

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley Nro. 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS

“CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU - HUANCABELICA”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA AMBIENTAL Y/O SANITARIA

PRESENTADO POR:

Bach. CLEMENTE ROMERO LUCERO MIRELLY

Bach. MOLLEHUARA RIVERA ANTONY YERALD

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCAVELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veintiuno días (21) del mes de mayo del año 2021, siendo las quince horas (15:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **Dr. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO (PRESIDENTE)**, **Dra. Esmila Yeime CHAVARRIA MARQUEZ (SECRETARIA)**, **Mg. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN (VOCAL)**, reestructurado con Resolución de Decano N° 005-2020-FCI-UNH, de fecha 08 de julio del 2020, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS Y NITRATOS EN ÉPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU-HUANCAVELICA", presentado por los Bachilleres **Lucero Mirelly CLEMENTE ROMERO** y **Antony Yerald MOLLEHUARA RIVERA** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a 16:00 horas; se comunicó a los sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Lucero Mirelly CLEMENTE ROMERO

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

Antony Yerald MOLLEHUARA RIVERA

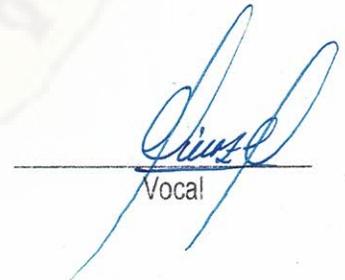
APROBADO POR UNANIMIDAD

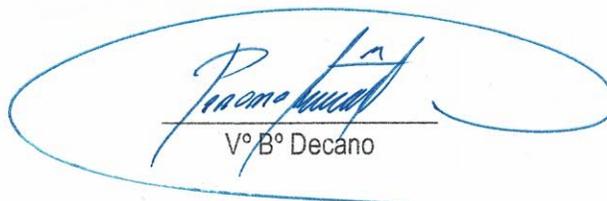
DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:


Presidente

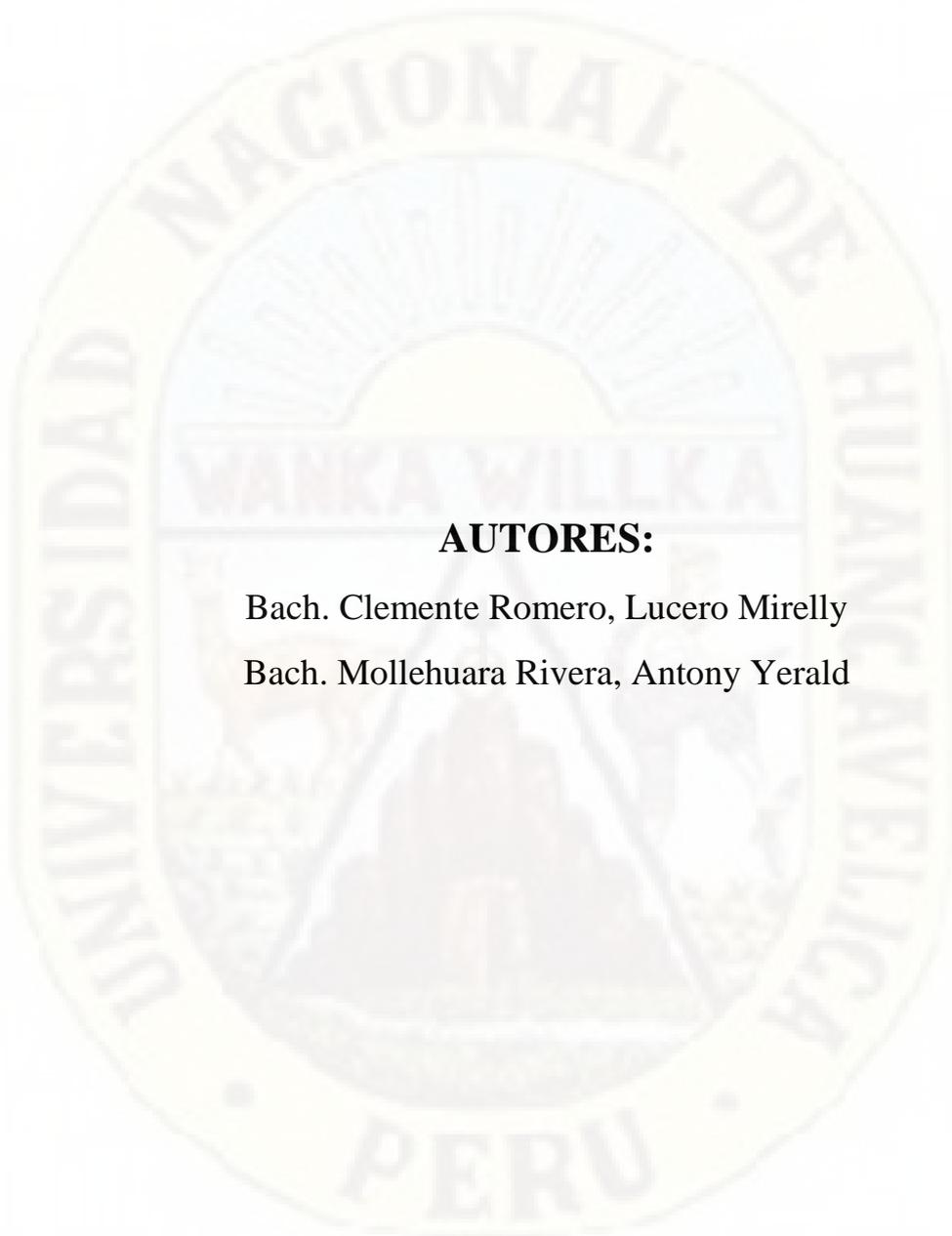

Secretario


Vocal


Vº Bº Decano



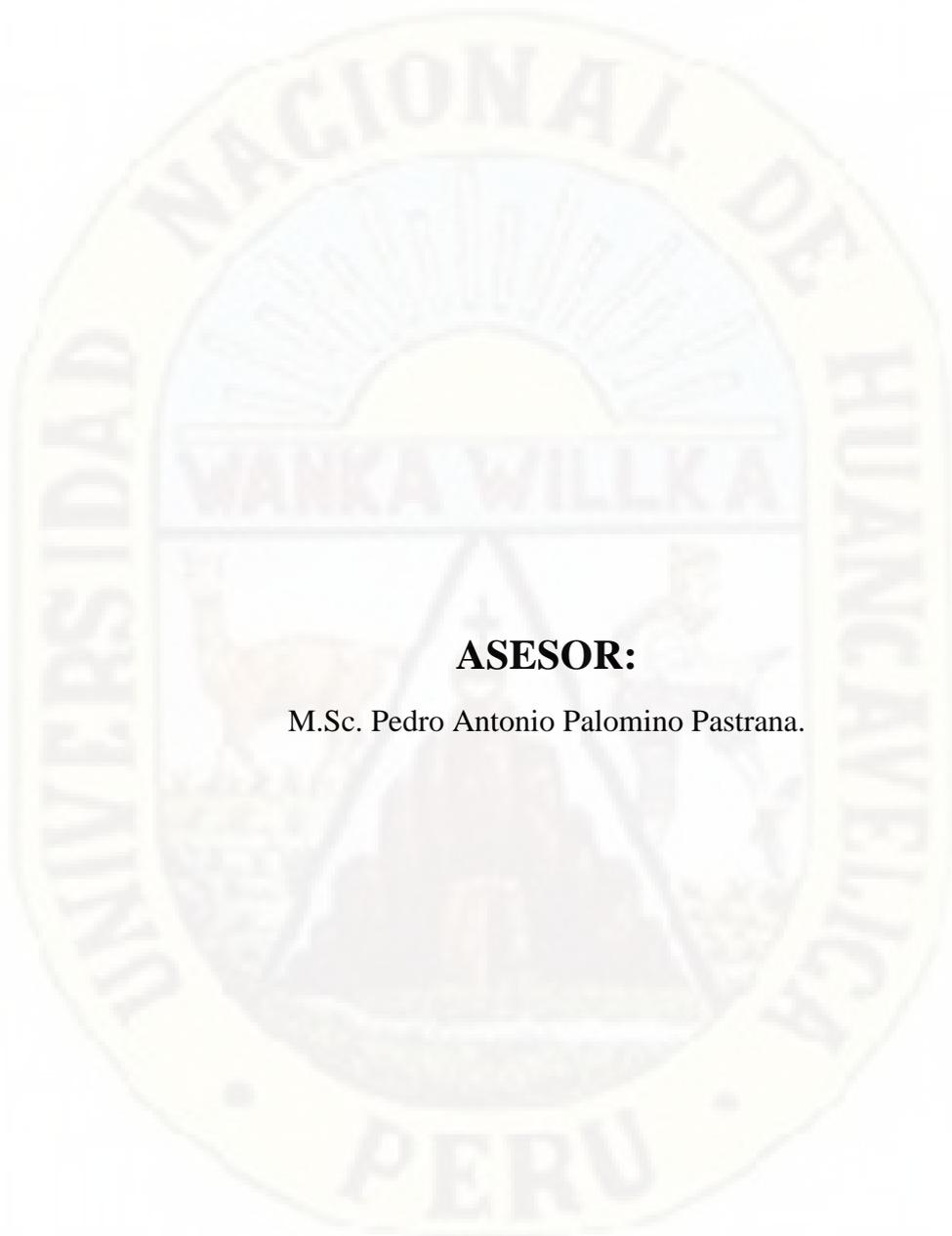
**“CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN
EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU -
HUANCAVELICA”**



AUTORES:

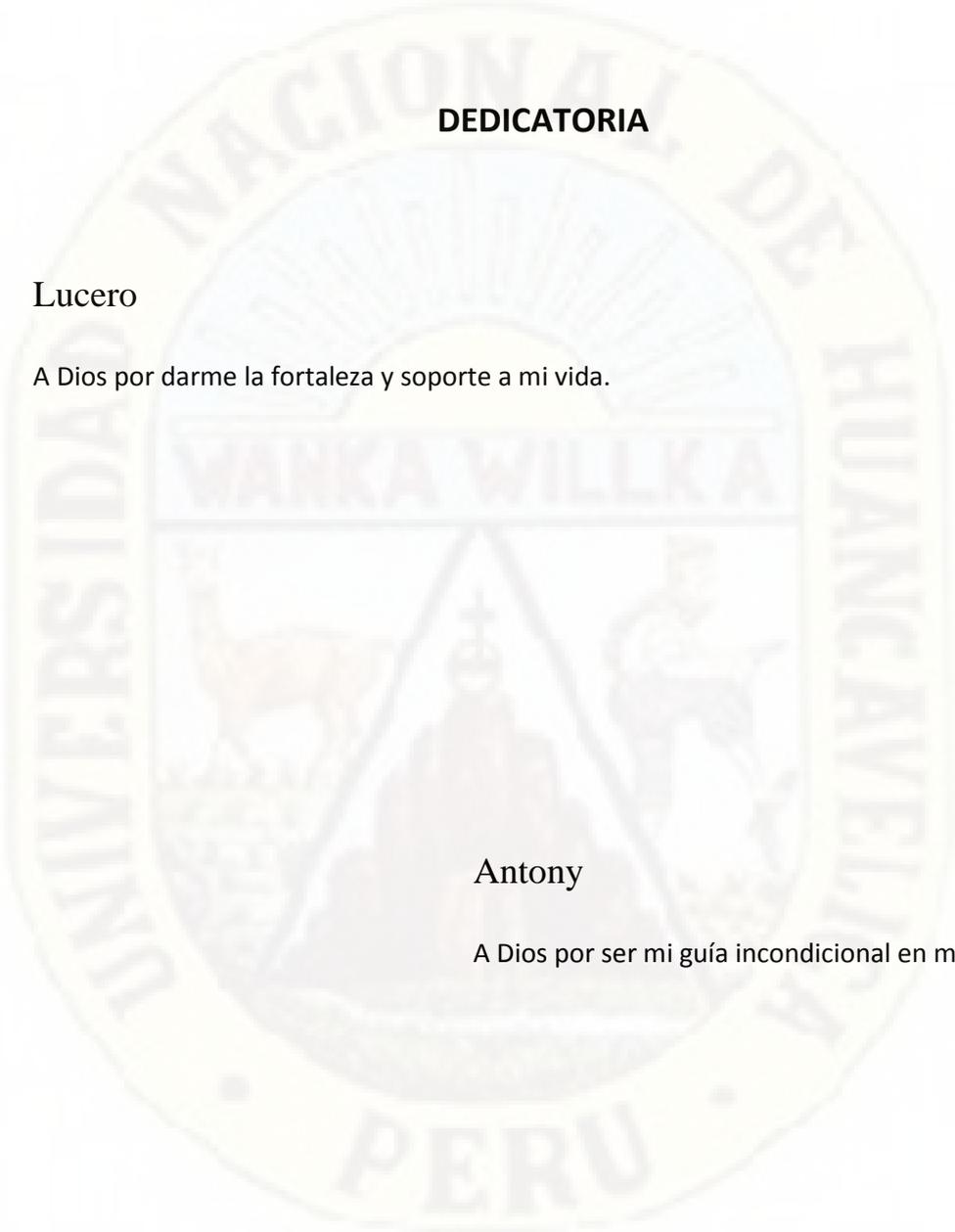
Bach. Clemente Romero, Lucero Mirelly

Bach. Mollehuara Rivera, Antony Yerald



ASESOR:

M.Sc. Pedro Antonio Palomino Pastrana.



DEDICATORIA

Lucero

A Dios por darme la fortaleza y soporte a mi vida.

Antony

A Dios por ser mi guía incondicional en mi vida.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por la fortaleza y perseverancia que impartió en nosotras para poder culminar con nuestro proyecto de investigación.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Huancavelica–Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, a los docentes que gracias a los conocimientos impartidos nos ayudó con el planteamiento del trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis, el M.Sc. Mg. Pedro Antonio Palomino Pastrana., que nos acogió, motivo y absolvió las dudas en el desarrollo de nuestro trabajo investigación, brindándonos las facilidades para desarrollarnos. Le agradecemos su confianza y tiempo.

Bach. Clemente Romero, Lucero Mirelly

Bach. Mollehuara Rivera, Antony Yerald

Índice general

Índice general	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general:	3
1.2.2 Problema específico	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general:	4
1.3.2 Objetivo específico:	4
1.4 Justificación	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	13
2.3 Bases conceptuales	6
2.4 Definición de términos	24
2.5 Hipótesis	25
2.5.1 Hipótesis General:	25
2.5.2 Hipótesis Específica:	25
2.6 Variables	26
2.7 Operacionalización de variables:	27
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Ámbito temporal y espacial	29
3.1.1 Ámbito temporal	29
3.1.2 Ámbito espacial	30

3.2	Tipo de investigación	32
3.3	Nivel de investigación.....	32
3.4	Población, muestra y muestreo	33
3.4.1	Población:	33
3.4.2	Muestra:	33
3.4.3	Muestreo	33
3.5	Instrumentos y tecnicas para recolección de datos	33
3.5.1	Técnicas de recolección de datos	33
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos	35
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48
CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		
4.1	Análisis de información	50
4.2	Prueba de hipótesis	55
4.3	Discusión de resultados.....	64
	Conclusiones	66
	Recomendaciones	67
	Referencias bibliograficas	68
	Apendice	74

Índice de tablas

Tabla 1 Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM.....	23
Tabla 2 Operacionalización de variables estudiadas.....	27
Tabla 3 Cronograma total de duración del proyecto de tesis	30
Tabla 4 Ubicación Geográfica Puntos de monitoreo (P-1 a P-6).....	37
Tabla 5 Alícuota y concentración del estándar	45
Tabla 6 Concentración fosfatos en los Puntos de Monitoreo (P-1 y P-6).....	51
Tabla 7 Concentración nitratos en los Puntos de Monitoreo (P-1 y P-6).....	52
Tabla 8 Test de normalidad de fosfatos en el rio Ichu época de avenida.....	56
Tabla 9 Test de normalidad de nitratos en el rio Ichu época de avenida	57
Tabla 10 Resumen de la prueba de T de Student	60
Tabla 11 Resumen de la prueba de T de Student	61
Tabla 12 Matriz de consistencia.....	73
Tabla 13 Monitoreo de la calidad de los recursos hidricos superficiales ANA	75
Tabla 14 Instrumento de recolección de datos 1	77
Tabla 15 Instrumento de recolección de datos 2.....	78
Tabla 16 Instrumento de recolección de datos 3	79

Índice de figuras

Figura 1 <i>Ubicación del ámbito de estudio Rio Ichu</i>	31
Figura 2 <i>Instrumentos utilizados en el proceso de monitoreo GPS y pH</i>	34
Figura 3 <i>Materiales utilizados (Cooler, Frascos) para los monitoreos realizados.</i> 35	
Figura 4 <i>Ubicación de los puntos de monitoreo en el rio Ichu</i>	36
Figura 5 <i>Recolección de las muestras de agua del rio Ichu</i>	38
Figura 6 <i>Recojo de muestra P-1</i>	39
Figura 7 <i>Recojo de muestra P-2</i>	40
Figura 8 <i>Recojo de muestra P-3</i>	40
Figura 9 <i>Recojo de muestra P-4</i>	41
Figura 10 <i>Recojo de muestra P-5</i>	42
Figura 11 <i>Recojo de muestra P-6</i>	42
Figura 12 <i>Proceso de preparación de reactivos</i>	44
Figura 13 <i>Pre tratamiento de las muestras</i>	45
Figura 14 <i>Pre tratamiento de las muestras</i>	46
Figura 15 <i>Lectura de muestras</i>	47
Figura 16 <i>Lectura con espectrofotómetro</i>	48
Figura 17 <i>Concentración de fosfatos (P-1 al P-6)</i>	53
Figura 18 <i>Concentración de nitratos (P-1 al P-6)</i>	53
Figura 19 <i>Concentración de fosfatos (P-1 al P-6)</i>	54
Figura 20 <i>Concentración de nitratos (P-1 al P-6)</i>	55
Figura 21 <i>Distribución normal de los datos de fosfatos</i>	57
Figura 22 <i>Distribución normal de los datos de nitratos</i>	58
Figura 23 <i>Valor crítico de los datos de fosfatos</i>	61
Figura 24 <i>Valor crítico de los datos de nitratos</i>	63
Figura 25 <i>Distribución de Fosfatos</i>	83
Figura 26 <i>Distribución de nitratos</i>	88
Figura 27 <i>Ubicación con GPS de los puntos de monitoreo</i>	90
Figura 28 <i>Localización del punto de monitoreo (PM –3)</i>	90
Figura 29 <i>Localización del punto de monitoreo (PM –3)</i>	91

Figura 30 <i>Inicio de las actividades en campo</i>	91
Figura 31 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 1)</i>	92
Figura 32 <i>Transporte de las muestras en el cooller para los análisis</i>	92
Figura 33 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)</i>	93
Figura 34 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)</i>	93
Figura 35 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)</i>	94
Figura 36 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)</i>	94
Figura 37 <i>Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)</i>	95
Figura 38 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 1)</i>	95
Figura 39 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)</i>	96
Figura 40 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)</i>	96
Figura 41 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)</i>	97
Figura 42 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)</i>	97
Figura 43 <i>Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)</i>	98
Figura 44 <i>Lectura del pH Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo 1</i>	98
Figura 45 <i>Lectura del pH Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo 2</i>	99
Figura 46 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 1)</i>	99
Figura 47 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)</i>	100
Figura 48 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)</i>	100
Figura 49 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)</i>	101
Figura 50 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)</i>	101
Figura 51 <i>Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)</i>	102
Figura 52 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 1</i>	102
Figura 53 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 2</i>	103
Figura 54 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 3</i>	103
Figura 55 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 4</i>	104
Figura 56 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 5</i>	104
Figura 57 <i>Colección de muestras en el río Ichu sector 6</i>	105
Figura 58 <i>Lectura del PH en los puntos de monitoreo en el río Ichu</i>	105
Figura 59 <i>Lectura del PH en campo los puntos de monitoreo en el río Ichu</i>	106
Figura 60 <i>Transporte de las muestras en el cooller para los análisis</i>	106

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar Evaluar la concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica.

Se identificó y selecciono 6 puntos de monitoreo a lo largo del río ichu en la zona urbana en época de avenida (P-1 a P-6): El primer punto de referencia se ubica en la captación de agua potable EMAPA – HVCA. El segundo punto fue identificado en el agua abajo por el camal municipal (CEPROFOVAC). El tercer punto se encuentra a la altura de complejo deportivo (Pucarumi), El cuarto punto se ubicó en las orillas del mercado de abasto. El quinto punto se encuentra en las inmediaciones del estadio de Santa Ana. El sexto punto se ubica cerca de las tres boas. Los valores de fosfato en época de avenida en el río Ichu se encuentran con valores de se observa la concentración fosfatos del punto P-1 tiene un promedio de 0.49 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 0.51 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 0.54 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 0.57 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 0.59 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 0.60 mg/L en los seis puntos de estudio; estando estos valores fuera del valor exigido por los ECAs, que es 0,1 mg/L. La concentración de los nitratos del agua de río Ichu en época de avenida, en función de los puntos de muestreo, se observa que la concentración de nitratos en los seis puntos de estudio con valores de en Se observa en la figura 23 que la concentración nitratos del punto P-1 tiene un promedio de 10.70 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 11.47 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 12.90 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 13.43 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 13.47 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 14.03 mg/L, que están debajo de los límites permisibles que es de 50 mg/L (D.S. N° 004-2017-MINAM

Palabras clave: nitratos, fosfatos y ECAs

Abstract

The objective of the research was to determine Evaluate the concentration of phosphates and nitrates in flood season in the Ichu - Huancavelica river. 6 monitoring points were identified and selected along the ichu river in the urban area during the flood season (P-1 to P-6): The first reference point is located in the EMAPA - HVCA drinking water catchment. The second point was identified in the water below by the municipal slaughterhouse (CEPROFOVAC). The third point is at the level of the sports complex (Pucarumi), The fourth point was located on the shores of the supply market. The fifth point is located in the vicinity of the Santa Ana stadium. The sixth point is located near the three boas. The phosphate values in flood season in the Ichu River are with values of the phosphate concentration of point P-1 has an average of 0.49 mg / L, point P-2 has an average of 0.51 mg / L, point P-3 has an average of 0.54 mg / L, point P-4 has an average of 0.57 mg / L, point P-5 has an average of 0.59 mg / L and finally point P-6 has an average of 0.60 mg / Len the six study points; these values being outside the value required by the ECAs, which is 0.1 mg / L. The concentration of nitrates in the water of the Ichu river in flood season, depending on the sampling points, it is observed that the concentration of nitrates in the six study points with values of in It is observed in figure 23 that the nitrate concentration point P-1 has an average of 10.70 mg / L, point P-2 has an average of 11.47 mg / L, point P-3 has an average of 12.90 mg / L, point P-4 has an average of 13.43 mg / L, point P-5 has an average of 13.47 mg / L and finally point P-6 has an average of 14.03 mg / L, which are below the permissible limits that is 50 mg / L (DS N ° 004-2017-MINAM.

