

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la
calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019**

Joel Edgar Salazar Huánuco

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESORA

M.Sc. Olga Vadimovna Kostenko

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darles la vida a mis padres José, Nelly y mis hermanos Jaime, Javier y Jhony, quienes me apoyaron en todo momento. A la Ing. Adam Ramos Cadillo, que con su apoyo pude terminar mis estudios universitarios y a todos los docentes – Ingenieros y a mis amigas: Deysi Huisa, Ingrid Cassana y amistades de la facultad que me apoyaron con sus recomendaciones y críticas, a todos les expreso mi eterna gratitud por el tiempo dado y las ideas tan generosamente prestadas.

También quiero agradecer al Lic. Marcelo Solórzano Esteban Red de Salud Tarma, Ing. Julio Morales Ruiz, a Víctor Carmen Núñez y al Biólogo Carlos Chirinos Málaga, de la Autoridad Local del Agua Tarma, quienes me brindaron su experiencia en la evaluación del recurso hídrico, así como recomendaciones para el presente trabajo de investigación.

De igual manera agradezco a mi asesora M.Sc. Olga Vadimovna Kostenko y a mis jurados, que con su confianza, apoyo y constantes recomendaciones dieron forma a la tesis que a continuación les presento.

No podría haber terminado la tesis sin la generosa ayuda de todos ustedes.

Gracias a todos.

DEDICATORIA

Dedicado a la memoria de mi mamita
**NELLY VICTORIA HUÁNUCO
MUCHA**, que me enseñó sobre la
perseverancia y el trabajo para poder
cumplir nuestras metas, del amor a la
familia, al prójimo, a la vida, y desde el
cielo sé que ella guía mis pasos y me
protege día a día.

(Se siembra para cosechar...)

ÍNDICE

ASESORA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.4. Hipótesis y variables.....	6
1.4.1. Hipótesis.....	6
1.4.2. Operacionalización de las variables.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes locales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	10

2.1.3.	Antecedentes internacionales	12
2.2.	Bases teóricas	14
2.2.1.	Fundamentos teóricos de la investigación	14
2.3.	Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO III.....		29
3.1.	Métodos y alcance de la investigación.....	29
3.1.1.	Métodos de la investigación.....	29
3.1.2.	Tipo de la investigación	30
3.1.3.	Nivel de la investigación	30
3.2.	Población y muestra	33
3.2.1.	Población.....	33
3.2.2.	Muestra	33
3.3.	Instrumentos de recolección de datos.....	34
3.3.1.	Técnica de recolección de datos empleada	34
3.3.2.	Estrategia empleada en la recolección de datos como instrumentos:	35
3.3.3.	Otros instrumentos realizados para la recolección de datos:	35
CAPÍTULO IV		36
4.1.	Resultados de la investigación.....	36
4.1.1.	Prueba de hipótesis	46
4.2.	Discusión de resultados.....	58
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES.....		61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		64
ANEXOS.....		70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Esquema metodológico para evaluar el impacto ambiental de las aguas residuales.....	30
Figura 02. Cuadro que representa a la matriz de valorización del impacto ambiental del río Tarma.....	33
Figura 03. Gráfico que muestra la variación del OD (2015 – 2019).....	37
Figura 04. Gráfico que muestra la variación de la CE (2015 – 2019).....	38
Figura 05. Gráfico que muestra la variación de la DBO (2015 – 2019).....	39
Figura 06. Gráfico que muestra la variación de los SST (2015 – 2019).....	40
Figura 07. Gráfico que muestra la variación de los CF (2015 – 2019).....	41
Figura 08. Medidas del diseño del sistema de tratamiento primario de aguas residuales con carbón activado.....	45
Figura 09. Operaciones del sistema propuesto.....	46
Figura 10. Prueba de t de student para el OD.....	48
Figura 11. Prueba de t de student para la CE.....	49
Figura 12. Prueba de t de student para los SST.....	49
Figura 13. Prueba de t de student para la DBO.....	50
Figura 14. Prueba de t de student para los CF.....	51
Figura 15. Resumen del modelo de regresión lineal.....	51
Figura 16. Representación de la prueba de ANOVA.....	52
Figura 17. Representación de los diagnósticos de colinealidad.....	52
Figura 18. Estadísticas asociadas a los residuos.....	53
Figura 19. Tendencia de los CF, período 2015 – 2019.....	53
Figura 20. Descripción del modelo del ajuste de la curva.....	53
Figura 21. Tendencia de la DBO y los CF, período 2015 – 2019.....	54
Figura 22. Descripción del modelo del ajuste de la curva (2).....	54
Figura 23. Tendencia negativa significativa del OD, período 2015 – 2019.....	55
Figura 24. Pirámide de la población para Junín, 2007 – 2017.....	55
Figura 25. Gráfico que representa la población peruana al 2017.....	56

Figura 26. Población censada urbano y rural, según provincia para la región Junín, 2007 y 2017	56
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Resumen de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua).....	15
Tabla 02. Valores Máximos Admisibles (VMA).....	17
Tabla 03. Efectos negativos de la contaminación.....	18
Tabla 04. Constituyentes primarios de las aguas residuales.....	20
Tabla 05. Contaminantes del agua y sus fuentes.....	25
Tabla 06. Indicadores ambientales.....	31
Tabla 07. Identificación de vertimientos de aguas residuales al río Tarma.....	32
Tabla 08. Descripción de los puntos de muestreo.....	34
Tabla 09. Técnicas usadas en la medición de los parámetros.....	35
Tabla 10. Resultados de los valores más elevados en 5 años de monitoreo.....	36
Tabla 11. Resumen general de monitoreo de agua para el OD (2015 -2019).....	37
Tabla 12. Resumen general de monitoreo de agua para la CE (2015 -2019).....	38
Tabla 13. Resumen general de monitoreo de agua para DBO (2015 -2019).....	39
Tabla 14. Resumen general de monitoreo de agua para SST (2015 -2019).....	39
Tabla 15. Resumen general de monitoreo de agua para CF (2015 -2019).....	40
Tabla 16. Parámetros comparados con el ECA-Agua.....	41
Tabla 17. Propuesta acciones de mejora para minimizar el impacto de las aguas residuales en la calidad del río Tarma.....	42
Tabla 18. Comparación con la hipótesis de investigación con el ECA-Agua.....	46
Tabla 19. Resultados de la prueba de normalidad con SPSS.....	47

RESUMEN

El estudio se realizó en la sub cuenca alta y media del río Tarma, cubriendo una distancia de 18 km aproximadamente. La provincia de Tarma está ubicada en el departamento de Junín. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma, para ello se analizaron los parámetros físicos, químicos y biológicos en función de un período de tiempo, donde se evaluaron los parámetros más representativos mediante la ejecución de monitoreos en el río Tarma. El trabajo de investigación se realizó en cuatro puntos diferentes, con los siguientes códigos de monitoreo: RHuan1 de la sub cuenca alta, RTarma1, RTarma2 y RPalc1 en la sub cuenca media del río Tarma. La primera etapa del trabajo de investigación se encargó de identificar las principales fuentes de contaminación y los principales puntos de descarga de las aguas residuales del río. La otra etapa del trabajo de investigación fue realizar el monitoreo de aguas residuales, con los datos del laboratorio y con los datos obtenidos de los informes de monitoreo de la Autoridad Local del Agua (ALA-Tarma); estos datos fueron comparados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA-Agua) de categoría 3. Posteriormente se evaluó el comportamiento de los parámetros más significativos en el período 2015 al 2019, con los resultados obtenidos se procedió a realizar el análisis estadístico, donde se pudo identificar las principales fuentes de contaminación y los principales puntos críticos de contaminación del río Tarma. En la última etapa de investigación se realizó la comparación con el Estándar de Calidad Ambiental ECA–Agua - Categoría 3, para finalmente realizar el análisis de los datos obtenidos con el programa (SPSS), de modo que se pueda comprobar las hipótesis de los distintos parámetros analizados. Al final del trabajo de investigación de la evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del río Tarma, se proponen las diferentes iniciativas de alternativas de solución al problema de contaminación de las aguas residuales del río Tarma.

Palabras clave: calidad de agua, contaminación del agua, análisis del agua, aguas residuales, río Tarma.

ABSTRACT

The study was conducted in the upper and middle sub basin of the Tarma River, covering a distance of approximately 18 km. The province of Tarma is located in the department of Junín. The objective of this research work was to evaluate the impact of wastewater on the water quality of the Tarma River, for this purpose the physical, chemical and biological parameters were analyzed based on a period of time, where the most representative parameters were evaluated by executing monitoring on the Tarma river. The research work was carried out in four different points, with the following monitoring codes: RHuan1 of the upper sub basin, RTarma1, RTarma2 and RPalc1 in the middle sub basin of the Tarma river. The first stage of the research work was in charge of identifying the main sources of pollution and the main discharge points of the wastewater from the river. The other stage of the research work was to carry out the monitoring of wastewater, with the laboratory data and with the data obtained from the monitoring reports of the Local Water Authority (ALA-Tarma). These data were compared with the Category 3 Environmental Quality Standard (ECA-Water). Subsequently, the behavior of the most significant parameters was evaluated in the period 2015 to 2019, with the results obtained, the statistical analysis was carried out, where the main sources of contamination and the main critical points of contamination of the Tarma river could be identified. In the last stage of the investigation, a comparison was made with the Environmental Quality Standard ECA-Water - Category 3, to finally perform the analysis of the data obtained with the program (SPSS), so that the hypotheses of the different parameters analyzed. At the end of the research work of the evaluation of the impact of wastewater on the quality of the Tarma river, the different initiatives of alternative solutions to the problem of contamination of the wastewater of the Tarma river are proposed.

Key words: water quality, water pollution, water analysis, sewage, Tarma river.

INTRODUCCIÓN

Todas las formas de vida en la Tierra dependen del agua, cada ser humano necesita consumir como mínimo 2 litros de agua fresca diariamente para vivir. Sin embargo, el agua dulce y de calidad es muy poca. Alrededor del 97,5 % del agua de la Tierra es agua salada, el 2,5 % es agua dulce que está congelada en los casquetes polares y glaciares. Del 2.5 % del agua dulce, el 70 % está en los glaciares y el 30 % es agua subterránea de difícil acceso y el 1 % es aproximadamente es agua dulce es de fácil acceso que está en los lagos y ríos. El uso del agua en el Perú es 69 % sector Agrario, 19 % para el sector industrial 12 % para el sector Municipal, es por ello debemos cuidar y administrar con justicia y equidad el recurso hídrico ¹.

En la actualidad, no solo la disponibilidad del agua genera preocupación de todos, sino la calidad de esta agua para diversos usos, debido a que los ríos reciben impactos provenientes de diferentes actividades humanas. Asegurar y mantener un suministro adecuado de agua ha sido uno de los factores clave para el desarrollo de las sociedades modernas de todos los tiempos.

La necesidad básica de los ciudadanos es contar con un suministro de calidad y cantidad de agua, sin embargo, el crecimiento poblacional ha incrementado la demanda de agua, ejerciendo mucha presión sobre las fuentes superficiales de agua, tanto en volumen como en calidad.

El Perú cuenta con el 1.89 % de agua dulce del mundo, con una disponibilidad hídrica de 2 billones de metros cúbicos (m³) de agua. Esta agua proviene de las 3 vertientes hidrográficas: la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico y la vertiente del lago Titicaca, con 159 cuencas hidrográficas registradas.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los impactos de las aguas residuales en función del tiempo, sobre la calidad del agua del río Tarma para formular propuestas y alternativas de solución a este problema hídrico y ambiental.

La investigación está dividida en cuatro capítulos, que serán explicados a continuación:

En el capítulo I: se realiza el planteamiento y formulación del problema, también se presenta la justificación y la importancia de la investigación.

En el capítulo II: se presentan los antecedentes de investigación, la recopilación de los trabajos de investigación como: las Tesis, Libros, Artículos Científicos, informes de Monitoreo de la autoridad local del Agua y la legislación ambiental en materia de recursos hídricos.

En el capítulo III: se presentan las hipótesis, variables y el alcance de investigación, se explica la metodología de la obtención de datos.

En el capítulo IV: se exponen los resultados y su análisis, se formulan las conclusiones del trabajo de investigación, finalmente presentando la sección de los anexos.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El agua, fuente de vida y derecho humano fundamental, es el elemento central de una crisis a la que se enfrentan millones de personas diariamente y que se agrava en las zonas más vulnerables del planeta. La privación del acceso al agua es una crisis silenciosa que experimenta la población empobrecida y que toleran aquellos con los recursos, la tecnología y el poder político para resolverla, incrementado la brecha entre los países ricos y los empobrecidos ². La provincia de Tarma no es ajena a esta realidad por que dispone de pocas fuentes naturales de agua y cada vez son más escasas; este recurso hídrico nace de las alturas del Anexo de Ayabanba y del distrito de Huaricolca, de la provincia de Tarma Departamento de Junín. Tarma tiene una altitud aproximada de 2 300 msnm a 3 500 msnm Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017 la población es de 87 590 habitantes ³. Conservar la cantidad y la calidad del río es muy importante para el bienestar de la población y del desarrollo económico de la zona; el agua del río Tarma se utiliza en un 65 % para el riego agrícola, en un 30 % para el uso de la población, en un 4 % para el uso piscícola y en un 1 % para el uso recreacional ¹. Sin embargo, el agua del río Tarma recibe de manera

directa las descargas de las aguas residuales el no contar con una Planta de Tratamiento de aguas re residuales suma a un más la contaminación antropogénicas aledaños a la ribera del río, otro fuente de contaminación es que algunos usuarios no están conectados a la red de alcantarillado de la Empresa Prestadora de Saneamiento, (EPS–Tarma), los lavaderos de carros informales, las personas que lavan ropa, frazadas, entre otros y el arrojo indiscriminado de residuos sólidos en toda la ribera del río, han contaminado el río de manera directa este recurso hídrico ¹. La descarga del agua no solamente afecta la calidad de ésta, sino también los ecosistemas y salud de las personas. Evaluar este impacto ambiental es muy importante para la preservación y protección del río y del medio ambiente. Tomar conciencia de la contaminación ambiental, que se está haciendo al río, es de vital importancia, para que las autoridades tomen medidas de protección y conservación este recurso hídrico que es de vital importancia para la vida ⁴.

En el Perú, solamente se ha ejecutado el 30 % de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006 - 2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primarios, secundarios y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua pone a la salud pública en peligro, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Una preocupación de la contaminación del agua que proviene de la presencia de las aguas residuales, son las enfermedades que estas pueden generar de manera indirecta tales como: cáncer, diabetes, y enfermedades cardiovasculares ⁴. La situación del tratamiento de aguas residuales en el Perú, según la Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS), menciona que el 70 % de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento de agua alguno; asimismo, que de las 143 plantas de tratamiento de aguas residuales que existe en el Perú, solo el 14 % cumple con la normatividad vigente para el cabal funcionamiento de las mismas; de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento 2006 - 2015, existe un déficit de 948 millones de dólares americanos, para realizar inversión. La ejecución, hasta el 2005 por las Entidades Prestadoras de Servicio de Saneamiento (EPS) alcanzó el importe de 369 millones de dólares

americanos ⁴. De acuerdo a un estudio sobre la situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú, presentado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), más de 7 millones de habitantes de nuestro país no tienen acceso a agua potable, mientras que los Gobiernos Regionales de Lambayeque, Lima, Callao, Ica, Arequipa, Junín y Tacna tienen una cobertura mayor al 80 %, en contraparte la cobertura menor engloba a la jurisdicción de los gobiernos Regionales de Loreto, Ucayali y Madre de dios, Amazonas, Huánuco, Huancavelica y Puno (20 % aproximadamente), lo cual relaciona al alcance de agua con factores de pobreza y pobreza extrema en el país. Finalmente, el agua no facturada es de aproximadamente el 40 % y más de 10 millones de habitantes no tienen servicios de saneamiento ⁵.

1.1.2. Formulación del problema

A) Problema general

¿Cuál es el impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río en la cuenca media y alta en el período del 2015 al 2019?

B) Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales que sobrepasan la calidad de agua del río Tarma en comparación con el ECA-Agua en el período 2015 al 2019?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación de las aguas residuales que alteran la calidad del río Tarma en el período 2015 al 2019?
- ¿Cómo evaluar la proyección de la contaminación del río Tarma al futuro?
- ¿Cuáles son las alternativas de solución que ayuden a recuperar la calidad del agua río Tarma en el período 2015 al 2019?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de los vertimientos de aguas residuales mediante el análisis de parámetros físico, químico y biológico, de la cuenca media-alta del río Tarma en el período 2015 al 2019.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos de la cuenca media y alta que sobrepasan la calidad del agua del río Tarma en comparación con el ECA-Agua en el período 2015 al 2019.
- Identificar las principales fuentes de contaminación de las aguas residuales que alteran la calidad del agua río Tarma en el período 2015 al 2019.
- Determinar la proyección de la contaminación del río Tarma al futuro.
- Determinar las alternativas de solución que ayuden a recuperar la calidad del agua del río Tarma.

1.3. Justificación e importancia

El agua constituye patrimonio de la Nación y es un bien de uso público, de acuerdo a la Ley de Recursos hídricos, N° 29338, promulgado el año 2009, que debe ser usado en armonía y con el bien común integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales. Mediante el D.S. N° 006 – 2015 - MINAGRI, se aprueba la Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos (en adelante PENRH), en cumplimiento de los artículos 66°, 67° y 69° de la constitución Política del Perú y en concordancia con la normativa vigente sobre recursos hídricos ⁶. Es preciso señalar que dentro de los objetivos específicos se contempla recuperar y proteger la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y sus

ecosistemas, así como la vigilancia y fiscalización de los agentes contaminantes de las fuentes naturales a nivel nacional ⁶, así como fortalecer la fiscalización y en vigilancia de los vertimientos de las aguas residuales priorizando los provenientes de origen domestico urbano y rural, recuperar la calidad de los recursos hídricos, reducción de la carga contaminante aportada por los vertimientos de las aguas residuales y remediación de pasivos ambientales, protección de los recursos hídricos, reducir progresivamente la carga contaminante mediante la gestión, manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales en el ámbito de las cuencas hidrográficas, Identificar, ubicar, clasificar y caracterizar las fuentes de contaminación, además, de la cuencas hidrográficas son de vital importancia para recuperar la calidad de los ríos ⁶. La relevancia social que tiene el río Tarma, es que este abastece de agua potable a una población aproximada de 43.042 habitantes ello permite desarrollar actividades agrícolas entre otros usos ³.

El deterioro de la calidad de agua es uno de los problemas más graves del país que limita el potencial de uso de este recurso y compromete el normal abastecimiento de agua a la población, así mismo provoca la alteración de los hábitats y pérdida de la especies; el vertimiento de efluentes domésticos e industriales, agroquímicas, a los cuerpos de agua con alta carga orgánica y de residuos sólidos es un problema pendiente de resolver ⁷. A través de este trabajo de investigación se pretende generar registros, que nos permitirá generar un diagnóstico para conocer la situación actual del río. Con el uso modelos estadísticos (SPSS), se pudo determinar la regresión lineal, para determinar la tendencia y el comportamiento de los parámetros al futuro, de esta manera proponer propuestas y alternativas que permitan solucionar el problema de la contaminación y por ende conservar el recurso hídrico.

En muchos lugares del mundo, los ríos tienden a contemplarse como un recurso potencial de explotación, para el desarrollo económico y también como elementos esenciales de la ocupación y transformación territorial ⁸. En términos de políticas públicas, los ríos tienden a carecer de identidad propia que justifique su gestión o protección, el énfasis de las políticas públicas se sitúa en el agua como un conjunto fluvial (ecosistema). Se trata por lo demás de un enfoque muy característico de la filosofía productivista en la gestión de los recursos naturales, que aísla los elementos de interés económico en un sistema socialmente consumista de productos agrícolas, madera, recreacional entre otros ⁸.

En términos generales, los poderes públicos y gran parte de la sociedad perciben los ríos como simples mecanismos de transporte de agua. El agua merece atención por su importancia estratégica, vital para el desarrollo de las actividades humanas y para el crecimiento económico, mientras el resto de componentes del ecosistema fluvial (agua). Sin embargo, algunas iniciativas internacionales han abierto el camino para una mayor apreciación del agua y del medio ambiente. Los sistemas fluviales deben de gozar de protección de manera integrada que tuviera en cuenta las orillas (zonas ribereñas), el canal (causes), la biota, los procesos hidrogeomorfológicos y los impactos de las actividades humanas ⁸.

El desarrollo sostenible depende muchos factores uno de ellos es la calidad de los ríos, por ende, si los están contaminados esto traerá consigo una serie de problemas a la sociedad, al comercio, al sector acuícola y a los agricultores riegan sus productos con agua de baja calidad, que reducirá la calidad de productos agrícolas y no serán bien cotizados en el mercado local, nacional e internacional, teniendo un descenso significativo en sus ventas y su prestigio de sus productos. El presente trabajo permitirá crear una base de datos sobre el río Tarma que permitirá realizar futuras investigaciones.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis

- Hipótesis general:

H₁: El impacto de las descargas de las aguas residuales de la cuenca alta y media, altera la calidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del río Tarma en el período 2015 al 2019.

- Hipótesis nula:

H₀: El impacto de las descargas de las aguas residuales de la cuenca alta y media, no altera la calidad de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del río Tarma en el período 2015 al 2019.

- Hipótesis específicas:
 - HE1: Los parámetros, físicos, químicos y biológicos medidos en río Tarma el período 2015 al 2019, que sobrepasan significativamente ECA-Agua, indican el impacto de las aguas residuales.
 - HE2: La identificación de las fuentes de contaminación influye significativamente en la calidad del río Tarma.
 - HE3: La aplicación de la regresión lineal permitirá determinar la tendencia de la contaminación al futuro del río Tarma.
 - HE4: Las alternativas de solución propuestas ayudan a recuperar la calidad del agua del río Tarma.

1.4.2. Operacionalización de las variables

A. Variables:

- i. Variable independiente: calidad de agua.
- ii. Variable dependiente: impacto de las aguas residuales.

B. Operacionalización de las variables: ver anexo 2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes locales

En la tesis titulada “Impacto de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua de la sub cuenca del río Shullcas – Huancayo – Junín” de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), se realizó un estudio en la sub cuenca del río Shullcas, ubicada en la Provincia de Huancayo, región Junín, entre los 3 190 msnm a 5 557 msnm, en el período de enero del 2015, con el objetivo de evaluar el efecto de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua en la parte alta, media y baja. Se evaluaron parámetros *in situ* e hicieron análisis en el laboratorio de muestras, determinando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para comparar los resultados con la categoría 1 y 3 del D.S. N° 002 -2008- MINAM y así conocer la calidad del agua del río Shullcas en los tres sectores. Con los resultados obtenidos se evidenció que la calidad de agua del sector medio y bajo se ve afectada por la descarga de aguas residuales de la actividad doméstica y los parámetros microbiológicos (coliformes fecales y *E. coli*) sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para agua de categoría 3. Sin embargo, en el sector alto de la subcuenca los parámetros evaluados estaban dentro del rango,

concluyendo finalmente que el agua del río Shullcas aún puede ser utilizada para cualquier actividad que sus habitantes requieran ⁹.

