



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS
PARASITOLÓGICOS, FITOPLANCTON Y LA PERCEPCIÓN DE
LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO
DESAGUADERO PROVINCIA DE CHUCUITO, PUNO-2024**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ROSARIO CALIZAYA LLANOS

Bach. YADHIRA MEDELIZ CHILA CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y
LABORATORIO CLÍNICO**

PUNO - PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS PARASITOLÓGICOS, FITOPLANCTON Y LA PERCEPCIÓN DE LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DESAGUADERO PROVINCIA DE CHUCUITO, PUNO-2024

AUTOR

**ROSARIO CALIZAYA LLANOS YADHIRA
MEDELIZ CHILA CHOQUE**

RECuento de palabras

44800 Words

RECuento de caracteres

242548 Characters

RECuento de páginas

227 Pages

Tamaño del archivo

19.5MB

Fecha de entrega

Jul 22, 2024 11:03 PM GMT-5

Fecha del informe

Jul 22, 2024 11:08 PM GMT-5

● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Firmado digitalmente por PAURO
ROQUE Juan Jose FAU
20145486170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 22.07.2024 23:16:39 -05:00

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Paciano Calizaya Beltran y Mauricia Llanos Mamani, a quienes aprecio y amo sin comparación alguna, y me impulsaron a seguir adelante ante a cualquier adversidad y me apoyaron durante toda mi carrera universitaria.

A mis queridas hermanas Elvira y Gabriela quienes me apoyan en las malas y buenas circunstancias de la vida y siempre me brindan consejos para no cometer errores.

A mis hermanitos pequeños José y Nathaly a quienes estimo y quiero mucho y me alegran los días con sus ocurrencias y bromas.

Rosario Calizaya Llanos



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las únicas personas que siempre han confiado en mí, a pesar de mis errores, a las personas que nunca me dejaron sola a pesar de mis errores.

A mi madre: Julia Choque Apaza, te doy mi más sinceras gracias.

A mi padre: Hipólito Chila Salazar por su paciencia y confianza en mí.

A mi hermana Luz Thaygi, que me brindó su apoyo para lograr este objetivo.

A Dios por permitirme ser parte de esta familia y darme esta vida, con todas sus experiencias y vivencias maravillosas.

Yadhira M. Chila Choque



AGRADECIMIENTOS

Ante todo, y sobre todas las cosas agradecemos a Dios, que es el ser presente en nuestros corazones quien nos guía con su luz, por el camino correcto.

Agradecemos a nuestros padres quienes nos apoyaron económicamente y emocionalmente en esta importante etapa de nuestra vida.

Agradecemos al Dr. Juan José Pauro Roque, quien nos apoyó incondicionalmente con sus sabias enseñanzas y acertada dirección en la presente tesis.

A nuestros jurados, Dra. Youri Teresa del Carpio Condori M. Sc. Eva Laura Chauca de Meza y Mg. Diana Elizabeth Cavero Zegarra, por sus sugerencias que han beneficiado y contribuido de manera significativa en el proceso de revisión de esta investigación.

Agradecer al Mg. Alex Mario Salas Apaza quien también nos apoyó y brindó sus conocimientos.

Rosario Calizaya Llanos

Yadhira M. Chila Choque



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	23
ABSTRACT	24
 CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVOS GENERAL	26
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
 CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES	26
2.2 MARCO TEÓRICO	34
2.2.1 El agua	
2.2.2 Tipos de aguas	34
2.2.3 Contaminación del agua.....	35
2.2.4 Bacterias indicadoras de contaminación del agua	38
2.2.5 Huevos de helmintos indicadores de contaminación	40
2.2.6 Algas indicadoras de contaminación	43



2.2.7 Phylum Cyanophyta.....	43
2.2.8 Phylum Bacillariophyta	45
2.2.9 Phylum Chlorophyta.....	50
2.2.10 Parámetros físicos y químicos del agua	53
2.2.11 Estándares de calidad ambiental del agua (ECA)	58
2.2.12 Enfermedades transmitidas por aguas contaminadas.....	61

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO.....	63
3.2 DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO.....	64
3.3 POBLACION Y MUESTRA	64
3.4 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES Y HUEVOS DE HELMINTOS DEL RÍO DESAGUADERO PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	66
3.5 CUANTIFICACION DE GÉNEROS DE FITOPLANCTON DEL RÍO DESAGUADERO, INDICADORES DE CONTAMINACION PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	72
3.6 DETERMINACION DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS (TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD) Y QUÍMICOS (PH, OXÍGENO DISUELTO, NITRATO, SULFATOS, BICARBONATOS) DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	75
3.7 EVALUACION DE LA PERCEPCIÓN DE LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	80



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES Y HUEVOS DE HELMINTOS EN EL RÍO DESAGUADERO.....	83
4.2 GÉNEROS DE FITOPLANCTON EN EL RÍO DESAGUADERO INDICADORES DE CONTAMINACION .	97
4.3 PARÁMETROS FISICOS (TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD) Y QUIMICOS (PH, OXIGENO DISUELTO, SULFATOS, NITRATOS, BICARBONATOS) DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	114
4.4 PERCEPCIÓN DE LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.....	139
V. CONCLUSIONES	158
VI. RECOMENDACIONES	160
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
ANEXOS.....	187

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUB LÍNEA: Diagnóstico y Epidemiología.

