



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Vertimiento de aguas residuales domiciliarias generados por la población de Humay en la calidad del agua en el río Pisco, 2021”

Presentado por:

OLIVARES HERNÁNDEZ EVA FELI BERENICE

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 2% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 07 julio de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
[Firma]
Dr. Jehin Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA



INFORME FINAL DE TESIS

Vertimiento de aguas residuales domiciliarias generados por la población de Humay en la calidad del agua en el río Pisco, 2021

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES

PRESENTADO POR:
BACH. OLIVARES HERNÁNDEZ EVA FELI BERENICE

ICA- PERU
2022

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Eva y Felipe, quienes son la fuente de inspiración para poder crecer, por la constancia de cada día. Por todo el sacrificio para poder culminar esta meta.

A mi hermano por su apoyo y a cada una de las personas que me acompañaron en mi vida universitaria.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme haber llegado hasta este día, por su infinito amor y mi misericordia. En segundo lugar, a mis padres por el apoyo incondicional, por el esfuerzo, por cada mañana de sacrificio.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.2.1. Antecedentes internacionales	2
1.2.2. Antecedentes nacionales.....	3
1.2.3. Antecedentes locales	3
1.3. BASES TEÓRICAS	3
1.3.1. Contaminación de las aguas	3
1.3.2. Aguas residuales	4
1.3.3. Recurso hídrico.....	4
1.3.4. Calidad del Agua	4
1.3.5. Los agentes contaminantes	4
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	5
1.4.1. Problema general	5
1.4.2. Problemas específicos	5
1.5. OBJETIVOS	6
1.5.1. Objetivo principal	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
1.6. HIPÓTESIS	6
1.6.1. Hipótesis principal.....	6
1.6.2. Hipótesis Específica.	7
1.7. VARIABLES	7
1.7.1. Variable independiente	7
1.7.2. Variable dependiente	7
1.7.3. Operacionalización de Variables	9
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE INVESTIGACIÓN	10
1.8.1. Justificación	10
1.8.2. Importancia.....	10

1.9. MARCO CONCEPTUAL	10
1.9.1. Agua residual.....	10
1.9.2. Agua residual domiciliaria	10
1.9.3. Aguas blancas	11
1.9.4. “Aguas residuales industriales”	11
1.9.5. “Aguas residuales agrícolas”	11
1.9.6. “Sólidos Suspendidos Totales (SST)”	11
1.9.7. “Demanda Química de Oxígeno (DQO)”.....	11
1.9.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5).....	11
1.9.9. “Contenido de nutrientes (nitrógeno [N] y fósforo [P])”	11
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	12
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	12
2.2 ESTRATEGIA METODOLOGÍA	13
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	13
2.2.2. Población y muestra	14
2.3 PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA GENERAL	16
2.3.1. Técnicas de recolección de datos	16
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	16
2.3.3. Técnicas de procesamiento de datos.....	16
2.3.4. Análisis e interpretación de datos.....	16
2.4 MARCO LEGAL	17
III. RESULTADOS	19
3.1. “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	19
3.2. La concentración de elementos físicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco.....	22
3.3. La concentración de elementos químicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	30
3.4. La concentración de elementos microbiológicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	43
3.5. “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” en los estándares de “calidad de agua en el río” Pisco.....	47
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
4.1. Discusión de resultados del “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	56
4.2. Discusión de resultados de los parámetros de elementos físicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco.....	56

4.3. Discusión de resultados de la concentración de elementos químicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	57
4.4. Discusión de resultados de la concentración de elementos microbiológicos generados por la población de humay “en la calidad del agua en el río” Pisco	59
4.5. Discusión de resultados del “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco.....	60
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	63
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXO	67
ANEXO 1	68
ANEXO 2	69
ANEXO 3	71
ANEXO 4	72
ANEXO 5	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	“Puntos de muestreo”	15
Tabla 2	Análisis in situ fisicoquímico	19
Tabla 3	Análisis in situ fisicoquímico	20
Tabla 4	“Color, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	23
Tabla 5	“Color en la calidad de agua en el río Pisco”	23
Tabla 6	“Temperatura, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	25
Tabla 7	“La temperatura en la calidad del agua en el río Pisco”	25
Tabla 8	“Sólidos suspendidos totales, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	27
Tabla 9	“Los sólidos suspendidos totales en la calidad del agua en el río Pisco”	28
Tabla 10	“DBO5, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	30
Tabla 11	“DBO5 en la calidad del agua en el río Pisco”	31
Tabla 12	“DQO, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	33
Tabla 13	“DQO en la calidad del agua en el río Pisco”	33
Tabla 14	“Fosfato total, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	35
Tabla 15	“Fosfato total en la calidad del agua en el río Pisco”	36
Tabla 16	“Nitratos, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	38
Tabla 17	“Nitratos en la calidad del agua en el río Pisco”	39
Tabla 18	“Oxígeno disuelto, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	41
Tabla 19	“Oxígeno disuelto en la calidad del agua en el río Pisco”	41
Tabla 20	“Coliformes termoestables, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”	44
Tabla 21	“Coliformes termoestables en la calidad del agua en el río Pisco”	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación de poblaciones en la quebrada Humay, distrito Humay, Pisco, Ica	12
Figura 2.	Proceso de diseño metodológico.....	14
Figura 3.	Ubicación de la cuenca del río Pisco	15
Figura 4.	Color - ECA	23
Figura 5.	Temperatura - ECA.....	26
Figura 6.	Sólidos Suspendidos Totales - ECA	28
Figura 7.	Demanda Bioquímica de Oxígeno – ECA.....	31
Figura 8.	Demanda Química de Oxígeno - ECA.....	34
Figura 9.	Fósforo total - ECA.....	36
Figura 10.	Nitratos - ECA	39
Figura 11.	Oxígeno disuelto - ECA.....	42
Figura 12.	Coliformes termoestables - ECA	45
Figura 13.	Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para el color.....	49
Figura 14.	Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para el oxígeno disuelto ...	51
Figura 15.	Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para la DQO	53
Figura 16.	Prueba no paramétrica - Distribución de signos para el coliformes termoestables.....	55

RESUMEN

Objetivo del estudio fue explicar que el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en la “calidad del agua” en el río Pisco. **Material y Métodos**, tipo observacional-prospectivo-transversal, nivel descriptivo-explicativo, diseño experimental, la investigación aplicada. **Resultados**, Se evaluaron los “parámetros físicos, químicos y microbiológicos, monitoreados en tres puntos”, agua arriba VARD-01, agua de descarga VARD-02 y aguas abajo VARD-03, con el estadístico de Shapiro-Wils para el color, temperatura, sólidos suspendidos, DBO₅, DQO, nitratos, OD y coliformes termoestables, se encuentra dentro de la norma “ECA-agua D.S.-N°004.2017-MINAM, para la categoría C3(D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”. Al estimar los resultados del muestreo, se consideró la prueba paramétrica de la distribución de t-Student para el color, oxígeno disuelto, DQO, y la prueba no paramétrica de Signos para coliformes termoestables. **Discusión**, La prueba paramétrica del estadístico t-Student con un α de 0.05, n de 3 muestras y gl de 2, se acepta la hipótesis nula para el color $t_{\text{Experimental}} (-23.8072) < t_{\text{Teórico}} (-2.9290)$, oxígeno disuelto $t_{\text{Experimental}} (3.0855) > t_{\text{Teórico}} (2.9290)$, DQO $t_{\text{Experimental}} (-8.5640) < t_{\text{Teórico}} (-2.9290)$, para la prueba no paramétrica de la prueba de signos, se acepta la hipótesis nula para los coliformes termoestables $Z_{\text{Experimental}} (0) > Z_{\text{Crítico}} (-1.604)$. **Conclusiones**, Los tres puntos de monitoreo, permitió identificar la fuente principal de contaminación, “el vertimiento de las aguas residuales provenientes del poblado; se identificaron la presencia arrojo de basura y de animales muertos, los cuales son arrojados al río, alterando así la calidad del agua”.

Palabras Claves: *Calidad del agua, vertimiento, aguas residuales, parámetros físicos químicos y microbiológicos.*

SUMMARY

The **objective** of the study was to explain that the dumping of household wastewater generated by the population of Humay significantly influences the "quality of water" in the Pisco River. **Material and Methods**, observational-prospective-transversal type, descriptive-explanatory level, experimental design, applied research. **Results**, "the physical, chemical and microbiological parameters" were evaluated, monitored at three points, upstream VARD-01, discharge water VARD-02 and downstream VARD-03, with the Shapiro-Wils statistic for color, temperature, solids suspended, BOD₅, COD, nitrates, DO and thermostable coliforms, is within the standard "ECA-water D.S.-N ° 004.2017-MINAM, for category C3 (D1 and D2) of risk of vegetables / animal drinks". When estimating the sampling results, the parametric test of the t-Student distribution for color, dissolved oxygen, COD, and the non-parametric Sign test for thermostable coliforms were considered. **Discussion**, The parametric test of the t-Student statistic with an α of 0.05, n of 3 samples and df of 2, the null hypothesis is accepted for color $t_{\text{Experimental}} (-23.8072) < t_{\text{Theoretical}} (-2.9290)$, dissolved oxygen $t_{\text{Experimental}} (3.0855) > t_{\text{Theoretical}} (2.9290)$, COD $t_{\text{Experimental}} (-8.5640) < t_{\text{Theoretical}} (-2.9290)$, for the non-parametric test of the sign test, the null hypothesis is accepted for thermostable coliforms $Z_{\text{experimental}} (0) > Z_{\text{critical}} (-1.604)$. **Conclusions**, the three monitoring points allowed to identify the main source of contamination, the dumping of wastewater from the town; the presence of garbage and dead animals was identified, which are thrown into the river, thus altering the "quality of the water".

Keywords: *Water quality, discharge, wastewater, physical, chemical and microbiological parameters.*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

Sheng et al., “La urbe se convierte en una característica social y económica definitoria en las últimas décadas”[1] y además, *Sheng et al.*, “modifica la distribución geográfica de las poblaciones humanas estrechamente asociadas con los problemas ambientales” [1]. Por otro lado, *Sheng et al.*, manifiesta que: “la urbanización promueve el aumento del consumo de energía y recursos y luego produce más problemas ambientales” [1].continua, *Sheng et al.*, “que la urbanización mejora la conciencia ambiental de los residentes y luego conduce a un estilo de vida ecológico” [1]. En consecuencia, *Bai et al.*, “la mayoría de los estudios empíricos abordan que la urbanización juega un papel importante y esencial en los problemas ambientales” [2].

Según, *Sheng et al.*, “Las perspectivas de urbanización mundial de 2018 de las Naciones Unidas, el 55% de la población mundial vivía en áreas urbanas en 2017, y se espera que esta proporción aumente al 68% para 2050” [1]. *Filippini y L. C. Hunt*, indica que, “Los vertidos de aguas residuales domésticas son el resultado de la demanda, como lavar, cocinar y ducharse, y luego podrían ser un insumo dentro del marco de la teoría de producción doméstica” [3].

Según, *Crombert et al.*, define que “las aguas residuales domesticas como aquellas que han sido procesadas en zonas de vivienda generadas por el metabolismo del ser humano y las actividades domésticas, la mala disposición final de estas resultan en un impacto ambiental”[4]. Además, *ANA* “señala que las características que inicialmente son modificadas por la actividad humana y se conceptualizan como de alta concentración de contaminantes necesitan un tratamiento anticipado, antes de su vertimiento a cuerpos receptores”[5].

UNESCO, manifiesta que, “La Organización de las Naciones Unidas, a nivel mundial durante los últimos años la contaminación por aguas residuales se ha convertido en un gran problema debido al crecimiento de las poblaciones y el incremento del uso de agua para diversas actividades”[6], También la *UNESCO*, “tanto es su uso que no tienen una disposición final adecuada, siendo tomado

como vertederos las cuencas hidrográficas”[6]. *UNESCO*, indica que: “En los países menos desarrollados, las aguas residuales son vertidas de manera directa en el medio ambiente sin tratamiento, ocasionando consecuencias en la salud pública cercana a las fuentes de contaminación y en los ecosistemas”[6]. La concentración de la población de América Latina está, además, más del 80% de las ciudades tienen un suministro de agua inadecuado. Además, el 70% de estas aguas no reciben tratamiento, esto complica alcanzar el ciclo del agua, específicamente por el reúso del agua debido a su contaminación. *UNESCO*, indica que “En los países bajos solo el 8% recibe un tipo de tratamiento. Estas estimaciones apoyan la aproximación citada según la cual, a nivel mundial, más del 80% de aguas residuales son vertidas directamente sin tratamiento” [6]. La *SUNASS*, “a través de un estudio sobre las aguas residuales, se dio a conocer los diferentes puntos no autorizados de vertimiento de aguas residuales, así mismo se recomendó trabajar con la normativa de LMP y ECAS”[7].

1.2. Antecedentes del problema

1.2.1. Antecedentes internacionales

Según *Aguilar y Solano*, “determinaron el impacto de la descarga de aguas residuales domésticas en afluentes Caño Grade, establecieron tres estaciones de muestreo y 4 monitoreos en precipitación alta, obteniendo valores promedio del índice ICOMO 4.8, lo que indicaba una contaminación media del agua” [8]. *Quiroz et al.* “determinaron el impacto ambiental originado por los vertimientos de aguas residuales en la cuenca del río Portoviejo, a través de su capacidad de autodepuración, además identificar cuál tiene mayor impacto”[9]. Finalmente *Quiroz et al.*, “concluyeron que los puntos de vertimientos impactaban en la calidad del agua, resolviendo así la parte más crítica de la zona del estudio, mostrando así bajas concentraciones de oxígeno disuelto” [9] .

En la actualidad *Luot et al.*, sobre “los impactos ambientales de la minería incluyen la erosión, la contaminación del suelo, las aguas superficiales y subterráneas y la degradación de los ecosistemas” [10]. *Luot et al.*, “La contaminación del agua tiene una gran influencia en la limnología de los lagos afectados y sus comunidades acuáticas, incluidos los microorganismos, como las algas diatomeas (Bacillariophyta), los

macroorganismos, como el cladoceran (Crustacea: Cladocera), el zooplancton y el quironómido (Diptera: Chironomidae)”[10].

Thomashausen, “La minería se asocia cada vez más con el riesgo del agua, tanto en términos de acceso al agua como de la calidad del agua circundante” [11]. *Thomashausen*, indica que, “Esto es especialmente cierto cuando las minas operan en regiones con escasez de agua o aguas arriba de comunidades que dependen de la misma fuente de agua para el consumo o la agricultura”[11]. *Thomashausen*, sobre “Los impactos del agua también están cada vez más en el centro de los conflictos sociales entre las comunidades locales y las empresas mineras”[11]. *Thomashausen*, “A su vez, los disturbios civiles que rodean las minas han comenzado a dar forma a los marcos legales que rigen el uso del agua y la descarga de desechos en diversos grados” [11].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Según, *Pérez*, “Mediante los análisis físicos, químicos y microbiológicos los niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la Calidad del Agua del Rio, de los vertimientos de las aguas residuales”[12], continua, *Pérez*, por lo que “no reciben un previo tratamiento y son vertidas directamente a las aguas del Rio Chancay contaminando no solo el recurso hídrico si no también que perjudica la flora y fauna acuática, agricultura, ganadería, consumo humano, entre otros”[12].