En la tesis titulada “Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, Chanchamayo, de la Universidad Nacional del centro del Perú (UNCP), se planteó como objetivo de la investigación el caracterizar la calidad de las aguas de la cuenca del río del Perené en la provincia de Chanchamayo, mediante la utilización de índices biológicos, complementada con parámetros fisicoquímicos. Se definieron nueve puntos de monitoreo de acuerdo al estudio de identificación de fuentes contaminantes desarrollado en el área. Se obtuvieron muestras de agua para la determinación de parámetros fisicoquímicos y se determinó la calidad de las aguas de acuerdo a los ECA-Agua establecidos. Las muestras de macroinvertebrados bentónicos se colectaron utilizando una red Surber y se determinaron los índices de Shannon-Weaver (H'), Índice Biótico de Familias (IBF), Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia (BMWP/col) y el índice de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT). Los resultados de los parámetros físicoquímicos identifican que existe afectación por coliformes termotolerantes y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el área de estudio. Se registraron en total 456 individuos, distribuidos en tres clases, 10 órdenes y 25 familias de macroinvertebrados ¹⁰.

En la tesis titulada “Contaminación del agua y pobreza rural: el caso de la cuenca alta del río Vilcanota. Cusco, de la Universidad Nacional Agraria la Molina”, se formuló como objetivo de la investigación el identificar los efectos negativos de la contaminación del agua del río Vilcanota, sobre la economía de familias rurales en zonas de pobreza; se estima el valor del daño económico y se analiza los principales aspectos sociales, que contribuyen a la mayor probabilidad de enfermedades de origen hídrico, en personas y ganado vacuno, por contacto con el agua contaminada. Los efectos identificados son mayores costos por atención a enfermedades, reducción en niveles de productividad, y pérdida de activos pecuarios. A

nivel agregado el valor del daño económico total es de 5.2 millones de soles anuales. Para el análisis econométrico se utilizó un modelo Logit, de elección discreta con variables cualitativas. El análisis efectuado revela que es de grado alto la magnitud de daño económico que genera la contaminación del agua en el río Vilcanota, implicando pérdidas en ingresos corrientes y un proceso de descapitalización, que van en sentido contrario a los esfuerzos estatales de reducción de la pobreza rural ¹¹.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada “Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible”, de la Universidad de Ingeniería (UNI); se tuvo como objetivo evaluar el impacto de los residuos sólidos que se vierten al río. El trabajo da a conocer cómo la calidad de vida de las poblaciones ribereñas de la cuenca baja del río Chillón se ve afectada negativamente por factores ambientales, culturales, económicos y sociales. La investigación también señala que la falta de interés del gobierno agudiza la contaminación ambiental por no incluir estas zonas dentro de sus planes de desarrollo local. El río Chillón en su parte baja recorre 7 distritos; en los puntos más críticos de su trayectoria han instalado las estaciones de monitoreo para evaluar la calidad del recurso hídrico. Los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos mostraron valores altos y se concluye que descarga de las aguas residuales industriales y domésticas, así como los vertimientos de los residuos sólidos, generan mayor impacto negativo tanto al río como en la vida de los pobladores. Como alternativa se planteó implementar en la zona de estudio los rellenos sanitarios y rellenos de seguridad ¹².

En la tesis titulada “Identificación de las fuentes de contaminación y su relación con la dinámica del río Itaya, zona baja de Belén” de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), se tuvo como objetivo identificar las fuentes de contaminación ambiental del río. El trabajo de

investigación evaluó la contaminación del agua por el vertimiento de las aguas servidas y la acumulación de residuos sólidos provenientes de la actividad doméstica de la ciudad de Belén. “El presente estudio determinó que la contaminación del río está relacionada con el crecimiento de la población” y que la tasa de crecimiento determina la concentración espacial de las personas, industrias, comercio, consumo de energía, vehículos, uso de agua y generación de residuos sólidos. Ello no solo genera presiones ambientales, sino impone retos a la gestión local para brindar respuestas adecuadas a la demanda de servicios ¹³.

En la tesis titulada “Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible” de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se tuvo como objetivo de la investigación el elaborar ideales de factibilidad de recuperación del recurso hídrico para el desarrollo sostenible, además de identificar las zonas más críticas y sensibles a la contaminación, identificar los parámetros de contaminación que influyen sobre la calidad del recurso hídrico, evaluar y analizar el riesgo ambiental en las zonas de impacto ambiental más críticas en los distritos Callao, Ventanilla, San Martín de Porras, Puente Piedra, Los Olivos, Comas, Carabaylo, proponer plan de medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico cuenca baja del río Chillón con fines de desarrollo. Esta investigación es el resultado de los múltiples trabajos de campo realizados por la autora y durante cuatro años, lo cual permitió el estudio de las principales variables ambientales, económicas, sociales, culturales que actúan sobre la cuenca baja del río Chillón y como estas han influenciado sobre la calidad de vida del poblador ribereño. Asimismo, se ha identificado que uno de los mayores problemas sociales es la pobreza y se demuestra que la contaminación se agudiza más por la poca gestión e intervención del estado, deficiencia funcional y poca inversión de los gobiernos locales que excluyen a estas zonas y no las insertan en sus planes de desarrollo local. El recurso hídrico es el principal afectado por estar expuesto a los múltiples tipos y formas de contaminación. El crecimiento poblacional de los 7 distritos ha generado que se produzca más residuos sólidos; la

escasez y necesidad de espacios para construir rellenos sanitarios y de seguridad han apuntado a usar la franja ribereña como botadero de residuos de todo tipo y esta opción muestra una salida nada sociable, ni ambiental ni económicamente sostenible. Por ello se demanda una fuerte necesidad de fortalecer los programas de gestión ambiental, en estos distritos que involucran urgentemente la gestión del recurso hídrico, gestión de los residuos sólidos, necesidad de una cultura ambiental y sanitaria para la población, nuevos planes de desarrollo urbano para el saneamiento básico y la formalización de las actividades económicas en estas zonas usando los instrumentos de gestión ambiental y aplicación de las normas ambientales que están dadas ¹⁴.

2.1.3. Antecedentes internacionales

En la tesis titulada “Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (ICOMO) en caño grande, localizado en Villavicencio-meta” de la Universidad Santo Tomás, se planteó como objetivo el evaluar el impacto de los vertimientos de aguas residuales domésticas en la afluyente Caño Grande ubicada en Villavicencio, Meta, aplicando el índice de contaminación ICOMO en un tramo de 4.9 km. Para dar cumplimiento al propósito se estimaron las cargas contaminantes por materia orgánica, identificaron *in situ* los vertimientos (legales o ilegales) y se analizó el comportamiento multitemporal del índice de contaminación, en comparación a información secundaria. Se establecieron tres estaciones de muestreo a lo largo del tramo analizado y cuatro monitoreos en temporada de precipitación alta, midiendo variables *in situ* (pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad) y *ex situ* (coliformes totales y DBO₅). Un estudio previo para el año 2006 en temporada de baja pluviosidad, mostró contaminación pésima para Caño Grande, indicando diferencia de 0.52 con respecto al índice obtenido en el presente estudio. Mientras que estudios realizados en los años 2005 y 2009 en meses con altos niveles de precipitación (>400 mm/mes), evidenciaron una diferencia en el índice de contaminación 0.32 y 0.22, respectivamente, con el estudio actual,

estas diferencias pueden atribuirse a las obras de actualización del sistema de acueducto y alcantarillado de los últimos años, así como, al monitoreo en condiciones de temporada seca ¹⁵.

En la tesis titulada “Determinación de la calidad de agua de los ríos” de la ciudad de Loja y en relación al diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo de la Universidad Técnica Particular de Loja, tuvo como objetivo identificar determinar la calidad del agua de los ríos Malacatos, Zamora Huayco y Zamora en su paso por la ciudad de Loja, utilizando macro invertebrados bentónicos como indicadores, además de definir las condiciones en que se encuentran las riberas de los ríos, mediante la evaluación visual y plantear estrategias, acciones para el manejo para el manejo y recuperación de los ríos, Malacatos, Zamora huayco y Zamora. Para el monitoreo se delimitaron ocho zonas de muestreo, iniciado al sur de la ciudad, donde se tomó una muestra por mes de bentos, para determinar la calidad del agua se aplicaron, tres índices EPT, Índice de debilidad biológica, índice de diversidad y de calidad de hábitat. Con los resultados se determinó que en las partes altas del río, antes de llegar al casco urbano, predominan las familias que no toleran contaminantes, como: *Perlidae*, *Beatidea* y luego del paso de la ciudad se encuentran mayoritariamente familias tolerantes a la contaminación, como *Tipulidate chironomidae* y *Therevidae*, esto debido a diversas actividades humanas, lo que está provocando un impacto negativo a estos ecosistemas y también a la salud humana ¹⁶.

En el artículo titulado “contaminación por coliformes y helmintos en los ríos Texcoco, Apingo y San Bernardino tributario de la parte oriental de la cuenca del valle de México”, se menciona que los ríos de la zona de Texcoco, en la Cuenca de México, reciben descargas de aguas residuales no tratadas. Hasta antes de este estudio no se tenía un inventario de fuentes de contaminación y se desconocía la cantidad de contaminantes de las descargas. El objetivo de esta investigación fue identificar las descargas a los ríos y determinar su grado de contaminación. Se hicieron

10 muestreos en 28 descargas de mayo de 2004 a abril de 2005 y se cuantificaron algunos contaminantes químicos (substancias activas al azul de metileno, elementos traza, N, P y conductividad eléctrica) y biológicos (bacterias coliformes Totales (CT), fecales (CF) y huevos de helmintos). Las cantidades de CT (número más probable, NMP) varió de 1.6×10^4 a 2.4×10^7 NMP 100 mL^{-1} ; de CF varió 1×10^4 a 2.4×10^7 y los huevos de helmintos de 0.38 a 6.78 huevos L^{-1} . Estas cantidades rebasan los límites permisibles establecidos por la norma NOM-001-SEMARNAT, que es de: 1000 NMP 100 mL^{-1} para CF y 5 huevos de helminto L^{-1} como promedio mensual para riego no restringido. Una fracción de esta agua se utiliza para riego de cultivos agrícolas, otra parte se infiltra hacia el acuífero y existe el riesgo de su contaminación. Por lo anterior, se considera urgente el tratamiento de estas aguas residuales ¹⁷.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

En el Perú hay un déficit de la cobertura por parte de las Entidades Prestadoras de Saneamiento (EPS). a nivel nacional: de las 50 (EPS) que brindan el servicio de alcantarillado, solo el 69.65 % alcanza a la población urbana. La población no cubierta vierte directamente sus aguas residuales sin tratamiento al mar, ríos, lagos, quebradas o las emplean para el riego de cultivos. De igual manera, en el Perú se generan aproximadamente 2 217 946 m^3 por día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado de las (EPS), donde solo el 32 % de estas recibe tratamiento. Cada habitante en el Perú genera 142 litros de aguas residuales al día ¹⁸, propagando enfermedades. Se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos (incluyendo virus, protozoos y bacterias) que causan enfermedades. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes. De acuerdo a la (OMS) Organización Mundial de la Salud, sólo en Brasil 20 niños mueren cada día debido a la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Este es un problema que está directamente relacionado con la presencia de enfermedades infecciosas tales como el cólera, hepatitis, disentería, gastroenteritis y muchas otras, que atentan no solo con la población brasileña si no también con la peruana y la de muchos otros países con carencia de tratamiento de aguas residuales ¹⁹.

- Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua:

El numeral 22 del Artículo 2º de la Constitución Política del Perú se establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, aquello se asocia con lo establecido en el artículo 3º de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente adelante ²⁰. El objeto de la norma se asocia con lo siguiente: mediante el D.S. N° 002-2008-MINAN, el D.S. N° 023-2009-MINAN y el D.S. N° 015-2015-MINAN, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando sujeto a lo establecido en la legislación peruana ²⁰. Los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua), son indicadores de calidad ambiental, las cuales miden las concentraciones de elementos y sustancias en el agua. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y a la salud humana; estas medidas se realizan en el cuerpo receptor del río ²⁰.

Tabla 01. *Resumen de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua).*

Categoría	Clasificación	Sub Clasificación		N° Parámetros
CATEGORIA 1	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A1	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A2	85
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	A3	82
	Aguas superficiales destinadas al uso recreacional	Contacto primario	B1	84
		Contacto secundario	B2	83

		Extracción y cultivo de moluscos bivalvos	C1	23
CATEGORIA 2		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	C2	23
		Otras actividades	C3	23
CATEGORIA 3	Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto			55
	Parámetros para bebida de animales			49
CATEGORIA 4	Lagos	Ríos de la costa y sierra	D1	26
	Ríos	Ríos selva	D2	23
		Estuarios		25
	Ecosistemas marino costeras	Marinos		23

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAN ²⁰.

- Valores Máximos Admisibles (VMA): D.S. N° 021-2009-VIVIENDA:

La finalidad de los Valores Máximos Admisibles (VMA) es regular las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Aquello se asocia con los Usuarios No Domésticos (UND), que son personas naturales y jurídicas que realizan descargas de aguas residuales no doméstica (ARND) al sistema de alcantarillado. Estas aguas residuales son producidas por alguna actividad económica, ya sea comercial o industrial, distinta a la generada en preparación de alimentos, así como: 1. industrias. 2.- laboratorios, 3.- hospitales. 4.- lavanderías. 5.- camales, entre otros. Las sustancias que están prohibidas en las descargas son compuestos de hidrocarburos y sus derivados, disolventes orgánicos y pinturas, residuos sólidos o viscosos capaces de obstruir el libre flujo en los colectores, mezclas inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas o venenosas ²¹.

Tabla 02. *Valores Máximos Admisibles (VMA).*

Parámetro	unidad	Expresión	VMA Para descargas
			Al sistemas de alcantarillado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	(DBO)	500
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	mg/L	(DQO)	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	(S.S.T)	500
Aceites y grasas	mg/L	(A & G)	100

Fuente: D.S. N° 021-2009-VIVIENDA ²¹.

- Autodepuración

La mayoría de las aguas naturales contienen una amplia variedad de microorganismos, constituyendo un sistema ecológico balanceado. Los grupos fisiológicos presentes están vinculadas a la calidad de agua y demás factores ambientales ²¹.

Los análisis bacteriológicos del agua constituyen uno de los parámetros más sensibles, las bacterias presentan una serie de estrategias fisiológicas que les permitan aprovechar los diferentes recursos energéticos, en los contaminantes ambientes acuáticos. Las alteraciones fisicoquímicas o nutricionales del ambiente. Tales como el aporte de los efluentes o el escurrimiento de contaminantes desde la cuenca de drenaje producen un cambio en la estructura y densidad de las poblaciones microbianas ²¹.

Los sistemas naturales, generalmente son capaces de soportar dichas alteraciones siempre y cuando la cantidad y calidad de desechos introducidos no superen su capacidad de auto de depuración. El uso de bacterias indicadoras permite tener una apreciación general de la cantidad de contaminantes de carácter antrópico que se generan a

nivel de cuenca y establecer el grado de funcionamiento de los mismos, y la capacidad del sistema de autodepurar las cargas orgánicas que son vertidas en diferentes sitios. La autodepuración del agua por estos microorganismos indicadores está en general asociada los fenómenos de polución orgánica, ya que no siendo originario del ambiente acuático solamente tienen acceso a éste, principalmente por vía de los desechos cloacales ²¹.

- **Calidad de Aguas en ríos autodepuración**

Los ríos pueden asimilar cierta cantidad de residuos antes de que los efectos negativos de la contaminación sean apreciables. En líneas generales, cuando más rápidos y más aislados estén los ríos de los cursos de agua y no hayan sido contaminados, más capaces son de tolerar una cantidad mayor de aguas residuales: pero una cantidad excesiva de cualquier tipo de contaminante produce daños a todo el sistema acuáticos ²². Parte de los elementos pasan a depositarse en el fondo como consecuencia de su diferencia de densidad con el agua, no pudiendo ser arrastrados por la corriente, los sólidos decantables pueden ser productos orgánicos o inorgánicos.

- **Vertido puntual a un río**

El agua residual es portadora de materia orgánica, e inorgánica y microorganismos que se puede verter en un punto exacto, al alcantarillado o al suelo.

Tabla 03. *Efectos negativos de la contaminación.*

Sales inorgánicas	Aparecen en la mayor parte de los residuos industriales, lo mismo que en la propia naturaleza. Pueden endurecer el agua, las sales inorgánicas de fósforo y nitrógeno originan fenómenos de eutrofización. La ausencia total de sales produce agua corrosiva
Materia Orgánica	Pueden provocar el consumo de oxígeno de los ríos y crea olores y gusto desagradable, sobre todo en condiciones sépticas. El déficit de oxígeno en el agua de los ríos es considerado un factor de contaminación de los ríos

Sólidos en suspensión	Los fangos con mucha materia orgánica demandan Oxígeno Disuelto, los sólidos en suspensión aumenta la turbidez de agua.
------------------------------	---

Fuente: Suárez ²².

- **Aguas superficiales:**

Todas las actividades socio económicas necesitan del recurso hídrico y en especial de consumo humano, aseo y preparación de alimentos es por eso que debemos de cuidar el recurso hídrico. El agua superficial, nace en manantiales a partir de aguas subterráneas que salen a la superficie o en lugares en los que se funden los glaciares. A partir de su nacimiento siguen la pendiente del terreno hasta llegar al mar. Un río con sus afluentes drena una zona llamada "cuenca hidrográfica". Los ríos sufren variaciones en su caudal, que aumenta en las estaciones lluviosas o de deshielo y disminuye en las secas ²³.

- **Aguas residuales:**

En el caso de las aguas residuales de las ciudades de Tarma, éstas se ven afectada por la alta presencia de vertimientos de distintas fuentes domésticas y no domésticas, además de la gran presencia de residuos sólidos en el río y la presencia de sustancias nocivas que alteran la calidad del agua del río; es evidente que las características originales han sido modificadas por la actividad humana y que su calidad requiere un tratamiento previo antes de ser usada o simplemente vertida a un cuerpo natural de agua o descargas al sistema de alcantarillado ²⁴.

- **Clasificación de las aguas residuales según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):**

a. Aguas residuales domésticas:

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos físicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestos adecuadamente ²⁵.

b. Aguas residuales industriales:

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras ²⁵.

c. Aguas residuales municipales:

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser administradas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado ²⁵.

Tabla 04. *Constituyentes primarios de las aguas residuales.*

Constituyente	Fuentes Potenciales	Efectos en el agua
Sustancias que demandan oxígeno	Materiales orgánicos, particularmente heces humanas.	Los microorganismos de la fuente consumen oxígeno disuelto.
Compuestos orgánicos	Desechos humanos.	Tóxicos para la vida acuática.
Detergentes	Detergentes domésticos.	Tóxicos para la vida acuática. Nutrientes de algas.
Aceites y Grasas	Generadas en la cocina, procesamiento de alimentos.	Contaminación visual, dañinos para la vida acuática.

Fuente: Manahan ²⁶.

- Fuentes de la contaminación del agua:

Una fuente de contaminación del agua es toda aquella que puede alterar las condiciones de calidad natural (física, química, biológica), hasta el punto de poner en riesgo su capacidad de uso y afectando las condiciones del ecosistema acuático sea en el corto, mediano o largo plazo ²⁷.

- a. Contaminación de agua puntual:

Es el resultado de los contaminantes que ingresan a un canal o cuerpo de agua por un solo lugar. Éstos incluyen aguas servidas no tratadas, agua residual proveniente de plantas de tratamiento de aguas servidas ²⁸.

- b. Contaminación de agua difusa o no puntual:

Es la contaminación que no proviene de una única fuente puntual. En lugar de eso, sucede cuando hay una acumulación de pequeñas cantidades de contaminantes que provienen de un área más grande. Ejemplo: el agua de lluvia. Incluyen escurrimientos de fertilizantes de muchas granjas que fluyen por aguas subterráneas o por arroyos ²⁸.

- c. Los agentes contaminantes:

Son sustancias que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o exceden un estándar de calidad ambiental ²⁸.

- Indicadores de contaminantes del agua

- Indicadores físicos:

- a. Oxígeno disuelto (OD): está relacionado con la disminución del oxígeno en el agua, la ausencia de este parámetro en el agua es una prueba clave en la contaminación del agua, ya que éste determina las condiciones anóxicas o anaerobias en el agua; si aumenta la temperatura en el agua, el oxígeno disminuye, alterando el equilibrio de la flora y fauna acuática. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua se determina como la concentración (mg/L) o como la cantidad de oxígeno que puede tener el agua a una temperatura determinada. La mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer. Las causas principales de niveles bajos del oxígeno disuelto son los aumentos en la temperatura del agua, el florecimiento de algas, los desechos humanos y desechos de animales ²⁹.
- b. Conductividad eléctrica (CE): la determinación de la conductividad eléctrica (CE) en el agua es muy importante porque nos ayuda a determinar la presencia de sal en el agua; su aumento es causado por los plaguicidas, insecticidas, etc., lo cual puede causar serios problemas en las aguas superficiales cuando el agua de riego se filtra a través del suelo y regresa al río (llamado flujo de retorno) incrementándose la salinidad. A medida que el agua se utiliza y reutiliza al circular río abajo, la concentración de sales aumenta conforme se acerca a su desembocadura. La conductividad es una variable que se controla en muchos sectores, desde la industria química, hasta la agricultura ³⁰.
- c. Sólidos Suspendidos Totales (SST): los efectos en los cuerpos de receptores de agua están asociados al tamaño de las partículas, estas pueden impedir la penetración de luz solar en el agua, inhibiendo la fotosíntesis y la disminución de presencia de oxígeno en el agua. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), tales como limo, arena, son generalmente responsables de impurezas visibles en el agua. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se

pueden quitar por medio de deposición. Éstos pueden ser identificados con la descripción de sus características visibles del agua, incluyendo la turbidez, claridad y color del agua. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al su suministro de varias maneras ⁹. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad. La determinación de su concentración se asocia con la aplicación en un material y llevarlo a desecada, donde en el recipiente quedan residuos después de la evaporización de la muestra. Las aguas con abundantes sólidos suelen ser de inferior potabilidad e inducen a una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional ⁹.