Key words: nitrates, phosphates and ECAs

Introducción

El presente trabajo de investigación para optar el grado de Magister en Gestión Pública titulado: **“CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU - HUANCVELICA”**, ha sido elaborada con la finalidad de que sirva como base para el desarrollo de trabajos a futuro sobre este tema que es de vital importancia. En tal sentido el presente trabajo de investigación que se propone consta de los siguientes capítulos:

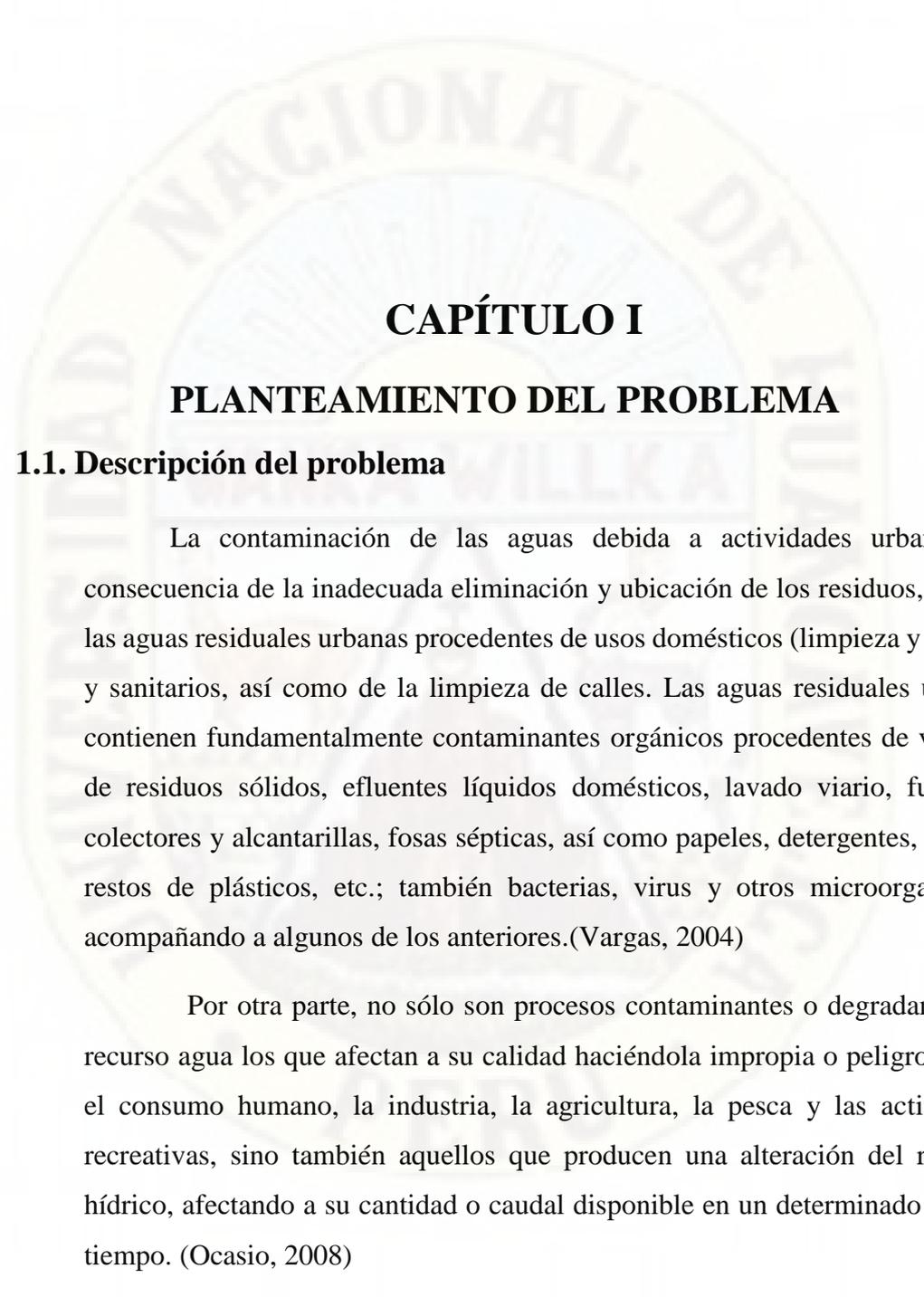
Capítulo I: Planteamiento del Problema, constituye la base del trabajo de investigación donde se encuentra la información referente a la formulación del problema, determinación de objetivos de la investigación, justificación e importancia de la investigación.

Capítulo II: Marco Teórico Conceptual, comprende los antecedentes del estudio, bases teóricas, definición de términos básicos, formulación de la hipótesis y operacionalización de variables.

Capítulo III: Metodología de la Investigación, comprende el tipo de investigación, nivel de investigación, método de investigación, diseño de investigación, población, muestra y muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos y descripción de la prueba de hipótesis.

En el Capítulo IV: Presentación de resultados, comprende presentación e interpretación de datos, discusión de resultados y proceso de prueba de hipótesis.

Finalmente se presenta la bibliografía y los Anexos del trabajo de investigación.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La contaminación de las aguas debida a actividades urbanas, es consecuencia de la inadecuada eliminación y ubicación de los residuos, junto a las aguas residuales urbanas procedentes de usos domésticos (limpieza y cocina) y sanitarios, así como de la limpieza de calles. Las aguas residuales urbanas contienen fundamentalmente contaminantes orgánicos procedentes de vertidos de residuos sólidos, efluentes líquidos domésticos, lavado viario, fugas de colectores y alcantarillas, fosas sépticas, así como papeles, detergentes, aceites, restos de plásticos, etc.; también bacterias, virus y otros microorganismos acompañando a algunos de los anteriores.(Vargas, 2004)

Por otra parte, no sólo son procesos contaminantes o degradantes del recurso agua los que afectan a su calidad haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, sino también aquellos que producen una alteración del receptor hídrico, afectando a su cantidad o caudal disponible en un determinado lugar y tiempo. (Ocasio, 2008)

Continuamente el hombre está modificando el ciclo del agua y fundamentalmente los regímenes de escorrentía e infiltración, existiendo incluso experiencias en cuanto a precipitaciones artificiales. En muchos casos éstas modificaciones son ya de hecho una alteración fundamental, sobre todo por ser

grandes obras que conllevan cambios significativos de régimen hídrico; no obstante las graves alteraciones actuales son las derivadas de ser el agua uno de los medios receptores más importantes de contaminación, lo que no sólo está degradando las aguas superficiales, sino que tiene efectos preocupantes sobre las aguas subterráneas y amenaza la gran reserva hídrica que es el agua del mar.(Blancas & Hervás, 2001)

La contaminación de cuerpos de agua (ríos, lagos, océanos y agua subterránea) ocurre cuando los contaminantes son descargados directamente o indirectamente en cuerpos de agua sin un adecuado tratamiento que remueva los componentes dañinos. La contaminación del agua afecta plantas y organismos que viven en estos cuerpos de agua, y en la mayoría de los casos afecta dañando no solamente a las especies individuales y las poblaciones, así como en las comunidades biológicas. El agua de dichos cuerpos se ha contaminado mediante sustancias tóxicas como ácidas, solventes orgánicas, pinturas, metales y demás, derivados de actividades industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas, dicha agua ya no es apta para el consumo. La descarga de contaminantes específicos no es la única causa de contaminación del agua, también la construcción de presas, embalses y desviaciones de ríos pueden degradar seriamente su calidad (Sierra, 2011).

Los fosfatos, constituyentes naturales de rocas y minerales, forman parte de fertilizantes y estiércoles, de la materia orgánica proveniente de desechos urbanos, industriales y residuos agrícolas como así también de los detergentes de uso industrial y doméstico. En muchos casos, estas fuentes de contaminación son arrastradas o arrojadas a las acequias, canales, arroyos, ríos y lagos, constituyendo un grave problema ambiental (Vasquez, 2015)

En general, la contaminación fosfatada es considerada una consecuencia directa del uso de fertilizantes por la agricultura; la mayoría de los estudios publicados sobre el tema plantea el problema de una agricultura intensiva, no respetuosa del medio ambiente.

La ciudad de Huancavelica está situada en la microcuenca del río Ichu, la cual está ubicada en la ribera del río, su rápido crecimiento poblacional genera el deterioro acelerado de este recurso. En una entrevista realizada en el año 2015, por el diario correo de esta localidad al señor Alejandro Malpartida, director de la Autoridad Local del Agua (ALA), menciona que el río Ichu mostraba altos índices de contaminación cuando la ALA se instaló en Huancavelica. Es evidente la contaminación del río Ichu a causa de los vertimientos de aguas residuales domésticos, siendo uno de los principales contaminantes fuertes que se observa en el río, debido a ello el Gobierno Regional, la Municipalidad Provincial de Huancavelica conjuntamente con la EPS Emapa Huancavelica S.A. (Munn, 2004)

La Autoridad Administrativa del Agua evaluó parámetros físicos, químicos y microbiológicos basándose en la clasificación de los Estándares de Calidad Ambiental - Agua (ECA), donde se observó que en los puntos de muestreo de los setenta y siete puntos de monitoreo en la cuenca del Mantaro, no cumple con el rango de aceptación de 1 mg/l en la categoría 3, en el que se encuentra los puntos de la localidad de Huancavelica: Richu1, Richu2, Richu3, el cual no están dentro del rango establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (García, Torres, & Vergara, 2011).

Todas estas propiedades y características hacen del agua una sustancia imprescindible, no sólo para su utilización por los seres vivos, sino también por su decisiva influencia en el clima y el relieve.

Ante la problemática actual, es importante poder encontrar valores físicos y químicos; que nos brinden ventajas de poder analizar el agua debido a su gran importancia y su relación costo-efectividad, el desconocimiento genera vacíos los cuales son muy peligrosos cuando estos suben en ml/l cambios que también requieren ser atendidos por las instancias correspondientes Rimarachin & Huaranga (2015).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la concentración de fosfatos y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) –categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica?
- b) ¿Cuál es la concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu Huancavelica. y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) –categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM en época de avenida en el río Ichu –Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de fosfatos y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) –categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica.
- Determinar la concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu -Huancavelica. y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) –categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM en época de avenida en el río Ichu -Huancavelica.

1.4. Justificación

La presente investigación tiene una relevancia científica, social, política ya que servirá como una herramienta de gestión para el mejoramiento de uso del recurso hídrico de la ciudad de Huancavelica, así mismo se carece de estudios básicos sobre la contaminación de recursos hídricos, para poder intervenir en su recuperación tiene que ser analizado y entendido adecuadamente, puesto que en la contaminación interviene diversos contaminantes tanto de origen biológico, orgánico e inorgánico y metales pesados que son letales para el río.

Por tanto la presente investigación está enfocada en la determinación de la concentración de nitratos y fosfatos, parte urbana del río Ichu, porque en la actualidad la contaminación del agua es un problema latente que se viene incrementando, a causa de las descargas de aguas residuales, acumulación de residuos sólidos, el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco así como la acumulación de excretas de animales que pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en el agua, otra causa importante en la contaminación del agua son las descargas de aguas que contienen como residuo detergentes comerciales que contribuyen a elevar la concentración de fosfatos, así enfocar que alteraciones presenta estas concentraciones en el tiempo, ya que con concentraciones altas acelera el crecimiento de vegetales (algas), cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial de agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno, en las aguas de los ríos. Sin embargo, su presencia está asociado con la eutrofización de las aguas (Vargas, ILd, 2004).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Arumi, Nuñez, Salgado, & Claret, 2006), Objetivos. Evaluar el riesgo asociado a la contaminación con nitrato de pozos noria de suministro de agua potable rural en la zona de Parral, Chile. Métodos. Se recogieron datos de concentración de nitrato obtenidos de un muestreo de agua de 94 pozos noria. Se analizó la distribución de la concentración de nitrato en los pozos para determinar la existencia de algún tipo de correlación espacial. En el análisis de riesgo, se identificaron dos situaciones de exposición de la población (adultos y lactantes) y se elaboraron mapas de riesgo para la salud. Resultados. El 14% de los pozos estudiados presentó valores de concentración de nitrato mayores que los permitidos por la normativa nacional relativa al agua potable. No se detectó correlación espacial de las concentraciones de nitrato. El valor medio del cociente de peligro (CP) para los adultos en la zona de estudio fue 0,12, lo que indica la ausencia de riesgo para la salud de esa población. Para los lactantes, el cociente de peligro medio fue 0,69, pero se identificaron algunos pozos donde el cociente de peligro indica un riesgo para esta población. Conclusiones. En la zona de Parral, la contaminación de pozos noria por nitrato está asociada principalmente a la existencia de ciertos factores, como los métodos constructivos o la cercanía de animales, que afectan de manera aislada la calidad del agua. No se detectó la existencia de

riesgo para la población adulta, pero sí para los lactantes alimentados con fórmulas preparadas con agua proveniente de los pozos contaminados.

(Chuquimboques, Vergara, & Mendoza, 2019), El presente estudio evalúa la capacidad de remoción del biochar de bagazo de caña de azúcar para nitrato, nitrito, amonio y fosfato presentes en aguas residuales municipales; asimismo, se determinó la dosis óptima (mg/ml) de biochar en la remoción sinérgica de estos contaminantes dentro de la matriz estudiada, para aquello se han desarrollado 10 tratamientos experimentales a niveles de dosis de biochar 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 y 4,0 mg/ml y a tiempos de contactos de 2h y 4h, los cuales se corrieron por triplicado y los porcentajes de remoción fueron presentados a través de su media y error estándar. Adicionalmente a la evaluación del efecto individual de la dosis de biochar y el tiempo de contacto, se realizó un ajuste de efectos bivariados a través de método de superficie respuesta y superposiciones de imágenes de contorno, donde se determinó que la zona de remoción máxima de 95,7 %; 94,6 %; 72,0 % y 57,0 % para NH_4^+ , PO_4^{3-} , NO_2^- y NO_3^- , respectivamente; se encuentra entre tiempo de contacto de 3,50 - 3,75 h y dosis de biochar 1,25 - 1,75 mg/ml. Finalmente la validación de las correlaciones se realizó a un nivel de significancia de 95 %, mostrando R^2 de 93,01; 96,12; 96,15 y 57,59 % para el ajuste de modelos de remoción bivariada para NH_4^+ , PO_4^{3-} , NO_2^- y NO_3^- .

(Liguang et al., 2017), señalan en su investigación “Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida” realizado en la Universidad de Florida en los Estados Unidos (USA), que las variaciones de fosfato en el cambio espacial fueron más altas en las muestras de agua, la variación temporal de las concentraciones de Fósforo Total (TP), Fósforo Total Disuelto (TDP), Partículas Totales de Fósforo (TPP), Fósforo Orgánico Disuelto (DOP) y fosfatos ($\text{PO}_4\text{-P}$) en las muestras de agua variaron con las estaciones, fueron altas durante las temporadas de verano y otoño, bajas en las temporadas de primavera e

invierno. Se observó una variación sustancial de año a año, probablemente debido a diferencias de lluvias. Para ver la variación en el tiempo y espacio se requiere de un monitoreo continuo del río. Donde resultó que la concentración de fosfato en muestras de agua varió de 0,05 a 0,43 mg/l. Los valores de fosfato en muchas muestras excedieron el límite estándar de (0,1 mg / l) de las normas de salud pública de los Estados Unidos. Durante octubre (estación del monzón del noreste), el contenido de fosfato en muchas estaciones de muestreo fue comparativamente más alto, lo que indica la escorrentía del campo agrícola como una posible fuente. Aunque los fosfatos se producen naturalmente en el agua debido a la lixiviación de la roca madre rica en fósforo, en muchos sistemas acuáticos, las fuentes antropogénicas también juegan un papel en el enriquecimiento de fosfato.

(Martínez, 2010), en su tesis titulado “Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz (periodo 2009 - 2010)”, evaluó la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, los resultados obtenidos se compararon con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua propuesto por la SEMARNAP, para ello se muestrearon 26 sitios durante los periodos primavera, verano, otoño e invierno de los cuales hicieron una totalidad de 61 muestras de la corriente principal, las corrientes tributarias y las captaciones de agua para consumo humano. El método usado para la estimación del índice de calidad (ICA), fue el propuesto por la Fundación Nacional de Saneamiento (2004). Con esto se determinó que los valores del ICA en primavera fueron 56.63%, en el verano de 54.39%, en otoño de 64.23% y en el periodo de invierno fue de 60.45%, que los clasifica como de calidad media, necesitando un tratamiento potabilizador para uso como agua potable, siendo apta para la mayoría de los cultivos, pero estando limitada para la pesca y vida acuática, no requiere tratamiento para la industria sin embargo se recomienda restringir los deportes de inmersión dada la posibilidad de bacterias.

Los parámetros físicos-químicos y bacteriológicos que sobrepasaron los niveles máximos que establecen la NOM-127-1 SSA-2004 fueron los nitratos teniendo valores altos de 22.007^a 49.849 mg/L y los coliformes fecales de <3 a 75 NMP/100ML, siendo no aptos para el consumo humano.

(Rodríguez, Asmundis, & Martínez, 2016), en su investigación “Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas”, realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste- Argentina. La calidad del agua se evalúa como una herramienta esencial para determinar la eficacia de las actividades de uso de la tierra y la gestión en su accionar agrícola, dada la presencia de elementos que pueden ocasionar problemas de contaminación tales como los nitratos, nutriente que más frecuentemente contamina los acuíferos y por otro lado la presencia de fósforo en el agua puede ser debida a los agroquímicos fosforados y al aporte de fertilizantes. En razón de la importancia que tienen estos iones en el agua de riego, en este trabajo se evaluaron las variaciones de las concentraciones de nitratos y fosfatos en las diferentes estaciones del año 2013, para distintas fuentes de agua, de pequeños productores hortícolas del NE de la provincia de Corrientes, realizándose muestreos, en agua superficial y en agua subterránea. Las determinaciones se realizaron por espectrometría de absorción UV-Visible. Los resultados muestran que hay un comportamiento opuesto de los analitos durante las distintas estaciones para el agua subterránea, no así para el agua superficial. Las concentraciones de ambos analitos en agua superficial presentan poca variación entre los distintos puntos de muestreos y son más bajos que los registrados en las aguas subterráneas mientras que las perforaciones y pozos presentan una alta variabilidad lo cual demuestra la independencia de los distintos puntos de muestreos y la expresión propia de cada fuente.

(Macedo, 2018) La contaminación de fuentes hídricas por diferentes actividades, entre ellas las aguas residuales, es una

problemática que ha incrementado por el crecimiento poblacional e industrial. Se han desarrollado diferentes fases en su tratamiento, necesitando un tratamiento terciario con procesos fisicoquímicos que resultan costosos; sin embargo, una alternativa interesante es el empleo de microalgas como biosistema, debido a su capacidad de capturar cantidades significativas de Nitratos y Fosfatos durante su crecimiento. Es así que, en el primer semestre del 2017, se evaluó la capacidad de remoción NO_3^- y PO_4^{3-} de la microalga *D. asymmetricus* en aguas residuales de la Planta de Tratamiento la TABOADA y a su vez, se buscó reconocer si esto se ve influenciado por la limitación de nutrientes (72 hrs). Se utilizaron dos tratamientos, T4 (inóculo + agua residual) y T5 (inóculo estresado + agua residual), para cada uno, se acondicionó por quintuplicado cultivos de 7L con una proporción de 1:1 (inóculo: agua residual) por un periodo de 10 días, fotoperiodo 12:12 y aireación constante. El efecto del estrés por limitación de nutrientes fue monitoreado en términos de crecimiento y remoción a través de pruebas de densidad celular, biomasa seca, porcentaje y tasa de remoción de nitratos (NO_3^-) y fosfatos (PO_4^{3-}). La microalga *D. asymmetricus* cultivada en agua residual nitrógeno limitada (N/P=11.6), demostró un buen crecimiento en un periodo de 10 días, evidenciado en una densidad celular de $10.37 \pm 2.78 \times 10^6 \text{ cel.mL}^{-1}$ en el T4, equivalente a un aumento de 9 veces el valor inicial; así mismo en T5 se obtuvo uno de los mayores valores de biomasa algal ($1759 \pm 342.6 \text{ mg.L}^{-1}$), además, tanto para NO_3^- y PO_4^{3-} se apreció mayor velocidad de absorción hasta el tercer día de experimentación, removiendo más del 90% de la concentración, siendo el mayor porcentaje de remoción final para NO_3^- en T5 ($95.4 \pm 5.7\%$), mientras que para PO_4^{3-} en T4 ($98.9 \pm 1.4\%$), también observando que el tratamiento de limitación de nutrientes de 72 horas no ocasionó efectos significativos sobre la capacidad de remoción de la microalga. En conclusión *D. asymmetricus* demostró su capacidad potencial de remediador en aguas residuales domésticas.

(Vinicio & Alexandra, 2013), La agricultura ocupa el 94% del suelo en el cantón Milagro lo que hace relevante estudiar sus aguas de irrigación. En el presente trabajo se plantean los siguientes objetivos: conocer la salinidad, fosfatos, nitratos y su efecto en los suelos, a través de la infiltración hacia la zona radical y medir las concentraciones de P-PO₄ y N-NO₃. La investigación es de tipo no experimental, transversal, descriptiva, con muestreo a juicio del experto en 40 estaciones, desde octubre hasta diciembre de 2012. De cada muestra de agua se determinó: cationes, aniones, pH, conductividad eléctrica, residuo seco evaporado y calcinado, fosfatos y nitratos. Se calculó el Índice de Saturación y las modificaciones de la relación de adsorción de sodio (RAS). La mayoría de las concentraciones fueron menores a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, hecho que perjudica la infiltración del suelo; en el poblado Banco de Arena existieron concentraciones mayores a 290 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Las concentraciones de P-PO₄ en los orígenes de los ríos fueron bajas, de 0.023 mg L⁻¹ a 1.37 mg L⁻¹, pero cuando se ingresa a los poblados varía de 9.0 mg L⁻¹ a 49.65 mg L⁻¹ acelerando la eutrofización. Las concentraciones de N-NO₃ estuvieron bajo el límite máximo permisible. Así, los suelos y ríos están afectados.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Cuellar, Flores, & Delgado, 2014), encontraron que las aguas de los ríos presentan serios problemas fisicoquímicos en todas las estaciones de muestreo, tal como se aprecia en el resultado de los análisis del laboratorio Envirolab Perú y Rovill Ingenieros efectuadas por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, tomando como referencia los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Environmental Protection Agency (EPA). Se puede apreciar que las aguas de los ríos Patón, Quichas, Oyón, Churin, Checra y Huaura presentan problemas de acuerdo a las especificaciones contempladas en el Decreto Supremo N°010-2010-MINAM (límites máximos permisibles para la descarga de

efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas), ya que importantes parámetros evaluados están por encima de los rangos o límites permitidos por influencia de actividades mineras. En todas las estaciones muestreadas, indican un alto grado de contaminación orgánica por el vertido de aguas residuales de las poblaciones aledañas, principalmente de los poblados de Oyón y Churín.

(Cavero & Ibañez, 2011), en su informe de investigación titulado “Determinación de la Concentración de Nitritos y Nitratos en Aguas Subterráneas Impactadas por la Minería Artesanal en el Cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010” realizado en la Universidad Nacional de Trujillo – Perú, concluye que la determinación cuantitativa de las concentraciones de Nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en cinco puntos aledaños al cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco; en donde encontraron que las concentraciones obtenidas del agua del Río Chamiz Bajo, Agua de Riego y Agua de Socavón están por encima del rango establecido por la Organización Mundial de la Salud (50 mg/l); la presencia de estos iones en concentraciones elevadas acarrea una fuente de contaminación ambiental y de salud muy latente.

(Custodio & Pantoja, 2012), en su trabajo de investigación titulado “Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río cunas” en lo cual se definieron tres estaciones de muestro, la estación 1 se localizó en Ancasmayo; la 2, en Antacusi y la 3, en la Perla, Chupaca, los resultados de la calidad de agua fueron: Para los parámetros físicos – químicos evaluados en las tres estaciones de muestreo, mostraron que el pH del agua se encuentra entre los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) nacional para agua, referida en la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) y categoría 4 (conservación del ambiente acuático). Sin embargo, en las tres estaciones de muestreo estos valores estuvieron muy cerca del valor superior de los ECA. Esta tendencia de

los valores de pH hacia la alcalinidad se debería a las condiciones edáficas del área intervenida y al ingreso de fertilizantes al medio acuático. El registro de la conductividad del agua muestra valores que se encuentran dentro de los valores de los ECA para la categoría 3, lo cual refleja que el contenido de sales estaría dentro de los valores normales para esta categoría de agua así como para otros usos. Igualmente, el registro de este parámetro permitió identificar el ingreso de fertilizantes inorgánicos al ambiente acuático. La medición de oxígeno disuelto obtenida refleja los niveles relativamente buenos de oxígeno en dos de las estaciones evaluadas. Mientras que en la estación 1, los niveles de oxígeno disuelto estarían determinando la participación de organismos aerobios en los procesos de degradación, lo que marca la capacidad del agua para llevar a cabo procesos de autopurificación.