1.2.3. Antecedentes locales

Se ha revisado la bibliografía en relación al tema de investigación y no se ha encontrado investigación al respecto.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Contaminación de las aguas

Define, *Lima*, “acto de introducir materias o diversas formas de energía, o incitar condiciones en el agua, de forma directa o indirecta, dando lugar a una variación perjudicial de su calidad en relación con su uso o función en un ecosistema” [13]. Así mismo *Vaca*, “es la transformación de sus propiedades originales, generando un peligro al ser usado y a su vez

impactando negativamente en el medio de su entorno”[14]. Además, *Vaca* “En todos los casos, la contaminación del agua por agua residual pone en peligro la salud pública, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS)” [14].

1.3.2. Aguas residuales

Según, *Yahuara*, “La teoría de tratamiento de aguas residuales corresponde a procesos físicos, químicos y microbiológicos”[15]; continua, *Yahuara*, que tiene “como objetivo eliminar los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos presentes en los efluentes de agua. Este tratamiento tiene como finalidad producir agua limpia o también conocido como efluente tratado” [15].

1.3.3. Recurso hídrico

Según, *Gavrilesco*, “la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)” definió “como un proceso que apoya el desarrollo coordinado y la gestión de la matriz del agua, la tierra y los recursos relacionados”[16], *Gavrilesco*, con el objetivo de “promover el desarrollo económico y social al tiempo que se reducen las presiones ambientales sobre la cantidad de agua y calidad” [16].

1.3.4. Calidad del Agua

Atencio, “La calidad del agua es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua” [17] y a ello *Atencio*, “se aporta y se toma en consideración las variaciones espaciales y temporales, siendo factores internos y externos del cuerpo de agua” [17]. Además, *Atencio*, manifiesta que, “El agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua”[17].

1.3.5. Los agentes contaminantes

Según, *L.G. del A.*, “Son sustancias que se presentan en concentraciones que puede dañar a los seres vivos (humanos, plantas, animales) o los ECAS de calidad ambiental”[18].

1.4. Formulación del problema general

Yahuara, “En los últimos años, la contaminación de los ríos y la contaminación del agua en la región Ica a través de la modificación, de los agentes fisicoquímicos, microbiológicos, antropogénicos y naturales, originadas”[15], *Yahuara*, indica que, “por el vertimiento de aguas residuales domiciliarias, contribuyendo significativamente a los niveles de contaminación de agua”[15]. Unidad de Investigación de la Administración Local del Agua (ALA) en el 2013 afirma que las aguas del río Ica no sólo están contaminadas por aguas residuales, sino también por el depósito de residuos sólidos. Además, se sabe que las lagunas de oxidación ya alcanzan los 40 años antigüedad.

A la fecha el distrito de Humay no ha realizado ningún tipo de estudios de vertimiento de aguas residuales y estas son vertidas de manera directa hacia el río Pisco, pudiendo alterar su calidad de agua del río, generando contaminación de los ecosistemas, Así mismo estas aguas son de la recolección total de los diferentes centros poblados del distrito de Humay, es por ello que esta investigación busca determinar el nivel de contaminación del río Pisco.

1.4.1. Problema general

¿De qué manera “el vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en la “calidad de agua” en el río Pisco, 2021?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿En qué medida los parámetros de elementos físicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021?.

PE2: ¿Como la concentración de elementos químicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021?.

PE3: ¿Como la concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021?.

PE4: ¿En qué medida “el vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en los “estándares de calidad de agua en el río” Pisco, 2021?.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Explicar que “el vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en la “calidad del agua” en el río Pisco, 2021.

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Evaluar que los parámetros de elementos físicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

OE2: Analizar que la concentración de elementos químicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

OE3: Analizar que la concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

OE4: Estimar que “el vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis principal

El “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

1.6.2. Hipótesis Específica.

- HE1:** Los parámetros de elementos físicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.
- HE2:** La concentración de elementos químicos generados por la población de Humay influye significativamente en la “calidad del agua” en el río Pisco, 2021.
- HE3:** La concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021.
- HE4:** El “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en los “estándares de calidad de agua en el río” Pisco, 2021.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Según, *Lima*, “Vertimiento de aguas residuales domiciliarias, son aquellas aguas procedentes de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos (heces y orinas), restos de cocina, del aseo personal, de la limpieza de la casa, entre otros”[13], y además, *Lima*, “dentro de sus características suelen contenedor una mayor de concentración de materia orgánica y microorganismos” [13].

1.7.2. Variable dependiente

“Calidad de agua”. – *Lima*, “Atributos que posee el cuerpo de agua, de tal modo que dentro de las parámetros fisicoquímicos y microbiológicos reúna aquellas características para su aceptabilidad para el uso determinado” [13]. Contribuye *Lima*, “Para la determinación de la calidad un índice de calidad ambiental, se puede emplear el método NFS” [13].

Nota: Las dos primeras (nominal y ordinal) se conocen como escalas categóricas, y las dos últimas (intervalo y razón) como escalas numéricas. Las escalas

categorías se usan comúnmente para variables cualitativas, mientras que las numéricas son adecuadas para la medición de variables cuantitativas.

1.7.3. Operacionalización de Variables

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Unidad de medida
VI: Aguas residuales domiciliarias	“Son aquellas aguas procedentes de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos (heces y orinas), restos de cocina, del aseo personal, de la limpieza de la casa, entre otros” [13], y “dentro de sus características suelen contenedor una mayor de concentración de materia orgánica y microorganismos” [13].	D_{I,1}: “Parámetros de elementos físicos” [19]. D_{I,2}: “Concentración de elementos químicos” [19]. D_{I,3}: “Concentración de elementos microbiológicos” [19].	de “Color, Temperatura Solidos suspendidos totales”[19]. de “Fosfato total Nitratos DBQ ₅ DQO OD”[19]. de “Coliformes Termotolerantes” [19].	Intervalo Intervalo Razón Razón Razón Razón Razón Razón	“UC, °C, mg/l” [19]. “mg/l, ml/l, mg/l, mg O ₂ /l mg/l” [19]. “NMP/100 ml” [19].
VD: “Calidad de agua”	“Atributos que posee el cuerpo de agua, de tal modo que dentro de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos reúna aquellas características para su aceptabilidad para el uso determinado” [13]. “Para la determinación de la calidad un índice de calidad ambiental, se puede emplear el método NFS” [13].	D_{2,1}: “Estándares de Calidad de agua” [19].	“Color DQO Nitratos OD Coliformes termotolerantes” [19].	Intervalo Razón Razón Razón Razón	“UC mg/l, mg/l, mg O ₂ /l NMP/100 ml”[19].

1.8. Justificación e Importancia de Investigación

1.8.1. Justificación

Se justifica porque se va determinar el nivel de contaminación del río Pisco por el vertimiento de aguas residuales, esto le permite diagnosticar la situación actual y a partir de ello se explicará la naturaleza del fluido del río Pisco, con ello plantear alternativas para mejorar su calidad y preservar el medio ambiente. Los pobladores han manifestado en reuniones sostenidas con representantes de la municipalidad la urgencia de implementar una red de alcantarillado y una laguna de oxidación.

1.8.2. Importancia

La importancia radica que en nuestra región existen escasos estudios de la contaminación ambiental, “de los cuerpos de agua sometidos por el vertimiento de las aguas residuales sin ningún estudio de acondicionamiento, por lo que representa una línea de interés científico y socio-económico por los bienes y servicios ambientales que proporcionan las zonas costeras” [13].

1.9. Marco conceptual

1.9.1. Agua residual

SUNASS, [7] “Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos”. “Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas o aguas negras,
- Aguas blandas,
- Aguas residuales industriales,
- Aguas residuales agrícolas” [7]

1.9.2. Agua residual domiciliaria

SUNASS, [7] “Las aguas residuales domiciliarias son las aguas que después de haber sido usadas en diferentes actividades de los hogares son expulsados a alcantarillado o efluentes como ríos, quebradas y lagos”.

1.9.3. Aguas blancas

SUNASS, [7] “Pueden ser de procedencia atmosférica o del riego, limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración”.

1.9.4. “Aguas residuales industriales”

SUNASS, [7] “Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales”.

1.9.5. “Aguas residuales agrícolas”

“Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales”.

1.9.6. “Sólidos Suspendidos Totales (SST)”

Rojas, [20] “Están compuestos por partículas orgánicas o inorgánicas fácilmente separables del líquido por sedimentación, filtración o centrifugación”

1.9.7. “Demanda Química de Oxígeno (DQO)”

Rojas [20] “Es la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Esta prueba proporciona un medio indirecto de la concentración de materia orgánica en el agua residual”.

1.9.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5).

Es la cantidad de materia orgánica fácilmente biodegradable durante cinco días y a 20°C y corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar biológicamente la materia orgánica. La relación DQO/DBO5 proporciona una indicación de la biodegradabilidad de las aguas residuales. (*Rojas*, 2002)

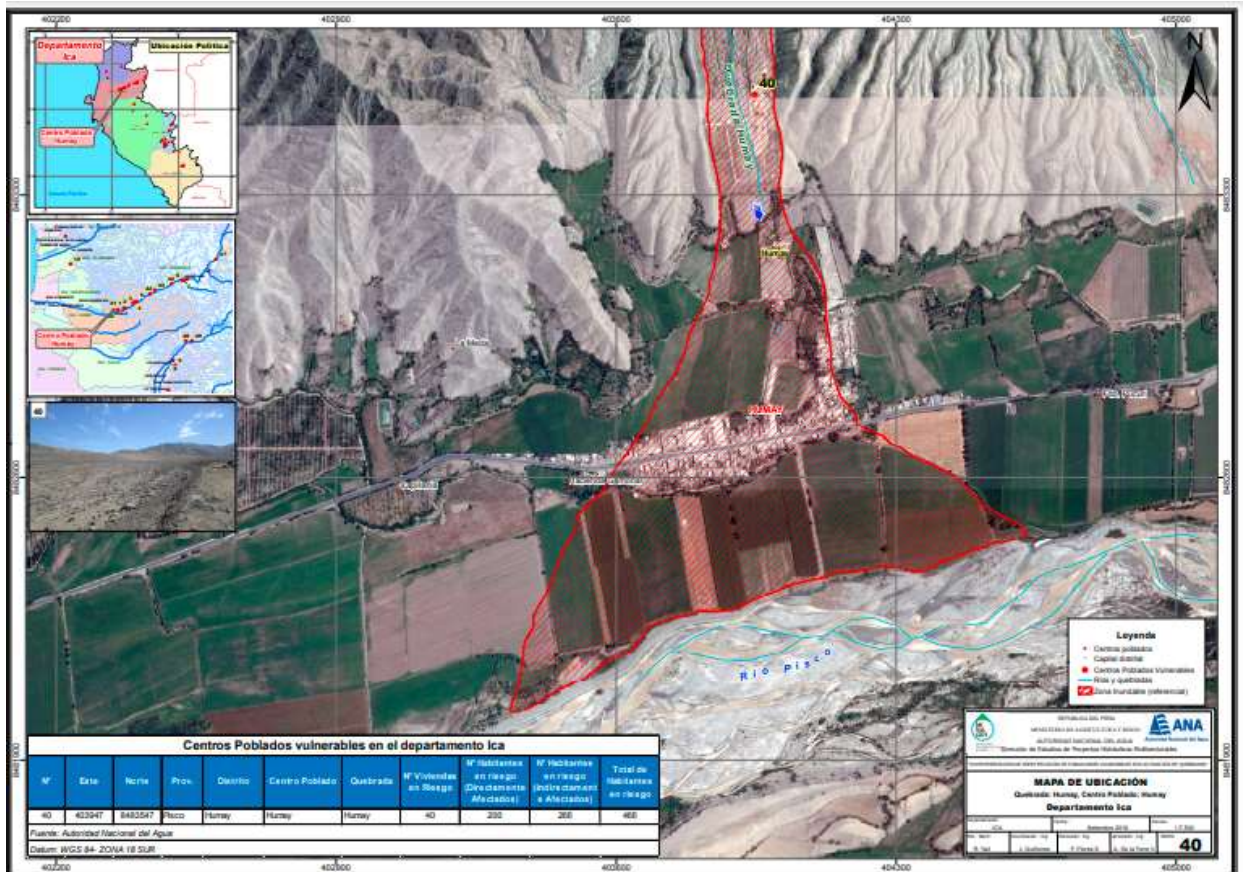
1.9.9. “Contenido de nutrientes (nitrógeno [N] y fósforo [P])”

Rojas, “Estos compuestos, conjuntamente con la materia carbonácea o DBO5 indican si las aguas residuales tienen la adecuada proporción de nutrientes como para facilitar la degradación de la materia orgánica presente en las aguas residuales” [20].

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Área de estudio

Chira et al., “La ubicación de la zona de estudio de investigación se localiza en el departamento Ica, Provincia de Pisco en el Distrito de Humay, el río Pisco es la principal fuente de agua superficial en la cuenca”[21]. “Su longitud de unos 472 km. El río Pisco es uno de los cuatro ríos de Ica, naciente, con una gran cuenca (500 km²), con un recorrido más largo que los otros tres (170 km)” [21]



Fuente: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/5726_mapa-de-ubicacion-de-poblaciones-vulnerables-por-inundacion-de-la-quebrada-humay-distrito-humay-ica.pdf

Figura 1 Mapa de ubicación de poblaciones en la quebrada Humay, distrito Humay, Pisco, Ica

Chira et al., “A su vez el distrito de Humay cuenta con:

- Superficie: 91 200 hectáreas
- Altitud: 912,00 km²
- Coordenadas geográficas:
 - ✓ Latitud: -13.7225
 - ✓ Longitud: -75.8867
 - ✓ Latitud: 13° 43’ 21” Sur

✓ Longitud: 75° 53' 12" Oeste"[21].

2.2 Estrategia metodológica

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

Supo, “El tipo de investigación empleada es aplicada, debido a que se cuenta con información teórica para generar nuevos conocimientos y resolver conflictos y sucesos de la realidad, así con esta información se busca validar o refutar las hipótesis planteadas”[22].

Supo, “El tipo de investigación, es observación-prospectiva-transversal, porque se recopiló toda la información en un determinado momento único” [22].

Nivel de investigación

Supo, “El estudio de investigación presenta atributos de un nivel descriptivo porque se pretende describir al fenómeno tal cual se encuentra en la naturaleza” [22], continua explicando *Supo*, que “sin manipulación de ninguna variable, buscando especificar las características y las propiedades de fenómeno en estudio con el fin de medir u obtener información de manera independiente o en conjunta” [22].

“Diseño de la investigación”

“En el estudio realizado, no se pretende manipular las variables, se busca realizar el análisis del fenómeno en función a su ambiente natural, por lo tanto, el diseño de investigación que presenta el estudio de investigación es no experimental-transversal” [22].