- Indicador químico:
 - a. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): La prueba de la DBO, es un procedimiento de bioensayo que mide el oxígeno consumido por las bacterias al utilizarla materia orgánica de un residuo. Los efectos de la nitrificación en efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales el efecto puede presentarse después de dos días a causa de la presencia de un gran número de bacterias nitrificantes en el efluente. La prueba se emplea para medir la eficiencia en las plantas de tratamiento de aguas residuales y determinar el poder contaminante de los residuos domésticos e industriales, la DBO ³¹. A través de la evaluación de la concentración de la DBO se estima la carga orgánica de un cuerpo de agua, y las necesidades de aireación, lo cual es importante para degradar la carga orgánica de los ríos y de las plantas de tratamiento, los efectos en los ríos, se traduce en la carencia oxígeno disuelto (OD) en mg(O₂/L) que puede provocar la mortalidad de peces y otras especies acuáticas ³¹. El alto contenido materia orgánica favorece el crecimiento de bacterias y hongos ⁹.

- Indicadores biológicos:

- a. Coliformes fecales (CF): El indicador de este grupo obedece a la presencia de materia fecal de animales y del ser humano en los ríos. Uno de los factores más importantes de contaminación microbiana para los cultivos, es que estas aguas son empleadas para riego de cultivos y usadas como vertederos de aguas residuales en que se han convertido los ríos ³². Los coliformes fecales o termotolerantes, denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45°C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son “indicadores de calidad” por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, sin embargo, se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies como: *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Las bacterias son organismos procarióticos unicelulares, que, morfológicamente, se clasifican como cocos, bacilos o espirales. Su origen se asocia con los vertidos domésticos de aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas de animales y parques, goteos de aguas y aplicaciones a la tierra de residuos de animales. La presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos y animales ³³.

- Impacto ambiental:

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos, siempre en cuando el desbalance sea de fuente antropogénica. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural ³⁴. Las acciones del hombre sobre el medio ambiente provocarán siempre efectos colaterales sobre el medio natural o social en el cual actúan, esto se conoce como impacto ambiental ³⁵.

Tabla 05. *Contaminantes del agua y sus fuentes.*

Contaminante	Parámetros	Impactos de la contaminación
Materia orgánica	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).	Desoxigenación del agua, genera malos olores.
Materia suspendidas	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Causa turbiedad en el agua, reduce la presencia de oxígeno.
Patógenos	Coliformes Fecales (CF)	Hace que agua sea insegura para el consumo de la población.
Sales inorgánicas	Conductividad Eléctrica (CE)	Limita los usos agrícolas e industrias en el agua.
Materiales tóxicos	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Peligroso para la vida vegetal y animal.

Fuente: León ³⁵.

2.3. Definición de términos básicos

- Agua residual: son aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren un tratamiento previo ³⁶.
- Auto depuración: es un proceso que tiene lugar en aguas naturales, y consiste en una serie de mecanismos de sedimentación de las partículas presentes en ellas. Este es uno de los procesos químicos y biológicos que producen la degradación, bacterias aerobias, que consumen la materia orgánica, con ayuda del oxígeno disuelto en el agua ³⁶.
- Antrópico: significa “humano”; es todo aquello que tiene que ver con los seres humano ya que engloba a todas las modificaciones que sufre la naturaleza por causa de la acción humana ³⁷.

- Alteración del hábitat: es el proceso por el cual un hábitat natural es transformado en un hábitat incapaz de mantener a las especies originarias del mismo. Las plantas y animales que lo utilizaban son destruidas o forzadas a emigrar, como consecuencia hay una reducción en la biodiversidad ³⁷.
- Cadena de custodia: es el procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de estas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico- químico, realizado por el responsable ³⁸.
- Calidad Ambiental: la calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas ³⁷.
- *Citrobacter*: se encuentran frecuentemente en el agua, suelo, comida y el tracto intestinal de animales y humanos. Se sabe que estos microorganismos pueden producir infecciones ³⁷.
- Contaminación: es la distribución de una sustancia químico o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar adversos al ambiente o sobre la salud ³⁸.
- Contaminante: es cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del agua o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente ³⁷.
- Conductividad eléctrica: es el parámetro que mide la conductividad eléctrica del agua en Siemens (S/cm) y micro Siemens ($\mu\text{S}/\text{cm}$), es un indicador de la cantidad de iones disueltos en el agua ³⁶.
- Condiciones sépticas: que produce putrefacción o es causado por bacterias, gérmenes patógenos ³⁷.
- Cuenca Hidrográfica: es la porción de un territorio drenada por un único sistema de drenaje natural ³⁶.
- DBO (Demanda Biológica de Oxígeno): es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente en 5 días a 20°C, lo cual se denomina como DBO₅) ³⁶.
- Diagnóstico de la calidad del agua: es la evaluación de los resultados de monitoreos de calidad agua y la relación con las actividades en la cuenca para establecer la condición y los factores que la influyen ³⁶.

- Ecosistema lotico: son corrientes fluviales que se caracterizan por ser rápidas y estar en constante movimiento. Un ejemplo de estos ecosistemas son los ríos y los arroyos ³⁶.
- Efluente: agua residual previamente tratada proveniente de actividades antropogénicas que puede ser vertida a un recurso hídrico o reusada ³⁶.
- Estándar Nacional de calidad Ambiental para agua: agrupa a los niveles de concentración máxima de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente ³⁶.
- Educación ambiental: es el instrumento para lograr la participación ciudadana y base fundamental para una adecuada gestión ambiental ³⁷.
- Fuente de contaminación: es el punto o área de contaminación y dispersión de materiales peligrosos y residuos peligrosos al ambiente, fuente que emite contaminantes al ambiente en un sitio contaminado ³⁸.
- Fuente contaminante puntual: es la fuente única identificable y localizada de contaminación real o potencial de los recursos hídricos, como un vertido de agua residual doméstica, municipal industriales y mineros o botadores de resudaos sólidos ³⁶.
- Fuente contaminante difusa: es la fuente real de contaminación que se extiende en grandes áreas de terreno de ganado y agricultura intensiva ³⁶.
- Impacto Ambiental: es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana, los indicadores ambientales son: la desaparición de una especie de invertebrado acuático ³⁵.
- *Klebsiella pneumoniae*: es la especie de mayor relevancia clínica dentro del género bacteriano, desempeñan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas ³⁷.
- Monitoreo ambiental: comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente ³⁷.
- Poluente: es el agente que genera flujo o derrame, generalmente asociado a contaminación de aire, agua o tierra por material particulado ³⁷.
- Punto de muestreo: es el lugar (punto o área determinada) de la fuente de agua donde se toman las muestras, sean éstas superficiales o de profundidad ³⁸.

- Reúso de las aguas residuales tratadas: es la reutilización de las aguas residuales, previamente tratadas, resultantes de las actividades antropogénicas ³⁶.
- UTM: es la proyección Transversal Universal de Mercator, sistemas utilizados para convertir coordenadas geográficas esféricas en coordenadas cartesianas planas ³⁸.
- Vertimientos de aguas residuales tratadas: es la descarga de aguas residuales previamente tratadas que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marina ³⁶.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación

a) Método general de la investigación:

Este trabajo de investigación se basa en aplicación del “método científico” por qué se observaron y establecieron las relaciones entre los hechos en la interpretación de los resultados, la cual fue analizada de manera secuencial cumpliendo con la comprobación de la hipótesis de investigación ³⁹.

b) Método específico de la investigación:

Se aplica el “método analítico no experimental” ya que el análisis de los parámetros se realiza en el campo y en el laboratorio sin necesidad de alterar su esencia. Además, se aplicó el “método de la observación” para realizar el reconocimiento de campo y la identificación de las fuentes contaminantes de las aguas residuales ⁴⁰.

3.1.2. Tipo de la investigación

Se empleó la “investigación aplicada”, por qué se utilizó información existente para solucionar problemas inmediatos, es así que el conocimiento generado nos ayuda a identificar, y potencialmente solucionar, el problema. Evaluar, comparar, interpretar, establecer presentes, determinar causalidad y sus implicaciones. Esta tipología es muy adecuada para la investigación aplicada ⁴⁰.

3.1.3. Nivel de la investigación

Se empleó el nivel “explicativo” porque se analizaron los parámetros físicos, químicos y biológicos, además que los resultados se relacionan con la calidad de agua y con las fuentes de contaminación ⁴⁰. Se presenta a continuación el esquema metodológico empleado en la investigación:

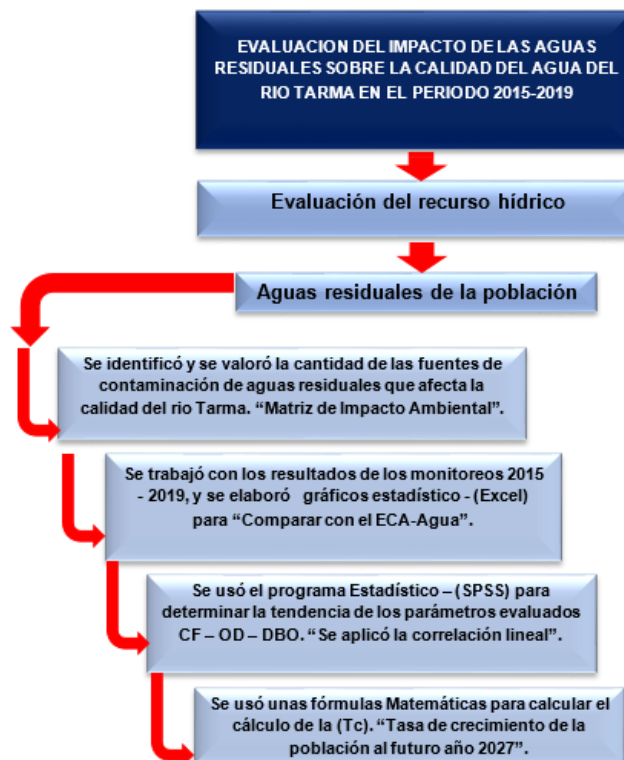


Figura 01. Esquema metodológico para evaluar el impacto ambiental de las aguas residuales.

Fuente: elaboración propia.

a) Identificación y valorización de impactos ambientales del río Tarma:

La metodología de evaluación de impactos ayuda a predecir y valorizar los impactos ambientales. Consiste en reconocer que variables y/o procesos físicos, químicos y biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa ⁴¹.

- Identificación de impactos: es importante analizar si los impactos tienen medidas de mitigación, así mismo el uso de indicadores ambientales se usa para prevenir y verificar la calidad de los impactos ambientales ⁴¹.

Tabla 06. *Indicadores ambientales.*

Parámetro del problema	Indicadores de causa	Indicadores de estado
Vertimiento de aguas residuales domésticas	Descarga de aguas residuales en cuerpos de agua.	Concentración de Coliformes Fecales.
Calidad ambiental	Inventario de empresas e industrias	Población expuesta a la contaminación
Conservación de la biodiversidad/paisaje	Inventario de viviendas domésticas.	% de población con servicios sanitarios defectuoso.
Residuos Sólidos	Alteración de hábitad de las especies del río.	Especies amenazadas o en extinción.
	Generación de residuos sólidos.	Calidad de agua contaminada por la presencia de residuos sólidos.

Fuente: Espinoza ⁴¹.

b) Valorización de impactos:

La valorización del impacto estima la gravedad de cada impacto ambiental, es decir, identifica, predice, interpreta, previene, valora y comunica el impacto que la realización de un proyecto acarrearía sobre su entorno; a continuación, se presentan algunos criterios más representativos para la calidad del agua del río Tarma ⁴²:

Tabla 07. Identificación de vertimientos de aguas residuales al río Tarma.

Parámetro del problema	Indicadores de causa	Indicadores de estado
Fuentes puntuales de vertimiento: Aguas residuales EPS	18 vertimientos de directos al río sin tratamiento al río.	Coliformes Fecales
		Demanda Biológica de Oxígeno Oxígeno disuelto Conductividad eléctrica Sólidos Suspendidos Totales
Aguas residuales domésticas	71 vertimientos directos al río que no están conectados a la red de alcantarillado.	Coliformes Fecales Demanda Biológica de Oxígeno Oxígeno disuelto Conductividad eléctrica Sólidos Suspendidos Totales
Aguas residuales agrícolas	200 Vertimientos agrícolas directos al río.	Conductividad eléctrica Sólidos Suspendidos Totales
Aguas residuales hospitalarias	1 Vertimiento de a la red de alcantarillado sin tratamiento.	Coliformes Fecales Demanda Biológica de Oxígeno Oxígeno disuelto
Fuentes no puntual	7 vertimientos de canales fluviales.	Sólidos Suspendidos Totales
Residuos sólidos	4 puntos críticos.	Residuos orgánicos e inorgánicos que arrojan al río Tarma

Fuente: elaboración propia.

c) Matriz de Valorización de Impacto Ambiental:

Identificación previa mediante: Matriz Acción / Factor y/o columnas con impactos de menor gravedad, esta matriz facilita impactos de menor gravedad.

Nombre de impacto a evaluar: Evaluación del impacto Ambiental del río Tarma.							
Impactos Ambientales	El agua	El suelo	El aire	La flora	La fauna	El hombre	El paisaje
	Factores abióticos			Factores bióticos			
Aspectos Ambientales	a	b	c	d	e	f	g
a) Vertimiento: Aguas residuales EPS.	x	x		x		x	x
b) Aguas residuales domésticas .	x	x		x		x	x
c) Aguas residuales No domésticas.	x	x		x		x	x
d) Aguas residuales agrícolas.	x	x		x	x	x	x
e) Aguas residuales hospitalarias.	x	x				x	x
f) Aguas residuales de lavaderos de carros.	x	x			x	x	x
g) Residuos sólidos.	x	x	x	x			x

Muy grave 10	160	Grave 5	50	Moderado grave 3	9	No significativo 1	6
-----------------	------------	------------	-----------	---------------------	----------	-----------------------	----------

Figura 02. Cuadro que representa a la matriz de valorización del impacto ambiental del río Tarma.

Fuente: Espinoza ⁴².

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de la investigación comprendió a la cuenca alta y media del río Tarma, abarcando aproximadamente 18 Km de distancia.

3.2.2. Muestra

La fuente de los resultados del monitoreo fue tomada de los informes que realizó el ALA-Tarma, que englobó a los 5 años de monitoreo del río Tarma en época de estiaje. Las muestras de agua fueron tomadas según el Protocolo Nacional de monitoreo del agua superficiales de la Autoridad Nacional Agua ³⁶, los cuales corresponden a los siguientes puntos de muestreo:

Tabla 08. Descripción de los puntos de muestreo.

Código	Localidad	Distrito - Provincia	Coordenadas UTM (WGS 84)	
• RHuan 1	Naciente del río Huantay, 10 m agua arriba de Casablanca.	Tarma	418866	8737730
• RTarma1	Puente de Paula Otero, 100 m aguas debajo de confluencia con el río Collana.	Tarma	424854	8737892
• RTarma2	Puente Ninatambo.	Tarma	424787	8740801
• RPalc1	Río Palcamayo, aguas arriba de la confluencia con el río Tarma, frente al Colegio San Miguel.	Tarma Acobamba	422848	8744786

Fuente: elaboración propia.

3.3. Instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnica de recolección de datos empleada

Tabla 09. *Técnicas usadas en la medición de los parámetros.*

Parámetros analizados	Unidades	Método	Recolección de datos	
Oxígeno Disuelto	OD	mg /L	EPA 360.1 1971	Oxygen,Dissolved (Membrane Electrode)
Conductividad Eléctrica	CE	μS/cm	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9234 Q,22 nd Ed 2012	Conductividad: 4500-H+ B Método Electrométrico
Demanda Biológica de Oxígeno	DBO5	mg/L	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 E-1,22 nd Ed 2012	DBO5: Biochemical Oxygen, Demand
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	APHA-AWWA-WEF 2640-D; pag. 2-58 A 2-59 21th Edition,2005	Total Suspended Solids Method
Coliformes Termotolerantes	CT	NMP/100 mL	NMP- Cultivo	Análisis en laboratorio

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Estrategia empleada en la recolección de datos como instrumentos:

- Informes y bases de datos en Excel de la ALA – Tarma.
- Ficha de campo de identificación de punto de monitoreo.

3.3.3. Otros instrumentos realizados para la recolección de datos:

- Equipo multiparámetro, cooler, cámara fotográfica.
- Envases de vidrio esterilizado, registro de audio y vídeo.
- Envases de plásticos de primer uso, cuaderno de campo.
- Documentos digitales (informes de monitoreo, mapas):

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la investigación

a) Resultados de los valores promedio de los monitoreos:

En la siguiente tabla se presentan los valores más representativos de los parámetros analizados en los 5 años de monitoreo desde el año 2015 al 2019 y comparar con el ECA-Agua de Categoría 3. Según el informe de Vega ⁴³, Salazar ⁴⁴ y Hernández ⁴⁵.

Tabla 10. *Resultados de los valores más elevados en 5 años de monitoreo.*

PARÁMETRO	ECA-Agua Categoría 3	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019
OD	>=4 mg/L	5	4.77	4.48	4.06	4.26
DBO ₅	15 mg/L	13	3.8	5.1	23	34
SST	100 =< mg/L	34	74	74	66	75
CE	2500 μS/cm	994	996	1026	1020	1648
CF	1000 NMP/100 mL	330000	3300000	240000	140000	4600000

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

A continuación, se observa la tendencia (en incremento) de los parámetros DBO, SST, CE y CF, mientras que para el OD disminuye su valor, lo que indica el deterioro de la calidad de agua del río Tarma. El valor de 4.06 mg/L del oxígeno disuelto, está en un punto crítico, este resultado deteriora y afecta la vida acuática de plantas, algas, y otros organismos. Además, los valores de Coliformes Fecales y Demanda Biológica de Oxígeno superan ampliamente el Eca-Agua de categoría 3.

b) Comportamiento de los parámetros en el transcurso de los 5 años de monitoreo:

Para la evaluación de impacto de las aguas residuales sobre el río Tarma, se evaluó los siguientes parámetros: OD, CE, SST, DBO₅ y CF, y comparar con el estándar de calidad ambiental del ECA-Agua de categoría 3.

a. Oxígeno Disuelto (OD):

Tabla 11. Resumen general de monitoreo de agua para el OD (2015 -2019).

CÓDIGO / PARÁMETROS FÍSICOS	Años	RHuan1	RTarm1	RTarm2	RPalc1	Valor Máximo	Valor Mínimo
OXÍGENO DISUELTO ECA-Agua: Categoría 3	2015	5.00	4.10	1.70	3.50	5.00	1.70
	2016	4.3	3.6	2.1	4.8	4.77	2.10
	2017	4.48	3.8	1.6	4.2	4.48	1.63
	2018	3.8	3.8	1.6	4.1	4.06	1.60
>=4 mg/L	2019	4.26	3.59	2.85	3.81	4.26	2.85

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

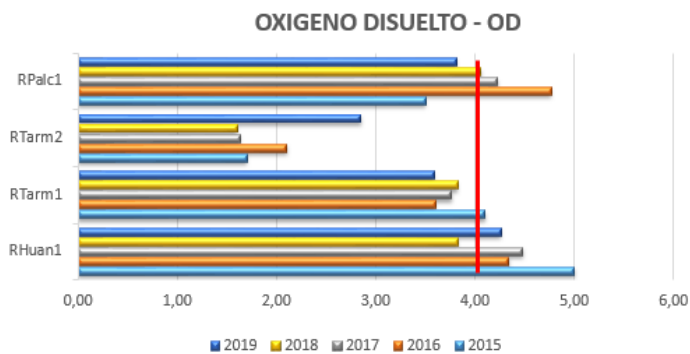


Figura 03. Gráfico que muestra la variación del OD (2015 – 2019).

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

Se observa que el OD, si supera el ECA-Agua de categoría 3 en los puntos: RTarma2 RTarma1, RHuan1, RPalca1; su valor más bajo en el punto de monitoreo RTarma2, con 2.10 mgO₂/L.

b. Conductividad Eléctrica (CE):

Tabla 12. Resumen general de monitoreo de agua para la CE (2015 -2019).

CÓDIGO / PARÁMETROS FÍSICOS	Años	RHuan1	RTarm1	RTarm2	RPalca1	Valor Máximo	Valor Mínimo
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ECA-Agua: Categoría 3	2015	992	970	994	696	994	696
	2016	996	750	982	674	996	674
	2017	988	300	1026	692	1026	300
	2018	1000	942	1020	657	1020	657
2500 μS/cm	2019	1648	1072	1138	623	1648	623

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

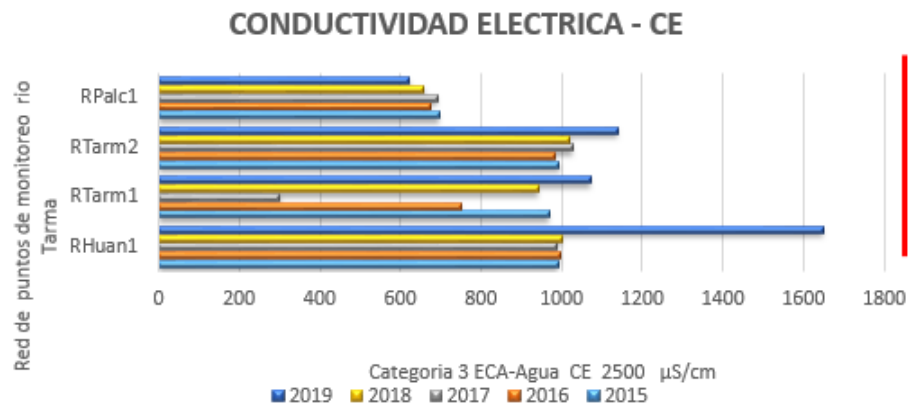


Figura 04. Gráfico que muestra la variación de la CE (2015 – 2019).

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

Se observa que la CE, tiene 3 puntos críticos: RTarma2 RTarma1, que tienen valores muy altos, el ECA-Agua de categoría 3 de 1000 μS/cm y su valor máximo está en RHuan1 que si supero el ECA-Agua con 1 648 μS/cm.

c. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):

Tabla 13. Resumen general de monitoreo de agua para DBO (2015 -2019).