Los datos de temperatura en las tres estaciones de muestreo reflejan básicamente una temperatura uniforme, aunque mayor en la estación La Perla, donde el bajo caudal y la pobre cubierta vegetal, debido a la eliminación del bosque ribereño, determinan altas temperaturas ambientales y por ende repercuten en la temperatura del agua, sobre todo en época seca cuando el caudal baja. Los datos obtenidos de sólidos totales disueltos y fosfatos no superan los ECA (500 mg/L y 0.5 mg/L respectivamente). Los resultados de los parámetros biológicos en las tres estaciones de muestreo, mostraron que los niveles de concentración de coliformes termotolerantes se encuentran entre los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para las categorías 3 y 4. En tanto que para la categoría 1 (poblacional y recreacional) y 3 (riego de vegetales y bebida de animales) el nivel de coliformes termotolerantes supera los ECA, lo cual pone en riesgo la salud de las personas si este recurso es destinado a la producción de agua potable con solamente desinfección.

(Medina, Hora, Pareda, Gabriel, & Asencio, 2008), en su estudio “Caracterización Físico-Química de los Ríos de las Cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en El Alto Chicama, La Libertad, 2008”,

realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, establecieron 18 estaciones de muestreo, evaluándose los parámetros físicos químicos como: caudal, temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y color aparente. Respecto al pH, nitratos y conductividad eléctrica cumplen con lo establecido en el DS 002-2008-MINAM. Los nitritos, nitrógeno amoniacal y los fosfatos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos y las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobre el límite permisible, está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües y también es un indicador de contaminación. En general estos ríos, están siendo alteradas en su condición físico-químico y este cambio se debería a influencias antrópicos, como las actividades extractivas establecidas en la superficie (minería), la ganadería y la agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados.

(Vinelli, 2012) titulado “Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de san Pedro de Lloc”. Se diseñó y ejecutó un protocolo de monitoreo de agua subterráneas para esta zona. En los pozos seleccionados se tomó muestras para análisis de parámetros físicoquímicos y, en particular, contenido de nitratos, bajo metodologías estándar EPA o SM-AWWA. Las estaciones de muestreo fueron elegidas en zonas agrícolas, ganaderas y urbanas. El primer muestreo, abril 2007, se desarrolló durante la campaña principal de cultivo y el segundo muestreo, junio 2007, a mediados de las campañas complementaria y chica en el año 2007. Los análisis revelaron una concentración de nitratos inferior a los límites de calidad válidos en el país a la fecha de estudio, lo cual es una respuesta tranquilizadora pero puntual. El pH se encuentra en el rango establecido para su categoría. En cuanto a la conductividad, sólo un pozo da un valor de conductividad mayor al límite. En ningún caso, los cloruros sobrepasan los límites legales y, observándose concentraciones más altas en los pozos abandonados o cercanos al mar. Más del 90% de las estaciones de muestreo se encuentran en categoría de

aguas muy duras, es decir, concentraciones superiores a 300 mg CaCO₃/L. Un pozo en un área de actividad agrícola intensa presenta niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua. En cambio, en los pozos abandonados el contenido de este analito baja lo que podría ser por desuso de fertilizante o actividades agrícolas cercanas. En el caso de los metales, las concentraciones obtenidas de plomo, cadmio, hierro y cobre están por debajo de los límites establecidos.

(Teves, 2016) en su “Estudio físico químico de la calidad del agua del río Caca región Lima”, realizado en la Universidad Pontificia Católica del Perú, realizó la evaluación de calidad del agua en el cuerpo hídrico monitoreando sus características físicas y químicas. El monitoreo se efectuó en sendas campañas en el mes de mayo y julio del 2015, en época de lluvias y estiaje respectivamente, definiéndose 6 estaciones de muestreo. En cada estación se hizo mediciones in situ y se tomó muestras para el análisis en el laboratorio. Los parámetros que se determinaron en campo fueron temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH; los parámetros analizados en el laboratorio fueron demanda química de oxígeno, sólidos totales, sedimentables, suspendidos y disueltos, cloruros, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, carbonatos, sodio, calcio, aluminio, cadmio, cobre, hierro, magnesio, plomo y zinc. En los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasan los niveles establecidos en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Caca, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L), Fe (1,005 mg/L) y pH (6,03). Del análisis realizado se concluye que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Caca.

2.1.3. Antecedentes locales

(Saez, 2019), El presente trabajo de investigación titulado “Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica”, el cual tuvo como objetivo principal evaluar la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, y como objetivos específicos: Determinar la concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, así mismo determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica y comparar la concentración de nitratos y fosfatos con los estándares de calidad ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). El estudio es básico con nivel descriptivo, aplicando el método hipotético deductivo. La población fue comprendida por la microcuenca del río Ichu, siendo la muestra constituida por seis puntos ubicados en la parte urbana del río Ichu, desde Chuñuranra hasta la altura del puente de Santa Rosa, de acuerdo a los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional del Agua, los puntos fueron geo referenciados con el uso de GPS, el muestreo fue no probabilístico para lo cual las muestras tomadas fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis y así obtener los resultados: 13.583 mg/l concentración media de nitratos y 0.533 mg/l concentración media de fosfatos, en época de estiaje en la parte urbana del río Ichu, realizando la comparación respectiva con los límites máximos permisibles de la ECA-Agua, categoría 3, siendo los valores máximos de 100 mg/l para nitratos y 1mg/L para fosfatos, los valores encontrados en el presente trabajo de investigación se encuentran dentro de los límites máximos permisibles. Por lo que se concluye que la concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu, en época de estiaje cumplen con el estándar de calidad ambiental (ECA-Agua), categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). Palabras claves: Concentración, nitratos, fosfatos, ECA-Agua, categoría 3.

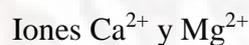
2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría de flujo de nutrientes

Los ríos transportan materiales suspendidos y disueltos de la tierra al océano son el enlace principal en la transferencia de nutrientes entre estos sistemas y esto influye en gran medida la ecología acuática, principalmente en estuarios. Ecosistemas costeros a nivel mundial, las perturbaciones antropogénicas (aguas residuales y fertilizantes) han causado un aumento significativo de los flujos de nutrientes fluviales. Identificando como el principal elemento presente en el agua al fosfato, teniendo mayor entrada por fertilizantes y aguas residuales, debido al desarrollo industrial, agrícola y a los vertimientos de los centros urbanos, cambiando drásticamente el flujo de nutrientes en las últimas décadas (Yao et al., 2015)

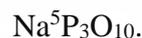
Los polifosfatos de los detergentes: El uso de polifosfatos en detergentes fue muy habitual:

- La reacción entre detergentes sintéticos



Para formar iones complejos disminuye su potencial de lavado.

- Los iones polifosfato se añaden a los detergentes como "formadores", los cuales forman complejos solubles, permitiendo a las moléculas y a los iones de detergente operar como agentes limpiadores.
- Otro papel del formador es hacer algo alcalina el agua de lavado.
- En un principio se añadían grandes cantidades de tripolifosfato de sodio (TPS),



Las aguas residuales: son líquidos residuales o efluentes de desagües, comprenden desechos de viviendas establecimientos comerciales, instituciones y edificios públicos conteniendo heces (material fecal). Dentro de sus características más importantes del agua residual es su contenido de sólidos totales, el cual se compone de material en

suspensión y flotante en dispersión coloidal y en disolución. Como parámetros adicionales esta la temperatura, color y olor (Arias, 1995).

2.2.2. Ciclo del fósforo

El Fósforo es un elemento vital e irremplazable en todos los organismos, ya que forma parte del ADN, ARN, fosfolípidos, ATP y C – AMP. Los compuestos fosforados como el ATP juegan un papel muy importante en la fotosíntesis y otros procesos en las plantas. La absorción y conversión a compuestos fosforados ocurre aún en la oscuridad. A concentraciones mayores a $10 \mu\text{g P l}^{-1}$ el índice de crecimiento de muchas especies de fitoplancton es independiente a la concentración de fosfatos. Sin embargo, si la concentración decrece debajo de este nivel crítico, la división celular se encuentra cada vez más inhibida y se producen células deficientes en Fósforo y eventualmente la fotosíntesis se detiene, (Rodríguez, De Asimundis, & Martínez, 2016)

Taft et al. (1975), mencionan que existen tres ciclos del Fósforo en las aguas naturales. Uno es un ciclo anual, en el cual el fitoplancton incorpora a sus células Fósforo disuelto y se hunde como células viables o biodetritus a capas más profundas, donde la autólisis y la actividad bacteriana remineralizan el Fósforo orgánico a ortofosfato el cual es devuelto a la capa eufótica por mezcla vertical. El segundo ciclo que describen, ocurre completamente en la capa eufótica, donde el zooplancton consume al fitoplancton y remineraliza ortofostato con la ayuda de las bacterias intestinales. El tercer ciclo es un estado estacionario que se mantiene entre el Fósforo contenido tanto en bacterias como en fitoplancton y el Fósforo disuelto.

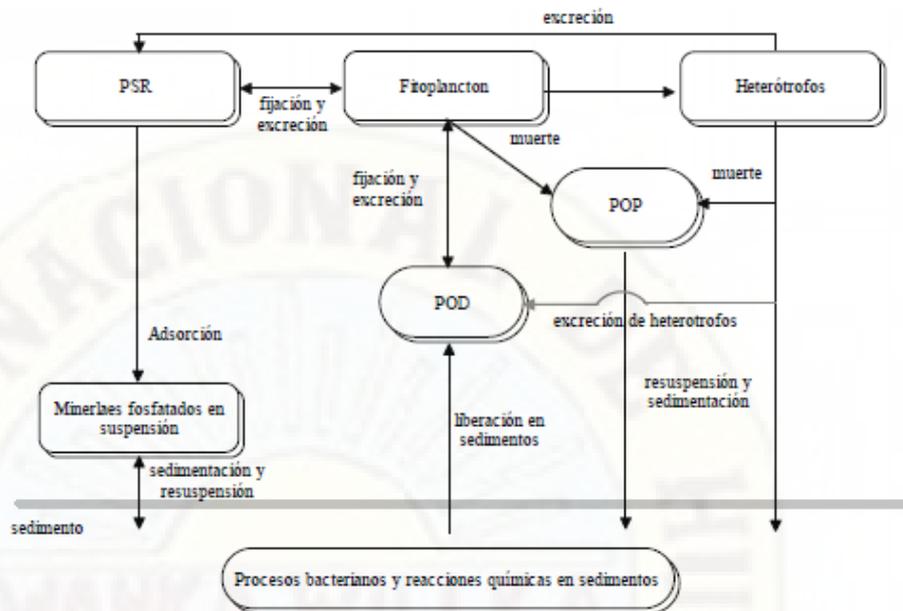
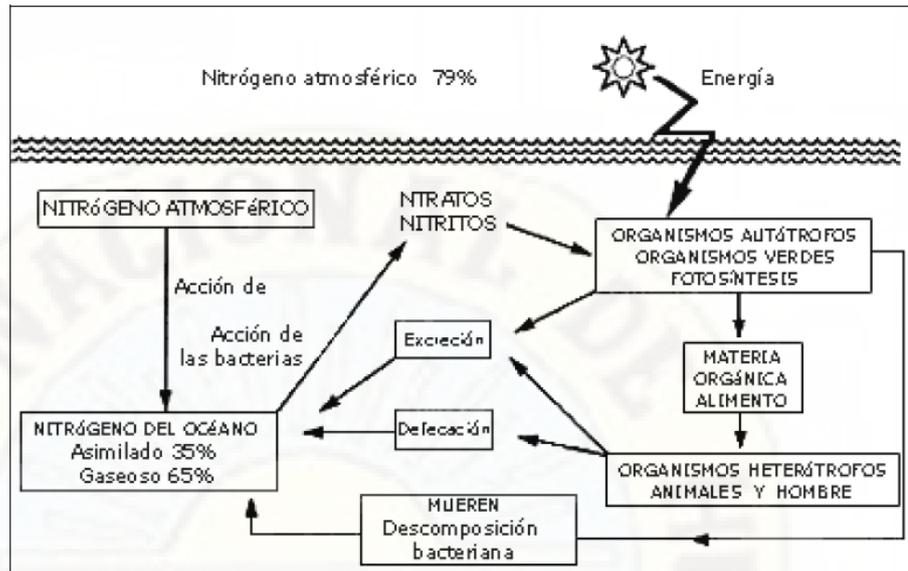


Figura 2.3. Esquema simplificado del Ciclo del Fósforo.

2.2.3. Ciclo nitrógeno

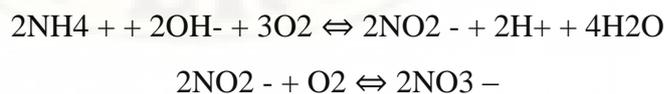
El principal elemento de estos nutrientes es el nitrógeno, cuyo ciclo en el mar es complejo. Este elemento se encuentra en estado gaseoso en la atmósfera y parte del mismo se encuentra disuelto en el agua del mar; químicamente es muy estable y el que está en el mar responde con facilidad a una multitud de reacciones químicas y biológicas, encontrándose, generalmente, en forma de nitritos y de nitratos gracias a la acción de las bacterias; estos compuestos son fácilmente asimilables por los vegetales verdes. Este nitrógeno asimilado representa el 35% del total del océano y el otro 65% se presenta en forma de nitrógeno gaseoso.

La provisión y distribución del total de nitrógeno se lleva a cabo por los aportes continentales, por las corrientes oceánicas y por las excreciones y muerte de los vegetales y animales marinos. El nitrógeno llega en forma de compuestos nitrogenados no asimilables, pero gracias a la acción de las bacterias y de las algas verde-azules, durante el proceso llamado nitrificación, se transforman en nitrógeno soluble, que es fijado por los vegetales verdes para formar nuevamente materia orgánica, la que es aprovechada por ellos o por los animales cuando se los comen, repitiéndose el ciclo. (Rodríguez et al., 2016)



2.2.4. Oxidación microbiana

Los nitritos se forman por la oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en el medio acuático o terrestre, o por la reducción bacteriana del nitrato. Son productos intermedios del ciclo completo de oxidación-reducción y sólo se encuentran presentes en condiciones de baja oxidación. El nitrito en comparación con el nitrato, es menos soluble en agua y menos estable. Los nitratos en las aguas superficiales y subterráneas se derivan de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excretas de animales. El ion amonio formado se oxida a nitritos y nitratos según un proceso de oxidación biológica (nitrificación) en dos fases:



Estas dos reacciones son mediadas por distintos microorganismos: la primera reacción por bacterias Nitrosomonas que son quimiolitótróficas y la segunda, por bacterias Nitrobacter, las cuales obtienen casi toda su energía de la oxidación de nitritos. Aunque la presencia natural de

nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo común los nitritos se encuentran en muy bajas concentraciones (Pacheco & Cabrera, 2003).

2.2.5. Procesos de meteorización

El ion nitrato es la forma termodinámica estable del nitrógeno combinado en los sistemas acuosos y terrestres oxigenados, de forma que hay una tendencia de todos los materiales nitrogenados a ser convertidos a nitratos en estos medios. Las pequeñas cantidades de nitrógeno que contienen las rocas ígneas pueden proporcionar algún nitrato a las aguas naturales en el proceso de meteorización. Todos los compuestos del nitrato son altamente solubles en agua y cualquiera de ellos que se forme en este proceso, se encontrará en solución. Los minerales que contienen nitratos son muy raros, solamente los salitres (nitrato de sodio y nitrato de potasio) son los más difundidos. Los yacimientos de nitrato de sodio en Chile, tienen importancia mundial. Una parte del óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno presentes en el aire se producen por procesos naturales, inducidos por los rayos, las erupciones volcánicas y la actividad bacteriana del suelo, pero las concentraciones resultantes en el aire son virtualmente insignificantes. Estos compuestos se convierten en fuentes naturales de nitrato, ya que la principal forma de eliminación atmosférica de los óxidos de nitrógeno se realiza mediante su oxidación a ácido nítrico, y este es mucho más hidrosoluble y se absorbe más fácilmente en la superficie de la materia particulado en suspensión. (Water, 2012)

2.2.6. Procesos productivos

Los fertilizantes nitrogenados pueden ser de cuatro tipos: a) Nítricos: aportan el nitrógeno entre el 11 y el 16% en forma de nitratos. Ejemplos: NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 . b) Amónicos: aportan el nitrógeno en alrededor del 21% en forma de amonio. Ejemplo: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ c)

Amónicos y nítricos: aportan el nitrógeno entre el 20 y 34% en formas de nitratos y amonio. Ejemplos: $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$, $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2$ y $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. d) De Amidas: aportan en nitrógeno entre el 21 y el 45% en forma de amidas. Ejemplo: urea y cianamida de calcio. La acción de éstos es más lenta pues el nitrógeno amídico deberá e) transformarse en nitrógeno amónico y de nitratos. El nitrato de amonio es uno de los fertilizantes nitrogenados más empleados en la agricultura, se obtiene industrialmente a partir del amonio y del ácido nítrico y su composición en nitrógeno es del 33 al 34.5% concentraciones (Pacheco & Cabrera, 2003).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. El agua

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta.

El incremento de la oferta de agua como herramienta para el impulso económico, el mayor nivel de contaminación, irremisiblemente asociado a un mayor nivel de desarrollo, algunas características naturales (sequías prolongadas, inundaciones) y en definitiva una sobreexplotación de los recursos hídricos, han conducido a un deterioro importante de los mismos.

Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre política de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, hacia una gestión que contempla la calidad del recurso y la protección del mismo como garantía de un abastecimiento futuro y de un desarrollo sostenible (Bethemont, 1980).

2.3.2. Factores físicos químicos del agua

Nitratos

Es un contaminante común que se encuentra en el agua y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar nuestra fuente de agua potable. Fuentes comunes de nitrato son los fertilizantes, estiércol, compost y pozos sépticos. El nitrato llega fácilmente a fuentes de agua por lixiviación (Water, 2012).

Los nitratos (NO_3^-) son compuestos químicos inorgánicos que forman parte del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente, los cuales se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos formando sales u otros compuestos. Los nitratos pueden encontrarse en pequeñas cantidades en el suelo, los alimentos y las aguas (superficiales y subterráneas). Los nitratos proceden, en parte, de la descomposición natural de proteínas de plantas o animales por medio de microorganismos dando lugar al catión amonio (NH_4^+), el cual se oxida a nitritos y éstos a nitratos (Cavero & Ibañez, 2011).

Fosfatos

El fósforo es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en las aguas superficiales ocurren nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y por escorrentía. Las formas más frecuentes en que se presenta el fósforo en soluciones acuosas incluyen el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos. Los ortofosfatos como PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- y H_3PO_4 . El fósforo orgánico es de poca importancia en la mayor parte de los residuos

domésticos, pero puede ser un constituyente de importancia en los vertimientos industriales y lodos de aguas residuales domésticas. Los ortofosfatos son la forma más importante de fósforo en el agua debido a que se encuentran disueltos en el agua y de esta manera son aprovechados por las plantas. A esta forma de fósforo se le conoce en la literatura como fósforo aprovechable o disponible (Sierra, 2011).

Oxígeno disuelto

Este parámetro hace referencia a la cantidad disuelta de oxígeno en el agua. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Ocasio, 2008).

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos (Canter, 2000).

El Oxígeno Disuelto proviene de la atmósfera y se disuelve en el agua hasta que se establece un equilibrio entre el aire y el agua, el cual tiende a aproximarse a su valor de saturación. Los factores que regulan la cantidad de Oxígeno Disuelto en el agua son la Temperatura, la Salinidad, la actividad biológica, y los procesos de mezcla debidos a los movimientos del agua (Canter, 2000).

Potencial de Hidrogeno (pH)

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Esta mide la acidez o la alcalinidad del agua. La actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales (Amado, Rubiños, Reyes, Alarcón, & E, 2006).

El pH tiene una escala de medida de 0 a 14, representa la acidez o alcalinidad del cuerpo de agua, configurándose de 0 a 7 como una sustancia ácida y desde 7 a 14 como alcalina, un valor de pH 7 indica neutralidad. Las aguas naturales pueden tener pH ácido debido al SO₂, CO₂ disuelto. Las aguas contaminadas por descargas de aguas residuales suelen tener un pH muy ácido (Ocasio, 2008)

Conductividad

La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en el caso del riego afecta a la vida de la planta y a la calidad de los suelos. (Tafur, 2008).

Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (DIGESA, 2008).

Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (Canter, 2000).

2.3.3. Alteración de la calidad del agua

Las principales causas de alteración del agua son; la falta de educación de los seres humanos, así como, el desarrollo industrial sin control ambiental, estas son las que han originado desde hace tiempo que el agua se haya contaminado cada vez más.

Existen también productos contaminantes que afectan la calidad del agua de los ríos, lagos y mares debido a que se arrojan a las aguas que pueden usarse para el consumo, y lo productos que afectan el son:

- Las aguas negras o servidas
- Los desechos industriales
- Los productos de aplicación agrícola tales como: abonos, plaguicidas y fungicidas.

Cuando el agua contiene desechos, le falta el oxígeno y se impide el desarrollo de los seres vivos que habitan en los ríos y lagos, produciéndose la muerte de gran cantidad de animales y plantas. Sin embargo, no solo afecta la composición y calidad de agua, sino que, además, se rompe su ciclo normal, disminuyendo la cantidad de agua utilizable(Contreras, Corti, De Sousa, & Durán, 2008)

2.3.4. Contaminación de los ríos

La contaminación orgánica de los ríos es por la descarga de aguas residuales procedentes de las actividades humanas (ciudades, la agricultura, la industria) afecta a los seres humanos y los ecosistemas en todo el mundo a través de la crisis global de saneamiento. En primer lugar, no se trata de aguas residuales urbanas con patógenos que causan una variedad de enfermedades, incluyendo la diarrea, la principal causa de enfermedad y muerte (Yingrong, Gerrit, & Giesen, 2017).

2.3.5. Estándares de calidad del agua (ECA – agua)

Nivel de concentración máximo 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 (ANA, 2016).

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM dice. Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua; Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo; La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental

(ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos. Los estándares se establecen de acuerdo a cuatro categorías: Categoría 1: Poblacional y Recreacional, encontrándose la subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para la recreación, B1: Contacto primario y B2: Contacto secundario. Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, encontrándose la subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras, C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras, C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras, C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, tenemos la Subcategoría D1: Riego de vegetales; agua para riego no restringido y agua para riego restringido. Subcategoría D2: Bebida de animales. Categoría 4: Conservación del medio ambiente, encontramos la Subcategoría E1: Lagunas y lagos; E2: Ríos, ríos de la costa y sierra y ríos de la selva; E3: Ecosistemas costeros y marinos, estuarios y marinos. (MINAM, 2013)

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

para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial (MINAM, 2013)

Tabla 1

Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1,

D.S. N° 004-2017-MINAM

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

Fuente: ECA-Agua (2017)-Decreto Supremo N°004-2017-MINAM

* Según el D.S. 002-2008-MINAM.

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

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

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

2.4. Definición de términos

Aguas subterráneas: El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra; los pozos son la principal forma de acceso a los depósitos de agua subterránea (Munn, 2004).

Alcantarillado: Sistema de transporte (tuberías, canales, etc.) utilizado para evacuar las aguas residuales desde su fuente de origen (lluvias, viviendas, industria, etc.) hasta la planta de tratamiento o hasta una corriente receptora. Los alcantarillados se dividen en tres categorías.

Cloruros: El ión cloruro Cl^- , forma sales muy solubles, suele asociarse con el ión Na^+ esto lógicamente ocurre en aguas muy salinas (Terán, 2003).

Calidad de agua: Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, siendo una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. (Vinelli, 2012).

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Caudal: es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc.) por unidad de tiempo.

Calidad: Característica de un producto o servicio que le proporcionan aptitud para satisfacer las necesidades del cliente (OMS, 2003).

Conductividad: La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad (o de la aptitud) de un material o sustancia para dejar pasar (o dejar circular) libremente la corriente eléctrica (Terán, 2003).

Contaminación: Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto (OMS, 2003).

Dureza Total: Presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones (Terán, 2003).