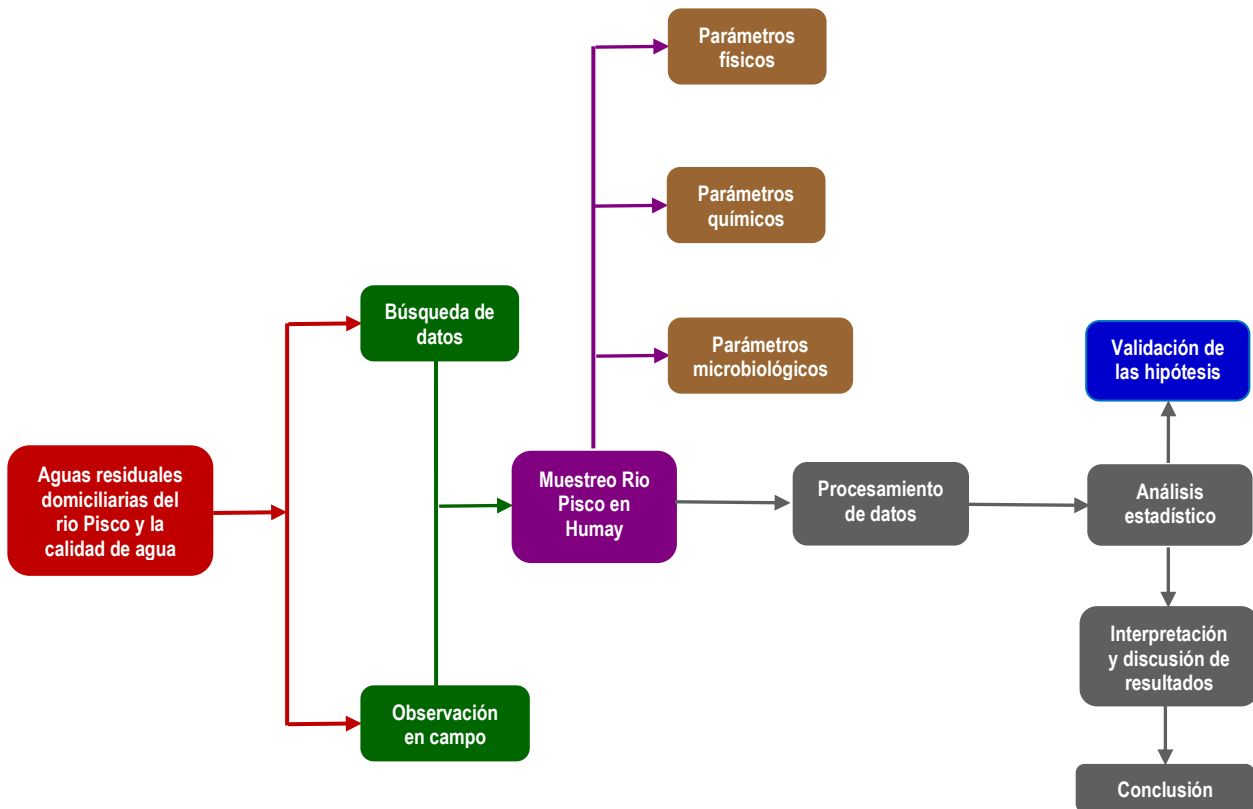


Figura 2 Proceso de diseño metodológico

2.2.2. Población y muestra

Población

Estará representada por la cuenca del “río Pisco en el distrito de Humay. El río Pisco tiene su origen en la confluencia de los ríos Chiris y Huaytará”, sierra del Departamento de Huancavelica, específicamente en las lagunas de Pultoc, Aguacocha y Tacacocha. La cuenca del río Pisco, cuenta con un área de drenaje total hasta su desembocadura en el mar de 3,496 km².

a. Información demográfica

De acuerdo, al “Instituto Nacional de Estadística e Informática, *INEI*”, “La población total proyectada al 30 de junio de cada año, para distrito de Humay: año 2018: 5 759 habitantes, año 2019: 5 811 habitantes y año 2020: 5 846”.

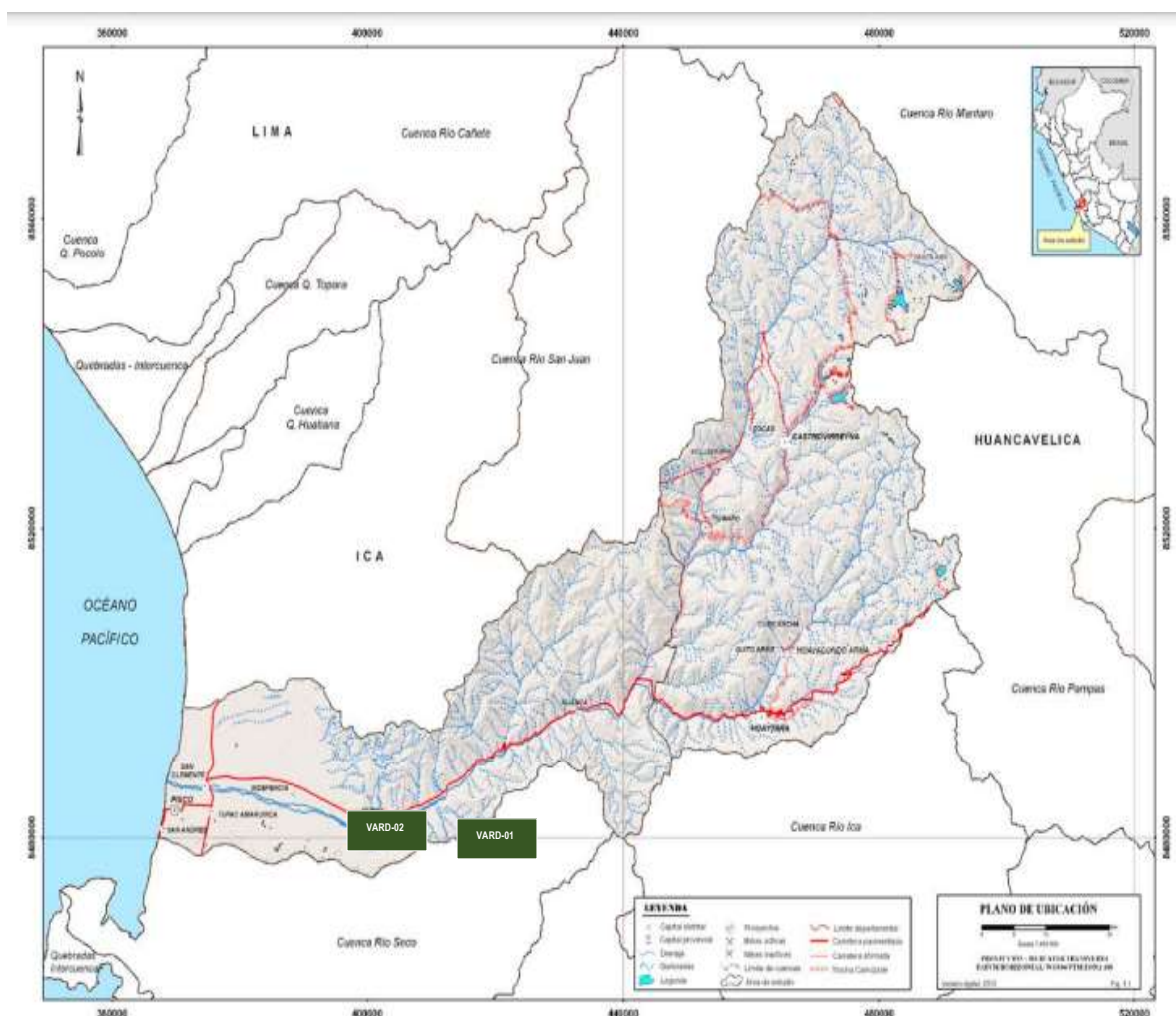
b. Información climática

En Humay, los veranos son calurosos, áridos y nublados y los inviernos son cómodos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del

año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 30 °C.

c. Muestra

Chira et al, “Las muestras fueron obtenidas de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, se consideró dos puntos para la toma de muestras, antes de la descarga VARD-01, en el momento de la descarga VARD-02 y después de la descarga VARD-02” [21].



Fuente: [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/217/266/B024-Boletin-Geoquimica ambiental cuenca rio Pisco.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/217/266/B024-Boletin-Geoquimica_ambiental_cuenca_rio_Pisco.pdf)

Figura 3 Ubicación de la cuenca del río Pisco

Tabla 1 “Puntos de muestreo”

VARD	“Punto de muestreo”	“Ubicación UTM (WGS84/L18S)”		
		“Este	Norte	Altitud” (m.s.n.m.)

VARD-01	Aguas arriba	404035	84822305	
VARD-02	Aguas abajo	404039	8482309	401
VARD-03	Aguas abajo	404039	8482309	

2.3 Procedimiento de la metodología general

2.3.1. Técnicas de recolección de datos

Cabeza et al., [23] “Se emplearon tres procedimientos para la obtención de datos: observacional, obtención de información y generación de nuevos conocimientos”.

Identificación del área de investigación:

- “La observación empleada en el campo de estudio;
- La obtención de información, se emplearon la técnica del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, en la que se incluyen el premonitoreo, monitoreo y el posmonitoreo”[13], Según, *Lima*.
- “Generación de nuevos conocimientos, mediante el procesamiento y revisión de los datos de análisis”[13].

2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

- Formatos de Recolección de datos
- Fichas de laboratorio
- Equipo multiparámetro portátil (análisis físico-químicos in situ: temperatura, pH)
- Cadena de custodia

2.3.3. Técnicas de procesamiento de datos

- Para el procesamiento de datos se empleará el MS Excel que se registrarán en tablas y gráficos ilustrativos.
- “Protocolos de monitoreo, ensayos de calidad del agua en base a Normas Técnicas Peruanas)” [24].

2.3.4. Análisis e interpretación de datos

La documentación que se realizara será encausada mediante el software Excel, del mismo modo se analizara cuantitativamente mediante la hipótesis estadística, se empleó para las hipótesis específicas (1), (2) y (3)

la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para tal efecto se consideró, los datos de las dimensiones físico, químico y microbiológico para la hipótesis específica (4), se empleó para muestras paramétricas la prueba de t de student.

2.4 Marco legal

ECA: “*Decreto Supremo N°004.2017-MINAM*”, “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el D.S. N°002-2008-MINAM, el D.S. N°023-2009-MINAM y el D.S. N°015-2015-MINAM”[19], “que aprueban los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, 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”[19].

“**Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua** Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:”[19],

- “**Categoría 1:** Poblacional y recreacional:

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

A2. *Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional*”[19].

- “**Categoría 3:** Riego de vegetales y bebida de animales,

Subcategoría D1: Riego de vegetales,

Subcategoría D2: Bebida de animales”[19].

- “**Categoría 4:** Conservación del ambiente acuático,

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas”[19].

“**Subcategoría E2:** Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección”[19].

III. RESULTADOS

3.1. “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

El cauce del río Pisco, viene desde el distrito de Huancano aproximadamente 100 m, aguas abajo de la confluencia de los ríos Chiris y Santuario, para formar la naciente de río Pisco, continua su desplazamiento por el distrito de Humay, en la actualidad no existe “un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas y esta yace que el vertimiento” sea alojado en río Pisco. Por lo que sea señalado dos puntos de muestreo aproximadamente 100 m, aguas arriba del vertimiento de la municipalidad de Humay como punto VARD-01 100 m aguas arriba, VARD-02 el punto de descarga del vertimiento de la municipalidad de Humay y “100 m, aguas abajo del vertimiento” de la municipalidad de Humay como punto VARD-03, para tal efecto se tiene “los resultados obtenidos in y ex situ”. “Para el logro del estudio se utilizó el D.S.-N°004-2017-MINAM, decreto que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, en su naturaleza de sustancia receptora, en la que se dispone de la calidad de concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos”[25].

Efecto de la referencia “in situ”

La “temperatura del río” Pisco a la altura del distrito de Humay presento oscilaciones en los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, respectivamente como se presenta en la tabla 2, en cuanto al “pH del agua del río” Pisco, mantiene “una neutralidad a lo largo del cauce del río” Pisco, respectivamente en los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

Tabla 2 Análisis in situ fisicoquímico

Factores	Remisión		
	VARD-01	VARD-02	VARD-03
pH	6.7	8.0	8.3
Temperatura	19.3	19.7	20.1

Efecto de la referencia ex situ

Oxígeno disuelto en el río Pisco, en el punto VARD-01 “antes del vertimiento de las aguas residuales” es de 36.4 mg/L, en la descarga es de 5.2 mg/L en el punto VARD-02 y en el punto VARD-03 “después del vertimiento” es de 6.1 mg/L. “La demanda bioquímica de oxígeno” presenta variaciones durante el muestreo los datos son 16 mg/L, en el punto VARD-01, 4 mg/L, en el punto VARD-02, y 2 mg/L en el punto VARD-3. La demanda química de oxígeno es 22 mg/L en el punto VARD-01, 6 mg/L en el punto VARD-02 y en el punto VARD-03 es de 3 mg/L. El fósforo total presenta variaciones durante el muestreo, 0.162 en el punto VARD-01, 0.08 en el punto VARD-02 y 0.06 mg/L en el punto VARD-03. Sólidos suspendidos totales son distintos, en el punto VARD-01 es de 21 mg/L, en el punto VARD-02 es de 23.5 mg/L y en el punto VARD-3 es de 28 mg/L.

Tabla 3 Análisis in situ fisicoquímico

Factores	Remisión		
	VARD-01	VARD-02	VARD-03
Oxígeno disuelto	36.4	5.2	6.1
Color	5.5	6.8	7.3
DBO₅	16	4	2
DQO	22	6	3
Fósforo total	0.162	0.08	0.06
Sólidos suspendidos totales	21	23,5	28

Contrastación de la Hipótesis General

El vertimiento de aguas residuales domiciliarias generados por la población de Humay influye significativamente en la “calidad del agua” en el río Pisco, 2021

Distribución de la Prueba t-Student

H₀: “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay NO influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021. ($\mu \geq 15$ mg/L)

H_a: “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay SI influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, 2021. ($\mu < 15$ mg/L)

Se planteo la hipótesis para los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

$H_0: \mu \geq 15$ mg/L (La DBO_5 , no influye en la “calidad de agua”)

$H_a: \mu < 15$ mg/L (La DBO_5 , si influye en la “calidad de agua”)

1. Se considero el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

2. Se estimo el estadístico de prueba (Estadística descriptiva)

Numero aleatorios	Columna 1	
16	Media	7.333
4	Error típico	4.3716
2	Mediana	4
	Desviación estándar	7.5719
	Varianza de la muestra	57.3333
	Coficiente de asimetría	1.5971
	Rango	14
	Mínimo	2
	Máximo	16
	Suma	22
	Cuenta	3
	Nivel de confianza (95%)	18.8096

3. Se estableció la regla de decisión

$\mu =$	15
$\alpha =$	0.05
$n =$	3
$gl =$	2

Se resuelve el t-Student experimental

$$t_{Experimental} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad t_{Experimental} = \frac{7 - 15}{\frac{4}{\sqrt{3}}}$$

$$t_{\text{Experimental}} = -3.3198$$

4. La distribución del $t_{\text{Teórico}} = -2.929$ (ANEXO 1: Distribución t de Student, $gl = 3$ y $\alpha = 0.05$)

5. Tomar la decisión

Si $t_{\text{Experimental}} < t_{\text{Teórico}}$, entonces se RECHAZA H_0 .