CODIGO / PARÁMETROS FÍSICOS	Años	RHuan1	RTarm1	RTarm2	RPalc1	Valor Máximo	Valor Mínimo
DBO ECA-Agua: Categoría 3	2015	4.0	12.8	8.0	9.4	13	4
	2016	3	3.5	3.8	3.8	3.8	3
	2017	2.0	5.1	4.2	4.0	5.1	2
	2018	2.0	4.0	23	4.0	23	2
	2019	9	12	34	8.0	34	8
15 mg/L							

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

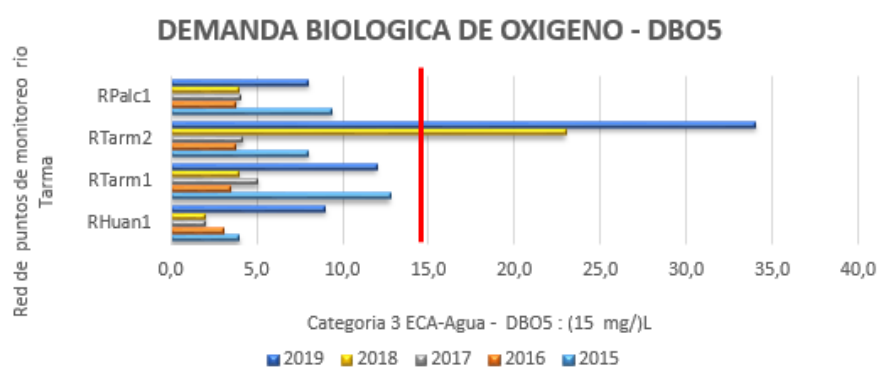


Figura 05. Gráfico que muestra la variación de la DBO (2015 – 2019).

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

Se muestra que la DBO, tiene uno punto crítico, en el punto RTarma2 con un valor máximo de 34 mg/L y el valor más bajo en los puntos RPalca1, RTarma1 y RHuan1, la cual afecta la calidad del río Tarma.

d. Sólidos Suspendedos Totales (SST):

Tabla 14. Resumen general de monitoreo de agua para SST (2015 -2019).

CODIGO / PARÁMETROS FÍSICOS	Años	RHuan1	RTarm1	RTarm2	RPalc1	Valor Máximo	Valor Mínimo
SST ECA-Agua: Categoría 4	2015	8	8	34	6	34	6
	2016	7	74	51	26	74	7
	2017	17	74	60	44	74	17
	2018	4	66	50	13	66	4
	2019	18	75	61	50	75	18
=<100 mg/L							

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

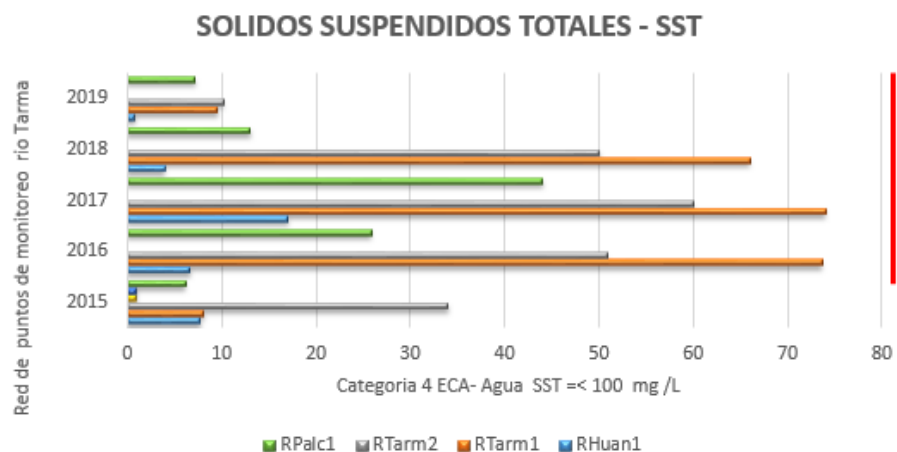


Figura 06. Gráfico que muestra la variación de los SST (2015 – 2019).

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

Para el parámetro de SST, se observa que no supera el ECA-Agua categoría 4 en todos los puntos de monitoreo, con un valor máximo de 74 =<100 mg/L.

e. Coliformes Fecales – Termotolerantes (CF):

Tabla 15. Resumen general de monitoreo de agua para CF (2015 -2019).

CÓDIGO / PARÁMETROS BIOLÓGICOS	Años	RHuan1	RTarm1	RTarm2	RPalc1	Valor Máximo	Valor Mínimo
CF ECA-Agua: Categoría 3	2015	23000	330000	230000	230000	330000	23000
	2016	4900	3300000	130000	110000	330000	4900
	2017	2200	240000	240000	240000	240000	2200
	2018	2400	22000	140000	46000	140000	2400
1000 NMP/100 mL	2019	2500	700000	4600000	110000	4600000	2500

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

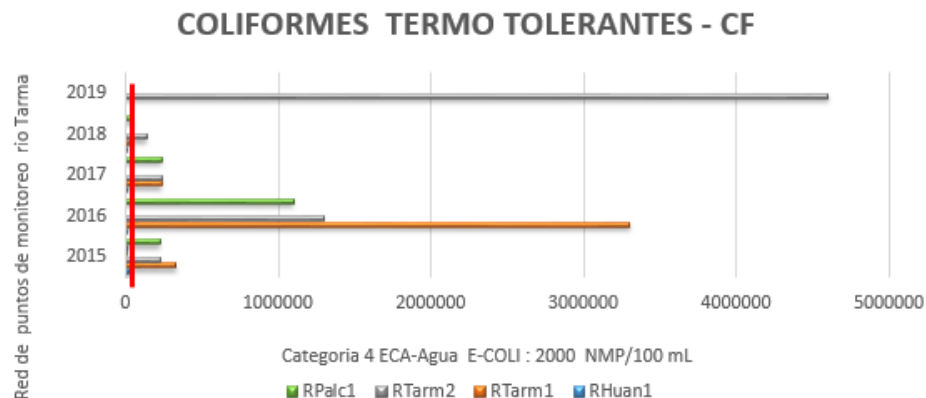


Figura 07. Gráfico que muestra la variación de los CF (2015 – 2019).

Fuente: adaptado del ALA-Tarma, elaboración propia.

El parámetro CF, tiene 4 puntos críticos que superan el ECA-Agua categoría 3 de 1000 NMP/100 mL y el valor máximo es de 4600000 NMP/100 mL en el punto RTarma1 y RTarma2. Estos valores afectan de manera significativa la calidad del agua del río Tarma.

- c) Valores más representativos de los 5 años respecto del cumplimiento de ECA-Agua de Categoría 3:

Tabla 16. *Parámetros comparados con el ECA-Agua.*

Parámetro	Valor mínimo	Valor máximo	ECA-agua	Cat. 3	Cumplimiento del ECA-Agua
CF	2400 NMP/100 mL	4600000 NMP/100 mL	1000 NMP/100 mL		No cumple
SST	1 mg/L	74 mg/L	'=<100 mg/L		Si cumple
DBO ₅	2 mg/L	34 mg/L	15 mg/L		No cumple
OD	1.60 mgO ₂ /L	5 mgO ₂ /L	>=4 mgO ₂ /L		No Cumple
CE	300 μS/cm	1648 μS/cm	2500 μS/cm		Si cumple

Fuente: elaboración propia.

Se determinaron los valores máximos y mínimos de los parámetros: OD, CE, DBO₅, SST y CF, estableciendo como parámetros críticos a: Coliformes Fecales, la Demanda Bilógica de Oxígeno y al Oxígeno Disuelto, los cuales superan ampliamente el ECA-Agua para categoría 3.

d) Propuesta, estrategia y alternativas de solución al problema de la contaminación:

Se formuló una propuesta basada en acciones de mejora para minimizar el impacto de las aguas residuales a la calidad del río Tarma.

- Promoción de la cultura del agua:

Tabla 17. Propuesta acciones de mejora para minimizar el impacto de las aguas residuales en la calidad del río Tarma.
Fuente: elaboración propia.

Propuesta de soluciones	Acciones inmediatas
Promover la cultura del agua, está origina el reconocimiento del valor económico, social y ambiental, con el fin de asegurar su calidad y cantidad para las futuras generaciones.	Promover el cuidado del agua a través de campañas de sensibilización en escuelas, colegios y población para no votar los residuos sólidos al río.
	Sensibilizar con campañas de Educación Ambiental a través de los medios de comunicación radio, televisión y redes sociales.
	Promover foros con el objetivo de concientizar, valorar el cuidado del agua y su correcto uso. para las futuras generación
Identificar a las empresas y juntas de regantes que no están formalizados.	Realizar una lista de las principales fuentes de contaminación:
	La Autoridad Local de Agua Tarma (ALA-Tarma) ejecutara los Proceso administrativo sancionador (PAS), a las empresas que contaminan el río Tarma.
Identificar a las viviendas que no están conectados a la red de alcantarillado.	Realizar una lista de usuarios que no están conectados a la red de alcantarillado:
	La EPS-Sierra central notificará a los propietarios para que se conecten a la red de alcantarillado del río Tarma.
Proponer sistemas de tratamiento y disposición con agua en el sitio.	Son tanques sépticos y campos de absorción. (El Sistemas en el Sitio): En general son pequeños y dan servicios a viviendas individuales que disponga de espacio; este sistema es recomendable en zonas con poblaciones con menor densidad poblacional.

Proponer sistemas de Saneamiento Rural y Urbano.	Planta de Tratamiento de aguas residuales Urbano y Rural
	Proponer lavaderos comunitarios de ropa.
	Proponer sistema de Tratamiento de agua para lavaderos de verduras

e) Propuesta de sistemas de tratamiento tecnológico:

El sistema de tratamiento es primario, se asocia con el proceso que trabaja con filtro de carbón activado para el tratamiento de aguas residuales; antes del tratamiento del agua, esta pasa por unos filtros de rejillas (cribas) para eliminar los residuos sólidos que pudiera haber en el canal de regadío.

- Propuesta de Memoria Descriptiva del Expediente Técnico:

i. Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales con filtro de carbón activado Distrito de Sacsamarca – Tarma.

a. Introducción

Justificación del proyecto

b. Objetivos:

- Objetivo general.
- Objetivos específicos.

c. Población beneficiaria

- Ubicación, vías de comunicación.
- Área de influencia.

d. Diseño del sistema

- Topografía.
- Estudio hidrológico.
- Estudio climatológico.

e. Cálculo de diseño

f. Parámetros de diseño

g. Presupuesto

h. Cronograma de trabajo.

f) Funcionamiento del sistema:

- Primero proceso: el agua que es recepcionada pasa a una caja para romper la presión de modo que se reduzca la velocidad del caudal. Tras aquello, pasa por una compuerta que recepciona solo el agua que se va a purificar el sistema de tratamiento.
- Segundo proceso: antes de que el agua ingrese al sistema pasa por un pre tratamiento de residuos sólidos gruesos, que por intermedio de unos ejes (rodajes) mecánicos giratorios; si hay presencia de residuos sólidos grandes este procedimiento se encarga de separarlos permitiendo que no se obstruya el flujo del agua.
- Tercer proceso: el agua pasa por el filtro de cribas finas, el sistema de tratamiento pasa al segundo pre tratamiento, de residuos sólidos finos, permitiendo que no ingrese ningún residuo sólido de menor tamaño al sistema de tratamiento.
- Cuarto proceso: el agua ingresa a la primera cámara de sedimentación que funciona por gravedad, donde los sólidos sedimentables (SST) se depositan en la primera sub división, quedando atrapados en forma de lodos, para luego pasar a la cámara de trampa de grasa, donde se separa por gravedad el agua del aceite.
- Quinto proceso: el agua ingresa a la segunda cámara donde pasa por un sistema de aireación que funciona utilizando la energía eólica, mediante su conexión a un ventilador mecánico, el aire pasa por unos tubos que tienen una gran cantidad de orificios que oxigenan el agua, lo cual sirve para eliminar microorganismos anaerobios que podría tener el agua.
- Sexto proceso: antes de que el agua ingrese a esta cámara se coloca unas rejillas muy finas para eliminar algún sólido que pudiera haber pasado en uno de los procesos previos. El agua ingresa a la tercera cámara el agua pasa por un filtro natural de:
 - o Grava gruesa de 6 cm.
 - o Grava fina de 3 cm.
 - o Arena gruesa de $\frac{3}{4}$ (material agregado).
 - o Arena fina.
 - o Carbón activado.

El funcionamiento de este sistema se da por gravedad sin el uso del algún producto o insumo químico.

- Séptimo proceso: una vez que el agua pasa por estos filtros, pasa a la cuarta cámara donde se recepciona agua limpia, que es empleada para el riego de vegetales, además de lavadero de verduras y bebida de animales según lo estipula la norma ECA- Agua de categoría 3.
- Recomendaciones de la propuesta:
 - Para que el sistema de tratamiento de aguas residuales funcione de manera óptima debe tener un mantenimiento de limpieza como mínimo trimestralmente.
 - El sistema está diseñado para tratar agua de poblaciones rurales donde el caudal de éste no exceda: $Q = 0.34 \frac{m^3}{s}$.
 - Se recomienda tener un cerco de seguridad para evitar que personas extrañas puedan ingresar para evitar que puedan dañar o robar algún componente del sistema de tratamiento.
 - El costo aproximado de materiales es de: S/10 000 diez mil soles, sin contar perfil del expediente, ni mano de obra.

g) Propuesta de diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales con filtro de con carbón activado:

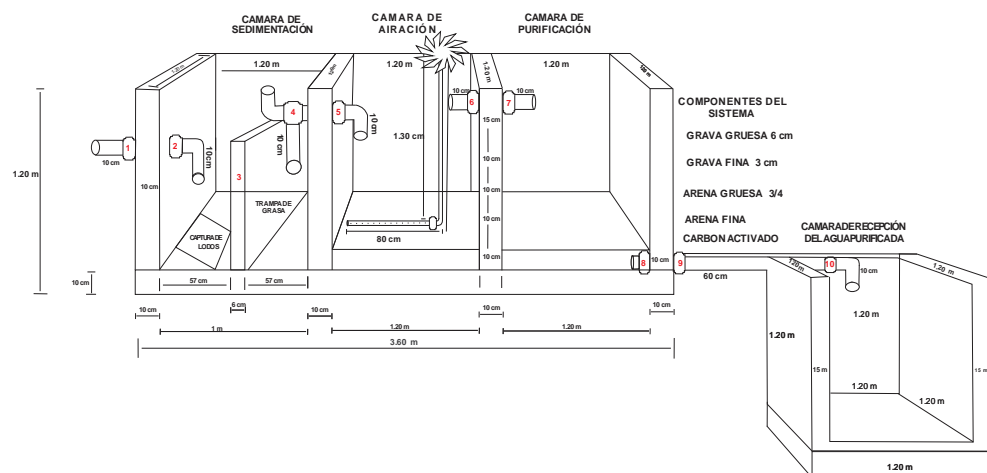


Figura 08. Medidas del diseño del sistema de tratamiento primario de aguas residuales con carbón activado.

Fuente: elaboración propia.

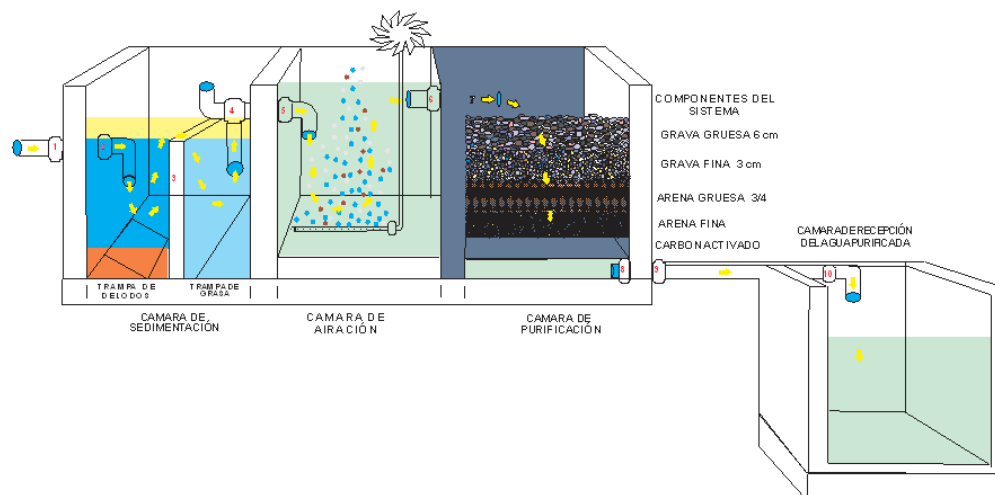


Figura 09. Operaciones del sistema propuesto.

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Prueba de hipótesis

- Hipótesis de investigación:

H.E.₁: Hipótesis Alternativa: los parámetros medidos en el río Tarma del período 2015 al 2019, que sobrepasan significativamente ECA-Agua, indican el impacto en las aguas residuales específicas.

H.E.₀: Hipótesis Nula: los parámetros medidos en el río Tarma el período 2015 al 2019, que sobrepasan significativamente ECA-Agua, no indican el impacto en las aguas residuales específicas

Tabla 18. Comparación con la hipótesis de investigación con el ECA-Agua.

OD	CE	SST	DBO	CF
$H_1: \mu > 4 \text{ mg/L}$	$H_1: \mu > 2500 \text{ } \mu\text{S/cm}$	$H_1: \mu \geq 100 \text{ mg/L}$	$H_1: \mu > 15 \text{ mg/L}$	$H_1: \mu > 1000 \text{ NMP/100 mL}$
$H_0: \mu \leq 4 \text{ mg/L}$	$H_0: \mu \leq 2500 \text{ } \mu\text{S/cm}$	$H_0: \mu \leq 100 \text{ mg/L}$	$H_0: \mu \leq 15 \text{ mg/L}$	$H_0: \mu \leq 1000 \text{ NMP/100 mL}$

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Resultados de la prueba de normalidad con SPSS.

	Prueba de normalidad.					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Oxígeno Disuelto	,231	20	,006	,871	20	,012
Conductividad Eléctrica	,200	20	,035	,887	20	,023
Sólidos Suspendidos	,242	20	,003	,690	20	,011
Totales						
Demanda Biológica de Oxígeno	,171	20	,126	,891	20	,028
Coliformes Fecales	,347	20	,000	,660	20	,012

Fuente: elaboración propia.

Para el resultado del estudio del sig. de la prueba se usó el programa SPSS, el cual supera la significancia de 0.01, por tanto: se concluye que los datos de estudio tienen una distribución normal por lo tanto el análisis de la prueba de hipótesis es paramétrico. Es oportuno señalar que, se trabajó con un nivel de confianza del 99 % por que los resultados del sig. de la prueba salieron menores a 1, lo que nos indica que se tiene mayor representatividad de la población mediante el muestreo.

Pruebas empleadas:

El resultado estadístico se realizó con el programa SPSS. Se empleó la prueba de t de student por la normalidad de los datos, así como se validó dicha dispersión con la prueba de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor a 50. Debido a que la hipótesis alterna (H_1) tiene el signo mayor el error de la significancia se contrastó por exceso, es decir, mediante la gráfica unilateral derecha.

Oxígeno Disuelto	Valor de prueba = 4					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	-1,939	19	,067	-.45050	-.9367	.0357

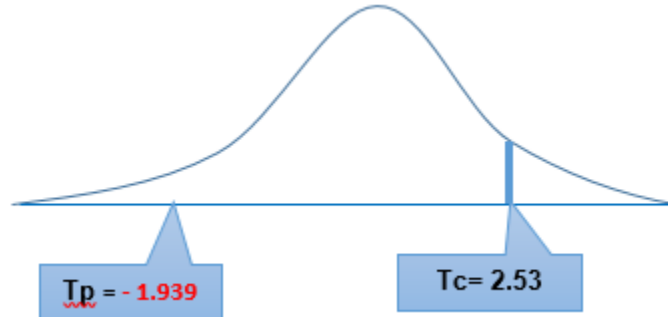


Figura 10. Prueba de t de student para el OD.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Decisión: La prueba t cae en zona de aceptación de la H0 entonces se rechaza la H1:

- $H_1: \mu > 4 \text{ mg/L}$: Rechazo.
- $H_0: \mu \leq 4 \text{ mg/L}$: **Acepto.**

La muestra presenta evidencias suficientes para afirmar que el parámetro de calidad Oxígeno Disuelto (OD) si cumple el ECA-Agua categoría 3, pero tiene una desviación significativamente negativa del ECA-Agua, en el período 2015 al 2019, con un nivel de confianza del 99 %.

Conductividad Eléctrica	Valor de prueba = 2500					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	-26,355	19	,000	-1,592.00000	-1,718.4328	-1,465.5672

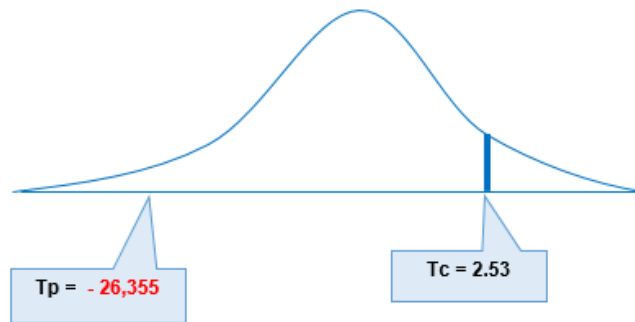


Figura 11. Prueba de t de student para la CE.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Decisión: La prueba t cae en zona de aceptación de la H0 entonces rechazo la H1:

- $H_1: \mu > 2500 \text{ mg/L}$: Rechazo.
- $H_0: \mu \leq 2500 \text{ mg/L}$: **Acepto.**

La muestra presenta evidencias suficientes para afirmar que el parámetro: Conductividad Eléctrica (CE), evaluada del recurso hídrico del agua del río Tarma no sobrepasa significativamente el ECA-Agua de categoría 3 en el período 2015 al 2019, con un nivel de confianza del 99 %.

Sólidos Suspendidos Totales	Valor de prueba = 100					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	-52,167	19	,000	-92.02000	-95.7120	-88.3280

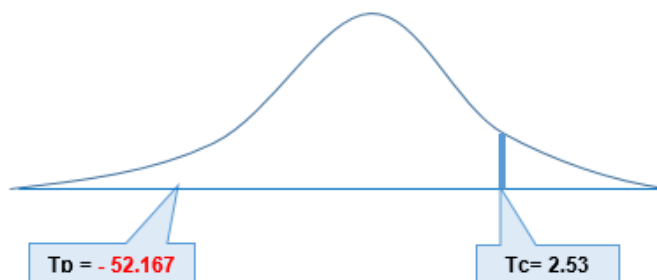


Figura 12. Prueba de t de student para los SST.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Decisión: La prueba t cae en zona de aceptación de la H0 entonces rechazo la H1.

- $H_1: \mu > 100 \text{ mg/L}$: Rechazo.
- $H_0: \mu \leq 100 \text{ mg/L}$: **Acepto.**

La muestra presenta evidencias suficientes para afirmar que el parámetro de calidad: Sólidos Suspendedos Totales (SST), del agua del río Tarma no sobrepasa significativamente el ECA-Agua categoría 4 en el período 2015 al 2019, con un nivel de confianza del 99 %.