Nitratos: El ión nitrato (NO_3^-), son obtenidos a partir de aguas de desecho descargadas directamente y de sistemas sépticos en mal funcionamiento. Estos muchas veces son colocados junto a pozos de agua, pudiendo contaminar el agua subterránea con nitratos, los cuales en niveles altos pueden ocasionar una condición llamada metemoglobinemia (Mitchell, Stapp, & Bixby, 1991).

pH: Indica las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua (Seoáñez, 1999). Los cambios de pH en el agua son importantes para muchos organismos, la mayoría de ellos se han adaptado a la vida en el agua con un nivel de pH específico y pueden morir al experimentarse cambios en el pH (Mitchell et al., 1991).

Sulfatos: El ión sulfato (SO_4^{2-}), son componentes naturales de las aguas superficiales y, por lo general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad (Barrenechea, 2004).

Turbidez: Es el resultado de sólidos suspendidos en el agua que reducen la transmisión de luz (Mitchell et al. 1991). Estos sólidos suspendidos son variados, así pueden ser arcillas, limos, materia orgánica y plancton y hasta desechos industriales y de drenaje (Seoáñez, 1995).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

La concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu, - Huancavelica no cumple con el estándar de calidad ambiental ECA para la categoría 1, D.S. N° 004-2017-MINAM (El Peruano, 2017).

2.5.2. Hipótesis específicas

La concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA 1 mg/L

La concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA de 100 mg/L

2.6. Variables

2.6.1. Variable dependiente

Concentración de nitratos mg/L

Concentración de fosfatos mg/L

2.6.2. Variables intervinientes

Ph

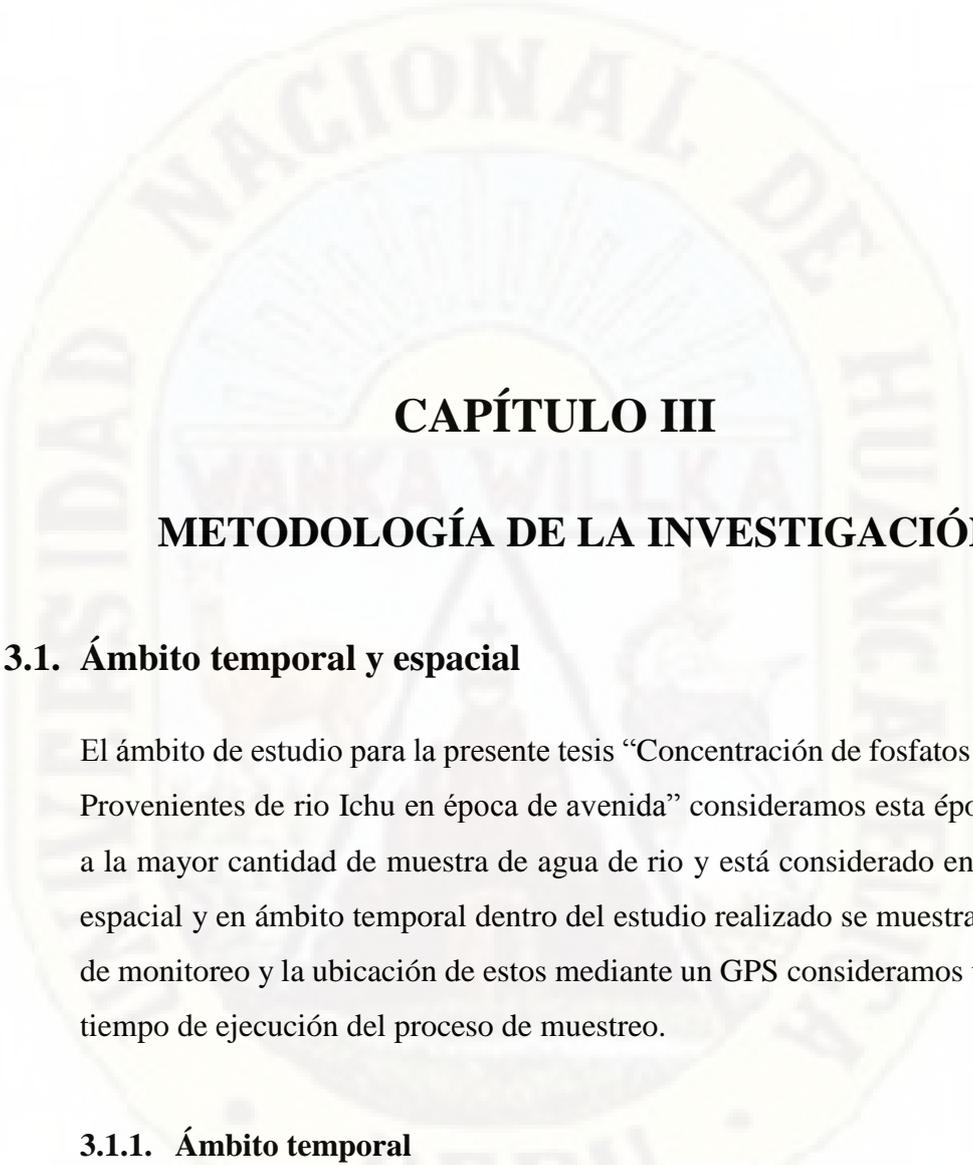
Temperatura

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 2*Operacionalización de variables estudiadas.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Unidades
Variable dependiente					
Concentración de fosfatos y nitratos	Son parámetros físicos químicos importantes del agua que están presentes por diferentes factores en los ríos como es por descargas de aguas residuales, fertilizantes y el uso de detergentes comerciales, siendo muy solubles en el agua debido a su alta polaridad.	Medición en laboratorio a partir de un muestreo del agua conforme al protocolo de monitoreo. De calidad de agua – ECA, de los puntos de monitoreo		✚ Concentración de fosfatos (P)	de mg/L
			✚ Parámetros químicos	✚ Concentración de nitratos (N)	de mg/L
Variables intervinientes					

Potencial de hidrogeno	El agua con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales	Se realizara el monitoreo de pH a través de un multiparámetro mediante los puntos de muestreo.	Parámetro físico	Concentración de pH	Escala de pH
Temperatura	Es un parámetro muy importante porque afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos.	Se realizara el monitoreo de Temperatura a través de un multiparámetro según los puntos de muestreos de cada unidad	Parámetro físico	Medida de Temperatura	C °



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

El ámbito de estudio para la presente tesis “Concentración de fosfatos y nitratos. Provenientes de río Ichu en época de avenida” consideramos esta época debido a la mayor cantidad de muestra de agua de río y está considerado en el ámbito espacial y en ámbito temporal dentro del estudio realizado se muestra lo puntos de monitoreo y la ubicación de estos mediante un GPS consideramos también el tiempo de ejecución del proceso de muestreo.

3.1.1. Ámbito temporal

En la presente investigación consideramos la toma de datos y el procesamiento del trabajo de investigación el cual comprende los meses de noviembre del 2019 al mes de abril del 2020.

También detallamos actividades específicas que también se desarrollaron dentro de la ejecución del trabajo de investigación,

Tabla 3

Cronograma total de duración del proyecto de tesis

Actividades para la Realización de la tesis	Año 2019												Año 2020											
	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Coordinación	x	x	x	x	x	x	x	x																
Visita al ámbito de trabajo	x	x	x	x	x	x	x	x																
Presentación del proyecto a	x				x	x	x	x	x															
Aprobación del proyecto					x	x	x	x																
Monitoreo en puntos considerables									x	x	x	x	x	x	x									
Recolección de datos.													x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Procesamiento de datos																	x	x	x	x	x	x	x	x
Análisis e interpretación de datos obtenidos									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Elaboración de informe final																	x	x	x	x	x	x	x	x

3.1.2. Ámbito espacial

El espacio del trabajo de investigación se encuentra conformada por:

La fuente de agua del río Ichu perteneciente a Cuenca Mantaro y la sub cuenca Ichu y la micro cuenca Ichu.

Vertiente del río Ichu:

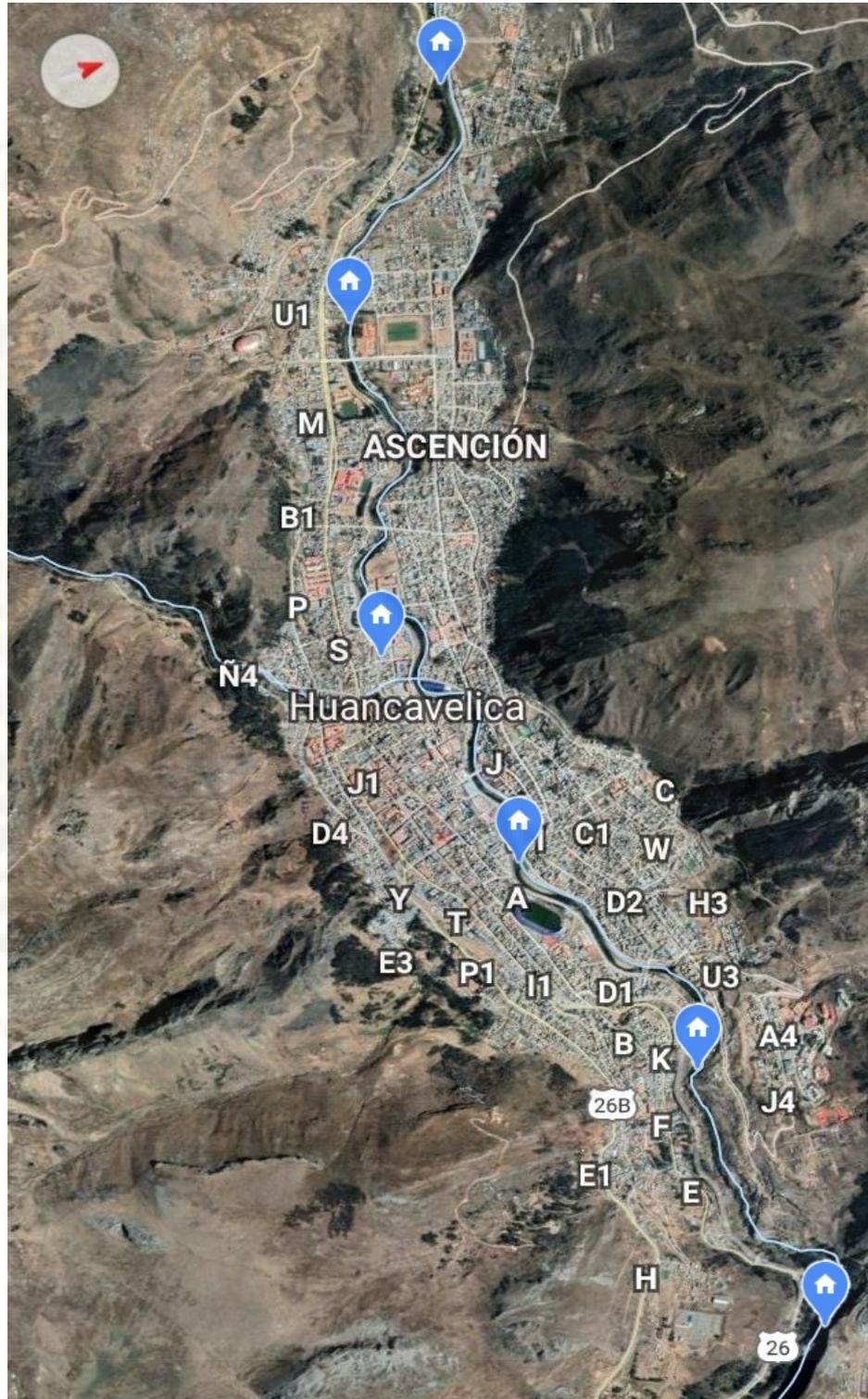
Departamento: Huancavelica

Provincia : Huancavelica

Distrito : Huancavelica

Figura 1

Ubicación del ámbito de estudio Rio Ichu



Fuente: Google Earth Pro.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que utilizamos se ubica dentro del tipo de investigación básica, porque tuvo como propósito establecer leyes y principios referidos al conocimiento. Se manifiesta que las investigaciones básicas tienen como finalidad el mejor conocimiento y comprensión de los fenómenos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

La investigación básica busca el descubrimiento de principios básicos que constituyen punto de apoyo en la solución de alternativas sociales, con el fin de solucionar problemas (Hernández et al., 2010).

3.3. Nivel de investigación

Nivel Descriptivo

La investigación se ubica dentro del nivel de investigación descriptivo debido a que se basa en la descripción de datos, rasgos y características fundamentales de la unidad en estudio o fenómeno en estudio, realizando descripciones detalladas según el objetivo del estudio (Hernández et al., 2010)

3.3.1 Método de investigación

La investigación tuvo un método de investigación general científica ya que el conocimiento que se obtuvo fue a partir de la aplicación de procedimientos detallado y muy riguroso, y como método específico sintético (descriptivo), de un enfoque cuantitativo, donde se realizó una investigación en búsqueda de nuevos conocimientos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014a)

3.3.2 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación presenta un diseño no experimental – de tipo transeccional, según Hernández S., *et al.* (2016), este diseño se realiza para observar las variables.

M ——— O

Donde:

M: Muestra

O: Observación

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población donde se trabajó para la presente investigación fue la cuenca del río Ichu, en la captación principal o bocatoma de EMAPA hasta el puente del Santa Rosa del barrio de Santa Ana (Tres Boas).

3.4.2. Muestra

En la investigación se seleccionó 12 litros en los 6 puntos de monitoreo, considerando como muestra toda la parte del río Ichu.

Cada punto de monitoreo se utilizó en los puntos de muestreo o monitoreo se consideró de acuerdo a los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional del Agua (Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA).

3.4.3. Muestreo

Para la recolección de las muestras se utilizó la técnica no probabilística de tipo por conveniencia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014b)

La técnica aplicada es no probabilística de tipo por conveniencia ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con el propósito y decisión del investigador.

3.5. Instrumentos y técnicas para recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas principales que se utilizó en la recolección de datos fueron a través la experimentación y observación en época de avenida en el río Ichu con los instrumentos como el equipo espectrofotómetro de UV, también se hizo el uso del multiparámetro para la medición de

temperatura y pH. Dichos equipos cumplen con tres requisitos esenciales, confiabilidad, validez y objetividad según lo afirma Hernández (2014).

Equipos

- Multiparámetro
- Gps
- Micropipeta
- Espectrofotómetro de UV
- Estufa of-300
- Equipo de baño maría (ultrasonido)
- Equipo generador de agua ultra pura
- Equipo generador de agua destilada
- Balanza analítica

Materiales

- Matraz de 250 ml
- Fiola de 1000 ml
- Vaso precipitado de 100, 250 ml y 500 ml
- Bagueta
- Crisol de 50 ml
- Balón de 500 ml
- Pipeta de 1 ml y 5 ml
- bureta

Figura 2

Instrumentos utilizados en el proceso de monitoreo GPS y pH



Figura 3

Materiales utilizados (Cooler, Frascos) para los monitoreos realizados



3.5.2. Instrumento de recolección de datos en campo

- Ubicación de los puntos de monitoreo.

Se identificó y selecciono 6 puntos de monitoreo a lo largo del rio ichu en la zona urbana en época de avenida (P-1 a P-6):

- El primer punto de referencia se ubica en la captación de agua potable EMAPA – HVCA.
- El segundo punto fue identificado en el agua abajo por el camal municipal (CEPROFOVAC).
- El tercer punto se encuentra a la altura de complejo deportivo (Pucarumi), El cuarto punto se ubicó en las orillas del mercado de abasto. El quinto punto se encuentra en las inmediaciones del estadio de Santa Ana. El sexto punto se ubica cerca de las tres boas.

Los puntos de monitoreo fueron identificados en base al “**Protocolo de Monitoreo de Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Área de Protección de los Recursos Hídricos- DIGESA**”,

Figura 4

Ubicación de los puntos de monitoreo en el rio Ichu



- Al realizar el muestreo el punto aguas arriba estará ubicado lo suficientemente distante para asegurarse que no exista influencia de la descarga de un efluente líquido que pudiera influir en las características de la calidad del agua.
- Debe ubicarse dos puntos de muestreo, aguas arriba y aguas abajo. Estos puntos permitirán determinar la calidad del recurso y si la descarga de efluentes líquidos de las actividades productivas contribuye a la contaminación de los cuerpos receptores y en qué nivel están afectando.
- El punto de muestreo aguas abajo debe estar en el punto en el que la descarga se haya mezclado completamente con el agua receptora dependiendo del caudal de la misma, 100 m aguas abajo aproximadamente.

- **Identificación de los puntos de monitoreo**

Determinación de los puntos de monitoreo, El monitoreo se llevó a cabo con un Sistema de Posicionamiento Satelital GPS el cual nos ayudó a registrar las coordenadas UTM y un flexómetro para la ubicación de los puntos de muestreo.

Tabla 4

Ubicación Geográfica Puntos de monitoreo (P-1 a P-6)

Puntos de monitoreo	Coordenadas	Referencia Geográfica
PM-1	Latitud: 12°48'11.13" S Longitud: 75° 2'53.33" O	Punto de referencia, captación de agua potable de EMAPA-HVCA.
PM-2	Latitud: 12°46'24.67" S Longitud: 75° 1'11.34" O	Aguas abajo (200 metros) del camal municipal (CEPROFOVAC)
PM-3	Latitud: 12°46'43.43" S Longitud: 74°59'38.49" O	Altura del Complejo deportivo Pucarumi Huancavelica (Pucarumi)
PM-4	Latitud: 12°47'13.03" S	Mercado de Abastos.

	Longitud: 74°58'46.48" O	
PM-5	Latitud: 12°46'54.11" S	Detrás del estadio de Santa Ana
	Longitud: 74°57'52.48" O	
PM-6	Latitud: 12°47'3.56" S	Las tres boas.
	Longitud: 74°56'25.67" O	

Fuente: elaboración propia

3.5.3. Recolección de muestra de agua

Rotulamos e identificamos cada frasco con las etiquetas y se registró en la ficha de muestreo.

Las muestras fueron colocadas en tres monitoreos; monitoreo 1 lo realizamos la segunda semana del mes de diciembre del 2019, el segundo monitoreo se realizó la primera semana de enero del año 2020 del (P-1 a P-6) y en el tercer monitoreo colectamos las muestras entre el (P-1 a P-6) la última semana de enero del 2020.

Se colocó en el cooler para su preservación hasta el traslado al laboratorio para colocarlo en el refrigerador a 4° C. Las muestras solo se usaron durante 24 horas después de recolectada.

Figura 5

Recolección de las muestras de agua del rio Ichu



A. Recojo de muestra del P-1

Las condiciones en las cuales se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-1 ubicado en la captación de agua potable de (EMAPA)

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litro.

Figura 6

Recojo de muestra P - 1



B. Recojo de muestra del P-2

Las condiciones en las cuales se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-2 ubicado en el camal municipal (CEPROFOVAC)

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litro.

Figura 7

Recojo de muestra P - 2



C. Recojo de muestra del P-3

La condiciones en las cuales se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-3 ubicado en la altura del complejo de (Pucarumi)

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litro.

Figura 8

Recojo de muestra P - 3



D. Recojo de muestra del P-4

Las condiciones en las que se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-4 ubicado en inmediaciones del mercado de abastos.

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litros.

Figura 9

Recojo de muestra P - 4



E. Recojo de muestra del P-5

Las condiciones en las cuales se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-5 ubicado en inmediaciones del estadio de Santa Ana

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litros.

Figura 10

Recojo de muestra P - 5



F. Recojo de muestra del P-6

Las condiciones en las cuales se realizó la toma de muestra

Realizamos 3 recolecciones de muestra de agua contaminada en punto P-6 ubicado en la desembocadura de las tres boas

En la primera visita a campo recolectamos una muestra de agua contaminada de 1 litros.

Figura 11

Recojo de muestra P - 6



3.5.4. Proceso químico de las muestras del P-1 a P-6

Método Fotométrico para determinar el fosfato

A. Principio

El fósforo presente en forma de fosfatos en el agua, reacciona con el reactivo llamado molibdato de amonio y metavanadato de amonio lo cual origina un compuesto de color amarillo denominado fosfomolibdovanadato de amonio. La cantidad de compuesto formada es directamente proporcional a la cantidad de fósforo presente en la muestra. La medición de la cantidad de fosfomolibdovanadato formado se mide en un espectrofotómetro calibrado a una longitud de onda de 400 nanómetros.

B. Preparación de reactivos

➤ Molibdovanadato:

Disolver 10 g de NH_4 molibdato $4\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua caliente. Enfriar, disolver 0.5 g de metavanadato de NH_4 en 62.5 ml de agua caliente; enfriar y adicionar 62.5 ml de HClO_4 al 70%. Gradualmente adicionar el sol. De molibdato a la solución de metavanadato agitando constantemente y diluir en 1lt.

➤ Solución estándar de fosforo.

a) solución stock (2000ppm), disolver 4.394 g de KHPO_4 en agua y diluir en 500 ml de agua.

b) solución de trabajo (100 ppm), diluir 50 ml de solución stock a 1 lt.

➤ Solución de ácido clorhídrico (1:3).

Se prepara a una razón de (1:3) a concentración de 25% de Ácido clorhídrico, en 75 ml de agua adicionar 25 ml de ácido clorhídrico.

Figura 12

Proceso de preparación de reactivos



C. Pre tratamiento

Dejar enfriar el vaso precipitado con muestra digerida, hasta que sea manipulable.

Transfiera el contenido del vaso de precipitados a un matraz volumétrico de 100 ml, lave los residuos del vaso 3 veces con agua destilada (usando 15 ml cada vez) depositando los lavados en el matraz volumétrico.

Afore el matraz volumétrico hasta 100 ml usando agua destilada. Deje enfriar y en caso de que sea necesario vuelva a aforarlo con agua destilada.

Filtre el contenido del matraz de 100 ml. a un matraz de 200 ml., utilice un embudo de vidrio sobre el cual se haya colocado un papel filtro Whatman No.40.

Figura 13

Pre tratamiento de las muestras



D. Preparación la curva de estándares:

- Transferir alícuota de la solución de trabajo (100 ppm) a una fiola de 50 ml:

Tabla 5

Alícuota y concentración del estándar

Alícuota- ml	Concentración
0	0 ppm
1	2 ppm
2	4 ppm
3	6 ppm

4	8 ppm
5	10 ppm

Agregue 5 ml. de la solución de molibdovanadato de amonio; afofe la fiola con agua destilada y espere 10 minutos antes de efectuar la lectura.

Figura 14

Pre tratamiento de las muestras

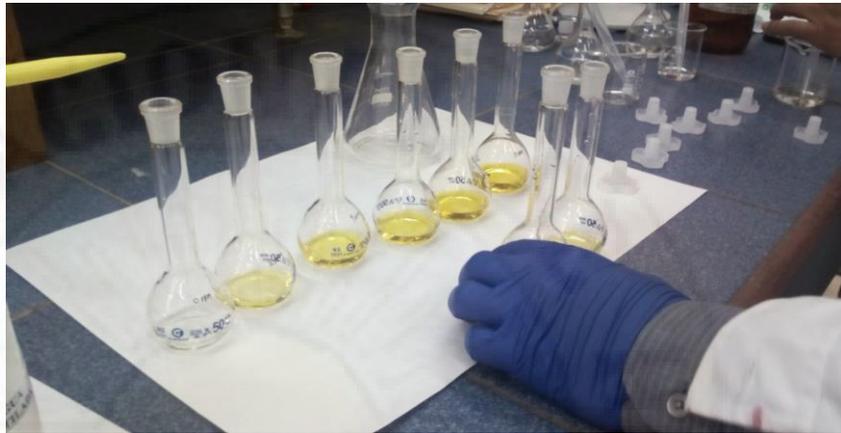


E. Preparación de la muestra a analizar.

- Tome 1 ml de la Muestra digerida con una pipeta volumétrica o micro pipeta y transfíralos a una fiola de 50 ml.
- Agregue 5 ml. de la solución de molibdovanadato de amonio; afofe la fiola con agua destilada y espere 10 minutos antes de efectuar la lectura.

Figura 15

Pre tratamiento de las muestras



F. Lectura en el Espectrofotómetro UV a 400 nm

- Encienda el espectrofotómetro (GENESYS 10uv).
- Ingrese a “TEST”, análisis almacenados, seleccione cualquiera de los análisis, edite sobre este análisis su nombre de su próximo análisis, luego seleccione el Método Lineal a una longitud de onda de 400 nm por absorbancia con 6 estándares.
- Presione editar estándar y edítalos,
- Presione correr estándares y córralos cada estándar (en orden de Blanco - estándar) utilice papel TISSUE de alta calidad (Libre de expulsión de Polvillos) para secar las Cubetas de cuarzo.
- Presione gráfico y fíjese el coeficiente de correlación (debe estar en 0.9996. como mínimo), presione analizar muestras.