Si $t_{\text{Experimental}} > t_{\text{Teórico}}$, entonces se ACEPTA H_0 .

Por lo tanto,

Si $t_{\text{Experimental}} (-3.3198) < t_{\text{Teórico}} (-2.929)$ entonces se **RECHAZA H_0**

Se puede concluir que:

Se **ACEPTA** la hipótesis alterna, y se puede aseverar que en los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, con una significancia del 0.05, considerándose un gl de 2, y un $t_{\text{Experimental}}$ de $(-3.3198) < t_{\text{Teórico}} (-2.929)$, quiere decir que el vertimiento de aguas residuales domiciliarias generados por la población de Humay si influye significativamente en la “calidad del agua” en el río Pisco, 2021. Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-01) se encuentra fuera de la norma del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C1 (A2). Mientras que para el punto (VARD-02) está por debajo de la norma en C3 (D1 y D2) y C4 (E2). Cabe referir que para el punto (VARD-03) se encuentra dentro de la norma, en la categoría C4 (E2).

3.2. La concentración de elementos físicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

Contrastación de la Hipótesis Especifica 1 (HE1)

HE1: *Los parámetros de elementos físicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, solo si son posibles que la dimensión problema 1 y la variable aportante deriven de una distribución normal.*

Color

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla 4”[19].

Tabla 4 “Color, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	Pt/Co	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	100	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	100/100	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	20	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 “Color en la calidad de agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado Color Pt/Co	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	5.5	100	100/100	20
VARD-02	Agua de descarga	6.8	100	100/100	20
VARD-03	Aguas abajo	7.3	100	100/100	20

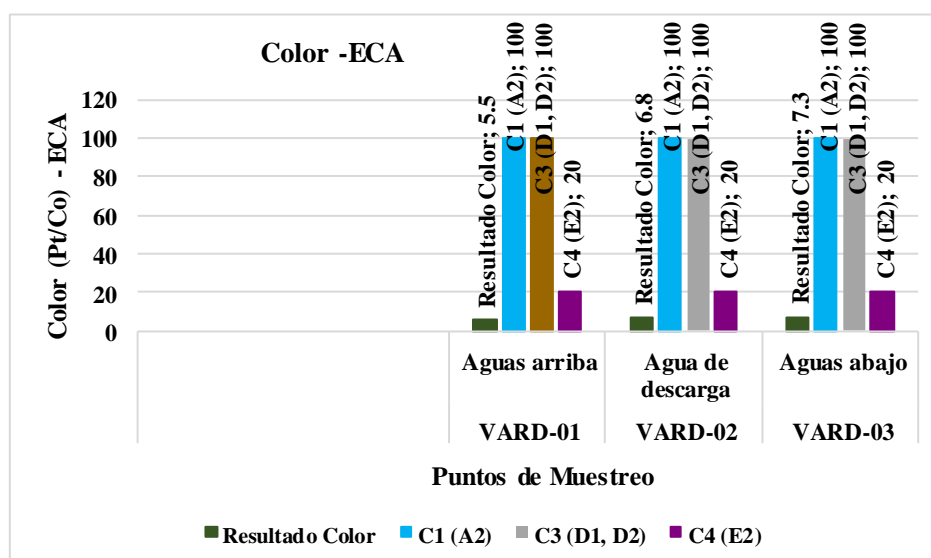


Figura 4 Color - ECA

La concentración del elemento físico color “en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se

determinó que estos se localizan adentro “del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para el color “en la calidad del agua en el rio” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H₀: El parámetro del elemento físico color generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el rio” Pisco vienen de una distribución normal.

H_a: El parámetro del elemento físico color generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el rio” Pisco no vienen de una distribución normal.

Calculo de los datos del parámetro color “en la calidad del agua en el río” Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
5.5		-1.0333	1.067778	
6.8	6.5333	0.2667	0.071111	1.726667
7.3		0.7667	0.587778	

Tabla estadística de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² /Σ(X _i - \bar{X}) ²
1	0.7071	7.3	5.5	1.8	1.2728	1.6200	0.9392

Suma = 1.2728

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.9392

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

Valor Critico = 0.767

Decisión:

W (0.9382) > VC (0.767): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.9382 mayor que el valor crítico 0.767, por lo tanto, se acepta y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en el parámetro del elemento físico color generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 1 y la variable aporte provienen de una distribución normal.

Temperatura

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla 6”[19].

Tabla 6 “Temperatura, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	°C	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	Δ3	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	Δ3/Δ3	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	Δ3	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, “los resultados se muestran en la tabla 7”.

Tabla 7 “La temperatura en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado Temperatura °C	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	15.9	Δ3	Δ3	Δ3
VARD-02	Agua de descarga	16.7	Δ3	Δ3	Δ3
VARD-03	Aguas abajo	17.4	Δ3	Δ3	Δ3

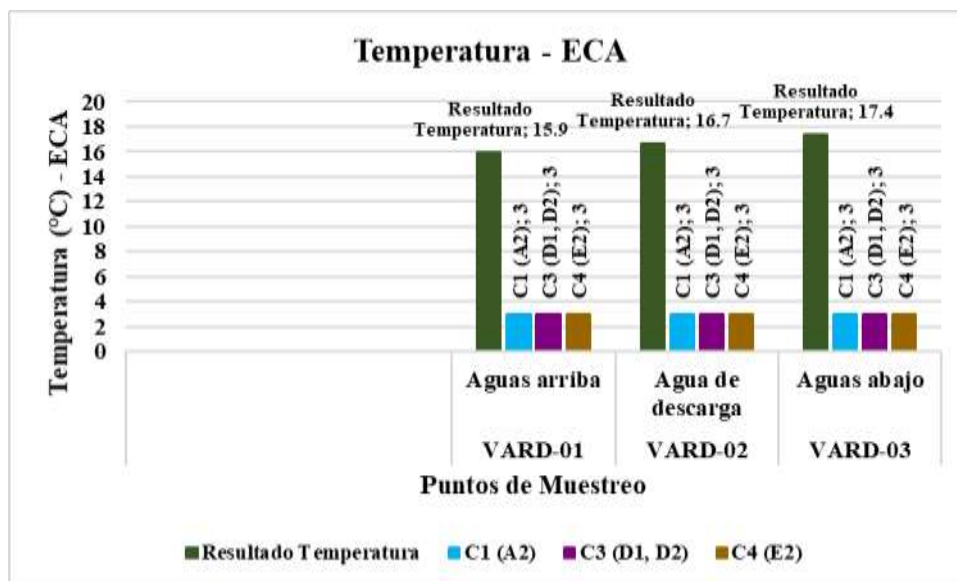


Figura 5 Temperatura - ECA

La concentración del elemento físico temperatura “en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que estos se encuentran fuera “del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para la temperatura “en la calidad de agua en el río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H_0 : El parámetro del elemento físico temperatura generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco vienen de una distribución normal.

H_a : El parámetro del elemento físico temperatura generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos del parámetro temperatura “en la calidad del agua en el río” Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
5.5		-1.0333	1.067778	
6.8	6.5333	0.2667	0.071111	1.726667

7.3

0.7667

0.587778

Tabla estadística de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² //Σ(X _i - X̄) ²
1	0.7071	7.3	5.5	1.8	1.2728	1.6200	0.9392

Suma = 1.2728

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.9392

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

 α (Nivel de Significancia) = 0.05**Valor Critico = 0.767**

Decisión:

W (0.9382) > VC (0.767): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.9382 mayor que el valor critico 0.767, por lo tanto, se acepta y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en el parámetro del elemento físico temperatura generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 1 y la variable aporte provienen de una distribución normal.

Solidos suspendidos totales

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla 8”[19].

Tabla 8 “Solidos suspendidos totales, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	-----	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	----	3

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, los resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9 “Los sólidos suspendidos totales en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado SST mg/L	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	21	----	----	≤ 100
VARD-02	Agua de descarga	23.5	----	----	≤ 100
VARD-03	Aguas abajo	28	----	---	≤ 100

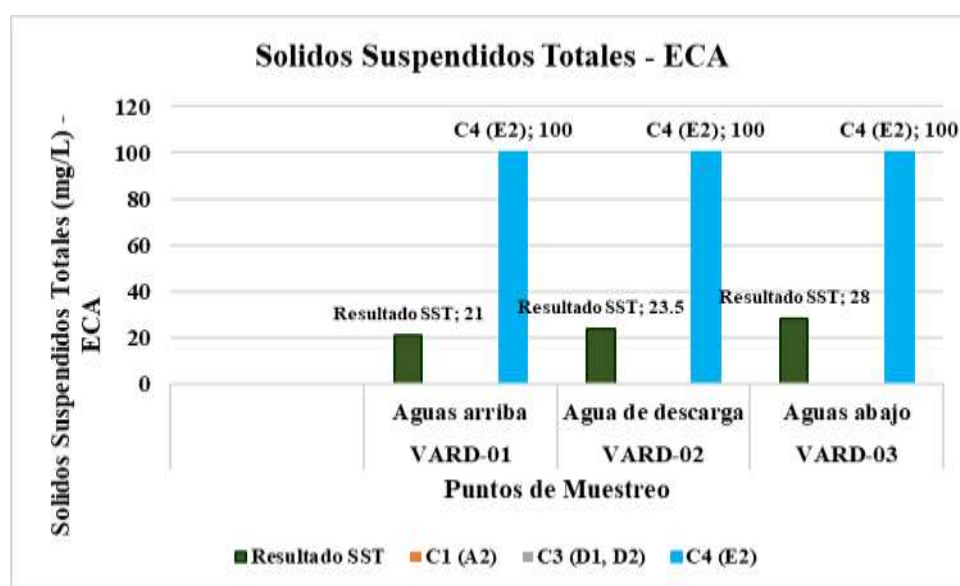


Figura 6 Solidos Suspendidos Totales - ECA

La concentración del elemento físico “sólidos suspendidos totales en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que estos se encuentran dentro “del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C4 (E2). Cabe referir que en las categorías C1 y C3, este patrón no se encuentra dentro de la norma”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para los sólidos suspendidos “en la calidad de agua del río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H₀: El parámetro del elemento físico sólidos suspendidos generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el río” Pisco vienen de una distribución normal.

H_a: El parámetro del elemento físico sólidos suspendidos generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el río” Pisco no vienen de una distribución normal

Calculo del parámetro de datos de los sólidos suspendidos en la “calidad de agua” en el río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
21.0		-3.1667	10.027778	
23.5	24.1667	-0.6667	0.444444	25.166667
28.0		3.8333	14.694444	

Tabla estadística de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² / $\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
1	0.7071	28.0	21.0	7	4.9497	24.4995	0.9735

Suma = 4.9497

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.9735

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

Valor Critico = 0.7670

Decisión:

W (0.9735) > VC (0.7670): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.9735 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, se

“acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en el parámetro del elemento físico sólidos suspendidos generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 1 y la variable aporte provienen de una distribución normal.

3.3. La concentración de elementos químicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco Contrastación de la Hipótesis Especifica 2 (HE2)

HE2: *La concentración de elementos químicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua en el río” Pisco, solo si son posibles que la dimensión problema 2 y la variable aportante deriven de una distribución normal.*

DBO₅

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla 10”[19].

Tabla 10 “DBO₅, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	5	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	15/15	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	10	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, los resultados se muestran en la tabla 11.

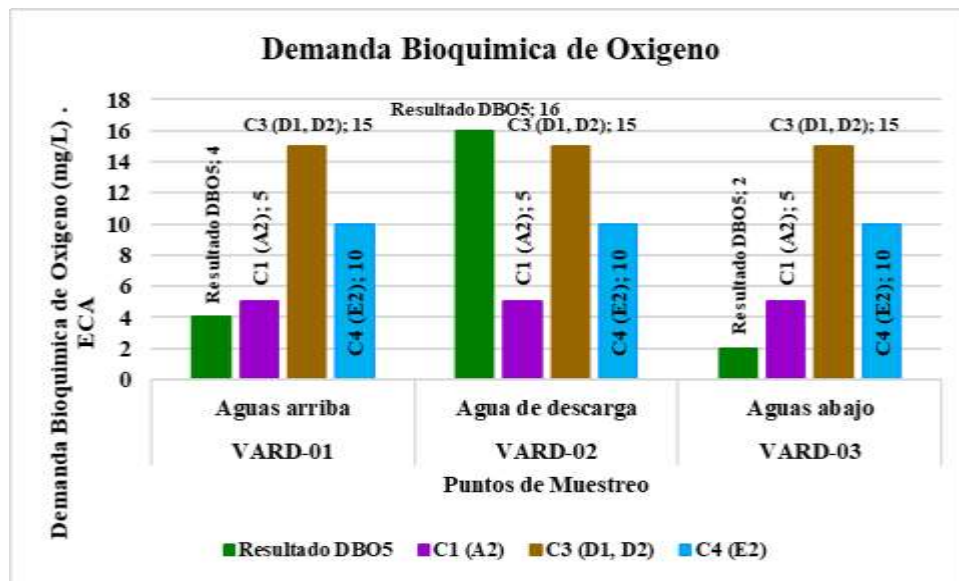


Figura 7 Demanda Bioquímica de Oxígeno – ECA

Tabla 11 “DBO5 en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado DBO ₅ mg/L	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	4	5	15	10
VARD-02	Agua de descarga	16	5	15	10
VARD-03	Aguas abajo	2	5	15	10

La concentración del elemento físico “sólidos suspendidos totales en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-01) se encuentra dentro de la norma de “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para las categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”. Mientras que para el punto (VARD-02) está por encima de la norma en “C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”. Cabe referir que para el punto (VARD-03) se encuentra por debajo de la norma, en las “categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para la DBO₅ “en la calidad de agua en el río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H_0 : La concentración de elemento químico DBO_5 generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a : La concentración de elemento químico DBO_5 generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración de la DBO_5 en la “calidad del agua” del río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
2		-5.3333	28.444444	
4	7.3333	-3.3333	11.111111	114.6667
16		8.6667	75.111111	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² / $\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
1	0.7071	16	2	14	9.8994	97.9981	0.8546

Suma = 9.8994

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

$$W = 0.8546$$

Valor critico

$$n \text{ (Tamaño de la muestra)} = 3$$

$$\alpha \text{ (Nivel de Significancia)} = 0.05$$

$$\text{Valor Critico} = 0.7670$$

Decisión:

W (0.8546) > VC (0.7670): H_0 se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.8546 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento químico de la DBO₅ generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 2 y la variable aporte provienen de una distribución normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con la normativa para las “categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

DQO

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla12”[19].