Fecha de sustentación: 25 de julio 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación geográfica del río Desaguadero.....	63
Figura 2 Promedios y Kruskal Wallis del recuento de coliformes totales de los tres puntos de muestreo en el río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	85
Figura 3 Promedios y Kruskal Wallis del recuento de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	89
Figura 4 Promedios y Kruskal Wallis del recuento de huevos de helmintos entre los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero realizado durante los meses enero, febrero y marzo. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$) ..	94
Figura 5 Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.....	100
Figura 6 Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo donde desemboca las aguas residuales (PM-2), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.	100
Figura 7 Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.....	101



Figura 8	Géneros de la clase Chlorophyceae (ind/ml) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado en los meses de febrero marzo y abril.....	106
Figura 9	Géneros de la clase Cyanophyceae (ind/ml) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de aguas residuales (PM-2) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado en los meses de febrero, marzo y abril.....	110
Figura 10	Promedios de los índices de Shannon y Wiener de las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cianophyceae encontrados en el río Desaguadero.	113
Figura 11	Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de temperaturas en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)	116
Figura 12	Promedios y prueba de Tukey de la concentraciones de conductividad eléctrica en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	119
Figura 13	Promedios y prueba de Tukey de la concentraciones de pH de los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)	122
Figura 14	Promedios y prueba de Tukey de la concentraciones de oxígeno disuelto en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero realizado durante los meses	



	de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	126
Figura 15	Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de nitratos en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	129
Figura 16	Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de sulfato en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024 Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	133
Figura 17	Promedios y análisis de varianza de las concentraciones de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).....	137
Figura 18	Desembocadura de las aguas residuales en el río Desaguadero	209
Figura 19	Toma de muestra de aguas en el río Desaguadero a. Toma de muestra en frascos estériles b. Toma de muestra de agua con la red de fitoplancton.	209
Figura 20	Rojo de fenol indicador de pH, agregado en el Caldo Lactosado	210
Figura 21	a. Preparacion de caldo lactosado en tubos de doble y simple concentracion para la determinacion de coliformes b. Fermentacion de lactosa y produccion de gas de los tubos inoculados con muestras de agua del Rio Desaguadero	210
Figura 22	a. Preparacion de caldo verde bilis brillante en tubos de simple y doble concentracion para la determinacion de coliformes.	211



Figura 23	Procesamiento de las muestras para la identificación y recuento de huevos de helmintos en la cámara Mc Master	211
Figura 24	Panel fotográfico de observación de huevos de helmintos y larvas en muestras de agua del río Desaguadero. a. Huevo de <i>Ascaris</i> . b. Huevo de <i>Taenia</i> , c. Helminto en estadio larvario.....	212
Figura 25	Procesamiento de las muestra de agua del río Desagudero para la observación e identificación de fitoplancton	212
Figura 26	Identificación de los géneros de la clase Cyanophyceae a. <i>Oscillatoria</i> b. <i>Lyngibia</i> , c. <i>Stygonema</i> , d. <i>Spyrulina</i>	213
Figura 27	Identificación de los géneros de la clase Chlorophyceae a. <i>Spirogyra</i> b. <i>Pediastrum</i> , c. <i>Microspora</i>	213
Figura 28	Identificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae a. <i>Aulacoseira</i> , b. <i>Navicula</i> , c. <i>Sellaphora</i> , d. <i>Nitzschia</i> , e. <i>Gyrosigma</i> , f. <i>Tabellaria</i> , g. <i>Cocconeis</i> , h. <i>Plagiotropis</i> i. <i>Fragilaria</i> ,	214
Figura 29	Determinación de los parámetros físicos y químicos	215
Figura 30	Procesamiento de las muestras de agua para la determinación de sulfatos. 215	
Figura 31	Determinación de nitratos por el método colorimétrico.....	215
Figura 32	Encuesta a los pobladores que viven a riveras del río Desaguadero	216
Figura 33	Claves dicotómicas para la identificar los géneros de la clase Bacillariophyceae	216
Figura 34	Claves dicotómicas para la identificar los géneros de la clase Cyanophyceae	218
Figura 35	Claves dicotómicas para identificar los géneros de la clase Chlorophyceae	219



Figura 36 Ficha de encuesta de la percepción de los ciudadanos frente a la
contaminación del río Desaguadero 220



INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Valores establecidos para los parámetros fisicoquímicos, categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales	60
Tabla 2 Parámetros microbiológicos y parasitológicos para la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales.....	61
Tabla 3 Determinación de los puntos de muestreo en el río Desaguadero.	65
Tabla 4 Calidad de agua según el índice de Shannon y Wiener H'.....	74
Tabla 5 Recuento de coliformes totales del río Desaguadero en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.....	83
Tabla 6 Recuento de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.	87
Tabla 7 Recuento de huevos de helmintos en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.	91
Tabla 8 Recuento de huevos de helmintos por géneros en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.....	92



Tabla 9	Cuantificación de individuos por géneros de la clase Bacillariophyceae identificados en los tres puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.....	98
Tabla 10	Cuantificación de los géneros de la clase Chlorophyceae identificados en los tres puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.	104
Tabla 11	Cuantificación de los géneros de clase Cyanophyceae identificados en tres puntos de muestreo, donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.....	108
Tabla 12	Promedios del índice de Shannon y Wiener de los géneros de fitoplancton identificados en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.....	112
Tabla 13	Concentración de temperatura de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	114
Tabla 14	Conductividad eléctrica de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	118



Tabla 15	Concentración del pH en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3).	121
Tabla 16	Concentración Oxígeno disuelto (OD) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	125
Tabla 17	Concentración de nitratos de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	128
Tabla 18	Concentraciones de sulfatos de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	131
Tabla 19	Concentraciones de bicarbonatos en el río Desaguadero de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.	135
Tabla 20	Resultados de la pregunta: ¿Cree usted que existe una contaminación ambiental del río Desaguadero?	139
Tabla 21	Resultados de la pregunta: Usted cree que existe mayor contaminación del río Desaguadero por:	141
Tabla 22	Resultados de la pregunta: ¿En qué época del año cree usted que existe mayor contaminación del río Desaguadero?	142



Tabla 23	Respuesta a la pregunta: ¿Existe la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día a causa de la contaminación del río Desaguadero?.....	144
Tabla 24	Respuesta a la pregunta: ¿Qué malestares presentó usted a consecuencia de los malos olores emitidos por la contaminación del río Desaguadero?.....	146
Tabla 25	Respuesta a la pregunta: ¿Con que frecuencia utiliza el agua del río Desaguadero?.....	148
Tabla 26	Respuesta a la pregunta: ¿Qué usos domésticos realiza con las aguas del río Desaguadero?.....	149
Tabla 27	Respuesta a la pregunta: ¿Antes de utilizar, usted realiza la cloración del agua del río Desaguadero?.....	151
Tabla 28	Respuesta a la pregunta: ¿Usted presentó algún síntoma después de haber utilizado el agua del río Desaguadero?.....	153
Tabla 29	Respuesta a la pregunta: ¿Qué signos y síntomas presentó después de haber utilizado el agua del río Desaguadero?.....	155
Tabla 30	Recuento de las coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de febrero 2024.....	187
Tabla 31	Recuento de coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de marzo 2024.....	187
Tabla 32	Recuento de coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de abril 2024.....	188
Tabla 33	Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de febrero, 2024.....	188
Tabla 34	Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de marzo, 2024.....	189



Tabla 35	Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de abril 2024.	189
Tabla 36	Recuento de huevos de helmintos según los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3.	189
Tabla 37	Prueba de Kruskal Wallis de las coliformes totales en los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.....	190
Tabla 38	Prueba de Kruskal Wallis del recuento de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	191
Tabla 39	Prueba de Kruskal Wallis del recuento de huevos de helmintos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	191
Tabla 40	Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de pH en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	192
Tabla 41	Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de temperatura en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.....	193
Tabla 42	Prueba de Kruskal Wallis de la concentración de conductividad eléctrica en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.....	193
Tabla 43	Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de oxígeno disuelto en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.....	194



Tabla 44	Prueba de Kruskal Wallis de la concentración de nitratos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	195
Tabla 45	Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de sulfatos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	195
Tabla 46	Prueba Kruskal Wallis de la concentración de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	196
Tabla 47	Prueba de Kruskal Wallis de la cuantificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	196
Tabla 48	Prueba de Kruskal Wallis de la cuantificación de Chlorophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	197
Tabla 49	Análisis de varianza y prueba de Tukey de la cuantificación de los géneros de la clase Cyanophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.	197
Tabla 50	Cuantificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae de los tres puntos de muestreo, realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo.	198
Tabla 51	Cuantificación de los géneros de la clase Chlorophyceae en los tres puntos de muestreo, realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril.	200