Figura 16

Pre tratamiento de las muestras



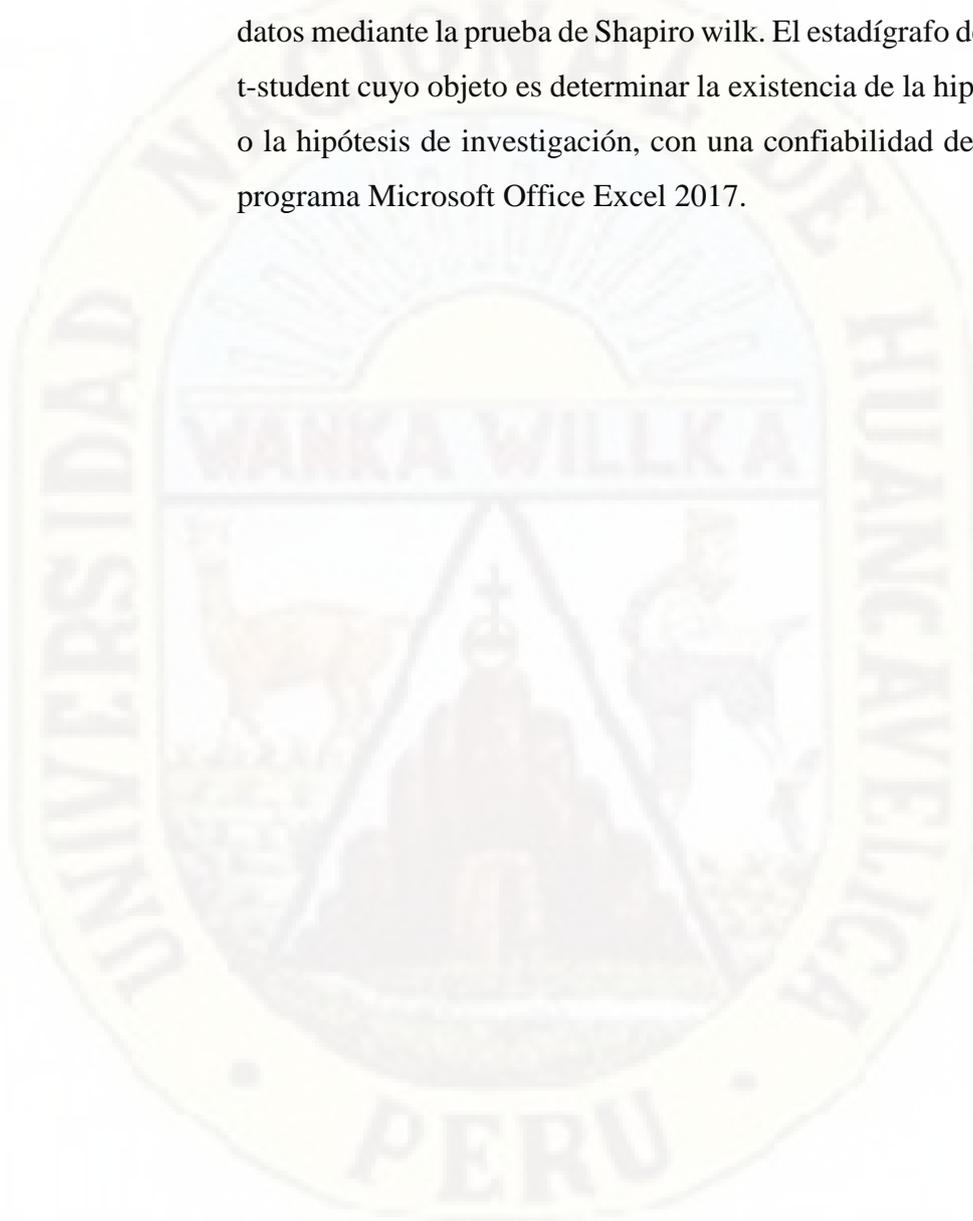
3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

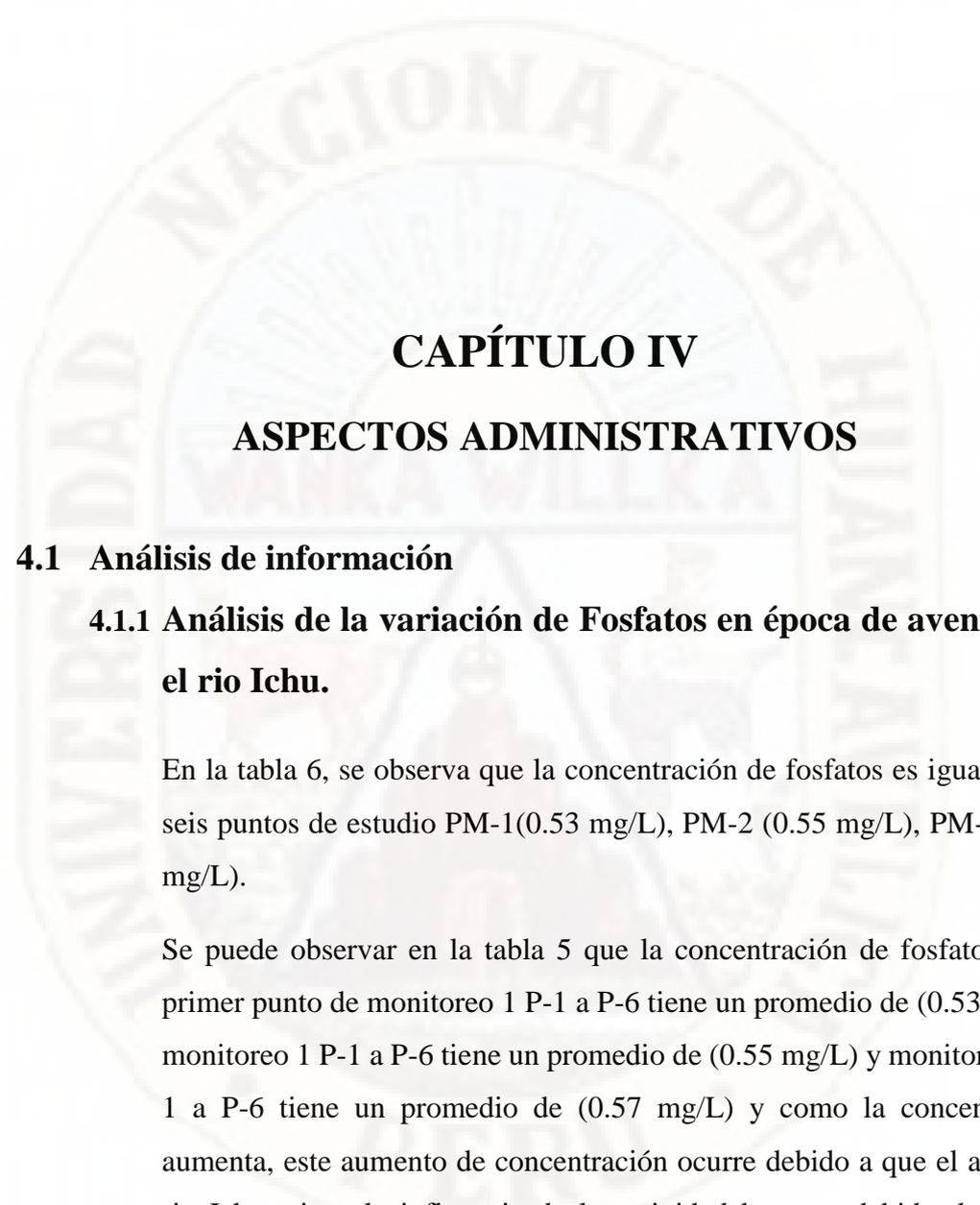
3.6.1. Técnica

Se presentó la estadística descriptiva de los datos y se empleó la estadística descriptiva de los parámetros químicos del agua, desarrollando tablas de contingencia y gráficos de barras para explicar los datos obtenidos medidas de tendencia central, dispersión y asimetría.

3.6.2. Procesamiento

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.4 donde se realizó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro wilk. El estadígrafo de la Prueba t-student cuyo objeto es determinar la existencia de la hipótesis nula o la hipótesis de investigación, con una confiabilidad de 95%. y el programa Microsoft Office Excel 2017.





CAPÍTULO IV

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Análisis de información

4.1.1 Análisis de la variación de Fosfatos en época de avenida en el rio Ichu.

En la tabla 6, se observa que la concentración de fosfatos es igual en los seis puntos de estudio PM-1(0.53 mg/L), PM-2 (0.55 mg/L), PM-3 (0.57 mg/L).

Se puede observar en la tabla 5 que la concentración de fosfatos en el primer punto de monitoreo 1 P-1 a P-6 tiene un promedio de (0.53 mg/L), monitoreo 1 P-1 a P-6 tiene un promedio de (0.55 mg/L) y monitoreo 1 P-1 a P-6 tiene un promedio de (0.57 mg/L) y como la concentración aumenta, este aumento de concentración ocurre debido a que el agua del rio Ichu tiene la influencia de la actividad humana debido desarrollo urbana y actividades generadas.

Tabla 6*Concentración fosfatos en los Puntos de Monitoreo (P-1 y P-6)*

Fosfatos (mg/LP)				
Monitoreos	Puntos	Fecha	ECA (mg/L)	Concentracion
Monitoreo 1	P-1	15/02/2019	1.0	0.44
	P-2	15/02/2019	1.0	0.48
	P-3	15/02/2019	1.0	0.54
	P-4	15/02/2019	1.0	0.55
	P-5	15/02/2019	1.0	0.58
	P-6	15/02/2019	1.0	0.60
	\bar{X}_M			
Monitoreo 2	P-1	18/03/2019	1.0	0.5
	P-2	18/03/2019	1.0	0.52
	P-3	18/03/2019	1.0	0.54
	P-4	18/03/2019	1.0	0.58
	P-5	18/03/2019	1.0	0.58
	P-6	18/03/2019	1.0	0.59
	\bar{X}_M			
Monitoreo 3	P-1	5/04/2019	1.0	0.54
	P-2	5/04/2019	1.0	0.53
	P-3	5/04/2019	1.0	0.53
	P-4	5/04/2019	1.0	0.59
	P-5	5/04/2019	1.0	0.61
	P-6	5/04/2019	1.0	0.60
	\bar{X}_M			
\bar{X}_T				0.55

4.1.2 Análisis de la concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu.

En tabla 6, se observa que la concentración de nitratos es igual en los seis puntos de estudio PM-1(12.68 mg/L), PM-2 (12.65 mg/L), PM-3 (12.67 mg/L).

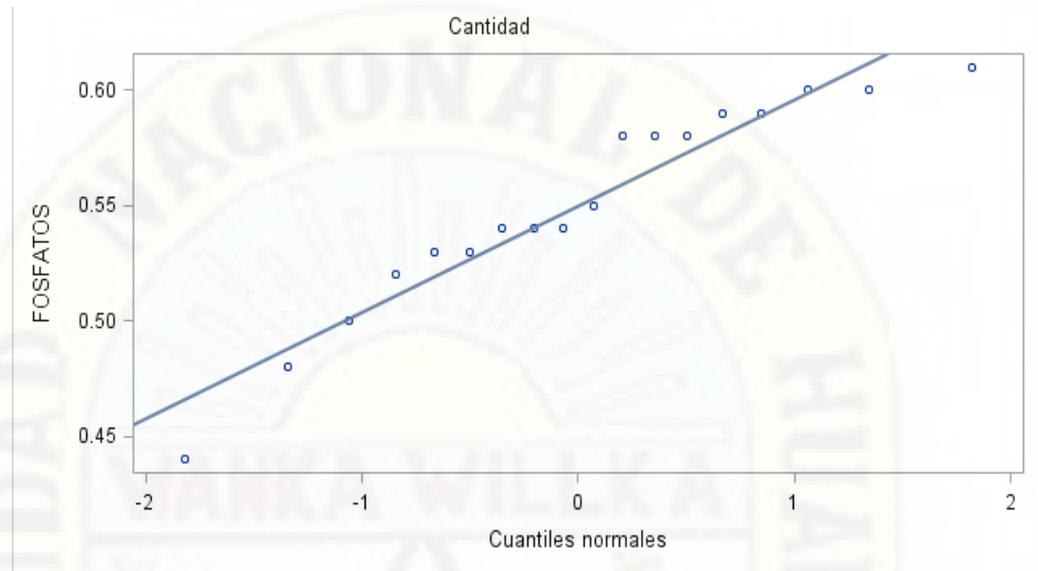
Tabla 7

Concentración nitratos en los Puntos de Monitoreo (P-1 y P-6)

Nitratos (mg/LP)				
Monitoreos	Puntos	Fecha	ECA (mg/L)	Concentracion
Monitoreo 1	P-1	15/02/2019	100	10.7
	P-2	15/02/2019	100	12.1
	P-3	15/02/2019	100	12.5
	P-4	15/02/2019	100	13.2
	P-5	15/02/2019	100	13.5
	P-6	15/02/2019	100	14.1
	\bar{X}_M			12.68
Monitoreo 2	P-1	18/03/2019	100	10.9
	P-2	18/03/2019	100	11.3
	P-3	18/03/2019	100	12.8
	P-4	18/03/2019	100	13.5
	P-5	18/03/2019	100	13.2
	P-6	18/03/2019	100	14.2
	\bar{X}_M			12.65
Monitoreo 3	P-1	5/04/2019	100	10.5
	P-2	5/04/2019	100	11
	P-3	5/04/2019	100	13.4
	P-4	5/04/2019	100	13.6
	P-5	5/04/2019	100	13.7
	P-6	5/04/2019	100	13.8
	\bar{X}_M			12.67
	\bar{X}_T			12.67

Figura 17

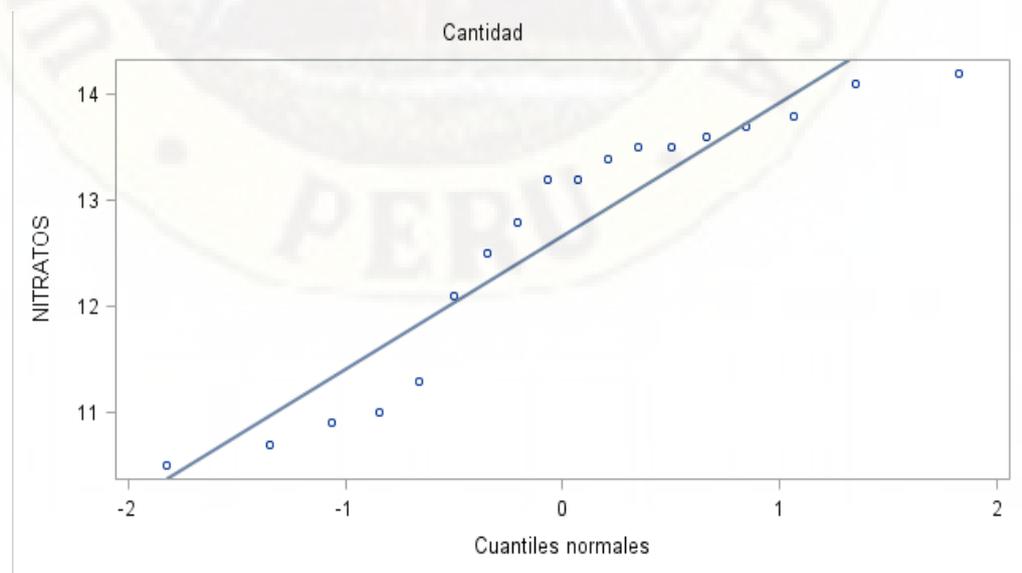
Concentración de fosfatos (P-1 al P-6)



Se puede observar en la figura 17 que la concentración fosfatos del primer monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 0.53 mg/L el segundo monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 0.55 mg/L y el tercer monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 0.57 mg/L.

Figura 18

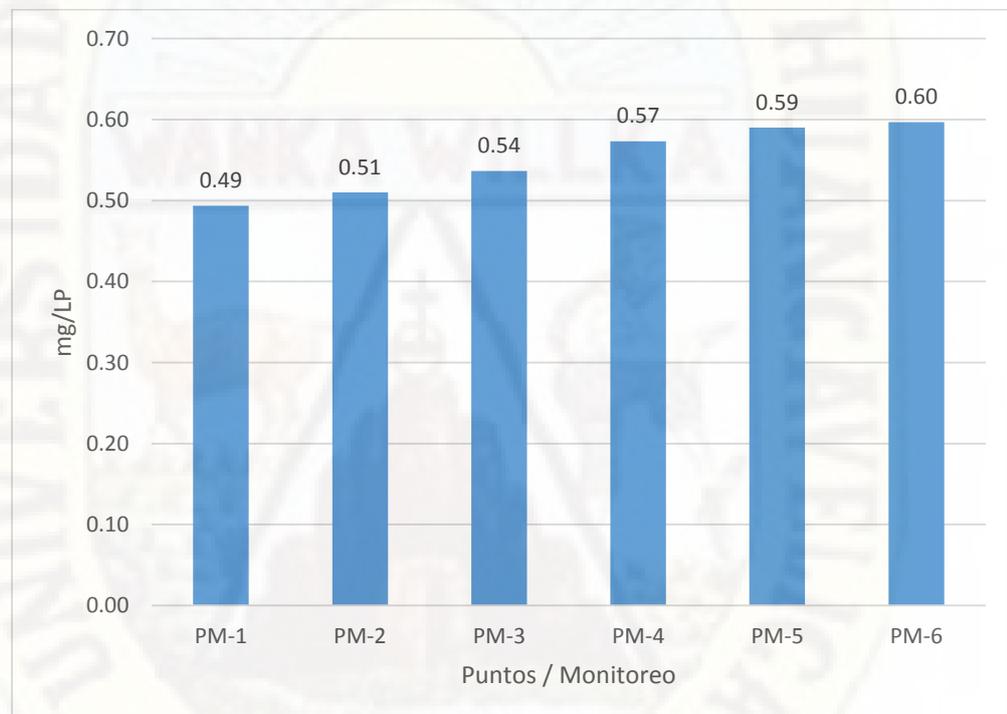
Concentración de nitratos (P-1 al P-6)



Se puede observar en la figura 18 que la concentración nitratos del primer monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 12.68 mg/L el segundo monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 12.65 mg/L y el tercer monitoreo (P-1 al P- 6) tiene un promedio de 12.67 mg/L.

Figura 19

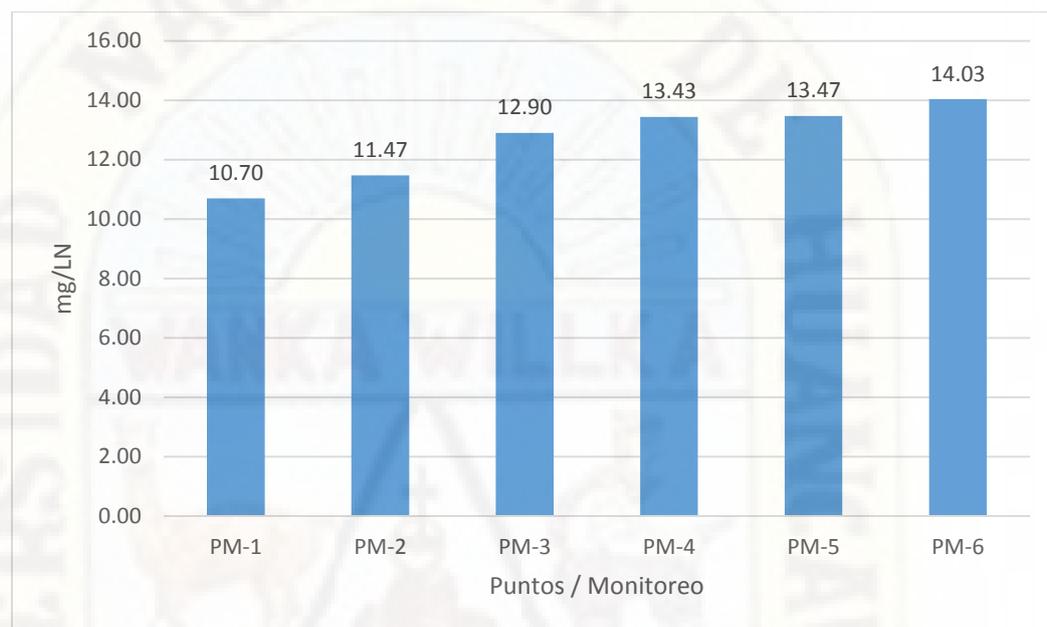
Concentración de fosfatos (P-1 al P-6)



Se observa en la figura 19 que la concentración fosfatos del punto P-1 tiene un promedio de 0.49 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 0.51 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 0.54 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 0.57 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 0.59 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 0.60 mg/L

Figura 20

Concentración de nitratos (P-1 al P-6)



Se observa en la figura 20 que la concentración nitratos del punto P-1 tiene un promedio de 10.70 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 11.47 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 12.90 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 13.43 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 13.47 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 14.03 mg/L

4.2 Prueba de hipótesis

La contrastación de hipótesis se resume a 8 pasos y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

1. Realizar el test de normalidad
2. Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
3. Escoger un nivel de significancia o riesgo α .
4. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado.
5. Establecer la región crítica.
6. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño "n".
7. Rechazar la hipótesis nula (H_0) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar)= en el otro caso.

A. Test de normalidad

✚ Test de normalidad fosfatos en el rio Ichu época de avenida

Tabla 8

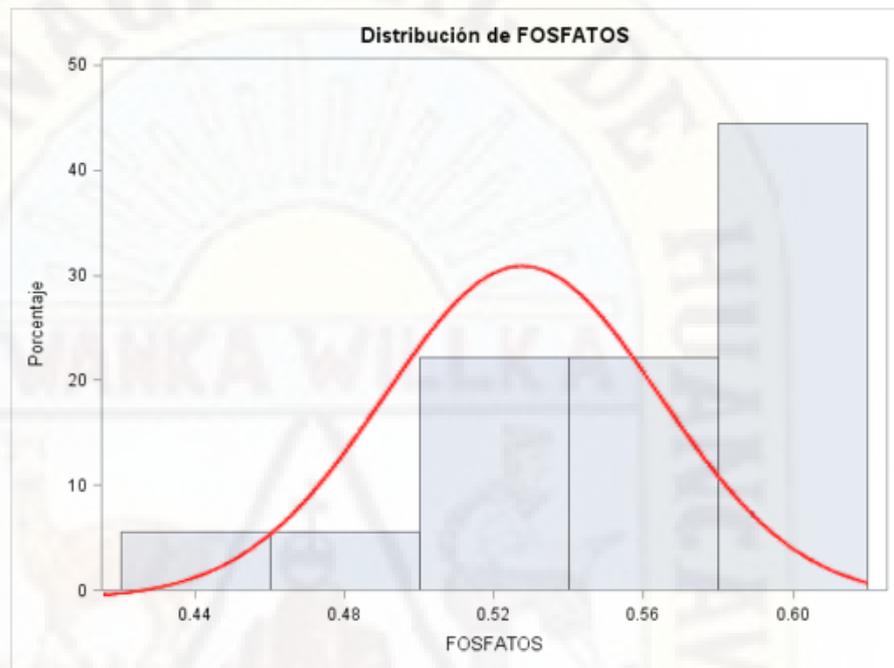
Test de normalidad para fosfatos en el rio Ichu época de avenida

Test para normalidad			
Test	Estadístico		p valor
Shapiro-Wilk	W	0.928306	Pr < W 0.1813

Se realizó el test de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk en cual resultó que los datos de fosfatos en el rio Ichu época de avenida muestran un comportamiento normal.

Figura 21

Distribución normal de los datos de fosfatos



Test de normalidad de fosfatos en el río Ichu época de avenida con cuartiles normales.

En la figura N° 21 se observa que los datos en términos de fosfatos en el río Ichu época de avenida presentan normalidad respecto a la media.