Tabla 12 “DQO, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	20	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	40/40	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	----	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, los resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13 “DQO en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado DQO mg/L	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	6	20	40/40	----
VARD-02	Agua de descarga	22	20	40/40	----
VARD-03	Aguas abajo	3	20	40/40	----

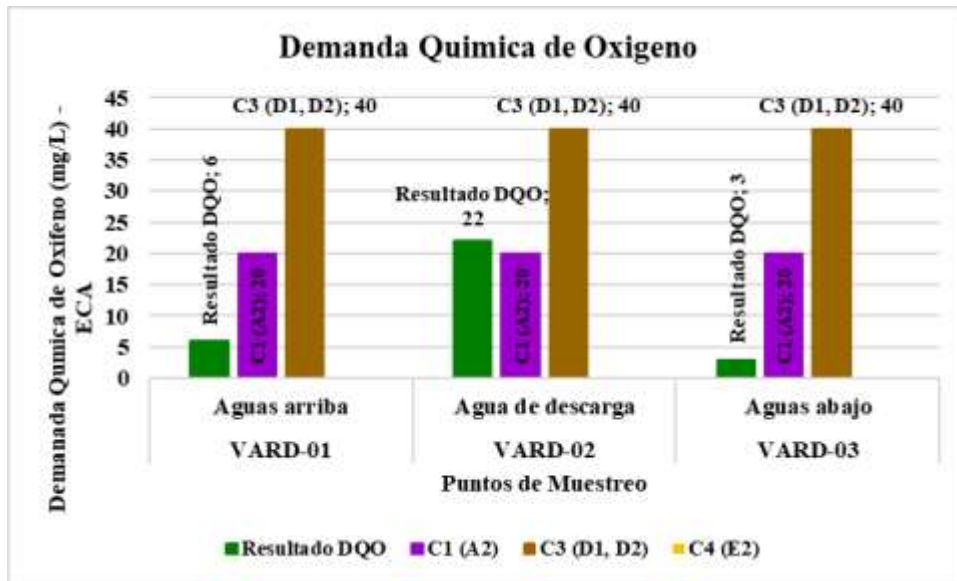


Figura 8 Demanda Química de Oxígeno - ECA

La concentración del elemento químico DBO “en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que dos puntos (VARD-01) y (VARD-03), se encuentran dentro del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C1 (A2) y C3 (D1, D2)” y el punto (VARD-02) está fuera de la categoría C1(A2) pero se encuentra dentro de la categoría C3(DI, D2). Cabe referir que en la categoría C4(E2), este patrón no está considerado en la norma.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para la DQO “en la calidad de agua en el rio Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H_0 : La concentración de elemento químico DQO generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el rio” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a : La concentración de elemento químico DQO generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el rio” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración de la DQO en la “calidad de agua” del río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
-------	---------------------	-----------------	---------------------	---------------------------

3		-7.3333	53.7778	
6	10.3333	-4.3333	18.7778	208.6667
22		11.6667	136.1111	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² /Σ(Xi - X̄) ²
1	0.7071	22	3	19	13.4349	180.4965	0.8650

Suma = 13.4349

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

$$W = 0.8650$$

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

$$\text{Valor Critico} = 0.7670$$

Decisión:

W (0.8650) > VC (0.7670): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.8650 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento químico de la DQO generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 2 y la variable aporte provienen de una distribución normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con la normativa para las categorías C1 (A2) y C3 (D1 y D2)

Fosfato total

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM” [19].

Tabla 14 “Fosfato total, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	0.15	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	-----	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	0.05	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, “los resultados se muestran en la tabla 15”.

Tabla 15 “Fosfato total en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado Fosforo Total mg/L	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	0.06	0.15	----	0.05
VARD-02	Agua de descarga	0.162	0.15	----	0.05
VARD-03	Aguas abajo	0.08	0.15	----	0.05

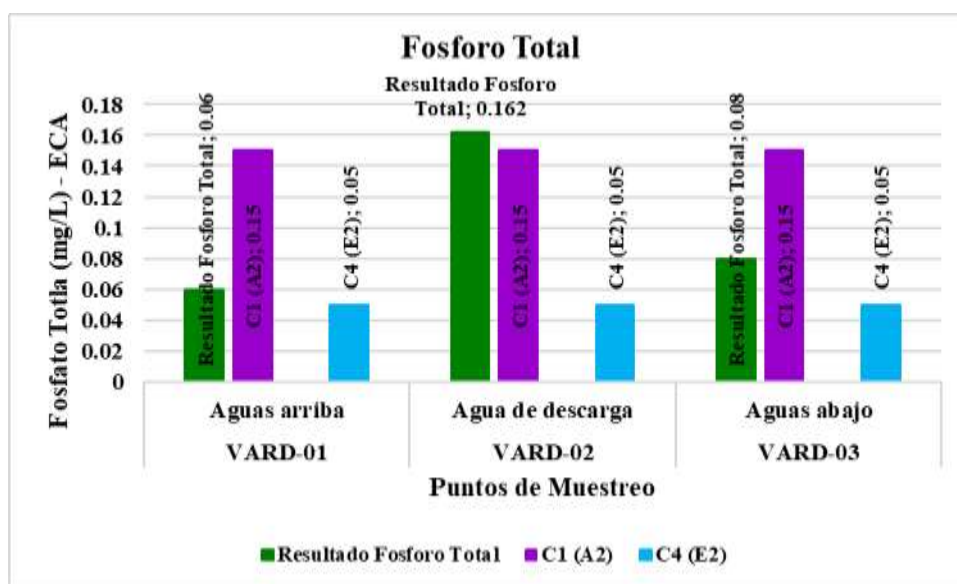


Figura 9 Fosforo total - ECA

La concentración del elemento químico fosforo total “en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que dos puntos (VARD-01) y (VARD-03), se encuentran dentro del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua”: categoría C1 (A2) y el punto (VARD-02) se encuentra fuera de la categoría C1(A2). Los puntos (VARD-01), (VARD-02) Y (VARD-03 se encuentra fuera de la categoría C4(E2). Cabe referir que en la categoría C3 (D1, D2), no existe este patrón porque no está en la norma.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para el fosforo total “en la calidad del agua en el rio” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H₀: La concentración de elemento químico del fósforo total generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el rio” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a: La concentración de elemento químico del fósforo total generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el rio” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración del “fosforo total en la calidad de agua del río” Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
0.06	0.1007	-0.0407	0.001654	0.005843
0.08		-0.0207	0.000427	
0.162		0.0613	0.003762	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² /Σ(X _i - \bar{X}) ²
1	0.7071	0.162	0.06	0.102	0.0721	0.052	0.8903

Suma = 0.0721

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

$$W = 0.8903$$

Valor critico

$$n \text{ (Tamaño de la muestra)} = 3$$

$$\alpha \text{ (Nivel de Significancia)} = 0.05$$

$$\text{Valor Critico} = 0.7670$$

Decisión:

$$W (0.8903) > VC (0.7670): H_0 \text{ se ACEPTA}$$

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.8903 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento químico del fósforo total generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 2 y la variable aporte provienen de una distribución normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con la normativa para la categoría C1 (A2) y no cumple con la normativa para la categoría C4 (E2)

Nitratos

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM” [19].

Tabla 16 “Nitratos, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	30	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	50	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	13	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, “los resultados se muestran en la tabla 17”.

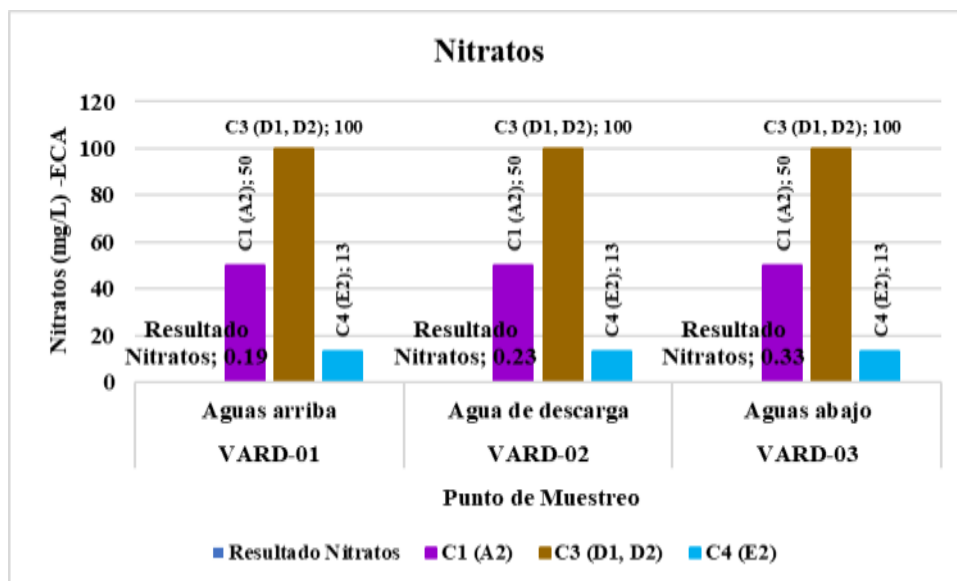


Figura 10 Nitratos - ECA

Tabla 17 “Nitratos en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado Nitratos mg/L	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	0.09	50	100	13
VARD-02	Agua de descarga	0.35	50	100	13
VARD-03	Aguas abajo	0.23	50	100	13

La concentración del elemento químico nitrato “en la calidad del agua del río” Pisco, se estima que el rendimiento “del monitoreo en los tres puntos” de muestreo se determinó que estos datos, se encuentran por debajo del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C1 (A2), C3 (D1, D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para el nitrato “en la calidad del agua en el río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H₀: La concentración de elemento químico del nitrato generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el río” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a : La concentración de elemento químico del nitrato generados por la población de Humay “en la calidad de agua en el río” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración del nitrato en la “calidad de agua” del río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
0.09	0.2233	-0.1333	0.017778	0.033867
0.23		0.0067	0.000044	
0.35		0.1267	0.016044	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² / $\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
1	0.7071	0.162	0.35	0.26	0.1838	0.0338	0.9980

Suma = 0.1838

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.9980

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

Valor Critico = 0.7670

Decisión:

W (0.9980) > VC (0.7670): H_0 se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.9980 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento químico del nitrato generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 2 y la variable aporte provienen de una distribución

normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con las normativas para las “categorías C1 (A2), C3 (D1, D2) y C4 (E2)”.

Oxígeno disuelto

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM” [19].

Tabla 18 “Oxígeno disuelto, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	mg/L	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	≥ 5	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	≥ 4 / ≥ 5	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	≥ 5	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, “los resultados se muestran en la tabla 19”.

Tabla 19 “Oxígeno disuelto en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	Punto de muestreo	Resultado Nitratos mg/L	Decreto Supremo N°004.2017-MINAM		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	36.4	≥ 5	≥ 4 / ≥ 5	≥ 5
VARD-02	Agua de descarga	5.2	≥ 5	≥ 4 / ≥ 5	≥ 5
VARD-03	Aguas abajo	6.1	≥ 5	≥ 4 / ≥ 5	≥ 5

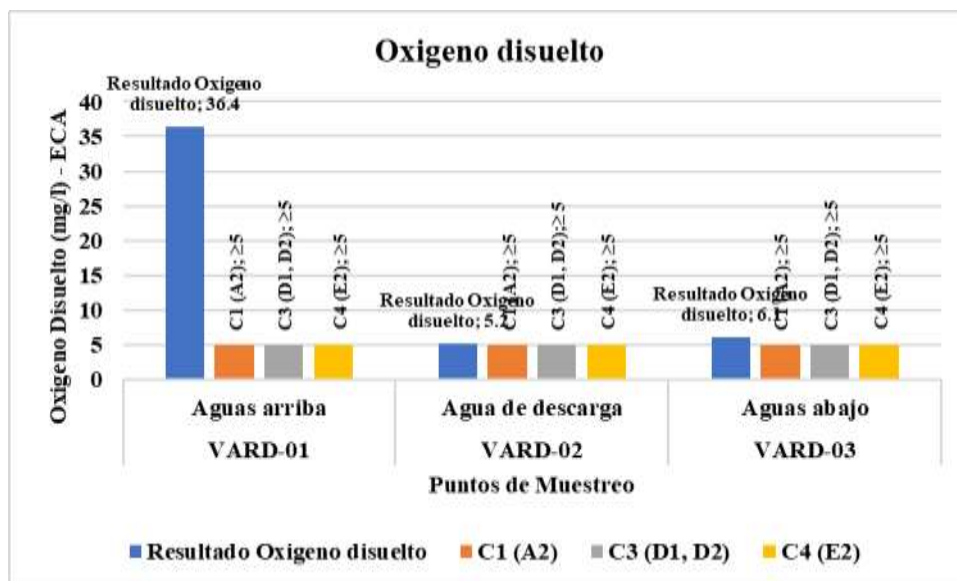


Figura 11 Oxígeno disuelto - ECA

La concentración del elemento químico nitrato “en la calidad del agua en el río” Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que estos se encuentran por debajo del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: categorías C1 (A2), C3 (D1, D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para el oxígeno disuelto “en la calidad del agua en el río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H_0 : La concentración de elemento químico del oxígeno disuelto generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a : La concentración de elemento químico del oxígeno disuelto generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración del nitrato en la “calidad de agua” del río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
36.4		-10.70	114.49	

5.2	15.9000	-9.80	96.04	630.78
6.1		20.50	420.25	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor-Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² /Σ(Xi - X̄) ²
1	0.7071	36.4	5.2	31.2	22.0615	486.7107	0.7716

Suma = 22.0615

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.7716

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

Valor Critico = 0.7670

Decisión:

W (0.7716) > VC (0.7670): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.7716 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento químico del oxígeno disuelto generado por la población de Humay en la “calidad del agua” en el río Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 2 y la variable aporte provienen de una distribución normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con las normativas para las categorías C1 (A2), C3 (D1, D2) y C4 (E2), el dato está por encima como lo estipula la norma.

3.4. La concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

Contrastación de la Hipótesis Especifica 3 (HE3)

HE3: *La concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay influye significativamente “en la calidad del agua*

en el río” Pisco, solo si son posibles que la dimensión problema 3 y la variable aportante deriven de una distribución normal.

Coliformes termoestables

“ECA: Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, tabla 10”[19].

Tabla 20 “Coliformes termoestables, Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”

Categorías	Subcategoría	Concentración	NMP/100ml	ANEXO
C1	A2	“Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”	2000	2
C3	D1/D2	“Riego de vegetales/ Bebida de animales”	(1000 – 2000) / (1000)	3
C4	E2	“Ríos (costa y sierra)”	2000	4

Se llevo a cabo el monitoreo en los puntos especificados en el área de estudios VARD-01, VARD-02 y VARD-03, puntos descritos en la demarcación de estudio, los resultados se muestran en la tabla 21.