Tabla 52	Cuantificación de los géneros de la clase Cyanophyceae de los tres puntos de muestreo realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril.	201
Tabla 53	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente al grado de contaminación del río Desaguadero.	202
Tabla 54	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente a las causas de contaminación del río Desaguadero.	202
Tabla 55	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en cuanto a la época que presenta mayos contaminación del río Desaguadero.	203
Tabla 56	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos con respecto a la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día a causa de la contaminación del río Desaguadero.	203
Tabla 57	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en relación a los malestares que presentan a consecuencia de los malos olores que son emitidos por la contaminación del río Desaguadero.	204
Tabla 58	Prueba de Chi Cuadrado con respecto a la frecuencia que los ciudadanos utilizan el agua del río Desaguadero.	204
Tabla 59	Prueba de Chi Cuadrado en cuanto al uso doméstico que le dan los ciudadanos a las aguas del río Desaguadero.	205
Tabla 60	Prueba de Chi Cuadrado con respecto a que si los ciudadanos realizan la cloración o desinfección de las aguas del río Desaguadero antes de usarlas.	205
Tabla 61	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en cuanto a la frecuencia que presentan sintomatología después de haber usado el agua del río Desaguadero.	206



Tabla 62	Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente a los signos y síntomas que presentan luego de haber utilizado las aguas del río Desaguadero.....	206
Tabla 63	Cálculo del índice de confiabilidad según el Alpha de Cronbach de la encuesta realizado a los ciudadanos que viven a riberas del río Desaguadero.	207
Tabla 64	Número Mas Probable (NMP) por gramo o ml	208



ACRÓNIMOS

PM:	Punto de muestreo
mg/l:	Miligramos por litro
NMP/100 ml:	Número más probable por 100 mililitros
μS/cm:	MicroSiemens por centímetro
HH/l:	Huevos de helmintos por litro
°C:	Grados centígrados
et. al:	Y colaboradores
P:	Probabilidad
ECA:	Estándares de Calidad Ambiental
OD:	Oxígeno disuelto
D1:	Riego de vegetales
D2:	Bebida de animales
pH:	Potencial de hidrogeniones
ind/ml:	Individuos por mililitros
bits/cel	Bits por célula



RESUMEN

En el río Desaguadero ubicado en la provincia de Chucuito, región Puno, las aguas residuales desembocan sin tratamiento, siendo un problema para los habitantes que utilizan el recurso hídrico para uso doméstico provocando riesgos en la salud. El objetivo fue: evaluar los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos, parasitológicos, fitoplancton y la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero. El estudio se realizó durante los meses de febrero - abril del 2024. La investigación fue de tipo descriptivo, se analizaron 45 muestras de agua. La técnica del Número Más Probable fue utilizada para cuantificar coliformes totales y termotolerantes, el método de Bailenger para huevos de helmintos; los parámetros físicos y químicos se determinaron según APHA- AWWA- WPCF, INVEMAR, IDEAM; que fueron comparados con los ECAS para agua, D.S. N°004-2017-MINAM. La cuantificación de fitoplancton se realizó por observación al microscopio y cámara Mc Master y se realizaron encuestas a 66 ciudadanos sobre la contaminación. Resultados: los coliformes totales presentaron promedios de 18955.55 ($p \leq 0.05$), termotolerantes 921 NMP/100 ml ($p \leq 0.05$), los huevos de helmintos (HH) 2 HH/l ($p \geq 0.05$). El género de fitoplancton más abundante en los tres puntos de muestreo fue *Nitzschia* 173.67 individuos/militros ($p \geq 0.05$). Los resultados físico-químicos fueron: la temperatura 16.97 °C ($p \geq 0.05$), conductividad eléctrica de 787.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($p \geq 0.05$), el pH de 8.30 ($p \geq 0.05$), oxígeno disuelto de 5.27 mg/l ($p \geq 0.05$), nitratos 1.1 mg/l ($p \leq 0.05$), sulfatos de 274.80 mg/l ($p \geq 0.05$), y bicarbonatos de 33.96 mg/l ($p \geq 0.05$). Los ciudadanos percibieron que la contaminación es alta 96.97 %, causado por aguas residuales 75.76 %, en épocas de lluvia 69.67 %, alta emisión de olores 75.76 %, presentan dolores de cabeza 30.30 %, solo a veces usan el agua 78.79 %, desinfección con cloro 54.55 %, lavado de ropas 57.58 % y presentan alergias 54.55 %, las respuestas variaron según cada pregunta ($p \leq 0.05$). Se concluye que, las coliformes totales y huevos de helmintos superaron los ECAS siendo no aptas, para riego de vegetales y uso doméstico, el fitoplancton en los tres puntos de muestreo indicó una contaminación leve, los ciudadanos perciben que existe contaminación del río y su uso afecta en la salud.

Palabras clave: Coliformes totales y Termotolerantes, Contaminación, Fitoplancton Huevos de helmintos, Parámetros fisicoquímicos y Percepción.