Demanda Biológica de Oxígeno	Valor de prueba = 15					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	3,841	19	,001	22.30000	10.1486	34.4514

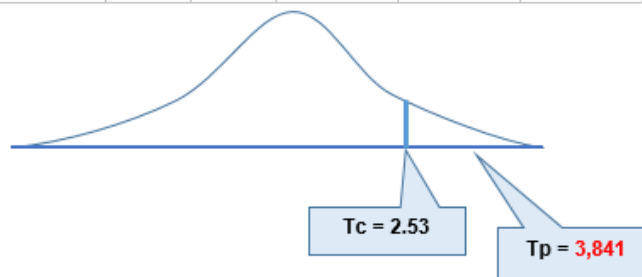


Figura 13. Prueba de t de student para la DBO.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Decisión: La prueba t cae en zona de rechazo de la H0 entonces acepta la H1.

- $H_1: \mu > 15 \text{ mg/L}$: **Acepto.**
- $H_0: \mu \leq 15 \text{ mg/L}$: Rechazo.

La muestra presenta evidencias suficientes para afirmar que el parámetro de calidad: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), del agua del río Tarma si sobrepasa significativamente el ECA-Agua

categoría 3, en el período 2015 al 2019, con un nivel de confianza del 99 %.

Coliformes Fecales	Valor de prueba = 1000					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	2,779	19	,012	837,775.00000	206,754.1566	1,468,795.8434

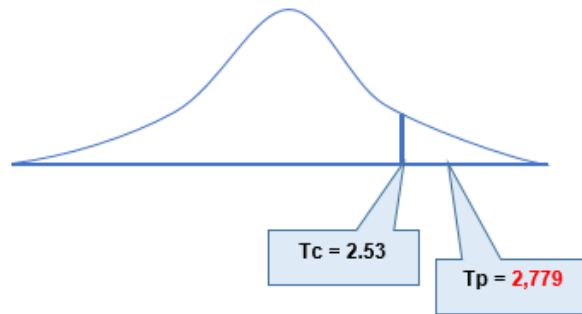


Figura 14. Prueba de t de student para los CF.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Decisión: La prueba t cae en zona de rechazo de la H0 entonces acepta la H1.

- **H₁: $\mu > 1000$ mg/L: Acepto.**
- H₀: $\mu \leq 1000$ mg/L: Rechazo.

La muestra presenta evidencias suficientes para afirmar que el parámetro de calidad: Coliformes Fecales (CF), del agua del río Tarma si sobrepasa significativamente el ECA-Agua categoría 3, en el período 2015 al 2019, con un nivel de confianza del 99 %.

Prueba de regresión lineal con SPSS:

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,569 ^a	,323	,286	1,139,363.57659	
2	,580 ^b	,336	,258	1,161,171.99580	
3	,752 ^c	,566	,484	968,144.97734	
4	,756 ^d	,572	,457	993,245.84196	1,441

Figura 15. Resumen del modelo de regresión lineal.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	11173330123727,184	1	11173330123727,184	8,607	,009 ^b
	Residuo	23366688473772,820	18	1298149359654,046		
	Total	34540018597500,004	19			
2	Regresión	11618571732422,717	2	5809285866211,358	4,309	,031 ^c
	Residuo	22921446865077,290	17	1348320403828,076		
	Total	34540018597500,008	19			
3	Regresión	19543143443122,684	3	6514381147707,562	6,950	,003 ^d
	Residuo	14996875154377,320	16	937304697148,583		
	Total	34540018597500,004	19			
4	Regresión	19741959058885,383	4	4935489764721,346	5,003	,009 ^e
	Residuo	14798059538614,621	15	986537302574,308		
	Total	34540018597500,004	19			

Figura 16. Representación de la prueba de ANOVA.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Modelo	Dimensión	Auto valor	Índice de condición	Constante	Proporciones de varianza			Conductividad Eléctrica
					Demanda Biológica de Oxígeno	Oxígeno Disuelto	Sólidos Suspendedos Totales	
1	1	1,828	1,000	,09	,09			
	2	,172	3,255	,91	,91			
2	1	2,683	1,000	,01	,03	,01		
	2	,293	3,028	,01	,58	,06		
	3	,025	10,433	,99	,39	,93		
3	1	3,284	1,000	,00	,02	,00	,03	
	2	,429	2,767	,01	,00	,03	,62	
	3	,266	3,514	,00	,69	,03	,20	
	4	,021	12,478	,99	,28	,94	,15	
4	1	4,189	1,000	,00	,01	,00	,01	,00
	2	,440	3,086	,00	,02	,03	,56	,00
	3	,288	3,813	,00	,60	,01	,18	,02
	4	,069	7,797	,00	,00	,28	,24	,54
	5	,014	17,511	1,00	,37	,68	,01	,44

Figura 17. Representación de los diagnósticos de colinealidad.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

(SPSS)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	N
Valor pronosticado	-568,570.0625	3,589,255.2500	838,775.0000	1,019,338.25435	20
Residuo	-1,608,819.50000	1,735,113.62500	,00000	882,522.08974	20
Valor pronosticado estándar	-1,381	2,698	,000	1,000	20
Residuo estándar	-1,620	1,747	,000	,889	20

a. Variable dependiente: Coliformes_Fecales

Figura 18. Estadísticas asociadas a los residuos.

Fuente: elaboración propia con SPSS.



Figura 19. Tendencia de los CF, período 2015 – 2019.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

El gráfico muestra que hay una tendencia creciente de la concentración de los Coliformes Fecales (CF) al futuro del período 2015 al 2019.

Nombre de modelo		MOD 1
Variable dependiente	1	Coliformes Fecales
Ecuación	1	Lineal
	2	Crecimiento
Variable independiente		Demanda Biológica de Oxígeno
Constante		Incluido
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos		Sin especificar
a. El modelo requiere que todos los valores no perdidos sean positivos.		

Figura 20. Descripción del modelo del ajuste de la curva.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

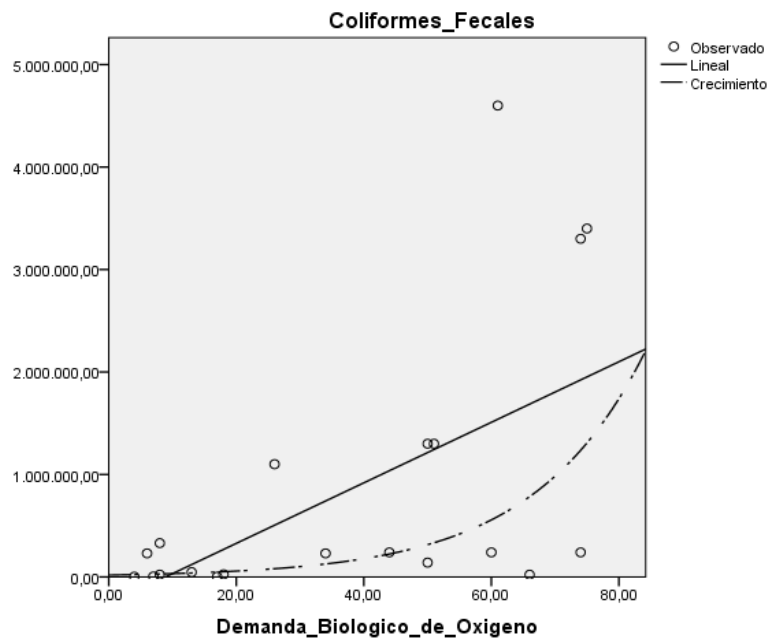


Figura 21. Tendencia de la DBO y los CF, período 2015 – 2019.

Fuente: elaboración propia con SPSS.

El gráfico muestra que hay una tendencia creciente de la concentración de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) al futuro del período 2015 al 2019.

Nombre de modelo		MOD_2
Variable dependiente	1	Coliformes_Fecales
Ecuación	1	Lineal
	2	Crecimiento
Variable independiente		Oxigenio Disuelto
Constante		Incluido
Variable cuyos valores etiquetan las observaciones en los gráficos		Sin especificar

a. El modelo requiere que todos los valores no perdidos sean positivos.

Figura 22. Descripción del modelo del ajuste de la curva (2).

Fuente: elaboración propia con SPSS.

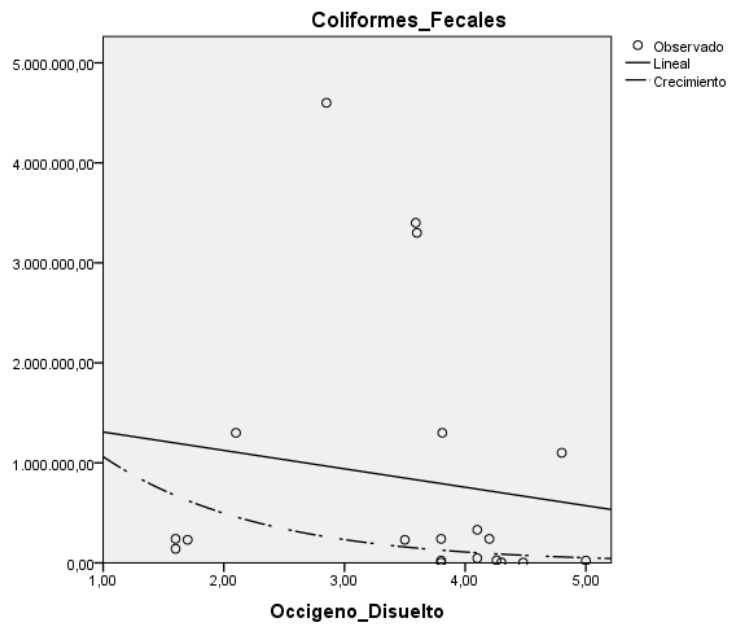


Figura 23. Tendencia negativa significativa del OD, período 2015 – 2019.

Fuente: elaboración propia.

El gráfico muestra que hay una tendencia decreciente de la concentración del Oxígeno Disuelto (OD) al futuro del período 2015 al 2019.

- Tasa de crecimiento poblacional (Tc):

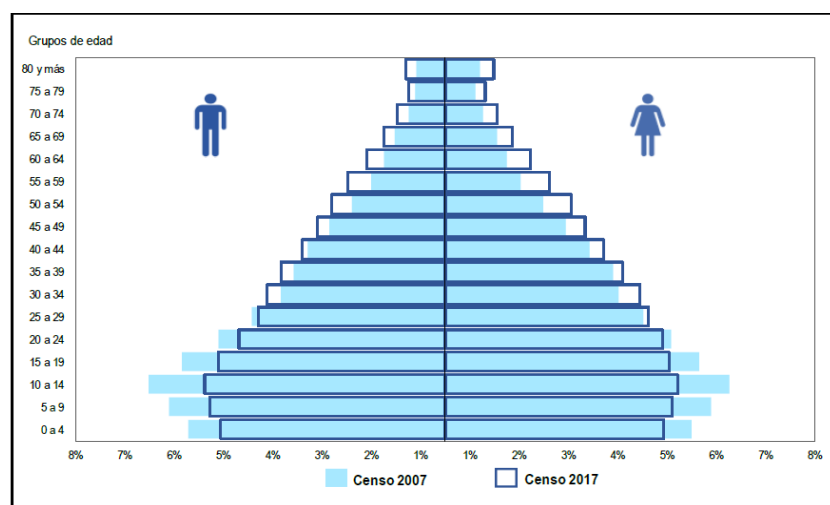


Figura 24. Pirámide de la población para Junín, 2007 – 2017.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007 – 2017.

Los resultados del 2017 muestran que la población censada de la región de Junín corresponde a un 48.9 % que son varones, equivalente a 608 932 personas, en tanto que las mujeres ascienden a 637 mil 106 personas (51,1%). La tasa de crecimiento (Tc) en el Perú descendió 1.01 %.

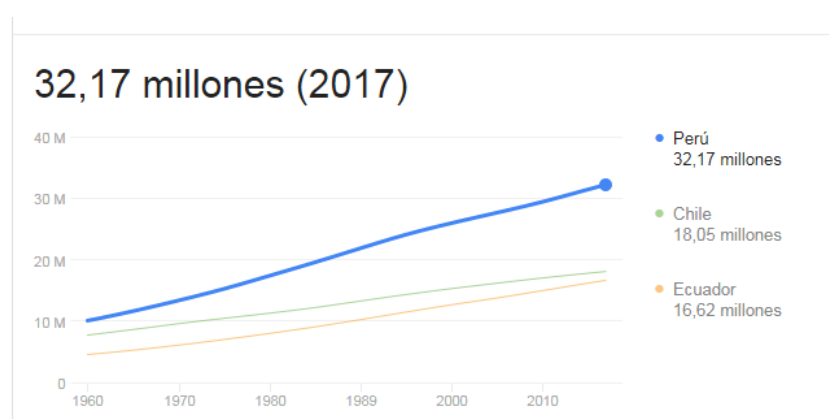


Figura 25. Gráfico que representa la población peruana al 2017.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007 – 2017.

Provincia	2007						2017					
	Total		Urbana		Rural		Total		Urbana		Rural	
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Total	1 225 474	100,0	752 337	61,4	473 137	38,6	1 246 038	100,0	884 928	71,0	361 110	29,0
Huancayo	466 346	100,0	399 741	85,7	66 605	14,3	545 615	100,0	503 674	92,3	41 941	7,7
Concepción	60 121	100,0	20 939	34,8	39 182	65,2	55 591	100,0	26 937	48,5	28 654	51,5
Chanchamayo	168 949	100,0	94 724	56,1	74 225	43,9	151 489	100,0	101 309	66,9	50 180	33,1
Jauja	92 053	100,0	37 422	40,7	54 631	59,3	83 257	100,0	40 864	49,1	42 393	50,9
Junín	30 187	100,0	18 612	61,7	11 575	38,3	23 133	100,0	16 567	71,6	6 566	28,4
Salpo	193 872	100,0	47 047	24,3	146 825	75,7	203 985	100,0	68 905	33,8	135 080	66,2
Tarma	112 230	100,0	69 915	62,3	42 315	37,7	89 590	100,0	62 539	69,8	27 051	30,2
Yauli	49 838	100,0	39 093	78,4	10 745	21,6	40 390	100,0	31 778	78,7	8 612	21,3
Chupaca	51 878	100,0	24 844	47,9	27 034	52,1	52 988	100,0	32 355	61,1	20 633	38,9

Figura 26. Población censada urbano y rural, según provincia para la región Junín, 2007 y 2017.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 2007 – 2017.

- Determinación de la tasa de crecimiento de la población Tarmaña al año 2027:

$$Tc = \frac{\text{habitantes: } 112.230}{\text{Año } 2007} - \frac{\text{habitantes: } 89.590}{\text{Año } 2017} - \frac{\text{habitantes: } ?????}{\text{Año } 2027}$$

Fórmula:

$$T_c = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor Inicial}}{\text{Valor Inicial}} \times 100$$

$$T_c = \frac{89.590 - 112.230}{112.230} \times 100$$
$$T_c = -20.1 \%$$
$$T_c = -0.20$$

Fórmula:

$$VF = T_c \times \text{valor inicial} + \text{valor inicial}$$

$$Vf = -0.20 \times 112.230 + 112.230 \quad Vf = 89.748 \text{ hab.}$$

La población de Tarma al 2027 será de 89.75 habitantes, lo cual no muestra un incremento significativo por la “Tasa decreciente” que muestra en la actualidad de -20.1 %.

4.2. Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis alterna que la Conductividad Eléctrica (CE) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) no superan el ECA-Agua de categoría 3 y rechazamos la hipótesis nula de los parámetros Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Coliformes Fecales (CF), que supera el ECA-Agua de categoría 3; el resultado establece que tiene una distribución normal según la prueba realizada con el programa SPSS, además de que existe una relación directamente proporcional entre las descargas de aguas residuales al río Tarma.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Loayza⁹ y Aliaga¹², ya que según las autoras expresan que la calidad de agua de un ecosistema lotico adyacente a poblaciones humanas, a partir del sector medio y bajo de la cuenca, se ve afectada por las aguas residuales domésticas y que ocasionan pobreza y problemas sociales. En lo que respecta a la hipótesis nula que menciona que la descarga de aguas residuales no altera la calidad del agua del río Tarma y que los parámetros en estudio no superan el ECA-Agua de categoría 3, es rechazada, porque los parámetros (DBO y CF) si superan el ECA-Agua, esto se relaciona con lo propuesto con las autoras citadas, además de lo considerado por Ramírez¹³.

CONCLUSIONES

1. Al evaluar el mayor impacto de los vertimientos de las aguas residuales mediante el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el período 2015 al 2019, de la cuenca alta y media del río Tarma, se concluye en lo siguiente: que a medida que el agua del río Tarma va descendiendo de la cuenca alta hacia la cuenca media, el parámetro Coliformes Fecales (CF), supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA-Agua) de categoría 3 y su mayor concentración corresponde a la cuenca baja, que es parte de la zona urbana, principalmente por la falta de tratamiento, al propiamente inexistir una planta de tratamiento de aguas residuales.
2. Al identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos de la cuenca alta y media que sobrepasa la calidad del río Tarma en comparación con el ECA-Agua de categoría 3, se pudo concluir lo siguiente:
 - a. Parámetros Físicos: El potencial de hidrógeno (pH) y la temperatura (°C) están en los niveles permitidos que no alteran la calidad del agua del río Tarma.
 - b. Parámetros Físico-Químicos: El Oxígeno Disuelto (OD) tiene una desviación negativa significativa en la zona urbana de la ciudad de Tarma, a causa del agua residual, ya que los bajos niveles de oxígeno en el agua perjudican su calidad y no permiten su autodepuración. La Conductividad Eléctrica (CE) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) están entre los rangos permitidos del ECA-Agua de categoría 3. La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) se ve alterada, incrementando sus valores a causa de las distintas fuentes de contaminación de las aguas residuales que recibe el río Tarma.
 - c. Parámetro Biológico: Los Coliformes Fecales (CF) muestran niveles muy altos durante todos los años de monitoreo, afectando la calidad del agua del río Tarma.
3. La identificación de las principales fuentes de contaminación de las aguas residuales que alteran la calidad del agua del río Tarma en función del tiempo, permitió caracterizar las diferentes fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua del río Tarma, los cuales son: los vertimientos domésticos, los vertimientos de canales de regadío, lavaderos clandestinos de verduras, lavaderos de ropa, el arrojado de residuos sólidos al río, a consecuencia de la falta de fiscalización ambiental por parte

de las autoridades que no sancionan a los usuarios que no están conectados a la red de alcantarillado y los ciudadanos que disponen sus residuos sólidos al río de manera indiscriminada.

4. A través de la evaluación de la regresión lineal con el programa SPSS se pudo determinar la tendencia creciente de los Coliformes Fecales (CF) a futuro, siendo necesario tomar medidas correctivas para mitigar y controlar los vertimientos de las aguas residuales al río Tarma. Es necesario invertir en infraestructura necesaria para incrementar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, lo cual representa una ganancia a largo plazo al disminuir los costos de tratamiento de la contaminación del agua, para así poder recuperar la calidad del río Tarma y de igual manera favorecer en sus condiciones de autodepuración, de modo que soporte vida.
5. Al concluir el trabajo de investigación, se proponen alternativas de solución a la contaminación del río Tarma:
 - a. Cultura del agua: asociada a la protección del agua de la contaminación y conservarla para las futuras generaciones; el agua, como parte del currículo educativo debe contemplar: la implementación de planes y programas de educación y sensibilización ambiental, que van dirigido a la población y estudiantes con el objetivo de evitar la disposición inadecuada de residuos sólidos al río Tarma y así valorar el recurso hídrico.
 - b. Propuesta Tecnológica: Se propone el diseño sistema de tratamiento de aguas residuales rural y urbano, con filtro de carbón activado, para que de esta manera se reduzca o minimice la contaminación de las aguas residuales que llegarán a otro río aguas abajo en la zona urbana de la ciudad de Tarma.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE LA CULTURA DEL AGUA

Conocer nuestras fuentes de agua:		
1	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer bien la cantidad y calidad de nuestras fuentes de agua nos permitirá valorar el agua que dispongamos • Conocer las fuentes de contaminación que afectan nuestros recursos hídricos. 	5 %
Falta mayor fiscalización y sanción en el Perú:		
2	<p>Ley de Recurso Hídrico, Ley: N° 29338. De acuerdo a la normativa en el Perú existen 3 normativas que regulan la contaminación del recurso hídrico cada uno con sus respectivas competencias y funciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • D.S. N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. (LMP) Límites Máximos Permisibles en el sector Salud. • DS. N° 021-2009- VIVIENDA Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de Aguas Residuales No Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario (VMA) Valores máximos permisibles, en el sector Industria. • D.S. N° 002-2008-MINAN Aprueban los Estándares de Calidad Nacionales de Calidad Ambiental para agua. (ECA-Agua) Estándares de calidad Ambiental para Agua, para el cuerpo receptor en los ríos. 	15 %
Construcción de sistemas de tratamiento (PTAR) de acuerdo a la caracterización del recurso hídrico		
3	Construir sistemas de tratamiento (PTAR) en función de la caracterización de la calidad de agua.	50 %
Financiamiento por parte de las Autoridades (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento).		
4	Falta de mayor inversión de proyectos de inversión pública en el sector de saneamiento urbano y rural.	20 %
Población con adecuada cultura del agua		
5	Falta mayor concientización de la cultura de agua en la población para que tomen importancia del cuidado del agua, con el uso de productos bio degradables, reducción de los plásticos, empleo productos ecológicos, etc.	10 %
	El cumplimiento de todos estos principios, nos ayudarán a cumplir con las metas, de tener nuestros recursos hídricos en armonía con el ambiente.	100 %

Fuente: elaboración propia.

RECOMENDACIONES DE DISEÑO

PROPONER LA CONSTRUCCIÓN (PTAR)

Planta de Tratamiento de aguas residuales con sistema de tratamiento de lodos activados para la "Zona Urbana".



Fuente: SEDAM Huancavo

PROPONER LA CONSTRUCCIÓN DE (PTAR)

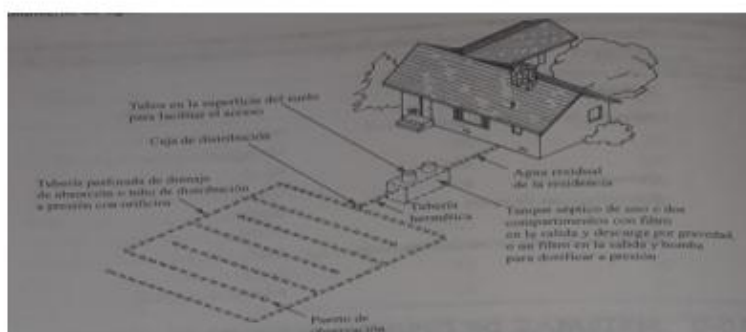
Planta de Tratamiento de aguas residuales con sistema de tratamiento de tanques IMHOFF, en los distritos de Tarma .