✚ Test de normalidad nitratos en el río Ichu época de avenida

Tabla 9

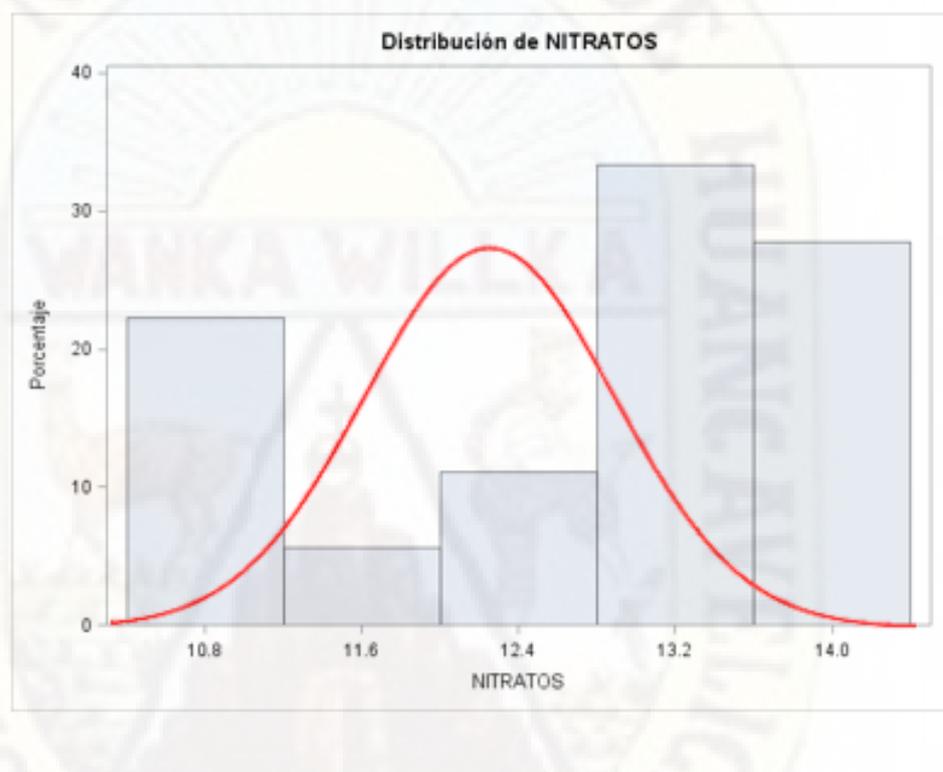
Test de normalidad para nitratos en el río Ichu época de avenida

Test para normalidad			
Test	Estadístico	p valor	
Shapiro-Wilk	W 0.876039	Pr < W	0.2244

Se realizó el test de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk en cual resultó que los datos de nitratos en el río Ichu época de avenida muestran un comportamiento normal.

Figura 22

Distribución normal de los datos de nitratos



Test de normalidad de nitratos en el río Ichu época de avenida con cuartiles normales.

En la figura N° 22 se observa que los datos en términos nitratos en el río Ichu época de avenida presentan normalidad respecto a la media.

B. Formulación de hipótesis estadísticas para la hipótesis.

Fosfatos

Ho: La concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica supera el ECA

$$\mu \geq 1 \text{ mg/L}$$

Ha: La concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA

$$\mu \leq 1 \text{ mg/L}$$

Nitratos

Ho: La concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica supera el ECA

$$\mu \geq 100 \text{ mg/L}$$

Ha: La concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA

$$\mu \leq 100 \text{ mg/L}$$

C. Nivel de significación

El presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5 %; es decir $\alpha=0.05$, y con un grado de confianza de 95 %, es decir con $1 - \alpha=0.95$

D. Estadístico de prueba

El estadístico de prueba utilizado fue el “T de Student” que es una prueba estadística para analizar contraste de un grupo en cuanto a sus medias y varianzas.

E. Valor crítico y regla de decisión

Para la prueba de una cola con $\alpha=0.05$ en la tabla de T tenemos los valores críticos de T α, V_1, V_2 .

$$T_{\text{tabla}}=1/6= 1.9432$$

$T_{\text{cal}} \leq$ que el valor del T de la tabla se acepta la hipótesis nula

$T_{cal} \geq$ que el valor del T de la tabla se rechaza la hipótesis nula.

F. Cálculo de los estadígrafos de prueba

✚ Análisis de la prueba de T de Student fosfatos en el río Ichu época de avenida

Se realizó la prueba de T de Student para la dimensión fosfatos en el río Ichu época de avenida.

Tabla 10

Resumen de la prueba de T de Student

Fuentes	Tests para posición: $\mu_0=0$		
	Estadístico		P valor
Parámetros	t	50.7074	$Pr > t $ <.0001
Signo	M	1.01	$Pr \geq M $ <.0001
C V (%)		2.36	

Nota: F = Valor de T de Student; Parámetros valor T pruebas de T de Student.

Reemplazando los datos en la siguiente fórmula de la prueba de T de Student se obtiene:

$$T - cal = \frac{x - \mu}{S\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

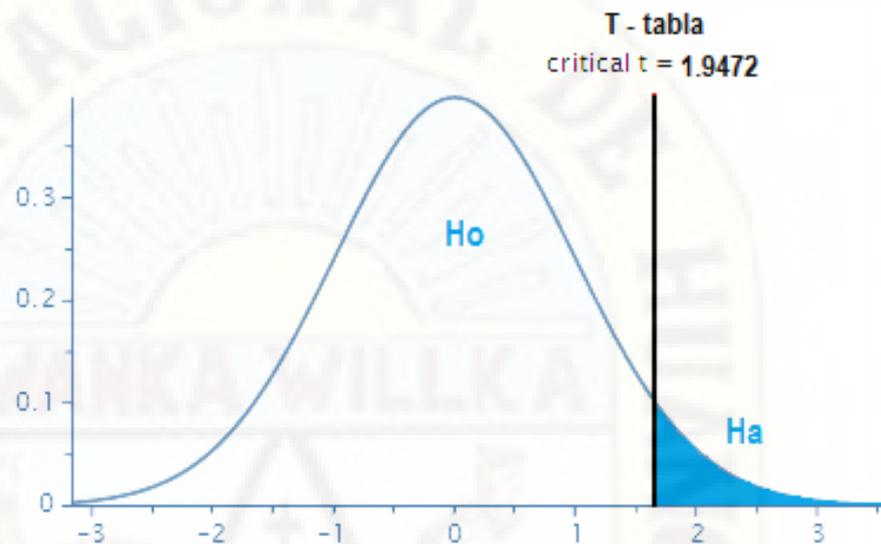
μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 23

Valor crítico de los datos de fosfatos



Valores “T” calculado para aceptar o rechazar la hipótesis nula

Nota: Vc= valor crítico; Ho= Hipótesis nula.

En el Tabla N° 15, Mi valor T calculado es igual a 50.70 > que el valor de T de la tabla que es igual 1.9432

✚ Análisis de la prueba de T de Student nitratos en el río Ichu época de avenida

Se realizó la prueba de T de Student para la dimensión nitratos en el río Ichu época de avenida.

Tabla 11

Resumen de la prueba de T de Student

Fuentes	Tests para posición: $\mu_0=0$			
	Estadístico			P valor
Parámetros	t	42.78521	Pr > t	<.0001
Signo	M	9	Pr >= M	<.0001
C V (%)		2.36		

Nota: F = Valor de T de Student; GL = grados libertad Parámetros valor T pruebas de T de Student.

Reemplazando los datos en la siguiente formula de la prueba de T de Student se obtiene:

$$T - \text{cal} = \frac{x - \mu}{S\sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

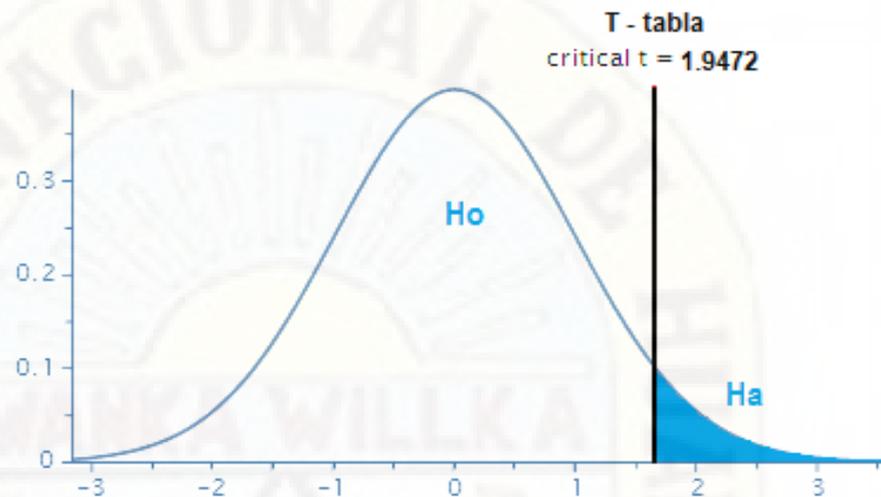
μ = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

Figura 24

Valor crítico de los datos de nitratos



Valores “T” calculado para aceptar o rechazar la hipótesis nula

Nota: Vc= valor critico; Ho= Hipótesis nula.

En el Tabla N° 15, Mi valor T calculado es igual a 42.78 > que el valor de T de la tabla que es igual 1.9472

G. Decisión estadística

Fosfatos

Rechazo la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha):
Debido a que la concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA 1 mg/L

Nitratos

Rechazo la hipótesis nula (Ho) y acepto la hipótesis alterna (Ha):
La concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica no supera el ECA de 100 mg/L, para validar el grado de significancia estadística un alfa de 0.05 %.

4.3 Discusión de resultados

En relación al primer objetivo se presenta los valores de fosfato en época de avenida en el río Ichu se encuentran con valores de se observa la concentración fosfatos del punto P-1 tiene un promedio de 0.49 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 0.51 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 0.54 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 0.57 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 0.59 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 0.60 mg/L en los seis puntos de estudio; estando estos valores fuera del valor exigido por los ECAs, que es 0,1 mg/L. Según PREQB (2004), menciona que el fosfato total es una medida de todas las formas de fosfatos existentes y es utilizado extensivamente en fertilizantes y en otros químicos, por lo que puede ser hallado con concentraciones altas en áreas de actividad agrícola, habiéndose observado en la zona de estudio plantaciones de distintas especies, las cuales podrían ser los principales motivos de la elevada concentración de fósforo. Podemos citar a (Saez, 2019), donde determinaron los fosfatos y nitratos en el río Ichu, en el trabajo titulado “Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica” tuvo como objetivo determinar la concentración de nitratos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica, así mismo determinar la concentración de fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica y comparar la concentración de nitratos y fosfatos con los estándares de calidad ambiental (ECA) – Agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) donde se observa que obtuvo una media de 0.533 mg/l en relación a los fosfatos ligeramente superior a nuestro valor reportado difieren presumiblemente debido a época. También se puede citar (Vinelli, 2012) realizó un “estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc” se observa valores muy altos de 300 mg/L de fosfatos debido a que se obtuvieron de un pozo en un área de actividad agrícola intensa presenta niveles de ortofosfato mayores durante el segundo muestreo, lo que muestra la relación directa actividad agrícola-calidad de agua.

En relación al parámetro fosfato mencionamos también a (Teves, 2016) quien realizó el “Estudio físico químico de la calidad del agua del río Caca región Lima” obtuvieron que en el río Paluche, uno de los contribuyentes del río Caca, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L) comparando con nuestro resultado también concluimos que existe riesgo ambiental en estos valores.

Se reporta también la concentración de los nitratos del agua de río Ichu en época de avenida, en función de los puntos de muestreo, se observa que la concentración de nitratos en los seis puntos de estudio con valores de en Se observa en la figura 23 que la concentración nitratos del punto P-1 tiene un promedio de 10.70 mg/L, el punto P-2 tiene un promedio de 11.47 mg/L, el punto P-3 tiene un promedio de 12.90 mg/L, el punto P-4 tiene un promedio de 13.43 mg/L, el punto P-5 tiene un promedio de 13.47 mg/L y por último el punto P-6 tiene un promedio de 14.03 mg/L, que están debajo de los límites permisibles que es de 50 mg/L (D.S. N° 004-2017-MINAM (El Peruano, 2017), en los puntos muestreados, demostrándose que el agua no ha recibido adiciones por fuentes externas como actividades ganadera, coincidiendo con PREQB (2004) en que los nitratos a niveles bajos no son peligrosos generalmente para niños menores, sin la probabilidad de presentar la metahemoglobinemia, y además que la concentración de nitratos en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja por el intercambio de iones, pero puede llegar a ser altas por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares. Se menciona también a (Saez, 2019), donde también obtuvo valores de nitratos se obtuvo en época de estiaje en el río Ichu presentó una media de 13.53 valores similares presumiblemente a que se obtuvieron en la misma micro cuenca.

(Cavero & Ibañez, 2011), en relación al parámetro nitrato se observa el informe de investigación titulado “Determinación de la Concentración de Nitritos y Nitratos en Aguas Subterráneas Impactadas por la Minería Artesanal en el Cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010” obtuvieron rangos de 50

mg/l por lo que la presencia de estos iones en concentraciones elevadas acarrearán una fuente de contaminación ambiental y de salud.



Conclusiones

- La concentración de fosfatos y nitratos presenta una calidad regular debido a que el agua del río Ichu se encuentra dentro del ECA pero presenta contaminación urbana.
- Los valores de fosfato en época de avenida en el río Ichu se encuentran con valores que se observa la concentración fosfatos tiene un promedio de 0.55 mg/L fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica, no supera el 1 mg/L de ECA.
- La concentración de los nitratos del agua de río Ichu en época de avenida, en función de los puntos de muestreo (PM-1 a PM-6), se observa que la concentración de nitratos en los seis puntos de estudio con valores en la concentración nitratos tiene un promedio de 12.67 mg/L nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica, no supera 100 mg/L de ECA.

Recomendaciones

El conocimiento de la época de lluvia no es suficiente se necesita reportes en época seca para conocer el comportamiento de los nitratos y fosfatos.

Se necesita poder analizar mayor cantidad de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que permitan poder comprender el comportamiento del río Ichu.

Se debe analizar en cuencas donde hay mayor importancia biológica y económica

Se debe implementar mecanismos ambientales para reducir la contaminación de nitratos debido a que superan los ECAS.

Existe una naturaleza de contaminación de los nitratos por lo que su importancia en el agua superficiales de de mucha importancia poder conocer

Existe un comportamiento de acumulación de los fosfatos los cuales según época, según actividad del área urbana se modifica.

Referencias Bibliográficas

- Amado, A. J., Amado, A. J., Rubiños, P. E., Reyes, G. F., Alarcón, C. J., & E, H. A. (2006). *Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y predicción. Revista Internacional de Botánica experimental. 75: 71 – 83.*
- ANA. (2016). *Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hidricos. Lima, Peru.*
- Arias, E. (1995). *Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Primera ed. Lima.*
- Arumi, J., Nuñez, J., Salgado, L., & Claret, M. (2006). *Evaluacion del riesgo de contaminacion con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en chile.*
- Barrenechea, M. A. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. p. 1-56.*
- Bethemont, J. (1980). *Geografía de la Utilización de las Aguas Continentales. Barcelona, España. 179 -209 p.p.*
- Blancas, C., & Hervás, E. (2001). *Contaminacion de las aguas por nitratos y efectos sobre la salud.*
- Canter, L. (2000). *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Universidad de Oklahoma. Mc Graw Hill. Inc. US. 835 p.*
- Cavero, M., & Ibañez, M. (2011). *Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010. trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, Escuela Academico Profesional De Fa.*
- Chuquimboques, J., Vergara, J., & Mendoza, J. (2019). *Optimización de la remoción simultánea de nitrato, nitrito, amonio y fosfato de aguas*

residuales municipales.

- Contreras, K., Corti, M., De Sousa, J., & Durán, M. (2008). *El agua un recurso para preservar Medicina Fd*, editor. Merida: Universidad de los Andes.
- Cuellar, J., Flores, R., & Delgado, M. (2014). *Niveles de contaminantes que afectan la calidad de aguas del rio Huaura. Acceso Libre a Informacion Cientifica para la Innovacion.*
- Custodio, V., & Pantoja, E. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Revista Apuntes de ciencia & sociedad.* 02(02): 130-137.
- DIGESA. (2008). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Área de Protección de los Recursos Hídricos, MINISTERIO DE SALUD.*
- García, F., Torres, J., & Vergara, S. (2011). *Calidad Ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú. Sciendo. p. 9-10.*
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigacion.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación (Quinta ed.). Ciudad de México D.F, México: Mc Graw-Hill.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014a). *Metodología de la investigación (Sexta).* México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014b). *Metodología de la investigación (Sexta).* México.
- Liguang, L., Zhenli, H., Zhigang, L., Suli, L., Yongshan, W., & Peter, S. (2017). *Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida. Chemosphere. enero p. 9.*

- Macedo, A. (2018). *Evaluación de la capacidad de remoción de nitratos y fosfatos de la microalga, Desmodesmus asymmetricus, en aguas residuales de PETAR-TABOADA Callao.*
- Martínez, C. (2010). *Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz. Tesis: trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Veracruz. México. 78 p.*
- Medina, T., Hora, M., Pareda, W., Gabriel, R., & Asencio, I. (2008). *Caracterización físico-química de los ríos de las cuencas perejil, caballo moro y chuyugual, en el alto de Chicama. Trujillo UNd, editor. La libertad: Departamento de Ciencias Biológicas.*
- MINAM, M. del A. P. (2013). Resolución Ministerial 227-2013-MINAM, (1013), 36.
- Mitchell, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). *Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New Mexico, USA. 200p.*
- Munn, C. (2004). *Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.*
- Ocasio, F. (2008). *Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.*
- OMS. (2003). *Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra. 255 p. 2003.*
- Pacheco, J., & Cabrera, A. (2003). *Principales de Nitrogeno de Nitratos en el Aguas Subterráneas. Revista Académica Ingeniería. 7(2): p. 47-54.*
- Rimarachin, P., & Huaranga, F. (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *Sciendo, 18(2), 20–29.*

- Rodríguez, S., Asmundis, C., & Martínez, G. (2016). *Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas.*
- Rodríguez, S., De Asmundis, C., & Martínez, G. (2016). *Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas.*
- Saez, W. (2019). *Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.*
- Seoáñez, M. (1995). *Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*". Colección ingeniería medioambiental.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua- Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U ed. López L, editor. Medellín: Universidad de Medellín.*
- Tafur, R. (2008). *Tesis Universitaria. Editorial Montero. Tercera Edición. Lima Perú.*
- Terán, P. (2003). *Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigía. Mérida-Venezuela.*
- Teves, B. (2016). *Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima.*
- Vargas, I. (2004). *Tratamiento de Agua para Consumo Humano - Plantas de Filtración Rápida Lima: CEPIS/OPS.*
- Vasquez, M. (2015). *Evaluación de la calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca, Pampas, Pallasca. Ancash. Perú.*
- Vinelli, R. (2012). *Tesis titulada Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc. Pontificia Universidad*

Catolica del Peru.

- Vinicio, D., & Alexandra, S. (2013). *Salinidad, Fosfatos, Nitratos y problemas de infiltración En las aguas de irrigación del cantón Milagro, Ecuador.*
- Water, B. (2012). *Recursos para Agricultores – Nitrato en el agua.*
- Yao, G., Zhigang, Y., Qingzhen, Y., Hongtao, C., Tiezhu, M., & Jiaqiang, T. (2015). *Seasonal Variation and Sources of Dissolved Nutrients in the Yellow River, China. Environmental Research and Public Health.*
- Yingrong, W., Gerrit, S., & Giesen, N. (2017). *Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Reports.*
- Rubiños, P. E., Reyes, G. F., Alarcón, C. J., Hernández A. E. (2006). Índice de calidad Amado, A. J., Rubiños, P. E., Reyes, G. F., Alarcón, C. J., & E, H. A. (2006). *Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y predicción. Revista Internacional de Botánica experimental. 75: 71 – 83.*
- ANA. (2016). *Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hidricos. Lima, Peru.*
- Arias, E. (1995). *Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Primera ed. Lima.*
- Arumi, J., Nuñez, J., Salgado, L., & Claret, M. (2006). *Evaluacion del riesgo de contaminacion con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en chile.*
- Barrenechea, M. A. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. p. 1-56.*
- Bethemont, J. (1980). *Geografía de la Utilización de las Aguas Continentales. Barcelona, España. 179 -209 p.p.*
- Blancas, C., & Hervás, E. (2001). *Contaminacion de las aguas por nitratos y*

efectos sobre la salud.

- Canter, L. (2000). *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Universidad de Oklahoma. McGraw Hill. Inc. US. 835 p.*
- Cavero, M., & Ibañez, M. (2011). *Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010. Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, Escuela Académico Profesional De Fa.*
- Chuquimboques, J., Vergara, J., & Mendoza, J. (2019). *Optimización de la remoción simultánea de nitrato, nitrito, amonio y fosfato de aguas residuales municipales.*
- Contreras, K., Corti, M., De Sousa, J., & Durán, M. (2008). *El agua un recurso para preservar Medicina Fd, editor. Merida: Universidad de los Andes.*
- Cuellar, J., Flores, R., & Delgado, M. (2014). *Niveles de contaminantes que afectan la calidad de aguas del río Huaura. Acceso Libre a Información Científica para la Innovación.*
- Custodio, V., & Pantoja, E. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Revista Apuntes de ciencia & sociedad.* 02(02): 130-137.
- DIGESA. (2008). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Área de Protección de los Recursos Hídricos, MINISTERIO DE SALUD.*
- García, F., Torres, J., & Vergara, S. (2011). *Calidad Ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros físicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú. Sciendo. p. 9-10.*
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación.*

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación (Quinta ed.)*. Ciudad de México D.F, México: Mc Graw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014a). *Metodología de la investigación (Sexta)*. México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014b). *Metodología de la investigación (Sexta)*. México.
- Liguang, L., Zhenli, H., Zhigang, L., Suli, L., Yongshan, W., & Peter, S. (2017). *Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida. Chemosphere. enero p. 9.*
- Macedo, A. (2018). *Evaluación de la capacidad de remoción de nitratos y fosfatos de la microalga, Desmodesmus asymmetricus, en aguas residuales de PETAR-TABOADA Callao.*
- Martínez, C. (2010). *Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del río Naolinco, Veracruz. Tesis: trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Veracruz. México. 78 p.*
- Medina, T., Hora, M., Pareda, W., Gabriel, R., & Asencio, I. (2008). *Caracterización físico-química de los ríos de las cuencas perejil, caballo moro y chuyugual, en el alto de Chicama. Trujillo UNd, editor. La libertad: Departamento de Ciencias Biológicas.*
- MINAM, M. del A. P. (2013). Resolución Ministerial 227-2013-MINAM, (1013), 36.
- Mitchell, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). *Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New Mexico, USA. 200p.*
- Munn, C. (2004). *Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.*

- Ocasio, F. (2008). *Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.*
- OMS. (2003). *Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra. 255 p. 2003.*
- Pacheco, J., & Cabrera, A. (2003). *Principales de Nitrogeno de Nitratos en el Aguas Subterráneas. Revista Academica Ingenieria. 7(2): p. 47-54.*
- Rimarachin, P., & Huaranga, F. (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *Sciendo, 18(2), 20–29.*
- Rodríguez, S., Asmundis, C., & Martínez, G. (2016). *Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas.*
- Rodríguez, S., De Asimundis, C., & Martínez, G. (2016). *Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas.*
- Saez, W. (2019). *Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica.*
- Seoáñez, M. (1995). *Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento”. Colección ingeniería medioambiental.*
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua- Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U ed. López L, editor. Medellín: Universidad de Medellín.*
- Tafur, R. (2008). *Tesis Universitaria. Editorial Montero. Tercera Edición. Lima Perú.*
- Terán, P. (2003). *Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigía. Mérida-*

Venezuela.