ABSTRACT

In the Desaguadero River located in the Chucuito province, Puno region, untreated wastewater is discharged, posing a problem for the inhabitants who use the water resource for domestic purposes, leading to health risks. The objective was: to evaluate the physicochemical, bacteriological, parasitological, and phytoplankton parameters and the perception of citizens regarding the contamination of the Desaguadero River. The study was conducted during the months of February - April 2024. The research was descriptive, analyzing 45 water samples. The Most Probable Number (MPN) technique was used to quantify total and thermotolerant coliforms, the Bailenger method for helminth eggs; the physical and chemical parameters were determined according to APHA- AWWA- WPCF, INVEMAR, IDEAM standards, which were compared with the Environmental Quality Standards (ECAS) for water, D.S. No. 004-2017-MINAM. Phytoplankton quantification was carried out by microscopic observation and Mc Master chamber, and surveys were conducted with 66 citizens regarding the contamination. Results: total coliforms showed averages of 18955.55 ($p \leq 0.05$), thermotolerant coliforms 921 MPN/100 ml ($p \leq 0.05$), helminth eggs (HH) 2 HH/l ($p \geq 0.05$). The most abundant phytoplankton genus at the three sampling points was *Nitzschia* 173.67 individuals/milliliters ($p \geq 0.05$). The physicochemical results were: temperature 16.97 °C ($p \geq 0.05$), electrical conductivity of 787.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($p \geq 0.05$), pH 8.30 ($p \geq 0.05$), dissolved oxygen 5.27 mg/l ($p \geq 0.05$), nitrates 1.1 mg/l ($p \leq 0.05$), sulfates 274.80 mg/l ($p \geq 0.05$), and bicarbonates 33.96 mg/l ($p \geq 0.05$). Citizens perceived that the contamination is high 96.97%, caused by wastewater 75.76%, during rainy seasons 69.67%, high emission of odors 75.76%, experience headaches 30.30%, use the water only sometimes 78.79%, disinfect with chlorine 54.55%, wash clothes 57.58%, and experience allergies 54.55%, responses varied according to each question ($p \leq 0.05$). It is concluded that total coliforms and helminth eggs exceeded the ECAS making it unsuitable for vegetable irrigation and domestic use, the phytoplankton at the three sampling points indicated mild contamination, and citizens perceive that there is contamination of the river and its use affects health.

Keywords: Total and thermotolerant coliforms, Pollution, phytoplankton, Helminth eggs, Physicochemical parameters, And perception.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La contaminación del río Desaguadero, es un problema que viene incrementándose en el tiempo, posee importancia en la salud pública ya que origina elevadas tasas de morbimortalidad infantil (Gómez, 2018), debido al contacto y consumo del agua causando la transmisión de enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea, shigellosis, poliomielitis, meningitis, hepatitis y diarrea (Cahuana & Crisostomo, 2017). Su calidad se ve afectada debido al ingreso de aguas residuales de manera directa sin previo tratamiento, las actividades antropogénicas, como la mala disposición de residuos sólidos orgánicos, crianza de animales, uso de fertilizantes, entre otros (Rios et al., 2017; Castro & Rajadel, 2021). Los agentes biológicos, físicos, químicos y radioactivos, presenta un riesgo en la salud de los pobladores, y tiene importancia en la evaluación de los indicadores de contaminación (Robert, 2013).

El estudio se realizó porque en el distrito de Desaguadero, el vertimiento de las aguas residuales y residuos sólidos en el río en mención, afecta negativamente en la salud de los ciudadanos y en el ecosistema acuático. Los ciudadanos que tienen sus viviendas a riberas del río, utilizan el agua para las actividades domésticas como, lavado de ropa, limpieza, servicios higiénicos entre otros, debido a que, el agua potable solo llega una hora al día y no abastece a toda la población. El uso de las aguas contaminadas repercute en la salud de los pobladores ya que presentan agentes patológicos infecciosos.

La investigación se realizó para reportar las cifras actuales de los indicadores bacteriológicos, parasitológicos, fitoplancton, parámetros físicos, químicos y la evaluación de la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación. De esta forma determinar si cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua (ECAS) en la



categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales con la finalidad que las autoridades tomen medidas necesarias para mitigar el problema de la contaminación de estas aguas.