Fuente: PTAR Municipalidad Distrital Rosario Huancavelica

PROPONER LA CONSTRUCCIÓN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA VIVIENDAS INDIVIDUALES.

Recomendable en viviendas que dispongan de espacio y están fuera del ámbito urbano.

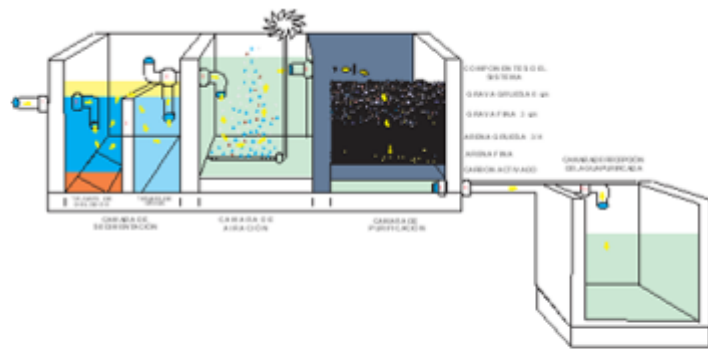


Fuente: Mackenzie I. Davis libro de Ing. y Ciencias Ambientales

PROPONER SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para riego de plantas y bebida de animales.

ECA-Agua de categoría 3



Fuente: PTAR: elaboración propia

PROPONER LAVADEROS DE ROPA COMUNITARIA

Para que las personas no contaminen el agua de los ríos con detergentes y lejías.



Fuente: lavadero

IMPLEMENTAR CENTROS DE ACOPIO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Eliminar puntos críticos a la ribera del río Tarma.



Punto crítico: Residuos Sólidos

REALIZAR PLANTACIONES DE ÁRBOLES NATIVOS DE LA ZONA

(Sauce, Molle, Quinual) en toda la ribera del río Tarma para mitigar los malos olores y absorber la contaminación de las aguas residuales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUTORIDAD LOCAL DEL AGUA (ALA - Tarma). *Resultados de los monitoreos participativos de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Perené - Sub cuenca del Río Tarma*. Departamento de Calidad - Autoridad Nacional del Agua. Tarma, Perú: s.n., 2010. pág. 80.
2. PÉREZ, R. *La nueva cultura del agua el camino hacia una gestion sstenible*. Instituto de estudios sobre desarrollo y cooperacion internacional, Universidad del Pais Vasco/Euskal. 2015. pág. 61.
3. INSTITULO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). *Censos Nacionales de Poblacion y Vivienda*. Tarma: s.n., 2017. pág. 70.
4. SEVILLA, J. *Estrategia Nacional para el mejoramiento de la calidad de los Recursos Hídricos*. Dirección General de Recursos Hídricos, Autoridad Nacional del Agua. Lima, Perú: s.n., 2015. pág. 31.
5. COMISIÓN TÉCNICA MULTISECTORIAL. *Estrategia Nacional para la Gestion de los Recursos Hidricos Continentales del Perú*. Ministerio de Agricultura, Defensa, Economía y Finanzas, Energía y Minas, Vivienda, Construcción y Saneamiento, Salud, Producción. Lima, Perú: s.n., 2004. pág. 29.
6. SEVILLA, J. *Estrategia Nacional para el mejoramiento de la calidad de los Recursos Hidricos*. Autoridad Nacional del Agua. Lima: s.n., 2016. pág. 31.
7. BRACK, A. *Plan Nacional de Accion Ambiental*. Lima, Ministerio del Ambiente. 2011. pág. 80.

8. ARAUJO, N. *La Historia Ambiental de un río no se cuenta solamente por sus aguas*. Geografía - UAB- Catalunya, Universidad Autonoma de Barcelona. Bellaterra, Cataluña España: s.n., 2016. pág. 351, Tesis Doctoral .
9. LOAYZA, J. *Impacto de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua de la sub cuenca del río Shullcas*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo: Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, 2015. pág. 207.
10. BULLÓN, V. *Macroinvertebrados acuáticos como Indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río Perene, Chanchamayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo: s.n., 2016. pág. 70.
11. DE LA TORRE, C. *Contaminación del agua y pobreza rural: el caso de la cuenca alta del río Vilcanota - Cusco*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima: s.n., 2015. pág. 107.
12. ALIAGA, M. *Situación Ambiental del Recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su Factibilidad de Recuperación para el Desarrollo Sostenible*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima: s.n., 2010. pág. 113.
13. RAMIREZ, P. *Identificación de las fuentes de contaminación y su relación con la dinámica del río Itay*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Loreto - Belén: s.n., 2014. pág. 130.
14. ALIGA, M. *Situación Ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su Factibilidad de Recuperación para el Desarrollo Sostenible*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú: s.n., 2010. pág. 113.
15. AGUILAR, S. y otros. *Evaluación del Impacto por Vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (ICOMO) en Caño Grande*

, *localizado en Villaviciencio Meta*. Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás. Santiago: s.n., 2018. pág. 80.

16. ARCE, M. y otros. *Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador: s.n., 2009. pág. 93.

17. RIVERA, R. y otros. *Contaminación por coliformes y Helmintos en los ríos Texcoco, chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la cuenca del valle del México*. Institute, Oceanography y Coastal Sciences, Ontario University, Canadá. Mexico: s.n., 2007. pág. 9.

18. GOMEZ, H. y otros. *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Calidad, Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental. Lima: s.n., 2014.

19. REYNOLDS, K. *Tratamientos de Aguas Residuales en Latinoamérica*. Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales, Universidad de Arizona EE.UU. Arizona: s.n., 2014. pág. 4, Artículo.

20. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN (ECA-Agua)*. Ministerio del Ambiente . Lima: El Peruano, 2017. pág. 10.

21. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Decreto Supremo N° 021 -2009-Vivienda (Valores Máximos Admisibles)*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento . Lima, Peru: s.n., 2009. pág. 3.

22. SUÁREZ, A. *Calidad de aguas en ríos autodepuracion*. Máster en Ingenieria del Agua, Universidad de Coruña. Madrid: s.n., 2008. pág. 28.

23. MENDOZA, J. *Curso Básico de Hidrometría* . AECID, PUND. Embajada de España en Bolivia: s.n., 2015. pág. 22.

24. AQUINO, P. *Calidad del agua en el Perú*, DAR Derecho, Ambiente y Recursos. Jesús María - Lima: s.n., 2017. pág. 140.
25. MOSES, U. *La fiscalización Ambiental vinculada a las aguas residuales*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Piura: s.n., 2016. pág. 14.
26. MANAHAN, S. *Introducción a la Química Ambiental*. Reverte UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2012. pág. 242.
27. MOSTAJO, G. *Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos*. Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos, Autoridad Nacional del Agua-ANA. Lima, Peru: s.n., 2016. pág. 42.
28. MACKENZIE, D. y otros. *Ingeniería y Ciencias Ambientales - Interamericana*. MC / Graw Hill. 2011. pág. 735.
29. GEYENOLA, G. *Guía para la utilización Oxígeno Disuelto*. Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas Acuáticos, RED MAPSA. s.l.: Artículo científico, 2007. pág. 3.
30. SANABRIA, D. y otros. *Conductividad Eléctrica por el Método Electrométrico en aguas*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia: IDEAM, 2006. pág. 7.
31. RAFFO, E. y otros. *Caracterización de las aguas residuales y la Demanda Bioquímica del Oxígeno*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú: Industrial Data, 2014. pág. 11.
32. LARREA, J y otros. *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas*. Departamento de Microbiología y Virología, Universidad de la Habana. La Habana, Cuba: CENIC, 2012. pág. 12.

33. MARCO, J. y otros. *Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca*. Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública. Cajamarca, Perú: s.n., 2009. pág. 4.
34. ALDANA, G. *Evaluación de Impactos Ambientales*. Ingeniería Ambiental, Universidad Alas Peruanas. Lima, Peru: s.n., 2015. pág. 42.
35. LEON, G. *Impacto Ambiental de los Proyectos de uso de Aguas Residuales*. CEPIS. 1995. pág. 6, Artículo científico.
36. SEVILLA, J. *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Resolución Jeatural N° 010-2016-ANA, Autoridad Nacional del Agua, ANA . Lima, Peru: s.n., 2016. pág. 92.
37. CHAUCA, N. *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, Ministerio del Ambiente. Lima, Perú: s.n., 2012. pág. 396.
38. BRAVO, L. *Glosario de Términos - Sitios Contaminados*. Dirección General de Calidad Ambiental, Ministerio del Ambiente. Lima: s.n., 2000. pág. 17.
39. PISCOYA, L. *Investigación científica educacional*. Física, Piscoya Investigación. 2017. pág. 100.
40. HERNANDEZ SAMPIERI, R. y otros. *Metodología de la Investigación*. México: MCGRAW-HILL. pág. 634, Sexta edición.
41. ESPINOZA, G. *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Centro de estudios para el desarrollo - CED, Banco Internacional de Desarrollo - BID. Santiago de Chile: s.n., 2007. pág. 288.

42. SANCHEZ, D. *Métodos de evaluación de impacto ambiental*. Técnicas de evaluación de impacto ambiental, Universidad de Castilla La Mancha - UCLM. Canales y puertos de ciudad Real: s.n., 2014. pág. 16.

43. VEGA, J. y otros. *Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial*. Departamento de Calidad, Autoridad Nacional del Agua. Tarma: s.n., 2016. pág. 188.

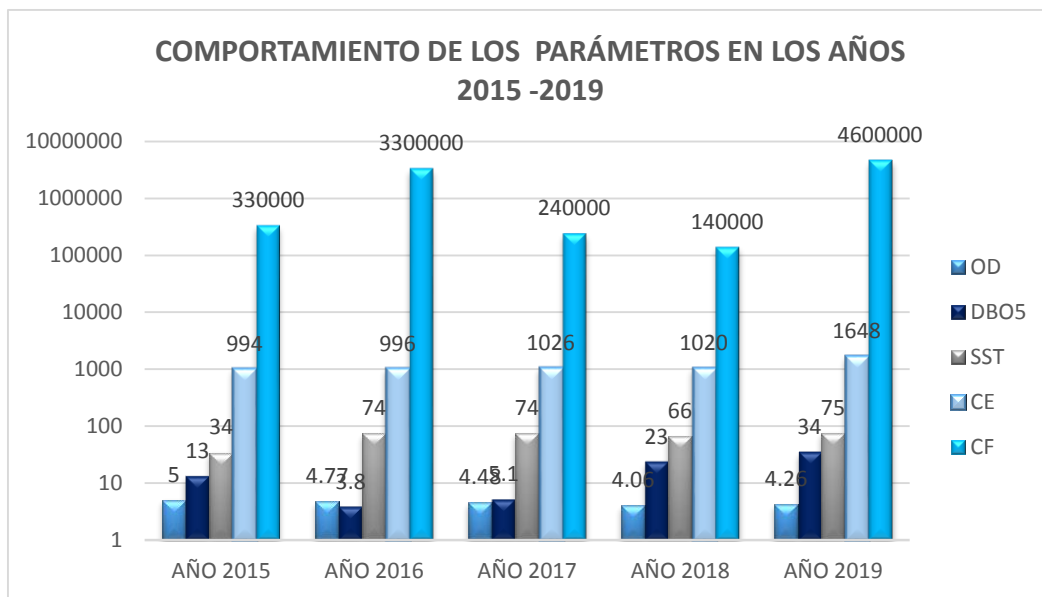
44. SALAZAR, D. *Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial*. Departamento de Calidad, Autoridad Nacional del Agua - ANA . San Isidro, Lima, Peru: s.n., 2015. pág. 183, Informe Técnico.

45. HERNÁNDEZ, M. y otros. *Informe monitoreo calidad del agua superficial*. Departamento de Calidad, Autoridad Nacional del Agua - ANA. Lima, Perú: s.n., 2018. pág. 100, Informe Técnico N° 021-2019-ANA-AAA-U-AT/WJGR.

ANEXOS

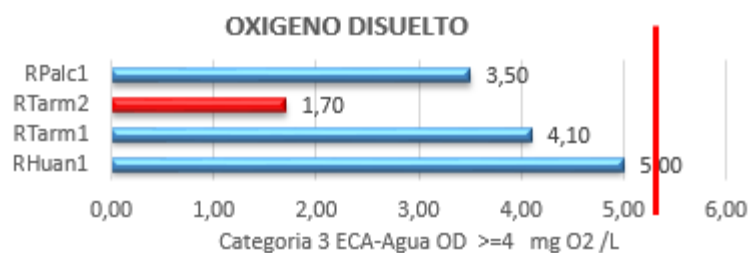
Anexo 1. Resumen general de los gráficos estadísticos y data de monitoreos.

Parámetro	ECA-Agua	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018	AÑO 2019
OD mg/L	≥ 4	5	4.77	4.48	4.06	4.26
DBO mg/L	15	13	3.8	5.1	23	34
SST mg/L	≤ 100	34	74	74	66	75
CE ($\mu\text{S/cm}$)	2500	994	996	1026	1020	1648
CF NMP/100 mL	1000	330000	3300000	240000	140000	4600000

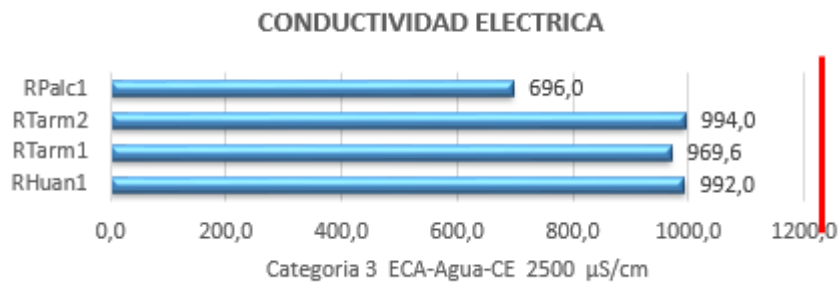


Comportamiento de los parámetros analizados.

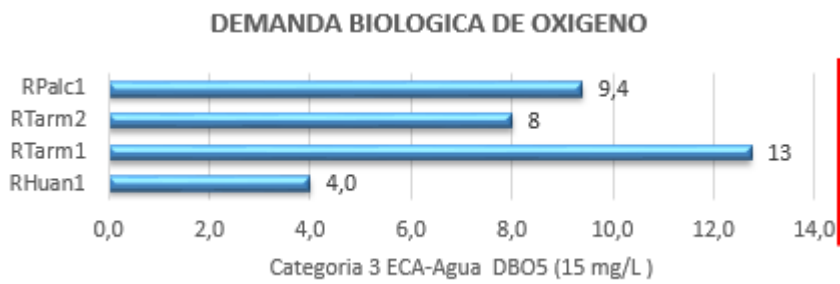
Monitoreos realizados el año 2015:



Oxígeno Disuelto (OD).



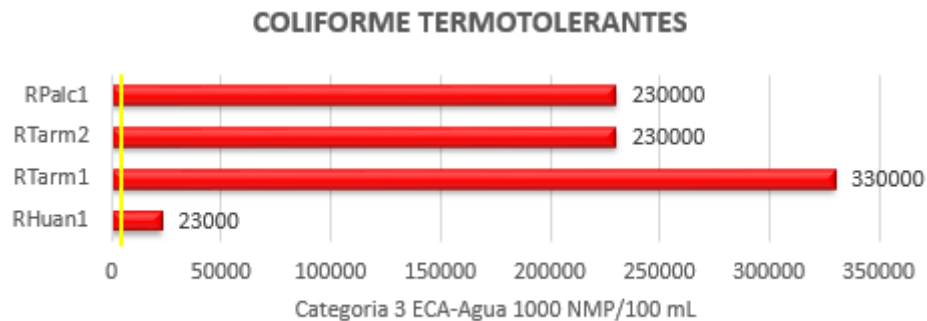
Conductividad Eléctrica (CE).



Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).



Sólidos Suspendidos Totales (SST).



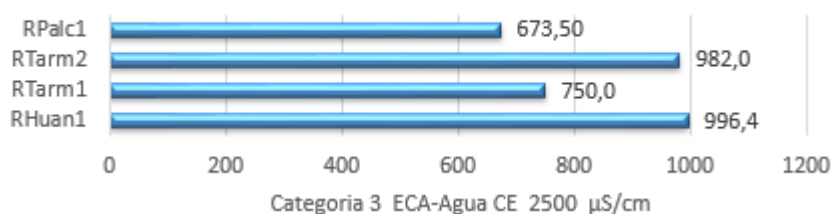
Coliformes Fecales – Termotolerantes (CF).

Monitoreos realizados el año 2016:

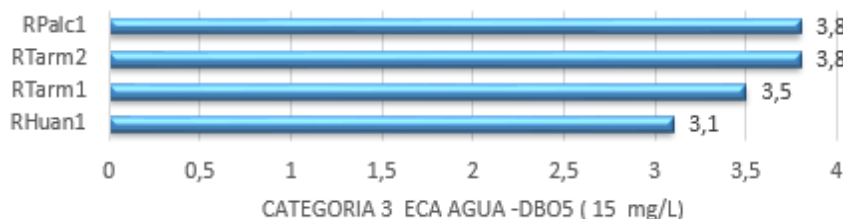
OXIGENO DISUELTO



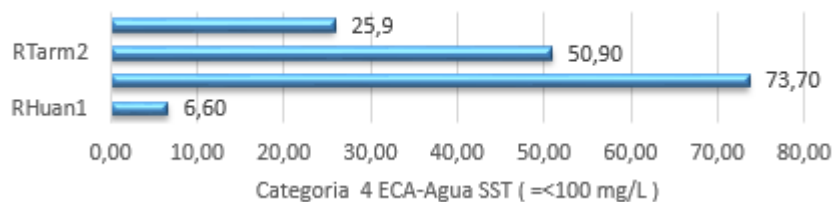
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



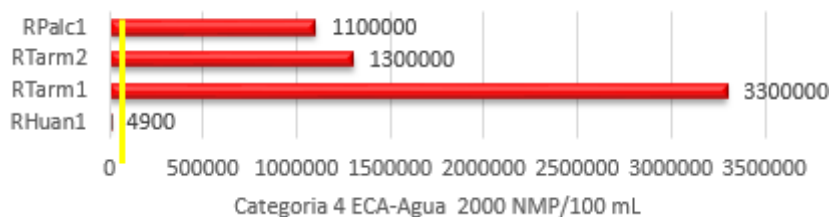
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO



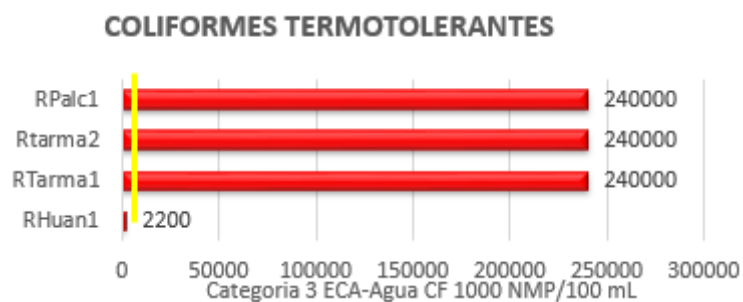
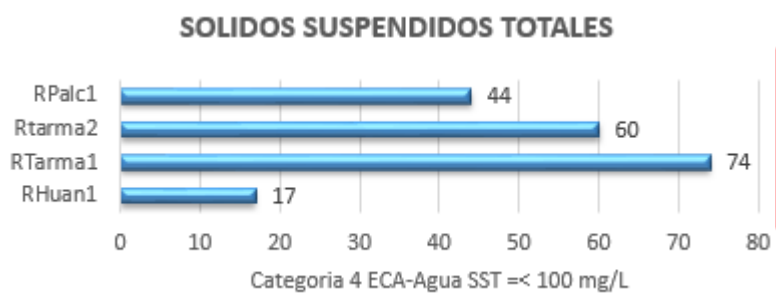
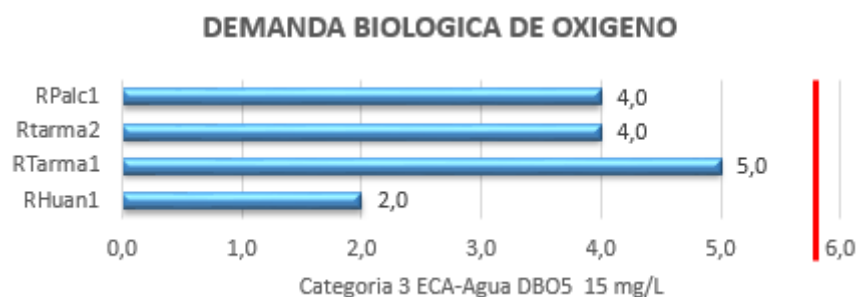
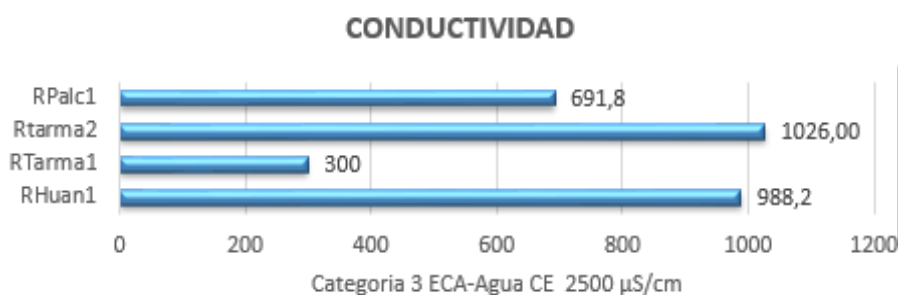
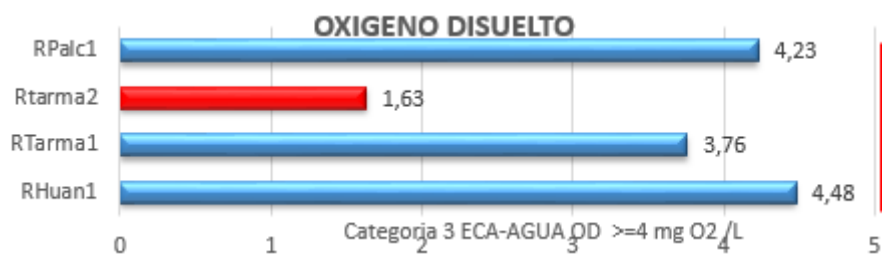
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