Tabla 21 “Coliformes termoestables en la calidad del agua en el río Pisco”

VARD	“Punto de muestreo”	Resultado Coliforme Termoestables NMP/100ml	“Decreto Supremo N°004.2017-MINAM”		
			C1 (A2)	C3 (D1, D2)	C4 (E2)
VARD-01	Aguas arriba	70	2000	1000-2000 1000	2000
VARD-02	Agua de descarga	790000	2000	1000-2000 1000	2000
VARD-03	Aguas abajo	490	2000	1000-2000 1000	2000

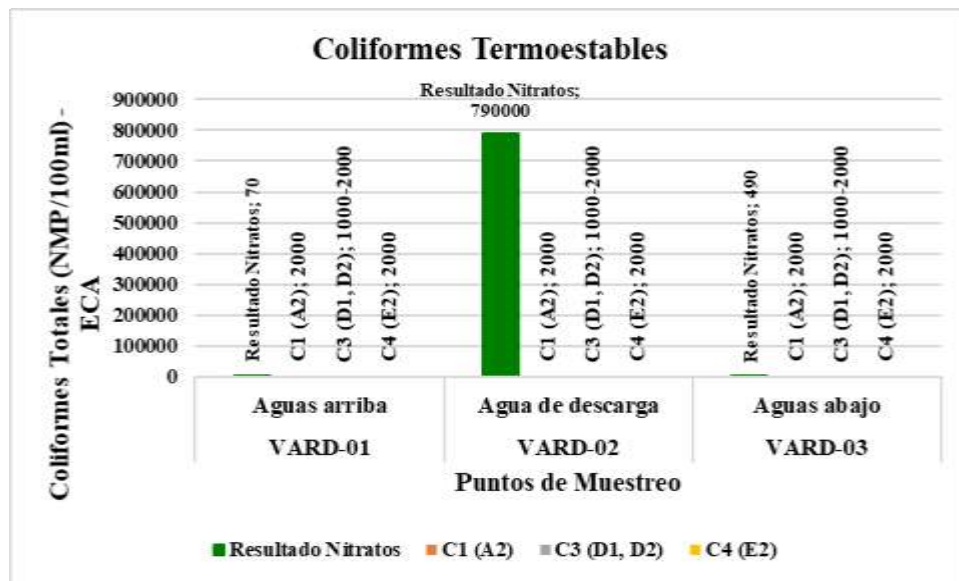


Figura 12 Coliformes termoestables - ECA

La concentración del elemento microbiológico de coliformes termoestables “en la calidad del agua” en el río Pisco, se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-01) se encuentra dentro de la norma de “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para las categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”. Mientras que para el punto (VARD-02) está por encima de las normas para las “categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”. Cabe referir que para el punto (VARD-03) se encuentra por dentro de las normas para las “categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wils, para los coliformes termoestables “en la calidad del agua en el río” Pisco (ANEXO 5)

Se estableció la hipótesis

H₀: La concentración de elemento microbiológico coliformes termoestables generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen de una distribución normal.

H_a: La concentración de elemento microbiológico coliformes termoestables generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, vienen no vienen de una distribución normal

Calculo de los datos de la concentración microbiológica coliformes termoestables en la “calidad de agua” del río Pisco

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
70		-263450	69405902500	
490	263520	-263030	69184780900	415771873800
790000		526480	277181190400	

Cuadro estadístico de Saphiro Wils

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor- Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² / $\Sigma(X_i - \bar{X})^2$
1	0.7071	790000	70	789930	558560	311988718392	0.7504

Suma = 558560

Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

W = 0.7504

Valor critico

n (Tamaño de la muestra) = 3

α (Nivel de Significancia) = 0.05

Valor Critico = 0.7670

Decisión:

W (0.7504) > VC (0.7670): H₀ se ACEPTA

Conclusión: Con una confianza del 95%, empleando el estadístico de Shapiro Wils se obtiene 0.7504 mayor que el “valor crítico” 0.7670, por lo tanto, “se acepta la hipótesis nula” y se concluyó que la muestra de los tres puntos, en la concentración del elemento microbiológico coliformes termoestables generado por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco, si influye significativamente porque la dimensión problema 3 y la variable aporte provienen de una distribución normal. Lo que permite que en el punto VARD-03, aguas abajo cumple con la normativa para las “categorías C1 (A2), C3 (D1 y D2) y C4 (E2)”.

3.5. “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” en los estándares de “calidad de agua en el río” Pisco

Contrastación de la Hipótesis Especifica 4 (HE4)

HE3: “El vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay influye significativamente en “los estándares de calidad del agua en el río” Pisco, 2021.

Prueba paramétrica

Distribución de t-Student

Color

Se determino la hipótesis especifica 4 (HE4), en relación al color a la “calidad del agua”, para tal efecto se tomó en cuenta la prueba paramétrica de distribución de “t de Student en correspondencia al ECA-Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales”

H_a: El color no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu \leq 100$ Color verdadero Escala Pt/ Co).

H₀: El color afecta “el vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu > 100$ Color verdadero Escala Pt/ Co).

Se planteo la hipótesis para los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

H_a: $\mu \leq 100$ mg/L (El color “no afecta en la calidad del agua”)

H₀: $\mu > 100$ mg/L (El color “afecta en la calidad del agua”)

Se considero el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Se estimo el “estadístico de prueba” (Estadística Descriptiva)

Numero aleatorios	Columna 1	
5.5	Media	6.5333
6.8	Error típico	0.5364

7.3	Mediana	6.8
<hr/>		
	Desviación estándar	0.9292
	“Varianza de la muestra”	0.8633
	“Coeficiente de asimetría”	-1.1851
	“Rango”	1.8
	“Mínimo”	5.5
	Máximo	7.3
	Suma	19.6
	Cuenta	3
	Nivel de confianza (95%)	2.3082
<hr/>		

Se estableció la regla de decisión

$\mu =$	100
$\alpha =$	0.05
$n =$	3
$gl =$	2

Se resuelve el t-Student experimental

$$t_{\text{Experimental}} = -23.8072$$

La distribución del $t_{\text{Teórico}} = -2.9290$ (ANEXO 1: Distribución t de Student, $gl = 3$ y $\alpha = 0.05$)

Por lo tanto,

Si $t_{\text{Experimental}} (-23.8072) < t_{\text{Teórico}} (-2.9290)$ entonces se RECHAZA H_0

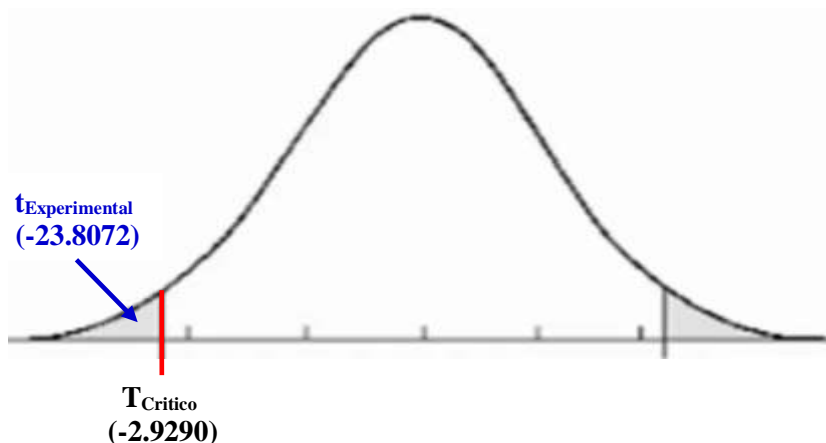


Figura 13 Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para el color

Se concluyo, que:

“Se **ACEPTA** la hipótesis alterna”, y se puede aseverar que en los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, con una significancia del 0.05, considerándose un gl de 2, y un $t_{\text{Experimental}}$ de (-23.8072), quiere decir que el color no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco, 2021. Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-03) se encuentra dentro de la norma del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2)”.

Oxígeno disuelto

Se determino la hipótesis especifica 4 (HE4), en relación al oxígeno disuelto “en la calidad del agua”, para tal efecto se tomó en cuenta la prueba paramétrica de distribución de “t de Student en correspondencia al ECA-Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales”

H_a: El oxígeno disuelto no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad de agua en el río” Pisco ($\mu \geq 5$ mg/L).

H₀: El color afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad de agua en el río” Pisco ($\mu < 5$ mg/L).

Se planteo la hipótesis para los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

$H_a: \mu \geq 5 \text{ mg/L}$ (El “oxígeno disuelto no afecta en la calidad del agua”)

$H_0: \mu < 5 \text{ mg/L}$ (El “oxígeno disuelto afecta en la calidad del agua”)

Se considero el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Se estimo el “estadístico de prueba” (Estadística Descriptiva)

Numero aleatorios	Columna 1	
36.4	Media	15.8667
5.2	Error típico	10.2707
6.1	Mediana	6.1
	Desviación estándar	17.7894
	“Varianza de la muestra”	316.4633
	“Coeficiente de asimetría”	1.7259
	“Rango”	31.3
	“Mínimo”	5.1
	Máximo	36.4
	Suma	47.6
	Cuenta	3
	Nivel de confianza (95%)	44.1914

Se estableció la regla de decisión

$$\mu = 5$$

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 3$$

$$gl = 2$$

Se resuelve el t-Student experimental

$$t_{\text{Experimental}} = 3.0855$$

La distribución del $t_{\text{Teórico}} = 2.9290$ (ANEXO 1: Distribución t de Student, $gl = 3$ y $\alpha = 0.05$)

Por lo tanto,

Si $t_{\text{Experimental}} (3.0855) > t_{\text{Teórico}} (2.9290)$ entonces se RECHAZA H_0

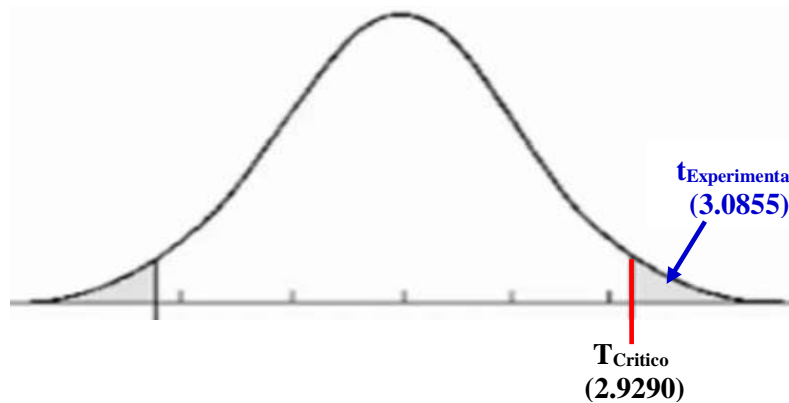


Figura 14 Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para el oxígeno disuelto

Se concluyo, que:

“Se **ACEPTA** la hipótesis alterna”, y se puede aseverar que en los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, con una significancia del 0.05, considerándose un gl de 2, y un $t_{\text{Experimental}}$ de (3.0855), quiere decir que el oxígeno disuelto no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río Pisco, 2021. Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-03) se encuentra dentro de la norma del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2)”.

DQO

Se determino la hipótesis específica 4 (HE4), en relación al DQO “en la calidad del agua”, para tal efecto se tomó en cuenta la prueba paramétrica de distribución de “t de Student en correspondencia al ECA-Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales”

H_a: La “demanda química de oxígeno” no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu \leq 40$ mg/L).

H₀: La “demanda química de oxígeno” afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu > 40$ mg/L).

Se planteo la hipótesis para los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

H_a: $\mu \leq 40$ mg/L (La “demanda química de oxígeno no afecta en la calidad del agua”)

H₀: $\mu > 40$ mg/L (La “demanda química de oxígeno afecta en la calidad del agua”)

Se considero el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Se estimo el “estadístico de prueba” (Estadística Descriptiva)

Numero aleatorios	Columna 1	
22	Media	10.3333
6	Error típico	5.8972
3	Mediana	6
	Desviación estándar	10.2144
	“Varianza de la muestra”	104.3333
	“Coeficiente de asimetría”	1.5654
	“Rango”	19
	“Mínimo”	3
	Máximo	22
	Suma	31
	Cuenta	3
	Nivel de confianza (95%)	25.3739

Se estableció la regla de decisión

$\mu =$	40
$\alpha =$	0.05

n =	3
gl =	2

Se resuelve el t-Student experimental

$$t_{\text{Experimental}} = -8.5640$$

La distribución del $t_{\text{Teórico}} = -2.9290$ (ANEXO 1: Distribución t de Student, $gl = 3$ y $\alpha = 0.05$)

Por lo tanto,

Si $t_{\text{Experimental}} (-8.5640) < t_{\text{Teórico}} (-2.9290)$ entonces se RECHAZA H_0

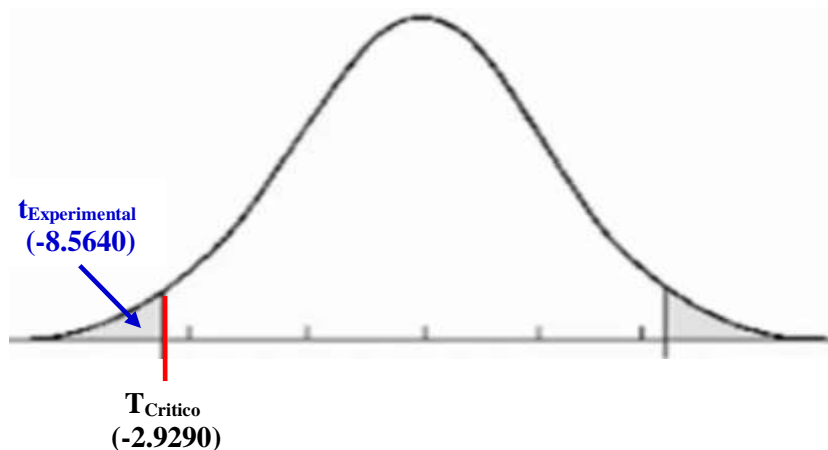


Figura 15 Prueba paramétrica - Distribución de t-Student para la DQO

Se concluyo, que:

“Se **ACEPTA** la hipótesis alterna”, y se puede aseverar que en los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, con una significancia del 0.05, considerándose un gl de 2, y un $t_{\text{Experimental}}$ de (-8.5640), quiere decir que el oxígeno disuelto no afecta el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco, 2021. Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-03) se encuentra dentro de la norma del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2).

Prueba no paramétrica

De signos

Coliformes termoestables

Se determino la hipótesis específica 4 (HE4), en relación a los coliformes termoestables en la “calidad del agua”, para tal efecto se tomó en cuenta la prueba no paramétrica de signos en correspondencia al “ECA-Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales”

H_a: Los coliformes termoestables no afecta significativamente el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu \leq 1000$ NMP/100 mL).

H₀: Los coliformes termoestables afecta significativamente el “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco ($\mu > 1000$ NMP/100 mL).

Se planteo la hipótesis para los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03.