1.1 OBJETIVOS GENERAL

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos, parasitológico, fitoplancton y la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero, provincia de Chucuito-Puno 2024.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el recuento de coliformes totales, termotolerantes y huevos de helmintos del río Desaguadero provincia de Chucuito 2024.
- Cuantificar los géneros de fitoplancton del río Desaguadero como indicadores de contaminación, provincia de Chucuito 2024.
- Determinar los parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica) y químicos (pH, oxígeno disuelto, nitrato, sulfatos y bicarbonatos) del río Desaguadero, provincia de Chucuito 2024.
- Evaluar la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero, provincia de Chucuito 2024.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

- **A nivel internacional**

Martinez & Hernandez (2016), en Puebla (México) evaluaron la concentración de huevos de helmintos que contienen las aguas del río Metztlán, reportando que, en el periodo de lluvias la mayor cantidad se contabilizó 8 HH/l, por otro lado, durante la temporada de sequía, los resultados oscilaron de 1 HH/l hasta 13 HH l/, determinando que los cuerpos de agua analizados representan un riesgo epidemiológico en la salud.

Campos et al. (2018), en Bogotá (Colombia), determinaron la presencia y la concentración de huevos de helmintos en aguas utilizadas para riego agrícola, así como en biosólidos, suelos y pastos, cuyos resultados fueron que, se encontraron concentraciones de 1 a 3 huevos de helmintos por litro HH/l y de 1 HH/l. La presencia de huevos de helmintos en las matrices evaluadas confirmó el riesgo sanitario de este tipo de entornos, concluyendo que los huevos de helmintos presentan un riesgo sanitario, por lo que es importante la inclusión en las normas sobre el uso de aguas residuales y biosólidos en la agricultura.

(Chandillo & Sanchez, 2020), en Cundinamarca (Colombia) identificó la presencia de huevos de helmintos en aguas empleadas para riego de cultivos. En las muestras analizadas se detectó la presencia de huevos de *Ascaris* sp y *Ancilostomideos* sp con un promedio de 0.81y 1.53 huevos por litro HH/l, respectivamente. Seguido por *Hymenolepis* sp con un promedio de 0.24 HH/l, *Trichuris* sp con un promedio de 0.028



HH/I. Los resultados muestran que el uso de estos efluentes para actividades agrícolas representan un riesgo para la salud pública

Lopez & Rodriguez (2021), en Itapúa (Paraguay) realizaron la identificación y variación del fitoplancton, registrando los tipos de microalgas, asociaciones fitoplanctónicas donde hubo un recuento ≥ 200 Org/ml, con un promedio máximo de 10.051 Org/ml y 15.705 Org/ml, además, se identificaron 26 especies, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flosaquae*, *Pseudo anabaena* y *Chlorella vulgaris*. Concluyeron que las especies predominantes son bioindicadores de eutrofización.

Mora & Tamay (2022), en Cuenca (Ecuador), tuvieron la finalidad de monitorear los parámetros físico químicos, microbiológicos y macroinvertebrados del río Sinincay. Registrando que la T° solo en la muestra (M), M1 fue de 10.6°C, pH en M4, M5, M6, M7, M8 variaron de 8.3 a 8.4, DBO5 en M3, M4, M5, M6, M7, M8 fluctuaron de 11 a 12, CF en la M4 y M7 con valores de 1 000000 NPM/100ml concluyeron que no cumplieron con los límites máximos permisibles.

Rivera (2023), en la provincia de Zamora, Chinchipe (Ecuador), tuvo por objetivo conocer la calidad del río Nagaritza, utilizando como bioindicador la comunidad fitoplanctónica, reportando cinco divisiones, la más dominante fue Cyanophyta, en menor presencia las Dinophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, obteniendo como resultado que el río Nangaritza presenta indicios de eutrofización.

Téllez et al. (2023) en Puebla (México), en su investigación interpretaron la percepción de los agricultores sobre el agua de río, como resultado el 50% calificaron como muy grave, 100% observaron cambios de color, 68.8% agua indeseable, 60.4% mal olor, 73.0% observaron pudriciones y plagas y 54.2% daños en su salud, determinando que existe efectos negativos en suelo, cultivos y humanos, pero no son de alto riesgo.



González (2023), en Manabí (Ecuador), analizó la relación entre la calidad del agua y la salud de los habitantes del río Portoviejo, reportando que los parámetros fisicoquímicos y biológicos cumplen con los ECAS, la parasitosis es la más frecuente, seguido por diarrea; 42 % utiliza el agua para el sector agropecuario, 33 % no utiliza el agua de río, 25 % utiliza en los hogares para consumo doméstico e evidenciando que la percepción de la ciudadanía es alta sobre la incidencia a la salud.

- **A nivel nacional**

Santillán & Guerrero (2018), en La Libertad (Perú), determinaron la población de fitoplancton como bioindicadores de contaminación del río Chicama, y reportaron la clase Bacillariophyceae, Chlorophyceae, con predominancia de *Nitzschia linearis*, *Fragilaria capucina* y *Gomphonema sp*, determinando que existe contaminación leve a moderada.

Arroyo (2019), en Arequipa (Perú) determinó la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, el cual registró coliformes fecales de 36.67 y 4416.67 NMP/100ml, *E. coli* de 6.93 y 5400.17 NMP/100ml, la temperatura fluctuó entre 9.95°C y 13.43°C, pH fue de 6 por lo que según D.S N°004-2017-MINAM, se encuentran no aptas para el consumo humano.