Teves, B. (2016). *Estudio Fisicoquímico de la Calidad del Agua del Río Cakra, Región Lima.*

Vargas, I. (2004). *Tratamiento de Agua para Consumo Humano - Plantas de Filtración Rápida Lima: CEPIS/OPS.*

Vasquez, M. (2015). *Evaluación de la calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca, Pampas, Pallasca. Ancash. Perú.*

Vinelli, R. (2012). *Tesis titulada Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc. Pontificia Universidad Católica del Perú.*

Vinicio, D., & Alexandra, S. (2013). *Salinidad, Fosfatos, Nitratos y problemas de infiltración En las aguas de irrigación del cantón Milagro, Ecuador.*

Water, B. (2012). *Recursos para Agricultores – Nitrato en el agua.*

Yao, G., Zhigang, Y., Qingzhen, Y., Hongtao, C., Tiezhu, M., & Jiaqiang, T. (2015). *Seasonal Variation and Sources of Dissolved Nutrients in the Yellow River, China. Environmental Research and Public Health.*

Yingrong, W., Gerrit, S., & Giesen, N. (2017). *Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Reports.*

del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y predicción. *Revista Internacional de Botánica experimental.* 75: 71 – 83.

Adesuyi A, Nnodu V, Njoku K, Jolaoso A. Nitrate and Phosphate Pollution in Surface Water of Nwaja Creek, Port Harcourt, Niger Delta, Nigeria. 2015 noviembre.

Arias E. Alcantarillado y Drenaje Pluvial. Primera ed. Lima; 1995.

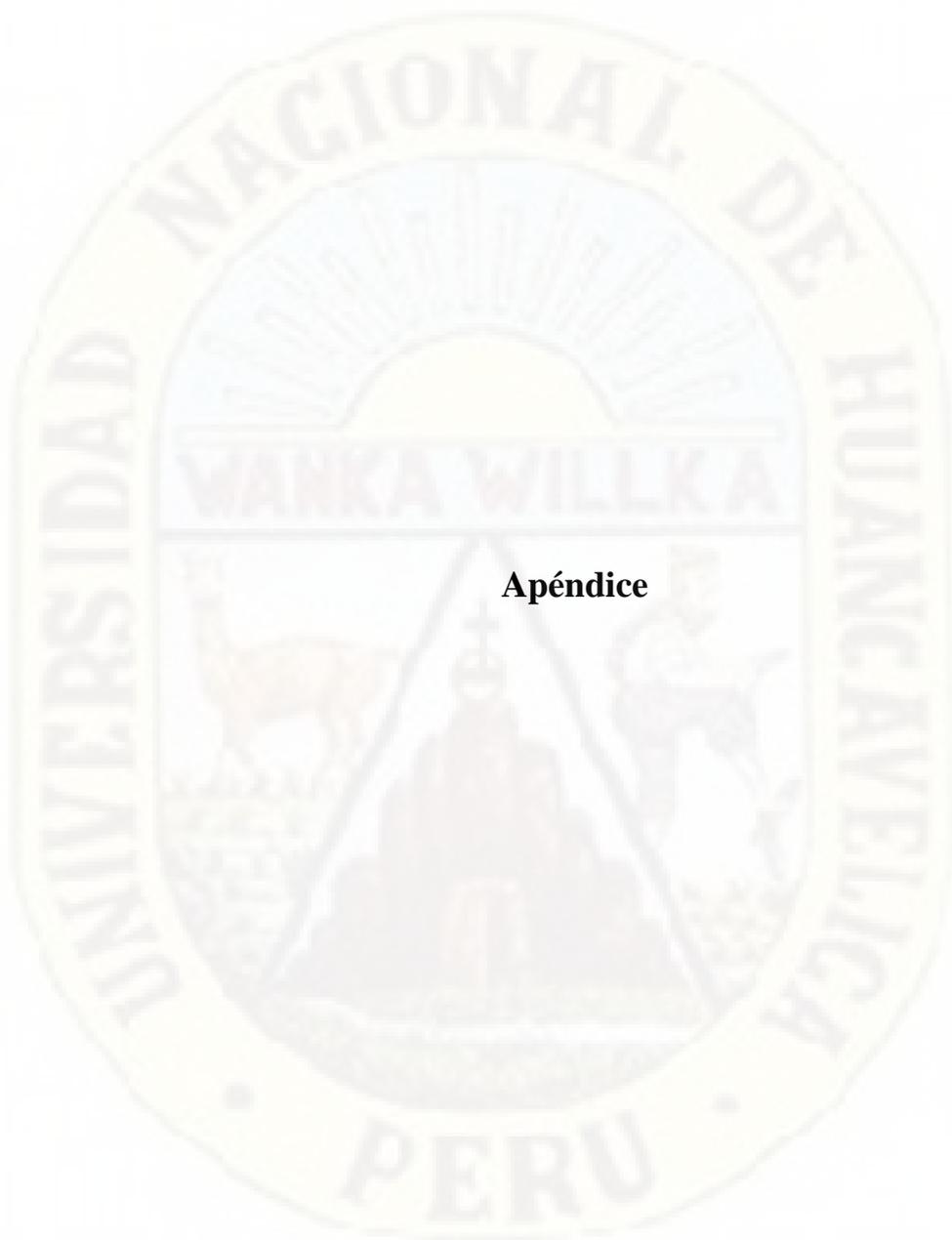
- Ambiente Md. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM - Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua El Peruano Pdl, editor. Lima; 2017.
- Autoridad Nacional del agua – A. 2016. Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hidricos. Lima, Peru.
- Bethemont, J. 1980. Geografía de la Utilización de las Aguas Continentales. Barcelona, España. 179 -209 p.p.
- Barrenechea Martel A. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. En: Tratamiento de agua para consumo humano. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; 2004. p. 1-56.
- Bojorge M, Cantoral E. La importancia ecológica de las algas en los ríos. Mexico;; 2016.
- Candela L., Aureli A. 1998. Agricultural threats to groundwater quality. IHP-UNESCO, IAMAZ-CIHEAM, 251 pp.
- Canter, L. (2000). Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Universidad de Oklahoma. Mc Graw Hill. Inc. US. 835 p.
- Castiella, J.; Perez, C.; Sanz L. 2008. Documento técnico. Contaminación por nitratos en el Acuífero Aluvial del Ebro en Navarra, Dirección Gral. De Medio Ambiente y Agua V.1.0, CRANA (Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra). Pamplona / Iruña.
- Castro, M. 1987. Parámetros Físico-Químicos que influyen en la Calidad y en el Tratamiento del Agua. Trabajos presentados al Curso Taller sobre Control de Calidad Analítica. Lima, CEPIS. p. 1-72.

- Cavero MY, Ibañez MA. Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2010. Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, Escuela Académico Profesional De Farmacia Y Bioquímica; 2011.
- Contreras K, Corti M, De Sousa J, Durán M. El agua un recurso para preservar Medicina Fd, editor. Merida: Universidad de los Andes; 2008.
- Cuellar J, Flores R, Delgado M. Niveles de contaminantes que afectan la calidad de aguas del río Huaura. Acceso Libre a Información Científica para la Innovación. 2014.
- Custodio, V. M. & Pantoja, E. R. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad de agua del río Cunas. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo – Perú. 10 p.
- Diario Correo. Río Ichu, está desprotegido ante la contaminación. Diario el Correo. 2015 Marzo 17.
- Diario Correo. Río Ichu, está desprotegido de la contaminación. Diario el Correo. 2015 Agosto 09.
- Diario Correo. Ichu un río moribundo. Diario el Correo. 2014 Octubre 22.
- Díaz W, Gonzaga B, Contreras N. Determinación del coagulante que permita la máxima remoción de fosfatos en agua cruda del Río Otún. ; 2007.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). (2008). Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, Área de Protección de los Recursos Hídricos, MINISTERIO DE SALUD.

- García FT, Torres J, Vergara SE. calidad Ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú. Sciendo. 2011;; p. 9-10.
- Gonzales A, Oseda D, Ramirez F, Gave J. ¿Como aprender y enseñar investigación científica? Primera ed. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2011.
- Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodologia de la Investigacion. Quinta ed. México: McGraw-hill/Interamericana editores, S.A; 2010.
- Liguang L, Zhenli H, Zhigang L, Suli L, Yongshan W, Peter S. Spatiotemporal change of phosphorous speciation and concentration in stormwater in the St. Lucie Estuary watershed, South Florida. Chemosphere. 2017 enero;; p. 9.
- Lavie, E; Bermejillo, A.; Morábito, J.; Filippini, M.; Salatino, S. 2010. Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. Rev. FCA UNCuyo. Tomo 42. N° 1: 169-184.
- Martínez, C, A. (2010). Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del rio Naolinco, Veracruz. Tesis: trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Veracruz. México. 78 p.
- Medina Tafur C, Hora M, Pareda W, Gabriel R, Asencio I. Caracterizacion fisico-quimica de los rios de kas cuencas perejil, caballo moro y chuyugual, en el alto de chicama. Trujillo UNd, editor. La libertad: Departamento de Ciencias Biologicas; 2008.
- Mendoza, M. (1996). Impacto de la tierra, en la calidad del agua en la microcuenca rio sábalos. Cuenca del rio san juan. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.

- Mitchell, M; Stapp, W; Bixby, K. 1991. Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New Mexico, USA. 200p.
- Moreno, D. Quintero, J. López, A. 2010. Métodos para Identificar, Diagnosticar y Evaluar el Grado de Eutrofia. México D.F., México.
- Munn, CB. 2004. Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.
- Ocasio, F. 2008. Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. San Juan, Puerto Rico.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2003. Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra. 255 p.
- ONU. Organización de las Naciones Unidas (ONU). [Online].; 2014. Available from: [HYPERLINK
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml).
- Pacheco J, Cabrera A. Fuentes Principales de Nitrogeno de Nitratos en el Aguas Subterranas. Revista Academica Ingenieria. 2003; 7(2): p. 47-54.
- Rodríguez S, De Asmundis C, Martinez G. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. 2016.
- Seoáñez, M. (1995). “Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento”. Colección ingeniería medioambiental.
- Sierra C. Calidad del Agua- Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U ed. López L, editor. Medellin: Universidad de Medellín; 2011.
- Tafur, Raúl. (2008). Tesis Universitaria. Editorial Montero. Tercera Edición. Lima Perú.

- Terán, P. 2003. Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigía. Mérida-Venezuela.
- Teves B. Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima. 2016.
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [Online].; 2015. Available from: [HYPERLINK "http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/"](http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/)
- Vargas ILd. Tratamiento de Agua para Consumo Humano - Plantas de Filtración Rápida Lima: CEPIS/OPS; 2004.
- Vasquez M. Evaluación de la calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca, Pampas, Pallasca. Ancash. Perú 2014. 2015.
- Vinelli, Rina. Tesis titulada Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2012.
- Water Boards. 2013. Recursos para Agricultores – Nitrato en el agua.
- Yao G, Zhigang Y, Qingzhen Y, Hongtao C, Tiezhu M, Jiaqiang T. Seasonal Variation and Sources of Dissolved Nutrients in the Yellow River, China. Environmental Research and Public Health. 2015.
- Yingrong W, Gerrit S, Giesen Nv. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. Scientific Reports. 2017 febrero.



Apéndice

Tabla 12

Matriz de consistencia. ” **CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU HUANCVELICA**”

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar la concentración de fosfatos y nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica.</p> <hr/> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a. Determinar la concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica.</p> <p>b. Determinar la concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica.</p> <p>c. Comparar la concentración de fosfatos y nitratos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – Agua</p>	<p>La ciudad de Huancavelica está situada en la microcuenca del río Ichu, la cual está ubicada en la ribera del río, su rápido crecimiento poblacional genera el deterioro acelerado de este recurso.</p> <p>En una entrevista realizada en el año 2015, por el diario correo de esta localidad al señor Alejandro Malpartida, director de la Autoridad Local del Agua (ALA), menciona que el río Ichu mostraba altos índices de contaminación cuando la ALA se instaló en Huancavelica.</p>	<p>La concentración de fosfatos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica supera el ECA 0.1 mg/L</p> <p>La concentración de nitratos en época de avenida en el río Ichu – Huancavelica supera el ECA de 50 mg/L</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Concentración de metales pesados</p> <p>Concentración de nitratos (mg/L)</p> <p>Concentración de Fosfatos (mg/L)</p> <hr/> <p>Variables intervinientes:</p> <p>Ph</p> <p>Temperatura</p>	<p>Tipo de investigación: Básica.</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo.</p> <p>Diseño de Investigación: Descriptivo transversal.</p> <p>Población, Muestra y Muestreo:</p> <p>Población La población para la presente investigación será la cuenca del río Ichu siendo su nacimiento en el nevado Chonta y desembocando en el río Mantaro</p> <p>Muestra Para esta investigación la selección de la muestra es de 12 litros en los 6 puntos de monitoreo.</p> <p>Muestreo La técnica es no probabilística e intencional de tipo por conveniencia.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos La técnica de recolección de datos será la observación experimental, a través de instrumentos y equipos de medición especializada.</p>

	<p>categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) en época de avenida en el río Ichu - Huancavelica</p>				
--	--	--	--	--	--

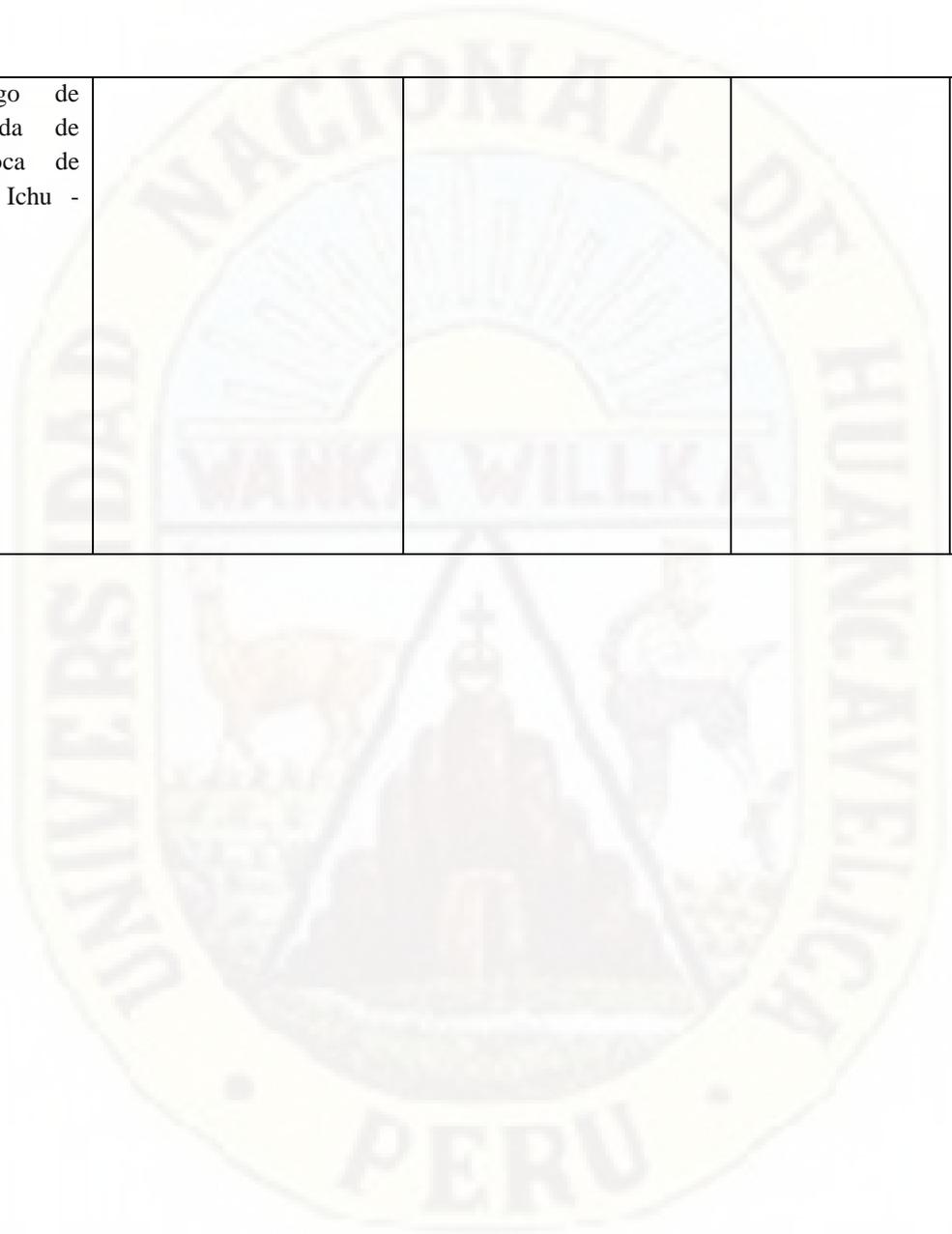


Tabla 13

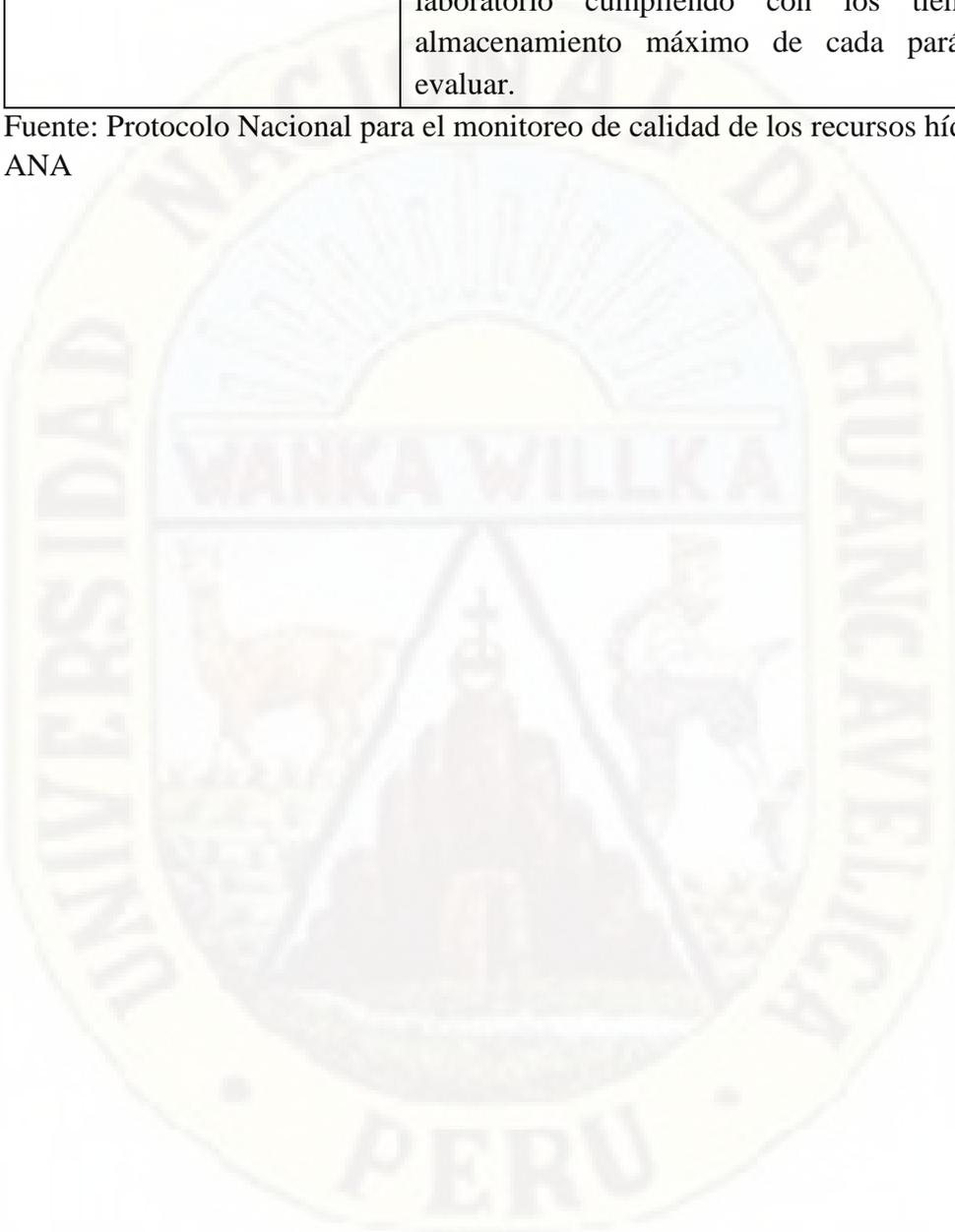
Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales - ANA

Actividades	Descripción
Recursos económicos	La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none">• Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, etc.• Análisis de las muestras.• Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.
Tipos de muestra de agua Muestra simple o puntual	A esta muestra se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.
Planificación del monitoreo	Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas.
Establecimiento de la red de puntos de monitoreo	El establecimiento de red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Par ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realiza a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth, entre otros.
Codificación del punto de muestreo	El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utiliza el Sistema

	de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM par puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84. Sigla del cuerpo de agua R río.
Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos.	Se presentan los parámetros mínimos de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por ANA a los Estándares de calidad Ambiental para Agua. Parámetros Químicos-físicos: Categoría 3: Nitratos, sulfatos.
Rotulado y etiquetado	Los recipientes deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo los siguientes datos: Nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra, tipo de análisis requerido.
Medición de los parámetros de campo	Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
Procedimiento para la toma de muestras	Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos a los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras. Es aplicable para ríos de bajo caudal o poca profundidad, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.
Almacenamiento, conservación y transporte de la muestras	Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se exponga a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deber ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante su transporte. Par su preservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en

	cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5 \pm 0.5^\circ\text{C}$), refrigerante. Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo con los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro a evaluar.
--	--

Fuente: Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos - ANA



Apéndice 2

Tabla 14.

Instrumento de recolección de datos 1



REPORTE DE ENSAYO ALAB-INFORME-MA-550

Análisis Solicitado por : CLEMENTE ROMERO LUCERO MIRELLY
MOLLEHUARA RIVERA ANTONY YERALD

Por cuenta de : CLEMENTE ROMERO LUCERO MIRELLY
MOLLEHUARA RIVERA ANTONY YERALD

Dirección : Huancavelica

Proyecto : CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU - HUANCVELICA

Tipo de muestra : Rio Ichu – Huancavelica Cantidad de muestra : 06

Referencia : Nota de servicio N° 2129 Fecha de recepción : 14/ 02 /2019
Fecha de Análisis : 15/ 02 /2019

ID. LABORATORIO	ID. CLIENTE	ELEMENTOS	
		Fosforo Total mg/L	Nitratos mg/L
Parametro			
Unidad			
Límite de cuantificación		0.001	0.001
PM-33.1	LP.01 15/02/2019	0.44	10.7
PM-33.2	LP.02 15/02/2019	0.48	12.1
PM-33.3	LP.03 15/02/2019	0.54	12.5
PM-33.4	LP.04 15/02/2019	0.55	13.2
PM-33.5	LP.05 15/02/2019	0.58	13.5
PM-33.6	LP.05 15/02/2019	0.60	14.1

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

REF	PARAMETRO	METODO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
45934	Fosforo total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 F, 22 nd Ed. 2012	Fosforo total: Preliminary Distillation Step / Phenate Method
74532	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 P,22 nd Ed. 2012	Nitratos: Cadmium Reduction Method

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

TIPO DE MUESTRA	PROCEDENCIA	DESCRIPCION
Rio Ichu - Huancavelica	Huancavelica	Conservacion y transporte



Bigo. Adler Herrera Ccampo
Analista
QBP. 7960

Teléfono: (01) 4531389
Celular: 979894444

Alab@gmail.com

Prolongación Zarumilla, Mz. D2, Lt. 3, Calleo 2, Bellavista

Tabla 16.