H_a: $\mu \leq 1000$ NMP/100 mL (Los coliformes termoestables no afecta en la “calidad del agua”)

H₀: $\mu > 1000$ NMP/100 mL (Los coliformes termoestables afecta en la “calidad del agua”)

Se considero el nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

“Prueba de signos” con los datos aleatorios

Números aleatorios	Signos
70	-
790000	+
490	-

$X =$ Todos los signos positivos = 1

$n =$ Todos los signos positivos y negativos = 3

$p = 0.5$

$q = 0.5$

$\mu = n * q$

$$Z = \frac{(X \pm 0.5) - \mu}{\sqrt{n * p * q}} \quad Z = \frac{(1 + 0.5) - 1.5}{\sqrt{3 * 0.5 * 0.5}}$$

$Z_{\text{Experimental}} = 0$

$Z_{\text{Critico}} = -1.604$

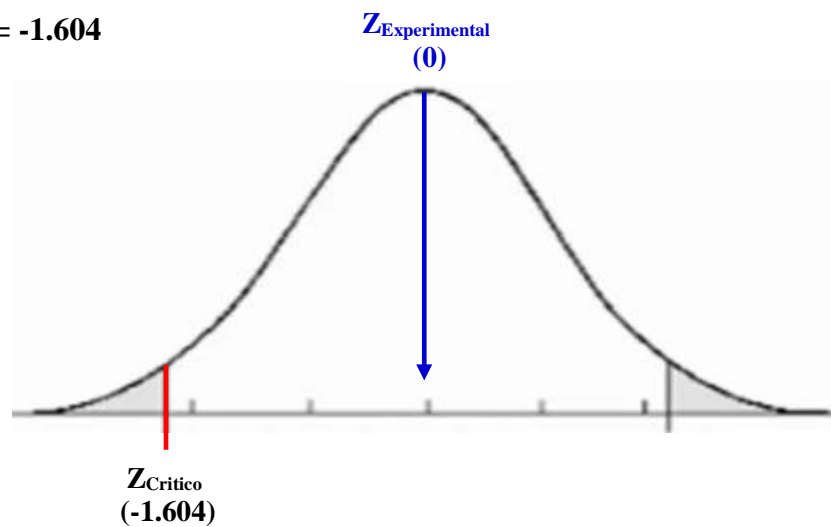


Figura 16 Prueba no paramétrica - Distribución de signos para el coliformes termoestables

Se concluyo, que:

“Se **ACEPTA** la hipótesis nula”, y se puede aseverar que en los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, con una significancia del 0.05, y un $Z_{\text{Experimental}} (0)$, quiere decir que los coliformes termoestables afectan significativamente el “vrtimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco, 2021. Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-02) se encuentra fuera de la norma del “Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2)”.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Discusión de resultados del “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

Para tal efecto se explica la categoría de contaminación del agua del río Pisco, también podemos decir que en la actualidad no se encuentra una monografía que autorice aportar con la “calidad del agua”, en consecuencia, se realizó el estudio en el lugar del distrito de Humay, se consideró el problema de estudio del vertimiento de descarga en la cuenca del río Pisco, con los puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, se realizó el monitoreo ex situ en el lugar, con la finalidad de contribuir en la mejora del río Pisco

Para lo cual el monitoreo se realizó en la cuenca del río Pisco, se puede aseverar que los tres puntos VARD-01, VARD-02 y VARD-03, empleando el estadístico de t-student sobre la “ $DBO_5 < 15 \text{ mg/L}$, como lo indica la norma, Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, se consideró la categoría C3 (D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”[19], Por lo que se estima que el rendimiento del monitoreo en los tres puntos de muestreo se determinó que el punto (VARD-01) se encuentra fuera de la norma del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2). Mientras que para el punto (VARD-02) y (VARD-03) están por debajo de la norma en C3 (D1 y D2).

4.2. Discusión de resultados de los parámetros de elementos físicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

El objetivo de la investigación fue evaluar los resultados del muestreo de los parámetros físicos, se consideró el color, temperatura y sólidos suspendidos. Se empleó la normalidad de Shapiro-Wilk sobre el “parámetro color y se consideró la norma, Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, con la categoría C3 (D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”[19], se obtuvo la influencia significativa con los resultados de los puntos en relación a (VARD-02) de 6.8 UC que fue mayor que el punto (VARD-01) de 5.5 UC producto del resultado en competencia a lo que se evidenció la descarga del vertimiento de las aguas residuales, el arrojado de los residuos sólidos, desechos y de los materiales de construcción en el río Pisco, y el punto (VARD-

03) de 7.3 UC es mayor que los tres puntos mencionados, con respecto al ECA-agua C3(D1, D2) de 100/100 UC, por lo tanto se pudo aludir que este parámetro de color se estimó una consecuencia significativa por el vertimiento de las aguas residuales. El otro parámetro que es la temperatura, se consideró la normalidad de Shapiro-Wilk para los tres puntos (VARD-01) de 15.9°C, (VARD.02) de 16.7°C y (VARD-03) de 17.4°C, fue uno de los parámetros que no mostro un efecto significativo, los puntos aguas abajo (VARD-01), agua de descarga (VARD-02) y aguas abajo (VARD-93) con respecto al ECA-Agua C3(D1, D2) de $\Delta 3^\circ\text{C}$ su variación es pequeña,. El parámetro solidos suspendidos totales se mostró un efecto significativa como se observó en los puntos (VARD-01) de 21 mg/L, (VARD-02) de 23.5 mg/L y (VARD-03) de 28 mg/L, con respecto al ECA-Agua C3(D1, D2) de ≤ 100 mg/L su variación es normal en la descarga del vertimiento de las aguas residuales en el río Pisco.

4.3. Discusión de resultados de la concentración de elementos químicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

El objetivo de la investigación fue analizar los resultados del muestreo de los parámetros químicos se consideró la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), fosforo total, nitratos y oxígeno disuelto (OD). Se empleo la normalidad de Shapiro-Wilk sobre el “parámetro DBO₅ y se consideró la norma, Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, con la categoría C3 (D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”[19], por lo que se obtuvo influencia significativa con los resultados de los puntos en relación a (VARD-01) de 4 mg/L que fue mayor que el punto (VARD-02) de 16 mg/L producto del resultado se evidencio la descarga del vertimiento de las aguas residuales, en el río Pisco, y el punto aguas abajo (VARD-03) de 2 mg/L está por debajo de los dos puntos mencionados y de la categoría C4(E2) de 10 mg/L, por lo tanto se pudo aludir que este parámetro de DBO₅ se estimó una consecuencia significativa por el vertimiento de las aguas residuales, además *Estela*, en su investigación [12], “obtuvo como resultado que la DQO₅ en sus puntos de monitoreos, en el (Punto 1) para los meses de agosto, setiembre y octubre, se obtuvo 9.5 mg/L, 11 mg/L y 10.4 mg/L respectivamente, en este punto, en relación al ECA-Agua”, “se aprecia que dicho parámetro se encuentra dentro de la categoría C3(D1, D2)”, por otro

lado “en el (Punto 2) se obtuvo 75.4 mg/L, 89.3 mg/L, 84.1 mg/L. para los meses de agosto, setiembre y octubre, respectivamente, están fuera de la norma”. El parámetro que es el DQO, se consideró la normalidad de Shapiro-Wilk para los tres puntos (VARD-01) de 6 mg/L y (VARD-03) de 3 mg/L están por debajo de la categoría C1(A2) de 20 mg/L y C3(D1, D2) 40/40 mg/L, y el punto de agua de descarga (VARD-02) de 22 mg/L con respecto a la categoría C3(D1, D2) de 40/40 mg/L, está por debajo de la norma, por lo que el vertimiento de este elemento DQO en la “calidad de agua” en el río Pisco, si influye significativamente, según *Lima*, en su investigación que: [13], “El parámetro químico DQO presento una variación de 10 mgO₂/L en el PM°1, en este punto no aprecia alguna descarga de aguas residuales y el oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica es mucho menor” a “diferencia del punto PM°2 de 14.7 mgO₂/L” y “PM°3 de 21.9 mgO₂/L donde aprecia un mayor oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica por actividad química, tal es el caso de las aguas residuales” [13].

El “parámetro químico fósforo total, es uno de los parámetros que tiene la concentración muy variante”, como se muestra en la figura 8, los puntos (VARD-01) de 0.06 mg/L y (VARD-03) de 0.08 mg/L, están ligeramente por encima de la categoría C4(E2) de 0.05 mg/L y los puntos (VARD-01) de 0.06 mg/L y (VARD-03) de 0.08 mg/L, están por debajo de la categoría C1(A2) de 0.15 mg/L), como también se observó el punto de agua de descarga (VARD-02) de 0.162 mg/L está por encima de la categoría C1(A2) de 0,15 mg/L y de la categoría C4(E2) de 0,05 mg/L, siendo significativo la relación antes, “durante y después del vertimiento de las aguas residuales al río” Pisco, según, *Sierra*, [26], “la concentración en los cuerpos de agua aumenta por la presencia de excreciones de animales y humanas, el uso detergentes, productos de limpieza y fertilizantes”, “Siendo esta concentración superior a la establecido en el ECA-Agua en los tres puntos de muestreo”.

Del mismo modo el “parámetro químico nitratos, con concentraciones” de (VARD-01) de 0.19 mg/L, (VARD-02) de 0.23 mg/L y (VARD-03) de 0.33 mg/L tuvieron una ligera variación significativa y están por debajo de las categorías C1(A2) de 30 mg/L, C3(D1, D2) de 50 mg/L y C4(E2) de 13 mg/L, desde el primer punto antes de la descarga, en el momento de la descarga y en el último

punto de la descarga de aguas residuales al río Pisco, de acuerdo a *Solano*, [27] en su investigación contribuye que: “si existe una concentración de nitrato variante entre 1 a 5 mg/L se tiene una contaminación por efluentes de las aguas residuales, también por la actividad antropogénica, contaminación orgánica o por fertilizantes en las aguas superficiales”

En el caso del parámetro químico OD con concentraciones de (VARD-01) de 36.4 mg/L, (VARD-02) de 5.2 mg/L y (VARD-03) de 6.1 mg/L son parámetros cuyas concentraciones tienen una variación significativa de las categorías C1(A2) de ≥ 5 mg/L, C3(D1, D2) de $\geq 4/ \geq 5$ mg/L y C4(E2) de ≥ 5 mg/L en el vertimiento de la “calidad del agua” en el río Pisco.

4.4. Discusión de resultados de la concentración de elementos microbiológicos generados por la población de Humay “en la calidad del agua en el río” Pisco

El objetivo de la investigación fue analizar el resultado del muestreo del parámetro microbiológico coliformes termotolerantes, con concentraciones de (VARD-01) de 70 NMP/100ml, (VARD-02) de 790000 NMP/100ml y (VARD-03) de 490 NMP/100ml, se empleó la normalidad de Shapiro-Wilk sobre el “parámetro coliformes termoestables y se consideró la norma, Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, con la categoría C3 (D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”[19], por lo que se generó influencia significativa se consideró las categorías C1(A2) de 2000 NMP/100ml, C3(D1, D2) de 1000-2000 NMP/100ml/ 1000 NMP/100ml y C4(E2) de 2000 NMP/100ml, lo que se observó en el punto (VARD-02) de 790000 NMP/100ml, en el momento de la descarga está por encima C3(D1, D2) de 1000-2000 NMP/100ml/ 1000 NMP/100ml, sin embargo el vertimiento de las aguas residuales es bastante alta en la descarga al río Pisco, en la investigación realizada por *Hinojoza*, [28] “mediante el índice de calidad de agua ICA-NSF tuvo como resultados desde 91 a 14 000 NPM/100ml en el río San Pedro es un problema debido a las concentraciones altas de los coliformes fecales o termotolerantes, el resultado debido a altas descargas de aguas residuales domésticas”.

4.5. Discusión de resultados del “vertimiento de aguas residuales domiciliarias” en los “estándares de calidad del agua en el río” Pisco

El objetivo de la investigación fue estimar los resultados del muestreo del vertimiento en la “calidad del agua” se consideró la prueba paramétrica de la distribución de t-Student: el color, oxígeno disuelto, DQO, y la prueba no paramétrica de Signos: coliformes termoestables. Para el caso de del color, oxígeno disuelto y DQO, se acepta la hipótesis alterna donde se aseveró que los tres puntos (VARD-01), (VARD-02) y (VARD-03), son significativos para un α de 0.05 con gl 2, “se consideró la norma, Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, con la categoría C3 (D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”[19], en la “calidad del agua”, donde se determinó que el punto (VARD-03) se encuentra dentro de la norma del Estándar de Calidad Ambiental de Agua: para la categoría C3 (D1 y D2)

V. CONCLUSIONES

Se consideraron los tres puntos de monitoreo VARD-01, VARD-02 y VARD-03, para identificar que la fuente principal de contaminación, son el “vertimiento de las aguas residuales provenientes del poblado” de Humay, en el “cauce del río” Pisco; además se identificaron la “existencia de botaderos de basura en la cuenca del río” y “presencia de animales muertos, los cuales son arrojados al río” Pisco, alterando así la “calidad del agua”.

Se evaluaron los parámetros físicos, monitoreados en tres puntos, agua arriba VARD-01, agua de descarga VARD-02 y aguas abajo VARD-03 a las “aguas residuales del poblado” Humay, concluyendo que las evaluaciones con el estadístico de Shapiro-Wils en el “vertimiento de las aguas residuales en la calidad del agua del río” Pisco para el “color, temperatura y sólidos suspendidos”, se encuentra dentro de la norma “Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, para la categoría C3(D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”. Se consideró que el punto aguas abajo (VARD-03) cumple con el ECA-agua C3(D1 y D2) para los tres elementos físicos.

Se analizaron los parámetros químicos monitoreados en tres puntos, agua arriba VARD-01, agua de descarga VARD-02 y aguas abajo VARD-03 a las “aguas residuales del poblado” Humay, concluyendo que los análisis con el estadístico de Shapiro-Wils en el “vertimiento de las aguas residuales en la calidad del agua del río” Pisco de la DBO₅, DQO, nitratos y OD, se encuentra dentro de la norma “Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, para la categoría C3(D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”. Se consideró que el punto aguas abajo (VARD-03) cumple con el ECA-agua C3(D1 y D2) y no afecta la calidad ambiental con los elementos químicos. Se analizó el parámetro químico monitoreado en tres puntos, agua arriba VARD-01, agua de descarga VARD-02 y aguas abajo VARD-03 a las aguas residuales del Poblado Humay, concluyendo que el análisis con el estadístico de Shapiro-Wils en el vertimiento de las aguas residuales en la “calidad del agua” del río Pisco para el fosfato total se encuentra dentro de la norma “Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, para la categoría C1(A2) de aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”. Se analizó el punto

aguas abajo (VARD-03) cumple con el ECA-agua C1(E2) y no afecta la calidad ambiental con el elemento químico fosfato total.

Se analizó el parámetro microbiológico monitoreado en tres puntos, agua arriba VARD-01, agua de descarga VARD-02 y aguas abajo VARD-03 a las “aguas residuales del poblado” Humay, Se concluyó que el estadístico de Shapiro-Wils en el “vertimiento de las aguas residuales en la calidad del agua del río” Pisco para los coliformes termoestables, se encontró dentro de la norma “Estándar de Calidad Ambiental agua Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, para la categoría C3(D1 y D2) de riesgo de vegetales/bebida de animales”. Se consideró que el punto aguas abajo (VARD-03) cumple con el ECA-agua C3(D1 y D2) y no afecta la calidad ambiental con el elemento microbiológico coliformes termoestables.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere que la Municipalidad Distrital de Humay de la Provincia de Pisco debe de considerar dentro del Plan de Acción Ambiental Local y en su PLANEFA Anual, el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias para proteger a la población de las enfermedades que causa esta parte sanitaria, que permita cumplir con los objetivos del milenio y con el plan nacional ambiental.