Alvino (2019), en la provincia de Pasco (Perú), con la finalidad de determinar el comportamiento retrospectivo del parámetro microbiológico del río Ragra, demostró que los coliformes termotolerantes presentaron un valor alto en 2012 con 17. 000.000.00 NMP/100 ml; *Escherichia coli*, demostrando que superaron los Estándares de Calidad Ambiental para aguas.

Peña (2019), en Maynas, Loreto (Perú), determinó los niveles de contaminación de aguas residuales y su efecto en la salud de la población ribereña del lago Morona, demostrando que el consumo de agua tiene poca incidencia en las enfermedades



gastrointestinales, parasitarias y dérmicas; enfermedades respiratorias 58.9%, el 61,1% que vive cerca al lago lava sus ropas, entre otras actividades y vaciante esto se incrementa en la época de creciente 36.8%. Teniendo como resultado que los niveles de contaminación de las aguas residuales y su efecto en la salud no fueron altos debido a que cuentan con servicios básicos.

Saavedra (2019), en la provincia de Cajamarca (Perú) determinó la calidad del agua mediante índices biológicos, reportó que el pH presentó un valor máximo de 9.27 en época seca en el punto 3; coliformes termotolerantes con un valor de 35000 NMP/100 ml. Los huevos de helminto tuvieron un valor máximo de 7 y 8 HH/l en los puntos 2 y 3. Los resultados permitieron determinar que el agua no es apta para el consumo de animales ni riego de vegetales.

Valdivia (2019), en Islay (Perú), determinó el estado ecológico de la cuenca baja del río Tambo mediante bioindicadores de diatomeas; expuso que el género más abundante fue *Ulnaria* con 12490 Cel/mm², seguido de *Nitzschia* con 7191 Cel/mm² y 4560 cel/mm², *Surirella* con 548 Cel/mm², la temperatura fue de 20.9 a 29.63 °C, el pH fue de 7.91 a 8.68, la conductividad fue de 3037 a 4097 μ S/cm y 2800 a 4913 μ S/cm, el oxígeno disuelto fueron de 2.83 a 7.59 mg/l y 8.59 a 8.68 mg/l.

Ponce (2020), en Huánuco (Perú) determinó los parámetros fisicoquímicos, microbiológico y la calidad de agua del Río Higuera, cuyos resultados fueron: las coliformes totales y termotolerantes, la conductividad con 16.77 μ S/cm, el pH 6.70 a 7.30 y TDS 9.36 mg/l, y oxígeno disuelto (OD) fue de 6.57 mg/l. Concluye que no cumplen con los parámetros estudiados con los Estándares de Calidad ambiental.

Macedo (2022), en Maynas (Perú), evaluó el grado de contaminación de la quebrada Camaná y sus efectos en la salud de la población, obtuvo los siguientes



resultados: el pH con 6.4, sólidos suspendidos totales 563.3 mg/l y coliformes termotolerantes con 24.000 NMP/100ml por lo que no cumplieron con los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 4, la enfermedad con mayor porcentaje son las digestivas 6%, seguido de las dérmicas 6% y 1% dengue. Los resultados presentaron una alta contaminación microbiológica y la relación con el grado de contaminación y los efectos en la salud no es significativa.

Alberca (2023), en la provincia de Morropón (Perú), con el objetivo de evaluar la calidad de agua del río Huancabamba. Los coliformes termotolerantes, en el punto 1 y 2 presentaron valores desde 4 500 NMP/100 ml hasta 24 000 NMP/100 ml, en el punto 0 fue de 350 NMP/100 ml hasta 920 NMP/100 ml, en conclusión, el agua presentó una contaminación debido a la alta concentración de coliformes termotolerantes.

- **A nivel Local**

Mamani (2019), en la comunidad de Suches, Puno (Perú), determinó los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de aguas superficiales y subterráneas. Obteniendo resultados que oscilaron de 7.47 a 8.23 de pH, dureza 178.33 a 953.33 mg/l, conductividad eléctrica 216.67 a 1284 μ S/cm, bicarbonatos 56.67 y 240.00 mg/l, cloruros 21.69 y 500.71 mg/l, sulfatos 93.00 y 305.33 mg/l, nitratos 1.53 y 25 mg/l, arsénico 0.020 y 0.044 mg/l y plomo 0.044 y 0.089 mg/l, coliformes totales 29 y 26.67 NMP/100 ml y las termotolerantes 3 y 60 NMP/100 ml. Los resultados reflejan que los parámetros fisicoquímicos y metales pesados superaron con las normas vigentes.