COLIFORMES TERMOTOLERANTES

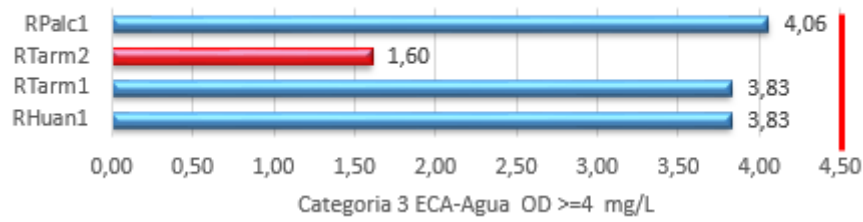


Monitoreos realizados el año 2017:

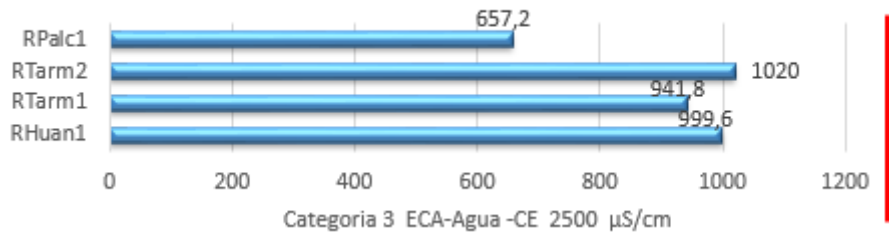


Monitoreos realizados el año 2018:

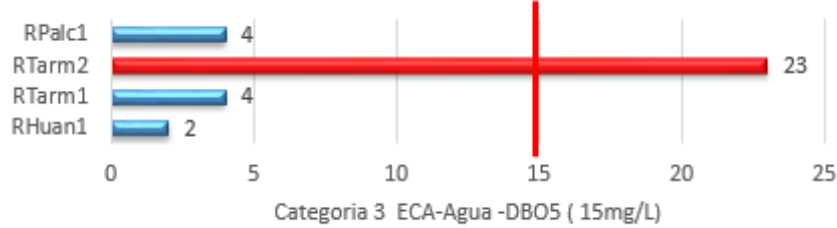
OXIGENO DISUELTO



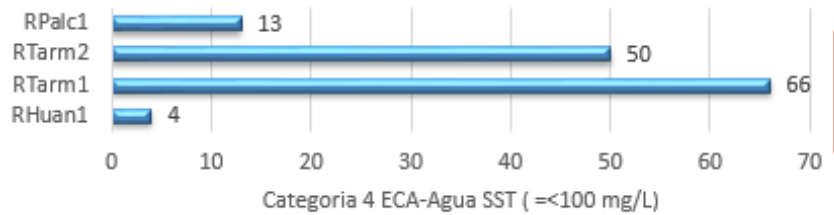
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



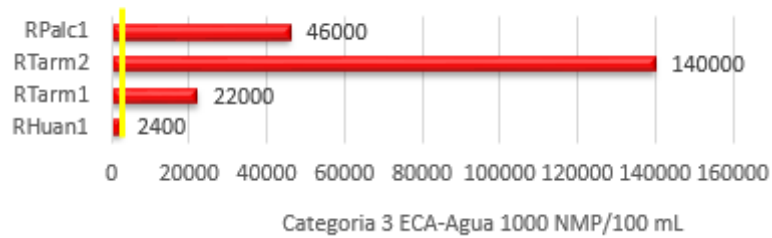
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO



SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



COLIFORMES TERMOTOLERANTES

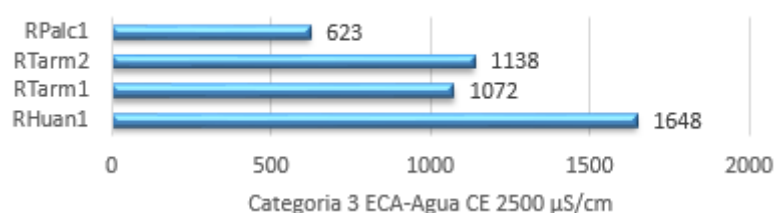


Monitoreos realizados el año 2019:

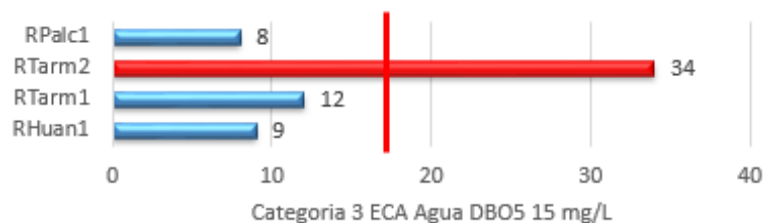
OXIGENO DISUELTO



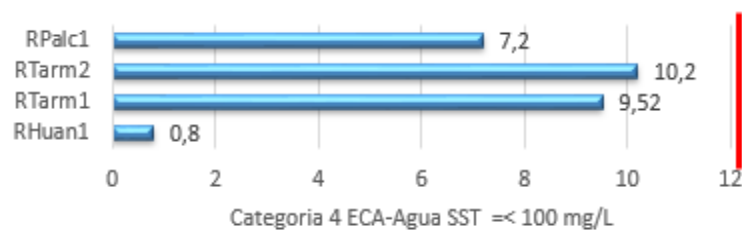
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA



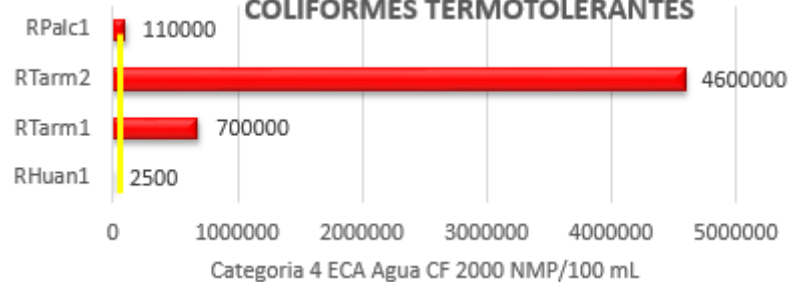
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO



SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



COLIFORMES TERMOTOLERANTES



Anexo 2. Operacionalización de las variables.

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE	PROPUESTA DE BASE TEÓRICAS
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de estudio: <p>Aplicado (por que se utiliza información existente para solucionar problemas inmediatos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Población <p>El río Tarma.</p> <ul style="list-style-type: none"> Muestra. <p>Muestras de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cualitativo y cuantitativo mixto. 	<ul style="list-style-type: none"> Antecedentes de artículos de investigación.
ALCANCE O NIVEL	ESTADÍSTICA A UTILIZAR	ESPECIFICO	PROPUESTA DE BASES TEÓRICAS
<ul style="list-style-type: none"> Explicativo se explica la relación de las variables 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de regresión estadística. 	<ul style="list-style-type: none"> Observacional por el método científico (pasos del método científico). 	<ul style="list-style-type: none"> Antecedente de Tesis.
DISEÑO:	CATEGORIA	TÉCNICAS INSTRUMENTOS	PROPUESTA DE BASES TEÓRICAS
<ul style="list-style-type: none"> El diseño no Experimental / Longitudinal <p>Por qué no existe manipulación de variables</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fuentes de vertimientos desagües. Parámetros físicos, biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de toma de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Antecedente de libros.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Registro de campo.

Coordenadas UTM		Altura	Fecha	Hora	pH	T	COND
N/S	E/O	msnm				°C	uS/cm
418866	8737730	4216	02/08/19	10:43	7.65	11.7	1648
424854	8737892	3312	02/08/19	1:10	6.75	19.4	1072
424787	8740801	3111	02/08/19	12:20	8.21	18.3	1138
422848	8744786	3060	02/08/19	1:48	7.96	20.5	623

Punto de monitoreo	Descripción / Ubicación Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
RHuan1	Naciente del río Huantay 10 m agua arriba Casablanca	Huaricolca	Tarma	Junín
RTarma1	Puente de Paula Otero 100 m aguas abajo confluencia con el río Collana	Tarma	Tarma	Junín
RTarma2	Puente Ninatambo río Tarma	Tarma	Tarma	Junín
RPalc1	Río Palcamayo , aguas arriba de la confluencia con el río Tarma Frente al Colegio San miguel	Tarma	Tarma	Junín

Fuente: Elaboración propia.

Cuenca: del río Perene / Sub cuenca del río Tarma.

Realizado por: Salazar Huánuco, Joel Edgar.

Anexo 4. Ficha de identificación de puntos de monitoreo.

ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO



Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO Tarma.

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA+3
(Categorizado de acuerdo con la R.L. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: R Huam 1
(Código Plataforma)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: R HUAM 1 NACIENTE DEL RIO HUANTAY 10m AGUA ABAJO
(Según lo indicado en Item 8.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: RIO CON AGUA DE color CLARO y poco CAUDAL.
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: SI HAY BUENA ACCESIBILIDAD.
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: SENCA AL RIO HAY MUCHAS CHACRAS QUE SE PUEDEN MONITOREAR
(Describir el tramo de río o quebrada o la zona o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representará)

Finalidad del monitoreo: EVALUAR EL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES AGUA ARIÑA.
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: PENDIENTE MODERADO.
(Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: TARMA. Provincia: TARMA Departamento: JUNIN

Localidad: NINATAMBO 10m AGUA ARRIBA DE CASA BLANCA.

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 48866 Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 8737730 Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)





Elaborado por: SALAZAR HUÁNUCO JOEL Fecha: 02/08/2019

RHuan1.



ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO TARMA.

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA 3

(Categorizado de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: RTARMA 1

(Código Pfefrätter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: PUNTE PAULA DE OTERO 100 m DE LA CONFLUENCIA DEL RIO COLLANA.

Descripción: EL RIO SE UNE CON UN AFUENTE

(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: POCA ACCESIBILIDAD SOLO DEL PUNTE

(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: LA TOMA DE MUESTRA SE REALIZA DEL PUNTE.

(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUAR EL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE TARMA.

(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: NO TIENE PENDIENTE BLEVADO.

(Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

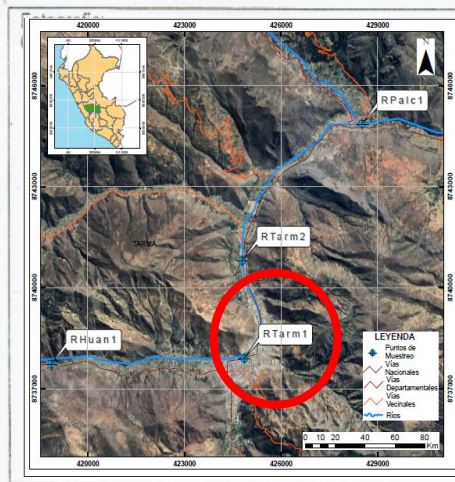
Distrito: TARMA. Provincia: TARMA. Departamento: JUNIN

Localidad: PUNTE NINATIN BO UBICADO AL CENTRO DE LA CIUDAD TARMA.

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 42854 Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 8737892 Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: SALAZAR HUÁNICO JOEL Fecha: 02/08/2019

RTarma1.

ANEXO IV
FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO



Nombre del cuerpo de agua: RIO TARMA.

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA 3
(Categorizado de acuerdo con la R.L. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: RTARMA 2.
(Código Platónater)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: PUNTE NINATAMBO
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: AGUA DEL RIO DE COLOR GRIS Y MAL OLORES
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad: SOLO EN EL PUNTE SE PUEDE ACCEDER
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: ESTE PUNTO ESTA YA CUBIERTA POR LA CIUDAD
(Describir el tramo de río o quebrado o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: EVALUAR EL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES FUERA DE LA CIUDAD
(Describir la finalidad del punto de monitoreo, vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno: TIENE PENDIENTE LENTO
(Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

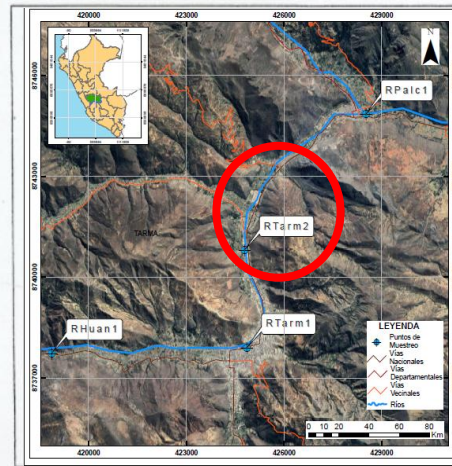
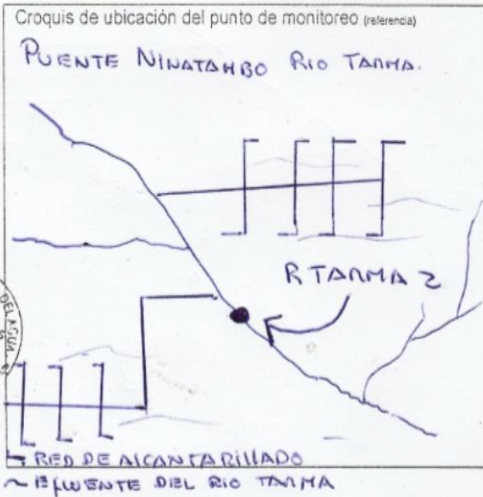
Distrito: TARMA Provincia: TARMA Departamento: JUNIN

Localidad: PUNTE DE NINATAMBO

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 424787 Zona: (17, 18 o 19, para UTM solamente)

Este/Longitud: 8744786 Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: SALAZAR HUÁNUCO JOEL

Fecha: 02/08/2019

RTarma2.

ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO



Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua: RIO TANMA.

Clasificación del cuerpo de agua: CATEGORIA 3

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: RPalc 1

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: CONFLUENCIA CON EL RIO PAICAHAYO 100 m ANTES DE SU CONFLUENCIA.

Descripción: AGUA DE COLON GRIS Y CON MUCHO MAL OLOR.

Accesibilidad: ANTES DEL CONFLUENCIA HAY UN ACCESO

Representatividad: ESTE PUNTO SI ESTO AFUERA DE LA CIUDAD

Finalidad del monitoreo: EVALUAR EL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES FUERA DE LA CIUDAD

Reconocimiento del Entorno: TIENE PENDIENTE MAS ELEVADO

UBICACIÓN

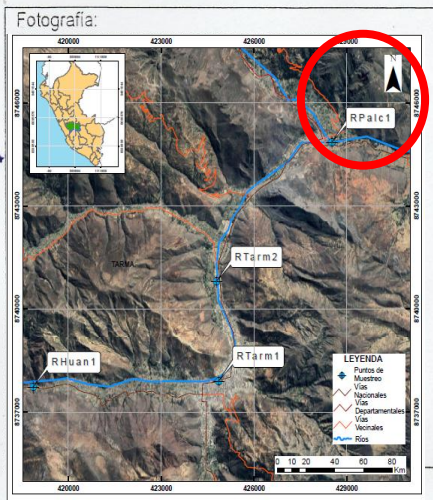
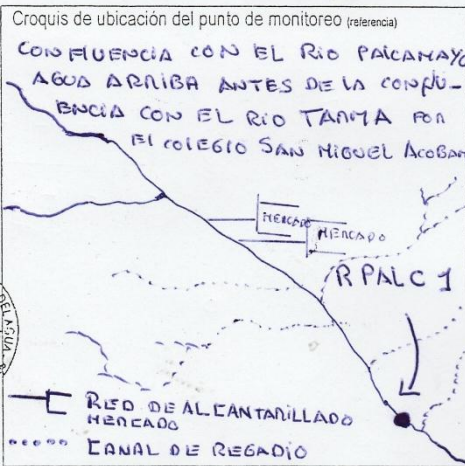
Distrito: ACOBAMBA. Provincia: TANMA. Departamento: JUNIN

Localidad: LA LOCALIDAD DE ACOBAMBA. FRENTE AL COLEGIO SAN MIGUEL

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: 42 28 48 Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: 87 44 786 Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: SALAZAR HUÁNICO JOEL Fecha: 02/08/2019

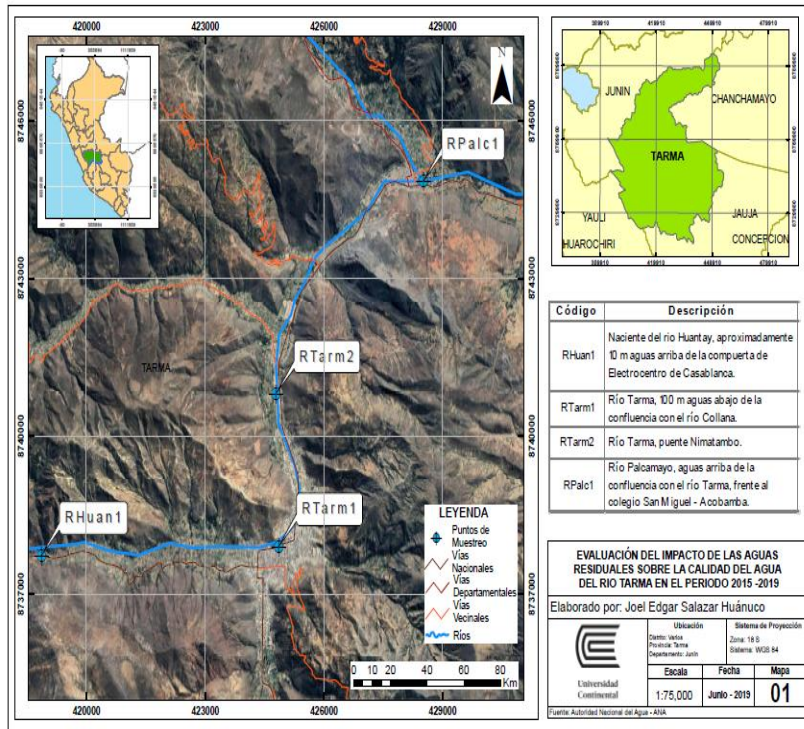
RPalc1.

Anexo 5. Imágenes y mapas de ubicación de la Provincia de Tarma.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Nombre de la cuenca	Río Perené
Región	Quechua
Longitud del río principal	18 Km
Río Principal	Río Tarma
Principales usos	Población, Agrícola, recreacional, piscícola



Paisaje de la provincia de Tarma.



Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del río Tarma.



Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo, mapa de la cuenca.



Fuentes de contaminación del río Tarma.

Anexo 6. Registro fotográfico.



*Fotografías del 1 al 3: Primera salida de campo para identificación de fuentes de agua -
cumbre de Tarma las Vegas altura 4200 msnm.*



Fotografías del 4 al 6: Manantial de Mama Huari altura del Distrito de Huaricolca.



Fotografías del 7 al 9: Reservorio de agua Distrito de Huaricolca.



Fotografías 10 y 11: Segunda salida de campo identificación de fuentes de agua cumbre Tarma – Huacapo, altura 4500 msnm.



Fotografías del 12 al 14: Alturas del distrito de Ayabamba - 3800 msnm.



Fotografías del 15 al 17: Manantial de agua de tragadero Distrito de Chochas.



Fotografías del 18 al 20: Identificación de letrinas y Lavadero de verduras.



Fotografías del 21 al 23: Identificación de letrinas a las orillas del río.



Fotografías del 24 al 26: Arrojo de residuos sólidos al río.



Fotografías del 27 al 29: Presencia de canteras a las orillas del río.



Fotografías del 30 al 32: Contaminación de Sólidos Suspendidos Totales.



Fotografías del 33 al 35: Lavadero informal de Verduras - Distrito de Sacsamarca.



Fotografía 36: Vertimientos directos de aguas residuales al río Tarma.



Fotografías del 37 al 39: Vertimientos Naturales de S.S.T. al río Tarma.



Fotografía 40. Contaminación por residuos sólidos a las orillas del río Tarma.



Fotografías del 41 al 46: Vertimientos directos de desagües y residuos sólidos al río.



Fotografías del 47 al 49: Vertimientos directos de desagües y residuos sólidos al río Tarma.



Fotografías del 50 al 54: Afluentes del río Tarma contaminados por residuos sólidos.



Fotografías 55 y 56: Identificación de Fuentes de contaminación del río Tarma - ALA-Tarma.



Fotografías 57 y 58: Alternativas solución a la contaminación del río Tarma – UNCP.



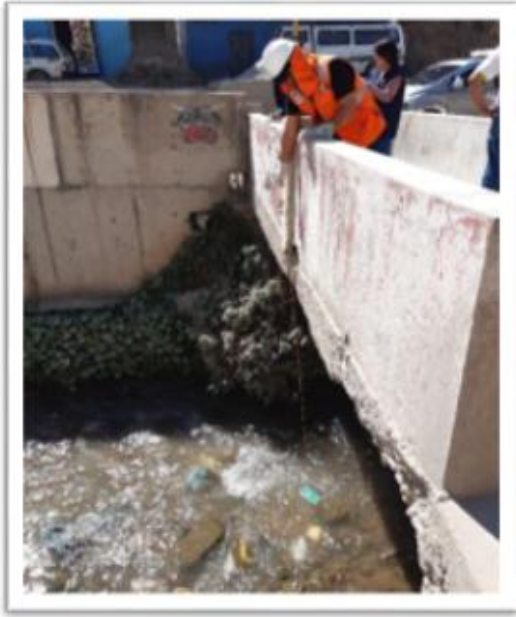
Firma de Actas de reunión - Listas de asistencia.



Fotografías 59 y 60: Monitoreo de aguas residuales – Punto RHuan1.



Fotografías 61 y 62: Equipos de monitoreo.



Fotografías 63 y 64: Monitoreo de aguas residuales – Punto RTarma1.



Fotografías 65 y 66: Toma de muestra en el Puente de Paula Otero - 100 m aguas abajo, confluencia con el río Collana.



Fotografías 67 y 68: Monitoreo de aguas residuales – Punto RTarma2.



Fotografías del 69 al 71: Altura del puente Ninatambo.



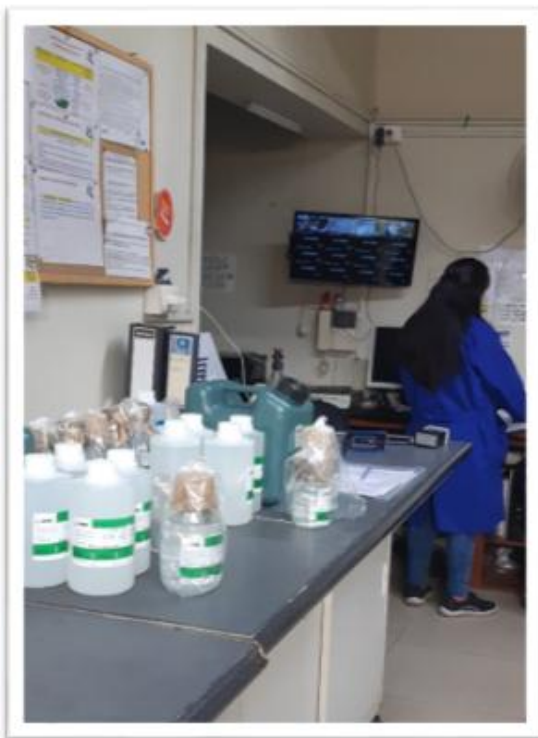
Fotografía 72: Monitoreo de aguas residuales – Punto RPalc1 – Frente al Colegio San Miguel.