Instrumento de recolección de datos



REPORTE DE ENSAYO
ALAB-INFORME-MA-550

Análisis Solicitado por : CLEMENTE ROMERO LUCERO MIRELLY
 MOLLEHUARA RIVERA ANTONY YERALD
 Por cuenta de : CLEMENTE ROMERO LUCERO MIRELLY
 MOLLEHUARA RIVERA ANTONY YERALD
 Dirección : Huancavelica
 Proyecto : CONCENTRACION DE FOSFATOS Y NITRATOS EN EPOCA DE AVENIDA EN EL RIO ICHU - HUANCVELICA

Tipo de muestra : Rio Ichu – Huancavelica Cantidad de muestra : 06
 Referencia : Nota de servicio N° 2788 Fecha de recepción : 04/ 04 /2019
 Fecha de Análisis : 05/ 04 /2019

ID. LABORATORIO	ID. CLIENTE	ELEMENTOS	
Parametro		Fosforo Total	Nitratos
Unidad		mg/L	mg/L
Límite de cuantificación		0.001	0.001
PM-41.1	LP.01 05/04/2019	0.54	10.5
PM-41.2	LP.02 05/04/2019	0.53	11.0
PM-41.3	LP.03 05/04/2019	0.53	13.4
PM-41.4	LP.04 05/04/2019	0.59	13.6
PM-41.5	LP.05 05/04/2019	0.61	13.7
PM-41.6	LP.05 05/04/2019	0.60	13.8

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

REF	PARAMETRO	METODO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
45934	Fosforo total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 F, 22 nd Ed. 2012	Fosforo total: Preliminary Distillation Step / Phenate Method
74532	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 P,22 nd Ed. 2012	Nitratos: Cadmium Reduction Method

REFERENCIA DE LOS METODOS DE MUESTREO

TIPO DE MUESTRA	PROCEDENCIA	DESCRIPCIÓN
Rio Ichu - Huancavelica	Huancavelica	Conservacion y transporte



Ing. Adelin Herrera Cuervo
Analista
C.R. 7980

Telefono: (01) 4531380
Celular: 979894444

Alab@gmail.com

Prolongación Zaramilla, Mz. D2, Lt. 3, Calleo 2, Bellavista

Apéndice 3

Procesamiento estadístico

```
DATA CLEMENTE_MOLLEHUARA;  
INPUT FOSFATOS;  
CARDS;  
0.44  
0.48  
0.54  
0.55  
0.58  
0.6  
0.5  
0.52  
0.54  
0.58  
0.58  
0.59  
0.54  
0.53  
0.53  
0.59  
0.61  
0.6  
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=CLEMENTE_MOLLEHUARA;  
VAR FOSFATOS;  
HISTOGRAM;  
RUN;
```

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: FOSFATOS

Momentos

N	18	Sumar pesos	18
Media	0.55	Observ suma	9.9
Desviación std	0.0460179	Varianza	0.00211765
Asimetría	-0.7945278	Curtosis	0.32854861
SC no corregida	5.481	SC corregida	0.036
Coef. variación	8.36689079	Media error std	0.01084652

Medidas estadísticas básicas

	Ubicación		Variabilidad
Media	0.550000	Desviación std	0.04602
Mediana	0.545000	Varianza	0.00212
Moda	0.540000	Rango	0.17000
		Rango intercuartil	0.06000

Note: la moda mostrada es la menor de 2 modas con una cuenta de 3.

Tests para posición: $\mu_0=0$

Test	Estadístico	p valor
T de Student	t 50.70749	Pr > t <.0001
Signo	M 9	Pr >= M <.0001
Puntuación con signo	S 85.5	Pr >= S <.0001

Tests para normalidad

Test	Estadístico	p valor
Shapiro-Wilk	W 0.928306	Pr < W 0.1813
Kolmogorov-Smirnov	D 0.187218	Pr > D 0.0928
Cramer-von Mises	W-Sq 0.073294	Pr > W-Sq 0.2422

Tests para normalidad

Test	Estadístico	p valor
Anderson-Darling	A-Sq 0.473492	Pr > A-Sq 0.2209

Cuantiles (Definición 5)

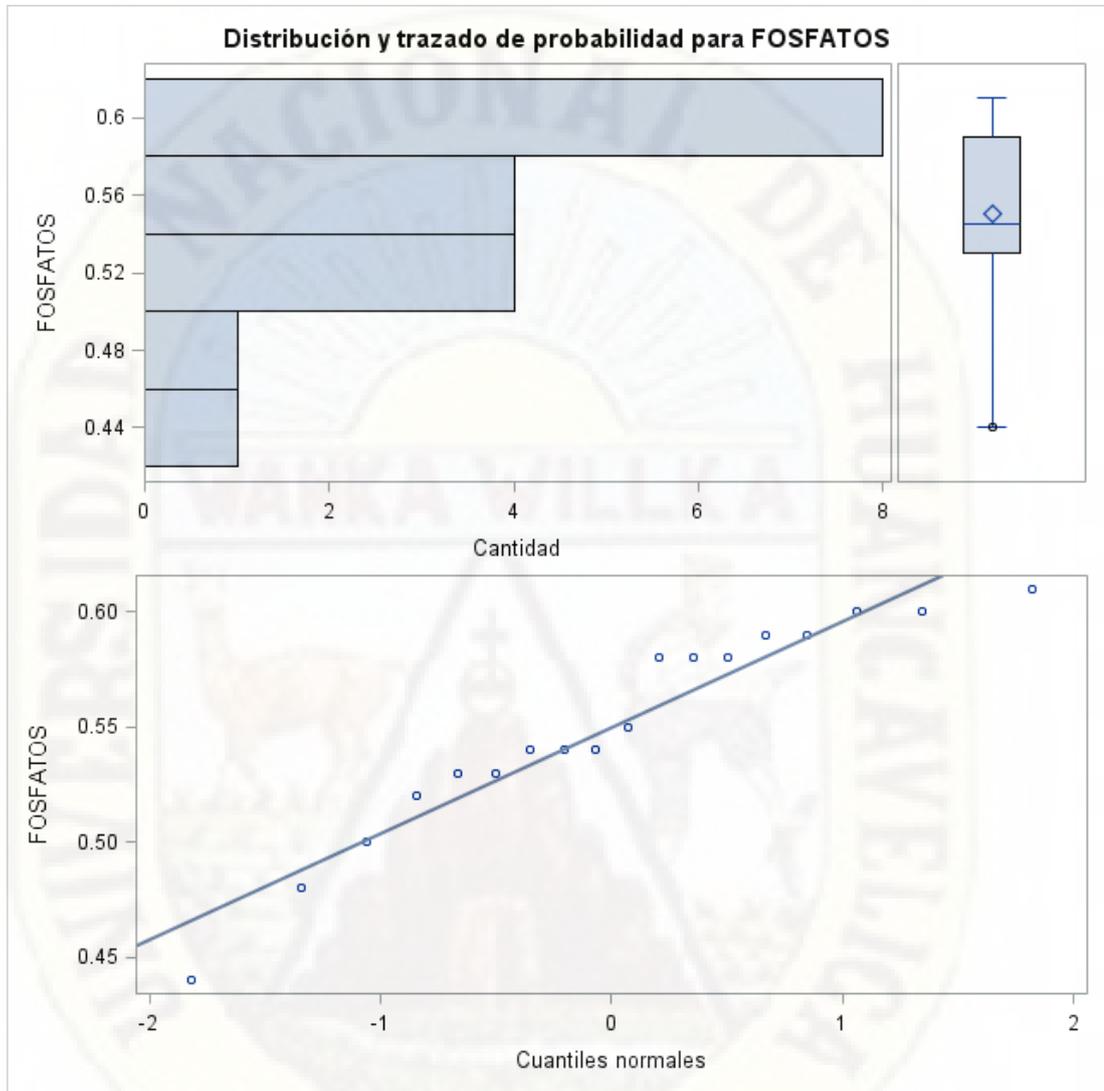
Nivel	Cuantil
100% Máx	0.610
99%	0.610
95%	0.610
90%	0.600
75% Q3	0.590
50% Mediana	0.545
25% Q1	0.530
10%	0.480
5%	0.440
1%	0.440
0% Mín	0.440

Observaciones extremas

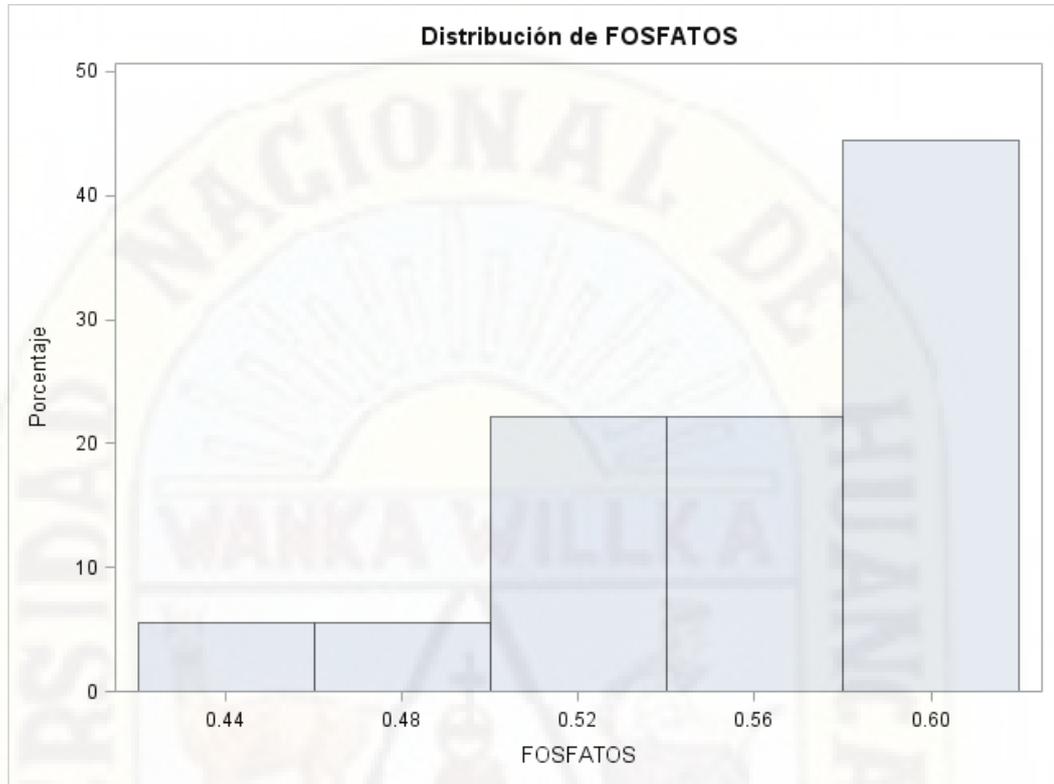
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
0.44	1	0.59	12
0.48	2	0.59	16
0.50	7	0.60	6
0.52	8	0.60	18
0.53	15	0.61	17

Figura 25

Distribución de Fosfatos



Procedimiento UNIVARIATE



Procesamiento estadístico

```

DATA CLEMENTE_MOLLEHUARA;
INPUT NITRATOS;
CARDS;
10.7
12.1
12.5
13.2
13.5
14.1
10.9
11.3
12.8
13.5
13.2
14.2
10.5
11
13.4
13.6
13.7
13.8
PROC UNIVARIATE PLOT NORMAL DATA=CLEMENTE_MOLLEHUARA;
VAR NITRATOS;
HISTOGRAM;
RUN;
    
```

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE
Variable: NITRATOS

Momentos

N	18	Sumar pesos	18
Media	12.6666667	Observ suma	228
Desviación std	1.25604421	Varianza	1.57764706
Asimetría	-0.6305528	Curtosis	-1.1620733
SC no corregida	2914.82	SC corregida	26.82
Coef. variación	9.9161385	Media error std	0.29605246

Medidas estadísticas básicas

Ubicación		Variabilidad	
Media	12.66667	Desviación std	1.25604
Mediana	13.20000	Varianza	1.57765
Moda	13.20000	Rango	3.70000

Medidas estadísticas básicas

Ubicación

Variabilidad

Rango intercuartil 2.30000

Note: la moda mostrada es la menor de 2 modas con una cuenta de 2.

Tests para posición: $\mu_0=0$

Test	Estadístico	p valor
T de Student	t 42.78521	Pr > t <.0001
Signo	M 9	Pr >= M <.0001
Puntuación con signo	S 85.5	Pr >= S <.0001

Tests para normalidad

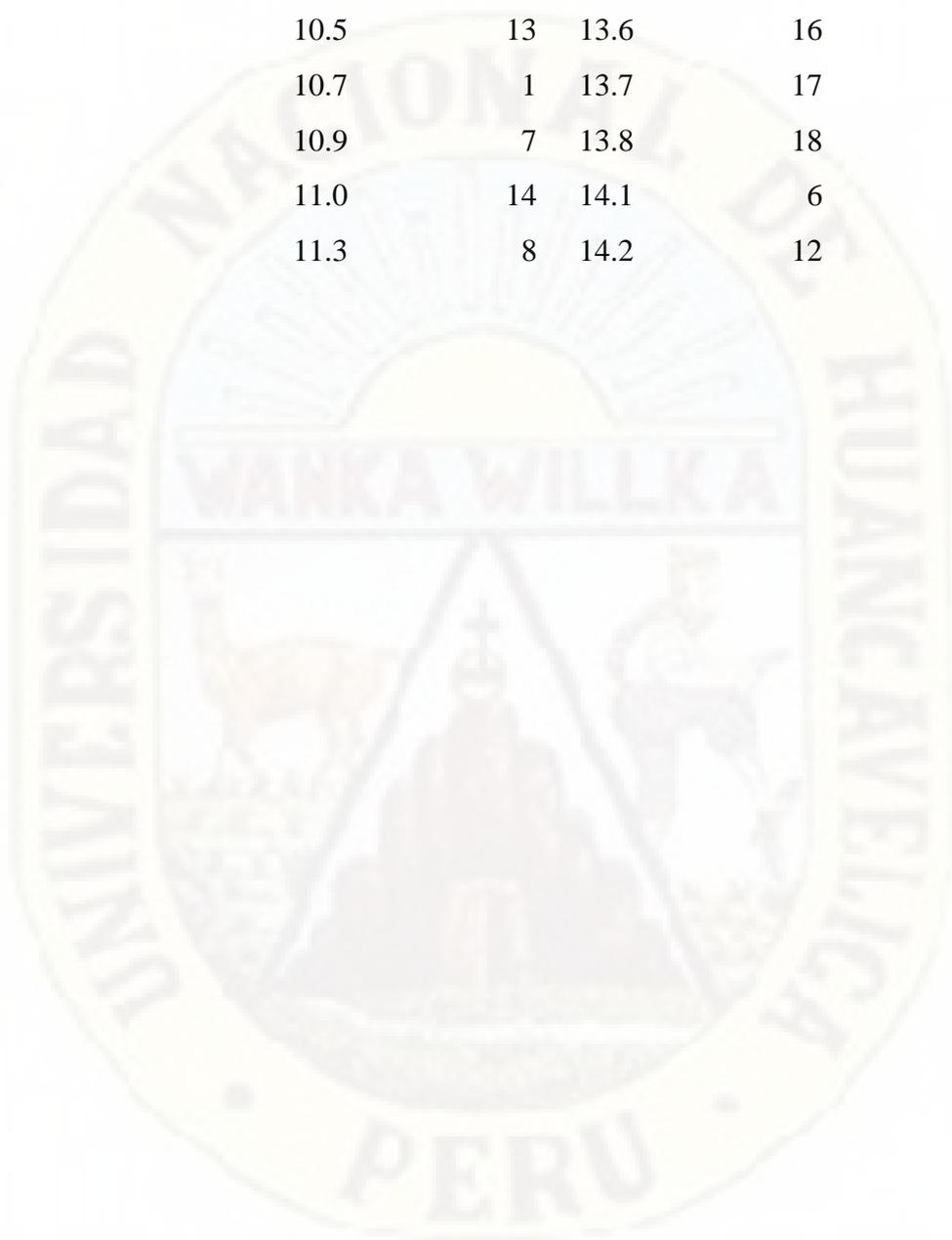
Test	Estadístico	p valor
Shapiro-Wilk	W 0.876039	Pr < W 0.0224
Kolmogorov-Smirnov	D 0.219996	Pr > D 0.0212
Cramer-von Mises	W-Sq 0.155542	Pr > W-Sq 0.0191
Anderson-Darling	A-Sq 0.909803	Pr > A-Sq 0.0175

Cuantiles (Definición 5)

Nivel	Cuantil
100% Máx	14.2
99%	14.2
95%	14.2
90%	14.1
75% Q3	13.6
50% Mediana	13.2
25% Q1	11.3
10%	10.7
5%	10.5
1%	10.5
0% Mín	10.5

Observaciones extremas

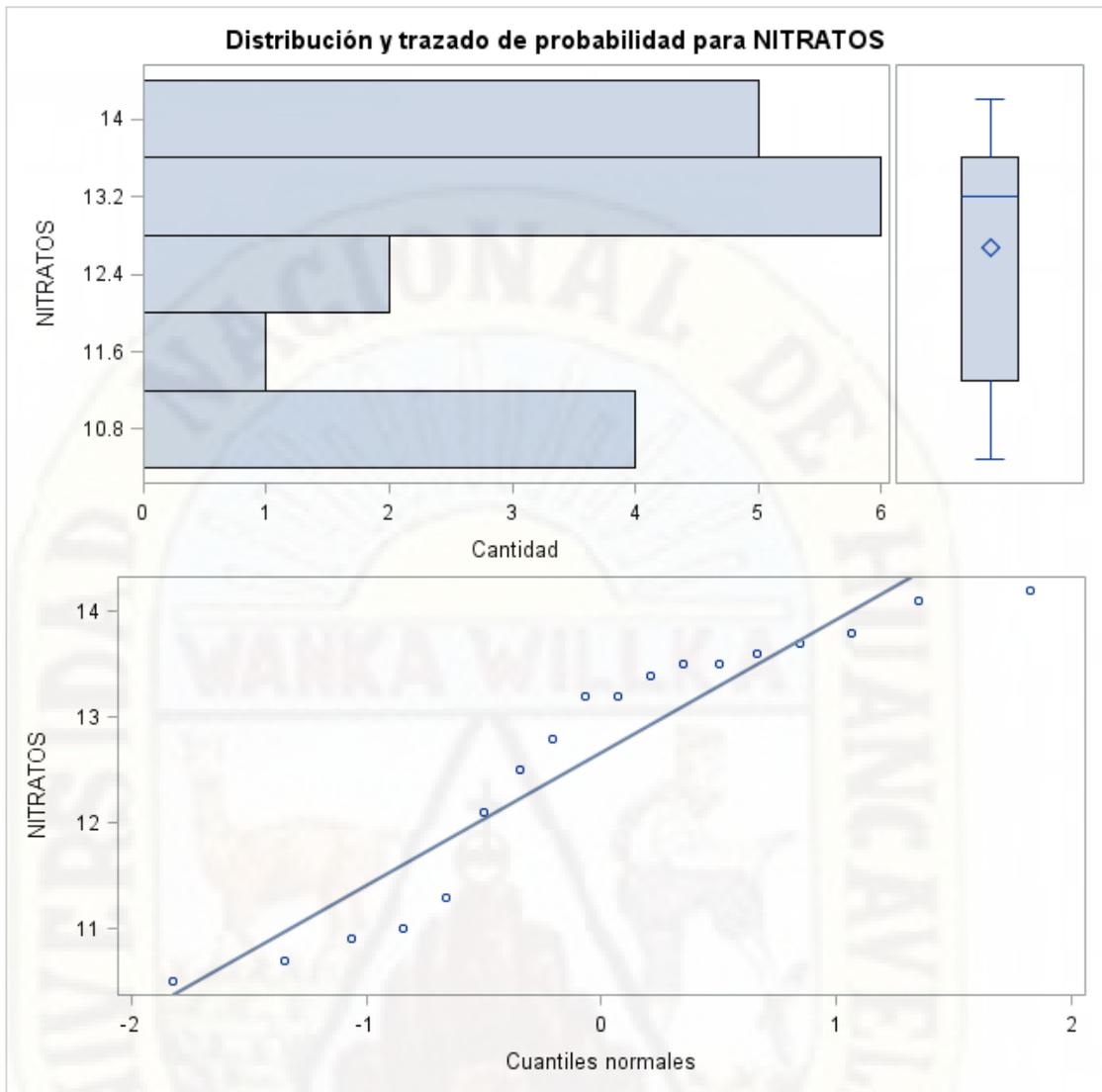
Inferior		Superior	
Valor	Observación	Valor	Observación
10.5	13	13.6	16
10.7	1	13.7	17
10.9	7	13.8	18
11.0	14	14.1	6
11.3	8	14.2	12



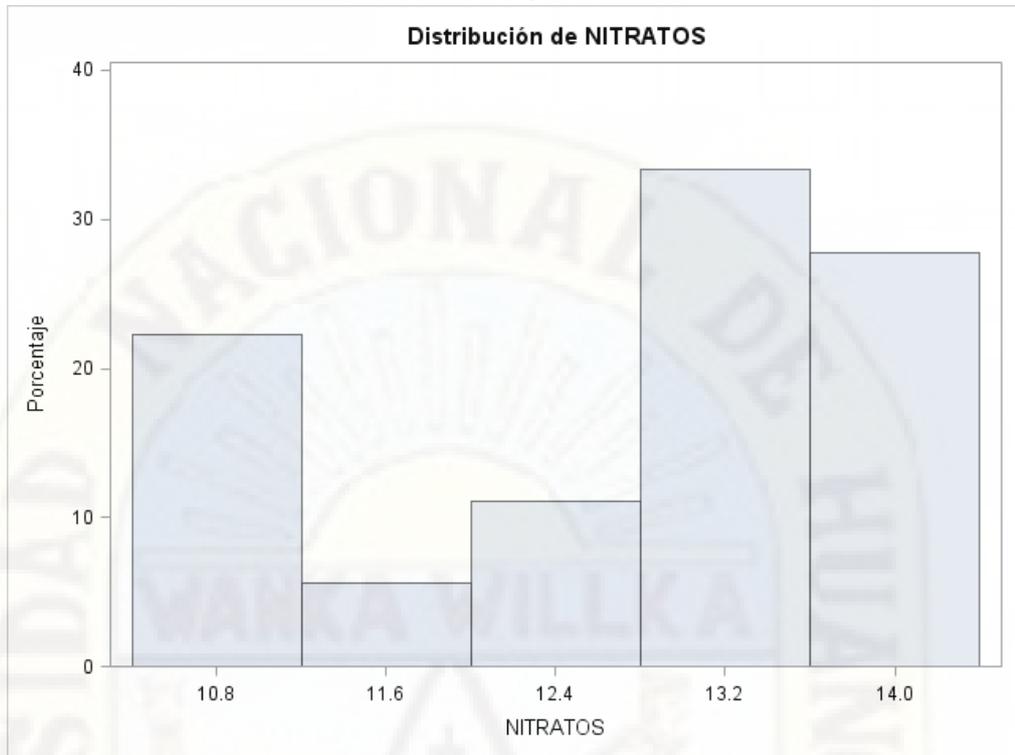
Apéndice 4

Figura 26

Distribución de nitratos



Procedimiento UNIVARIATE



Panel fotográfico

Figura 27

Ubicación con GPs de los puntos de monitoreo



Figura 28

Localización del punto de monitoreo (PM-3)



Figura 29

Localización del punto de monitoreo (PM-4)



Figura 30

Inicio de las actividades en campo



Figura 31

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 1)



Figura 3

Transporte de las muestras en el cooler para los análisis



Figura 33

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)



Figura 34

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)



Figura 35

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)



Figura 36

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)



Figura 37

Monitoreo 1 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)



Figura 38

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 1)



Figura 39

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)



Figura 40

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)



Figura 41

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)



Figura 42

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)



Figura 43

Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)



Figura 44

Lectura del pH Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo 1



Figura 45

Lectura del pH Monitoreo 2 de la muestra en el punto de muestreo 2



Figura 46

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM - 1)



Figura 47

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 2)



Figura 48

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 3)



Figura 49

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 4)



Figura 50

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 5)



Figura 51

Monitoreo 3 de la muestra en el punto de muestreo (PM – 6)



Figura 52

Colección de muestras en el rio Ichu sector 1



Figura 53

Colección de muestras en el rio Ichu sector 2



Figura 54

Colección de muestras en el rio Ichu sector 3



Figura 55

Colección de muestras en el rio Ichu sector 4



Figura 56

Colección de muestras en el rio Ichu sector 5



Figura 57

Colección de muestras en el río Ichu sector 6



Figura 58

Lectura del PH en los puntos de monitoreo en el río Ichu



Figura 59

Lectura del PH en campo los puntos de monitoreo en el rio Ichu



Figura 60

Transporte de las muestras en el cooler para los análisis