Se recomienda realizar monitoreos periódicos a la cuenca del río Pisco “para el logro del obtener de Índice de Calidad del Agua en función al ICA-PERÚ”, y en “relación a una categoría de agua se acuerdo al D.S. N°004-2017-MINAM”, esto va a permitir que el “ICA-PERÚ determina los parámetros físicos, químicos y microbiológicos” que permitan ser analizados para el funcionamiento objetivo de la cuenca del río Pisco de la “calidad del agua en función a un uso, con ello arrojando resultados desde un cuerpo de agua sin contaminación hasta con una mala contaminación”.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. Sheng, M. Zhai, Y. Zhang, y M. A. Kamal, «The effects of urbanization on household wastewater emissions in China: Efficient- and inefficient- emissions», *Environ. Pollut.*, vol. 267, p. 8 Pag., 2020, doi: 10.1016/j.envpol.2020.115350.
- [2] X. Bai *et al.*, «Linking Urbanization and the Environment: Conceptual and Empirical Advances», *Annu. Rev. Environ. Resour.*, vol. 42, pp. 215-240, 2017, doi: 10.1146/annurev-environ-102016-061128.
- [3] M. Filippini y L. C. Hunt, «US residential energy demand and energy efficiency: A stochastic demand frontier approach», *Energy Econ.*, vol. 34, n.º 5, pp. 1484-1491, 2012, doi: 10.1016/j.eneco.2012.06.013.
- [4] S. Crombet Grillet, A. Abalos Rodríguez, S. Rodríguez Pérez, y N. Pérez Pompa, «Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria», *Rev. Colomb. Biotecnol.*, vol. 18, n.º 1, pp. 49-56, 2016, doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.57715.
- [5] ANA, *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, 2016.
- [6] UNESCO, «El agua en un mundo en constante cambio. El 3er Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo», 2016.
- [7] SUNASS, «SUNASS y GIZ Presentan Estudio Sobre la Situación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales». NOTA DE PRENSA N° 037-2016 Con, Lima - Perú, p. 2 Pag., 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.aderasa.org/boletin-mayo-2016/sunass-y-giz-presentan-estudio-sobre-la-situacion-de-las-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>.
- [8] S. Aguilar y G. Solano, «Evaluación Del Impacto Por Vertimientos De Aguas Residuales Domésticas, Mediante La Aplicación Del Índice De Contaminación (Icomo) En Caño Grande, Localizado En Villavicencio-Meta.», Universidad Santo Tomás. Villavicencio. Facultad ed Ingenieria Ambiental, 2018.
- [9] L. Quiroz, E. Izaquierod, y C. Menéndez, «Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador», *Cent. Azúcar*, vol. 45, n.º 01, pp. 1-11, 2018, [En línea]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v45n1/caz08118.pdf>.

- [10] T. P. Luoto, J. J. Leppänen, y J. Weckström, «Waste water discharge from a large Ni-Zn open cast mine degrades benthic integrity of Lake Nuasjärvi (Finland)», *Environ. Pollut.*, vol. 255, p. 11 Pag., 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2019.113268.
- [11] S. Thomashausen, N. Maennling, y T. Mebratu-Tsegaye, «A comparative overview of legal frameworks governing water use and waste water discharge in the mining sector», *Resour. Policy*, vol. 55, n.º July 2017, pp. 143-151, 2018, doi: 10.1016/j.resourpol.2017.11.012.
- [12] M. Estela Pérez, «Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del Río Chancay», Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [13] L. Lima Huacho, «Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018», Universidad Continental, 2020.
- [14] F. M. Vaca Morán, «Análisis de la Filtración Natural de Aguas Residuales Domésticas en el Caserío de Shushunga 2018», UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2019.
- [15] M. Yahuara Suarez, «Análisis de la filtración natural de aguas residuales domésticas en el caserío de shushunga 2018», Universidad De Lambayeque, 2019.
- [16] D. Gavrilesco, C. Teodosiu, y M. David, «Environmental assessment of wastewater discharges at river basin level by means of waste absorption footprint», *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 21, pp. 33-46, 2020, doi: 10.1016/j.spc.2019.10.006.
- [17] H. Atencio Santiago, «Análisis de la Calidad del Agua para consumo localidad de San Antonio De Rancas , del Distrito De Simon Boloivar. Provincia y Region de Pasco.2018», Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, 2018.
- [18] L. G. del A. N°28611, «Ley general del Medio Ambiente N° 28611». Lima - Perú, p. 52, 2005, [En línea]. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf.
- [19] ECA Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, «Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias»,

- Norma Legal*. El Diario el Peruano, Lima - Perú, p. 10 Pag., 2017, [En línea].
 Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- [20] R. Rojas, «Guía Para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua Para Consumo Humano», Lima, 2002.
- [21] J. Chira, C. Palomino, L. Vargas, R. Vasquez, L. Cangalaya, y H. Rodriguez, *Geoquímica Ambiental de la Cuenca del río Pisco Boletín N o 24 Serie 8 Geología Económica*. Lima - Perú: Ministerio de Energía y Minas, 2011.
- [22] J. Supo, *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis*, Primera Ed. Lima - Perú: BIOESTADISTICO EIRL, 2015.
- [23] N. Falla Velásquez, «Riesgos Laborales en Minería a Gran Escala en Etapas de Prospección - Exploración de Metales y Minerales en la Región Sur Este del Ecuador y Propuesta del Modelo de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional Para Empresas Mineras en la Provincia de Zamora C», Universidad Central del Ecuador. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Instituto Superior de Postgrado, 2012.
- [24] M. de Salud., «Decreto Supremo N°031-2010. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.» Publicado en El Diario oficial en peruano, del 26 de setiembre de 2010. Perú, Lima-Perú, 2010.
- [25] Decreto_Supremo_No-004-MINAM, «Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA)», Lima - Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- [26] C. Sierra Ramírez, *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*, 1ª edición. Medellín: Universidad de Medellín, 2011.
- [27] M. del M. Solano, «Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo», Universidad Nacional Costa Rica, 2018.
- [28] C. Hinojoza, «Evaluación de la calidad del agua del río San Pedro, sector valle de los Chillos, mediante el índice de calidad de agua», Universidad Central de Ecuador, 2018.

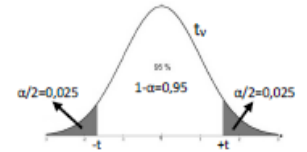
ANEXO

ANEXO 1

Distribución t de Student

Distribución t de Student

Contiene los valores de t tales que $\frac{\alpha}{2} = P(t_v \geq t)$, donde v son los Grados de Libertad



	$\alpha/2$												
	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
1	636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158	0,079
2	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071
3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,538	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137	0,068
4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067
5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066
6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065
7	5,408	4,785	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065
8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065
9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064
10	4,587	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064
11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064
12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064
13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064
14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064
15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064
16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064
17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064
18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064
19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127	0,064
20	3,850	3,552	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127	0,063
21	3,819	3,527	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127	0,063
22	3,792	3,505	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127	0,063
23	3,768	3,485	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127	0,063
24	3,745	3,467	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127	0,063
25	3,725	3,450	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
26	3,707	3,435	2,779	2,479	2,056	1,706	1,315	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
27	3,690	3,421	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
28	3,674	3,408	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
29	3,659	3,396	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
30	3,646	3,385	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
31	3,633	3,375	2,744	2,453	2,040	1,696	1,309	0,853	0,682	0,530	0,256	0,127	0,063
32	3,622	3,365	2,738	2,449	2,037	1,694	1,309	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
33	3,611	3,356	2,733	2,445	2,035	1,692	1,308	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
34	3,601	3,348	2,728	2,441	2,032	1,691	1,307	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
35	3,591	3,340	2,724	2,438	2,030	1,690	1,306	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
α	0,001	0,002	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	0,95

ANEXO 2

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

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

Parámetro	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,01
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,01
Urano	mg/L	0,01	0,01	0,01
Zinc	mg/L	3	3	3
ORGANICOS				
Hydrocarburos Totales de Petróleo (C ₁₀ - C ₂₅)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Tetraclorados	(a)	1,0	1,0	1,0
Bromados	mg/L	0,1	**	**
Clorados	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorados	mg/L	0,1	**	**
Bromoclorados	mg/L	0,01	**	**
I. COMPLEJOS ORGANICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,3	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorociclohexano	mg/L	0,0008	0,0008	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tetracloro	mg/L	0,07	0,07	**
HTCA				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Dibenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xileno	mg/L	0,3	0,3	**
Haloclorados Aromáticos				
Bencocloro	mg/L	0,007	0,007	**
Pentocloro (PCP)	mg/L	0,003	0,003	**
Organoclorados				
Metileno	mg/L	0,70	0,007	**
Organoclorados				
Acetil - Dioxin	mg/L	0,0003	0,0003	**
Clorano	mg/L	0,002	0,002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,01	0,01	**
Endrin	mg/L	0,0008	0,0008	**
Heptacloro - Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0003	0,0003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Organoclorados				
Alcobar	mg/L	0,01	0,01	**
II. ORGANOCIANOS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENOS POLICLORADOS				
Bifenilo Policlorado (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	0	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	0	2.000	20.000
Formas Parasitarias	Nº Oviparidad/L	0	**	**
Eubacterias col	NMP/100 ml	0	**	**
Huevo de helminto	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, zooplancton, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos (b))	Nº Oviparidad/L	0	<5x10 ³	<5x10 ³

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitrato-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitrato (NO_3).

ANEXO 3

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH								
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	8,8	9,0	9,5
5	221	73,0	23,1	7,32	2,32	0,740	0,230	0,042	
8	102	48,2	15,3	4,84	1,34	0,352	0,112	0,024	
10	62	32,4	10,3	3,36	1,04	0,303	0,121	0,020	
15	48,7	22,0	6,88	2,22	0,715	0,220	0,080	0,026	
20	46,0	15,2	4,82	1,34	0,400	0,171	0,087	0,024	
25	33,9	13,6	3,27	1,08	0,364	0,125	0,052	0,022	
30	23,7	7,20	2,20	0,707	0,250	0,094	0,040	0,021	

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH promedio superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICO-QUÍMICOS				
Acidos y Gases	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Calcio (lib)	mg/L	5,1		0,1
Cloruro	mg/L	500		**
Color (R)	Color estándar Escala Pt-Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 000		2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAB)	mg/L	0,3		0,5
Ferros	mg/L	0,02		0,01
Fluoruro	mg/L	1		**
Nitrato (NO ₃ -N) + Nitrito (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitrógeno (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
Sulfato	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobalto	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,0		2,5
Magnesio	mg/L	**		200
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,03		0,03
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Bifenilos	ug/L	0,04	0,045
Policlorados (PCB)	ug/L	0,04	0,045

PLAGUICIDAS

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Paratión	ug/L	30	30

Organoclorados

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Aldrin	ug/L	0,004	0,7
Clordano	ug/L	0,005	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	ug/L	0,001	30
Dieldrin	ug/L	0,3	0,5
Endosulfar	ug/L	0,01	0,01
Endrin	ug/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Ciclopenta Clorido	ug/L	0,01	0,01
Lindano	ug/L	4	4

Carbamatos

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Aldicarb	ug/L	1	11

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Parámetro	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Coliformos Totales	NMP/100 ml	1 000	2 000
Fecales coliformos	NMP/100 ml	1 000	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**
Huevos de Helminthos	Huevos/L	1	1

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

(b) Después de filtración simple.

(c) Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

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

Nota 4:

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

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

ANEXO 4

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetro	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y zona	Selva	Estuarios	Marinos
FILOCOS-QUÍMICOS						
Acidos y Grasas (MDH)	mg/L	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Cenizas Libres	mg/L	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Color (H)	Color verdadero Escala Pt/Co	30 (H)	30 (H)	30 (H)	**	**
Clorofila A	mg/L	0.008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2.56	2.56	2.56	2.8	2.8
Fosforo total	mg/L	0.035	0.05	0.05	0.134	0.063
Nitrato (NO ₃ -N)	mg/L	13	13	13	20	20
Nitrogeno Total (NH ₄ -N)	mg/L	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)
Nitrogeno Total	mg/L	0.215	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 - 9.0	6.5 - 9.0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 28	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 30
Sulfuro	mg/L	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Temperatura	°C	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 3
INORGÁNICOS						
Armonio	mg/L	0.04	0.04	0.04	**	**
Ársenico	mg/L	0.15	0.15	0.15	0.038	0.038
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00025	0.00025	0.00025	0.0006	0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.02	0.02
Cromo VI	mg/L	0.011	0.011	0.011	0.025	0.02
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Níquel	mg/L	0.052	0.052	0.052	0.0062	0.0062
Plomo	mg/L	0.025	0.025	0.025	0.001	0.001
Selenio	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.071	0.071
Talio	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	**	**
Zinc	mg/L	0.12	0.12	0.12	0.061	0.061
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Microorganismos Totales de Petróleo	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0005	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005
MTX						
Benceno	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
 Hidrocarburos Aromáticos						
Benzopireno	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Antraceno	mg/L	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Fluoranteno	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Nitrofenoles Policlorados						
Difenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.00014	0.00014	0.00014	0.0002	0.0002
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Paratión	mg/L	0.00013	0.00013	0.00013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0.00004	0.00004	0.00004	**	**
Dieldrin	mg/L	0.000043	0.000043	0.000043	0.00004	0.00004
DDT (Suma de 4-F-DDD y 4,4-DDD)	mg/L	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
Dieldrin	mg/L	0.000036	0.000036	0.000036	0.000019	0.000019
Endosulfen	mg/L	0.000036	0.000036	0.000036	0.000007	0.000007
Endrin	mg/L	0.000036	0.000036	0.000036	0.000003	0.000003
Heptaclor	mg/L	0.000039	0.000039	0.000039	0.000006	0.000006

ANEXO 5

Pasos para emplear la prueba de normalidad de Shapiro-Wils

1. Normalidad de Shapiro-Wils

$W < VC$ (valor critico): H_0 se RECHAZA y se ACEPTA H_a

$W > VC$ (valor critico): H_0 se ACEPTA y se RECHZA H_a

2. Datos del elemento físico en la naturaleza del fluido en el río para encontrar (W)

X_i	Media (\bar{X})	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$\square(X_i - \bar{X})^2$
Datos	Valor	Valor	Valor	Valor

3. Prueba de normalidad

Prueba de normalidad de Shapiro. Wils

4. Se estableció el valor de confianza y el nivel de significancia

VC = 95%

NS = 5%

5. Tabla estadística

1	2	3	4	5	6	7	8
Pares	ai	Xmayor	Xmenor	Xamayor- Xmenor	2*5	(suma) ²	(suma) ² /Σ(X _i - \bar{X}) ²
Coeficiente: Tabla de Shapiro-Wils				Suma = 			

6. Calculo estadístico Shapiro-Wils (W)

$$W = \frac{(suma)^2}{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}$$

7. Valor critico

Valor critico (VC) de tablas de Shapiro-Wils con tamaño n y α conocidos (**Tabla Shapiro-Wils**):

n (Tamaño de la muestra) = **3**

α (Nivel de Significancia) = **0.05**

Valor Critico = *Tabla Shapiro-Wils*

8. Decisión del H_0 se ACEPTA o se RECHAZA: Regla de decisión:

$W < VC$: H_0 se RECHAZA

$W > VC$: H_0 se ACEPTA

9. Conclusión