Fotografías del 73 al 76: Tomas de muestras.




Fotografías 77 y 78: Entrega de muestras al laboratorio.



Fotografías 79 y 80. Recepción de las muestras de los puntos de monitoreo.

Anexo 7. Resultados del laboratorio LABS Universal "RCJ".




CADENA DE CUSTODIA-AGUA

N° 00338

NUMERO DE PEDIDO O AUTORIZACION: NOMBRE DEL CLIENTE: JOEL EDGAR SAINZAR HUÁNUCO		REFERENCIA: ANALISIS REQUERIDO / PRESERVANTES: 08 Muestras		MUESTRA: PUNTUAL <input type="radio"/> COMPOSTO <input type="radio"/>	
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: RIO TARMA FECHA: 02/08/2019 HORA DE INICIO: 10:43 HORAS HORA DE FIN: 1:48 HORAS NOMBRE DEL PROYECTO: EVALUACION DEL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO TARMATA EN EL PERIODO 2015-2019		CANTIDAD DE ENVASE: VASOS: 08 BOTELLAS: 08 OBSERVACIONES:		MUESTRA: PUNTUAL <input type="radio"/> COMPOSTO <input type="radio"/>	
ITEM	ESTACION	IDENTIFICACION	FECHA	HORA	MATRIZ
1	R Huom 1	Nacimiento del rio Huomaytema Agua arriba Casa Blanca.	02/08/19	10:43	
2	R Tarma 1	Puente Pucallpa 400 m aguas abajo confluencia Alcega	02/08/19	1:10	
3	R Tarma 2	Puente Nizabombos 200 m aguas arriba de la confluencia con el rio	02/08/19	12:20	
4	R Patac 1	Rio Patacama, agua arriba de la confluencia con el rio Miguel - Pacobambab.	02/08/19	1:48	
5					
6					

MUESTREADO POR: ENTREGADO POR: RECIBIDO POR: PERSONA RESPONSABLE FIRMA		MATERIAL ENVIADO: COOLERS <input checked="" type="checkbox"/> BOTELLAS <input checked="" type="checkbox"/> ICE PACK <input checked="" type="checkbox"/>	
FECHA: 02/08/19 HORA: 3:00 FECHA: 02/08/19 HORA: 5:30		MATERIAL RECEPCIONADO: COOLERS <input checked="" type="checkbox"/> BOTELLAS <input checked="" type="checkbox"/> ICE PACK <input checked="" type="checkbox"/>	
TOTAL DE MUESTRAS RECIBIDAS:		TOTAL DE MUESTRAS RECIBIDAS:	



ING. EMILY CHAMARA LANGRUEZ
 CIP. N° 191732
 Responsable Lab. Calidad Ambiental

RCJ LABS UNIVERSAL - Carretera Central KM. 8.9 N° 575 San Agustín de Cajías - Teléfono: (054)589-932 - www.rcjlabuniversal.com

**INFORME DE ENSAYO
RCJ-INFORME-MA-0065**

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

REF.	PARAMETRO	METODO DE REFERENCIA	DESCRIPCION
71237	Solidos Suspendidos Totales	APHA-AWWA-WEF 2640-D; pag 2-58 A 2- 59 21th Edition, 2005	Solidos Suspendidos Totales: Total Suspended Solids Method
72012	DBO5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22 nd Ed 2012	DBO5: Biochemical Oxygen Demand
45934	pH	EPA 1501.1. Aprobado por NPDES	Potencial de Hidrógeno (pH) : 4500-H+ B Método Electrométrico
74532	Oxígeno Disuelto	EPA 360.1 1971	Oxígeno Disuelto: Oxygen, Dissolved (Membrane Electrode)
78654	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9234 Q, 22 nd Ed 2012	Conductividad : 4500-H+ B Método Electrométrico

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

TIPO DE MUESTRA	PROCEDENCIA DE MUESTREO	DESCRIPCION
Agua de río Tarma	Tarma - Junín	Procedimientos de Muestreo, Conservación y transporte de agua

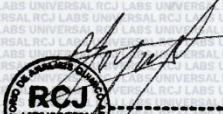
DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Recepción	Ubicación UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
Punto N°1	Joel Edgar Salazar Huánuco	Agua de río Tarma	02/08/2019	02/08/2019	Norte: 418866 Este: 8737730	En buen estado de conservación	Ubicado a 30 min aprox.de Tarma
Punto N°2	Joel Edgar Salazar Huánuco	Agua de río Tarma	02/08/2019	02/08/2019	Norte: 424854 Este: 8737892	En buen estado de conservación	Ubicado a 20 min aprox.de Tarma
Punto N°3	Joel Edgar Salazar Huánuco	Agua de río Tarma	02/08/2019	02/08/2019	Norte: 424787 Este: 8740801	En buen estado de conservación	Ubicado a 20 min aprox.de Tarma
Punto N°4	Joel Edgar Salazar Huánuco	Agua de río Tarma	02/08/2019	02/08/2019	Norte: 422848 Este: 8744786	En buen estado de conservación	Ubicado a 30 min aprox.de Tarma

NOTA DE ALMACENAJE:

Pasado el plazo de almacenamiento de 90 días para remanentes o pulpas y 30 días para Rechazos o gruesas, se procederá a descartar. Favor no considerar esta información si se presentan instrucciones al inicio del servicio.
Los resultados son correspondientes solo para la fecha solicitada.

Huancayo, 09 agosto de 2019


RCJ
ING. ESMILLA Y CHAVARRIA MARQUEZ
CIP. N° 191752
Responsable Lab. Calidad Ambiental

LABS UNIVERSAL

INFORME DE ENSAYO

RCJ-INFORME-MA-0065

A solicitud de : JOEL EDGAR SALAZAR HUANUCO

Por cuenta de : JOEL EDGAR SALAZAR HUANUCO

Dirección : TARMA - JUNIN

Proyecto : EVALUACION DEL IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO TARMA EN EL PERIODO 2015 - 2019

Tipo de Muestra : AGUA DE RIO TARMA

Referencia : Nota de Servicio N° 1392

Cantidad de Muestras : 4

Fecha de Recepción : 02/08/2019

Fecha de Ensayo : Del 03/08/2019 Al 09/08/2019

RESULTADOS DE LOS METODOS DE ENSAYO

PUNTO N°1:RHuan1

ID. Laboratorio	ID. Cliente	ELEMENTOS						
Elemento		SST	DBO5	Conductividad	pH	T°	OD	
Método		--	--	--	--	--	--	
Unidad		mg/L	mg/L	µS/cm	--	°C	mg/L	
Límite de Cuantificación		--	--	0.001	--	--	--	
MA-19/00361	M - 361	18	9.8	1648	7.65	11.7	4.26	

PUNTO N°2:RTarma1

ID. Laboratorio	ID. Cliente	ELEMENTOS						
Elemento		SST	DBO5	Conductividad	pH	T°	OD	
Método		--	--	--	--	--	--	
Unidad		mg/L	mg/L	µS/cm	--	°C	mg/L	
Límite de Cuantificación		--	--	0.001	--	--	--	
MA-19/00362	M - 361	75	12	1072	6.75	19.4	3.59	

PUNTO N°3:RTarma

ID. Laboratorio	ID. Cliente	ELEMENTOS						
Elemento		SST	DBO5	Conductividad	pH	T°	OD	
Método		--	--	--	--	--	--	
Unidad		mg/L	mg/L	µS/cm	--	°C	mg/L	
Límite de Cuantificación		--	--	0.001	--	--	--	
MA-19/00363	M - 361	61	34	1138	8.21	18.3	2.85	

PUNTO N°4:RPalc1

ID. Laboratorio	ID. Cliente	ELEMENTOS						
Elemento		SST	DBO5	Conductividad	pH	T°	OD	
Método		--	--	--	--	--	--	
Unidad		mg/L	mg/L	µS/cm	--	°C	mg/L	
Límite de Cuantificación		--	--	0.001	--	--	--	
MA-19/00364	M - 361	50	8.0	623	7.96	20.5	3.81	

Anexo 8. Solicitud de acceso a la información pública de la ALA – Tarma.

		SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA (Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM)	N° DE REGISTRO 12553-19
FORMULARIO			
I. FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN: DIRECTOR ALA TARMA: JULIO MORALES RUIZ			
II. DATOS DEL SOLICITANTE:			
APELLIDOS Y NOMBRES / RAZÓN SOCIAL SALAZAR HUANUCO JOEL EDGAR		DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I./L.M./C.E./OTRO 42868525	
DOMICILIO			
AV/CALLE/JR/PSJ. Jr. Molino de Vargas Psj. las Palmeras S/N	N°/DPTO./INT. Tarma	DISTRITO Tarma	URBANIZACIÓN Las Palmeras
PROVINCIA Tarma	DEPARTAMENTO Junín	CORREO ELECTRÓNICO tgingenieros@gmail.com	TELÉFONO 964217429
III. INFORMACIÓN SOLICITADA:			
Para: TESIS Solicito información "de los monitoreos realizados en río Tarma monitoreo de la calidad del agua 2015 (1) - 2016 (2) 2017 (1) – informe completo"			
Título: Aplicación método Índice de Calidad del agua en el río Tarma y su Influencia para determinar su eficiencia en la identificación de la contaminación del agua de río por desagües domésticos en la Provincia de Tarma 2019.			
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la cuenca del Perene – Provincia de Tarma • Red de monitoreo de la provincia de Tarma • Inventario de la vertimiento de agua 			
IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN:			
V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (marcar con una "X")			
COPIA SIMPLE	DISQUETE	CD	<input checked="" type="checkbox"/> CORREO ELECTRÓNICO
			OTRO
VI. AUTORIZACIÓN PARA RECIBIR RESPUESTA DE LA SOLICITUD POR CORREO ELECTRÓNICO:			
AUTORIZO (X)		NO AUTORIZO ()	
APELLIDOS Y NOMBRES SALAZAR HUANUCO, JOEL EDGAR  FIRMA		FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN	
OBSERVACIONES:			
NOTA: PRESENTAR EN MESA DE PARTES, EN ORIGINAL Y COPIA			

Anexo 9. Resultados certificados por INACAL – ALA – Tarma.



000003



Información General

Muestra Agua
 Ubicación de Muestra: Camino N° 48-0018-04A-0-0A (D-4400)
 Muestreador por: (Omitir)
 Procedimiento: Cuantía Personal
 Referencia: Ab-Peruch

Descripción de Laboratorio	N° de Muestra	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Muestreo				
Coliformes Totales en Agua - (Método EPA-8210-A-01) (Método 2011) (Método 9223)	001	2015-10-25		
Resultado: No Detectado				
Coliformes Fecales en Agua - (Método EPA-8210-B-01) (Método 9221)	001	2015-10-25		
Resultado: No Detectado				
Química				
Plomo en Agua - (Método EPA-8210-G-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cadmio en Agua - (Método EPA-8210-C-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cobalto en Agua - (Método EPA-8210-D-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cromo en Agua - (Método EPA-8210-E-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cobre en Agua - (Método EPA-8210-F-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Hierro en Agua - (Método EPA-8210-H-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Manganeso en Agua - (Método EPA-8210-I-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Níquel en Agua - (Método EPA-8210-J-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Selenio en Agua - (Método EPA-8210-K-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cianuro en Agua - (Método EPA-8210-L-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Fluoruro en Agua - (Método EPA-8210-M-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Cloruro en Agua - (Método EPA-8210-N-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Sulfuro en Agua - (Método EPA-8210-O-01) (Método 8460)	001	2015-10-25	0.00	mg/L
Amonio Total			0.00	mg/L
Nitrato Total			0.00	mg/L
Nitrito Total			0.00	mg/L
Fosfato Total			0.00	mg/L
Cálcio Total			0.00	mg/L
Magnesio Total			0.00	mg/L
Cobalto Total			0.00	mg/L
Cromo Total			0.00	mg/L
Cobre Total			0.00	mg/L
Hierro Total			0.00	mg/L
Manganeso Total			0.00	mg/L
Níquel Total			0.00	mg/L
Selenio Total			0.00	mg/L
Cianuro Total			0.00	mg/L
Fluoruro Total			0.00	mg/L
Cloruro Total			0.00	mg/L
Sulfuro Total			0.00	mg/L

El presente informe no puede ser reproducido, copiado o alterado sin el consentimiento escrito de la institución por parte de NSF Ambiental. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Ambiental no se responsabiliza por el manejo de los datos. Todos los métodos de análisis son realizados de acuerdo con los procedimientos de NSF. Los resultados de análisis únicamente se refieren a las muestras analizadas, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

000011

**Información General**

MTTC Agua
 Laboratorio de Análisis Control N° 45-2015-LIMA-04 (001-02)
 Solicitado por: Cliente
 Procedencia: Cuenta Presente

Identificación de Laboratorio: 0100100118
 Tipo de Muestra: Agua Desionizada
 Metodología de Muestra: PTMUP
 Fecha de Recepción Muestra de Análisis: 2018-10-20
 Fecha y Hora de Muestreo: 07:45:48 (06:00)

Análisis	Fecha de Pl. de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa los resultados normales de satisfacción emitidos en el posterior ().			
Microbiología			
• Cálculo de Turbidez total (D) - Bacterias (D) - Bacterias (D) - Bacterias (D) - Bacterias (D) - Bacterias (D) SS21 Total (D) Pa	2018-10-20		
Nota: Cálculos Turbidez total y Bacterias			
• Bacterias col. (D) - Bacterias col. (D) - Bacterias col. (D) - Bacterias col. (D) - Bacterias col. (D) (C) - Bacterias col.	2018-10-20	1.180	Nº/100 ml
Nota: Bacterias col.			
Sólidos			
Anión y Cationes en Agua (EPA Método 8000 A, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G) Anión y Cationes (D)	2018-10-20	ND (<)	mg/l
Cloruro (M) en Agua (BMEAW) Part 4000, Cl - 1, 2nd Ed 04 2012	2018-10-20		
Cloruro Total			
OS21 en Agua (EPA Método 8000, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G, 8000 H, 8000 I, 8000 J, 8000 K, 8000 L, 8000 M, 8000 N, 8000 O, 8000 P, 8000 Q, 8000 R, 8000 S, 8000 T, 8000 U, 8000 V, 8000 W, 8000 X, 8000 Y, 8000 Z)	2018-10-20	ND (<)	mg/l
OS21			
OS21 en Agua (EPA Método 8000, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G, 8000 H, 8000 I, 8000 J, 8000 K, 8000 L, 8000 M, 8000 N, 8000 O, 8000 P, 8000 Q, 8000 R, 8000 S, 8000 T, 8000 U, 8000 V, 8000 W, 8000 X, 8000 Y, 8000 Z)	2018-10-20	ND (<)	mg/l
OS21			
Fosforo en Agua (EPA Método 8000, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G, 8000 H, 8000 I, 8000 J, 8000 K, 8000 L, 8000 M, 8000 N, 8000 O, 8000 P, 8000 Q, 8000 R, 8000 S, 8000 T, 8000 U, 8000 V, 8000 W, 8000 X, 8000 Y, 8000 Z)	2018-10-20	ND (<)	mg/l
Fosforo			
Mercurio Total en Agua (EPA Método 8000, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G, 8000 H, 8000 I, 8000 J, 8000 K, 8000 L, 8000 M, 8000 N, 8000 O, 8000 P, 8000 Q, 8000 R, 8000 S, 8000 T, 8000 U, 8000 V, 8000 W, 8000 X, 8000 Y, 8000 Z)	2018-10-20	ND (<)	mg/l
Mercurio Total			
Metales Pesados en Agua (EPA Método 8000, 8000 A, 8000 B, 8000 C, 8000 D, 8000 E, 8000 F, 8000 G, 8000 H, 8000 I, 8000 J, 8000 K, 8000 L, 8000 M, 8000 N, 8000 O, 8000 P, 8000 Q, 8000 R, 8000 S, 8000 T, 8000 U, 8000 V, 8000 W, 8000 X, 8000 Y, 8000 Z)	2018-10-20		
Metales Pesados			
Arsénico Total		0.180	mg/l
Antimonio Total		ND (<)	mg/l
Asombro Total		ND (<)	mg/l
Cadmio Total		ND (<)	mg/l
Cobre Total		ND (<)	mg/l
Cromo Total		ND (<)	mg/l
Hierro Total		ND (<)	mg/l
Manganeso Total		ND (<)	mg/l
Mercurio Total		ND (<)	mg/l
Molibdeno Total		ND (<)	mg/l
Níquel Total		ND (<)	mg/l
Plata Total		ND (<)	mg/l
Plomo Total		ND (<)	mg/l
Selenio Total		ND (<)	mg/l
Vanadio Total		ND (<)	mg/l
Zinc Total		ND (<)	mg/l

000011000011
 000011000011

000011000011

000011000011

Este informe es válido en cualquier momento de uso o laboratorio excepto con la aprobación por escrito de NSF Inanna. Siempre que los documentos originales sean válidos y NSF Inanna no se responsabiliza por los cambios en los datos. Todos los resultados se deben ser válidos como una modificación de información con respecto al proceso o la autorización de uso de la marca NSF. Los resultados se reflejan únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra enviada por el laboratorio.



NSF Envirolab
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO PERUANO DE
 ADSCRIPCION BURCAL-DA, CON
 REGISTRO Nº 18.811



INFORME FINAL

Dirección de Entrega:
 Pablo Chirre
 Autoridad Nacional del Agua
 Cal. Las Pedregales N° 300
 Urb. El Peñón
 San Isidro
 Lima, Lima
 Perú

Dirección: 02190100
 Autoridad Nacional del Agua
 Cal. Las Pedregales N° 300
 Urb. El Peñón
 San Isidro
 Lima, Lima
 Perú

Resultado	Completo	Fecha de Informe	2018-03-01
------------------	-----------------	-------------------------	-------------------

Procedencia: Cuerno Paraná - San Ramón - Chancha Rayo
Producto: Agua
Tipo de Servicio: Análisis
Informe de Ensayo Nº: J-00211305
Coordinador de Proyecto: Berta Wendy Campos Binda

Gradase por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier comentario que pertenezca a este informe.

Informe Autorizado por:

Fecha de Emisión: 2018-03-01

Enrique García Saegert
 jefe de Laboratorio

Berta Wendy Campos Binda
 jefa de Laboratorio

Tel: (01) 496-6000 Fax: (01) 496-6118 Web: www.nsfenvirolab.com.pe PSE: www.nsfenvirolab.com.pe

0000021130105 **J-00211305** **04g/04/18**
 El presente informe no podrá ser reproducido, almacenado o transmitido de ninguna manera por medios electrónicos. Cualquier uso no autorizado de este informe por parte de NSF Envirolab o de cualquier otro tercero, sin el consentimiento escrito de NSF Envirolab, es estrictamente prohibido. Los resultados no deben ser utilizados como una declaración de conformidad con normas de producto o de servicios de NSF Envirolab. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la cantidad de muestra recibida por el laboratorio.

Información General:

Matrícula: Agua
Solicitud de Informe: Certificado N° 14-2018-0001-01-001-000
Atestado por: César
Procedencia: Ciudad Parana - San Javier - Chirimenes

Identificación de Laboratorio: 8-2001218-01
Tipo de Muestra: Agua Superficial
Identificador de Muestra: 000003
Fecha de Recepción de Muestra: 2018-05-01
Fecha y hora de Muestreo: 09:45:00 11:00

Ítem	Fecha de fin de análisis	Resultado	Unidad
A.D. - El Pluviómetro debe ser calibrado al menos una vez al año en el porcentaje (%).			
Macroorganismos			
# Cuentas bacteriológicas (CB) - 22°C por 24 horas en agua potable (EPA 2130-B-1, 2012) (1)	20 05-01-18		
Agua Clorificada Tratada		2,100	CFU/100 mL
# Cuentas bacteriológicas (CB) - 22°C por 24 horas en agua potable (EPA 2130-B-1, 2012) (2)	20 05-01-18		
Agua Clorificada Tratada		2,100	CFU/100 mL
Química			
Acidez Total en Agua (TPA Método 8004-1-000)	20 05-01-18		
Acidez Total (TPA)		800-1	mg/L
Alcalinidad Total en Agua (TPA Método 8004-1-000) Fecha 14 May 2018	20 05-01-18		
Alcalinidad Total		800-5,800 (1)	mg/L
Cloruro (TGA) en Agua (Método 8004-1-000) Fecha 14 May 2018	20 05-01-18		
Cloruro Total		100-10,000	mg/L
Fósforo Total en Agua (TGA Método 8004-1-000) Fecha 14 May 2018	20 05-01-18		
Fósforo Total		1	mg/L
pH en Agua (con termómetro) (Método 8004-1-000)	20 05-01-18		
pH		7.9	mg/L
Fósforo Total en Agua (TGA Método 8004-1-000) Fecha 14 May 2018	20 05-01-18		
Fósforo Total		0.001	mg/L
Manganés Total en Agua (TGA Método 8004-1-000) Fecha 14 May 2018	20 05-01-18		
Manganés Total		0.00-0.001	mg/L
Amonio Total		100-10,000	mg/L
Nitrito Total		100-10,000	mg/L
Nitro Total		0.000	mg/L
Nitrato Total		0.00-0.001	mg/L
Boro Total		0.000-0.001	mg/L
Calcio Total		0.000-0.001	mg/L
Cadmio Total		0.000	mg/L
Cromo Total		0.000	mg/L
Cobre Total		0.000-0.001	mg/L
Cianuro Total		0.000	mg/L
Fluoruro Total		0.000	mg/L
Hidruro Total		0.000	mg/L
Mercurio Total		0.000	mg/L
Molibdeno Total		0.000	mg/L
Selenio Total		0.000	mg/L
Zinc Total		0.000	mg/L

09/05/2018 10:00

10:00:00 AM

09/05/2018

El presente informe no podrá ser reproducido, parcial o totalmente, sin el consentimiento por escrito de NSF Inassa. Asimismo, los datos y conclusiones presentados en este informe no se responsabilizan por la veracidad de los datos. Estos resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas ni productos ni a atribución de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos presentados, en la cantidad de muestra recibida por el laboratorio.