Inquilla (2020), en el distrito de Coata, Puno (Perú) registró el índice microbiológico de coliformes totales, termotolerantes y los parámetros fisicoquímicos, los resultados para coliformes totales presentaron promedios de 2400, 2400 y 150 NMP/100ml y para termotolerantes fue de 124, 73.67 y 19.33 NMP/100ml, los



parámetros fisicoquímicos fue pH 7.50, 7.57 y 7.64, conductividad eléctrica 1195.67, 620.33 y 672.67 $\mu\text{S/cm}$, DBO 5.03, 3.96 y 4.13 mg/l. Los resultados indicaron que los parámetros están por encima de los límites máximos permisibles, por lo tanto, las aguas del río Coata, son de mala calidad.

Calizaya (2021), en la provincia de El Collao, Puno (Perú) evaluó la calidad del agua de la cuenca del río Zapatilla según los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los resultados indicaron que estuvo por encima de los ECA: Oxígeno disuelto 0.01 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) en P1: 100 mg/l, P2: 140 mg/l, P3: 180 mg/l, siendo no apta para la categoría 3, en cuanto a las coliformes termotolerantes la concentración fue de 200 NMP/100 ml. Determinó que la calidad de agua de la cuenca del río Zapatilla, no es apta para bebida de animales.

Chullo (2021), en la provincia de Espinar, Cusco (Perú), determinó la calidad fisicoquímica, bacteriológica y metales pesados en las aguas del río Cañipía para riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados fueron, sulfatos de 136 y 326.67 mg/l, nitratos entre 1 y 8.33 mg/l, conductividad entre 304 y 1094.33 $\mu\text{S/cm}$, el pH fue de 7.67 y 8.1, coliformes totales entre 22.33 y 467.67 NMP/100ml y coliformes termotolerantes entre 3 y 9.67 NMP/100ml. Los resultados indicaron que los parámetros evaluados superaron con las normas establecidas para el riego de vegetales y bebida de animales.

Dominguez (2022), en Puno (Perú), cuyo objeto fue determinar la variación espacial y temporal de la comunidad del fitoplancton y las variaciones fisicoquímicas que la asocian, reportó 20 diatomeas, 19 clorofitas, 11 carofitas, 10 cianobacterias, 1 euglena y 2 mitozoos; el fitoplancton estuvo dominada por el phylum Chlorophyta en ambas épocas. La distribución temporal indicó diferencias significativas de la composición y abundancia de especies de fitoplancton.



Geronimo (2022), en la provincia del Collao (Puno), determinó la calidad del agua del río Ilave por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y reportó temperatura de 14.96°C , conductividad eléctrica $468.67\ \mu\text{S}/\text{cm}$, pH 7.09, DBO $37.92\ \text{mg}/\text{l}$, demanda química de oxígeno (DQO) $56.5\ \text{mg}/\text{l}$, OD $5.03\ \text{mg}/\text{l}$ y coliformes termotolerantes 3300 NMP. Las aguas residuales domésticas incidieron de manera negativa y directa en el cuerpo de agua en su condición de cuerpo receptor.

Manrique (2023), en San Román, Puno (Perú), evaluó la calidad del agua del río Torococha y demostró la percepción de los pobladores, mencionó que los sólidos suspendidos totales en la muestra 1 con $647.00\ \text{mg}/\text{l}$, muestra 2 de $652.00\ \text{mg}/\text{l}$ y muestra 3 de $543.00\ \text{mg}/\text{l}$, la DQO en la muestra 1 de $238.77\ \text{mg}/\text{l}$, muestra 2 de $249.00\ \text{mg}/\text{l}$ y muestra 3 de $450.76\ \text{mg}/\text{l}$, DBO5 muestra 1 fue $42.10\ \text{mg}/\text{l}$, superando lo establecido por el ECA; en las encuestas afirma que el 74% presentaron enfermedades dérmicas, 33% por mosquitos, 43% gastrointestinales. Los valores de los parámetros superaron los ECA para agua afectan de forma directa e indirecta la contaminación del río Torococha.

Vilca (2024), en Lampa, Puno, (Perú) evaluó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en la desembocadura de aguas residuales de la localidad de Pucará del río Ayaviri, reportando promedios de temperatura $10.76\ ^{\circ}\text{C}$; conductividad eléctrica de $730\ \mu\text{S}/\text{cm}$; pH de 8.18 unidades; dureza total de $37\ \text{mg}/\text{l}$; cloruros de $6.58\ \text{mg}/\text{l}$; sulfatos de $139.13\ \text{mg}/\text{l}$; alcalinidad – bicarbonatos de $87.14\ \text{mg}/\text{l}$; nitratos de $0.8\ \text{mg}/\text{l}$; hierro $0.20\ \text{mg}/\text{l}$; coliformes totales en el punto (RAYav1) 12.50, punto (RAYav2) 8.33, punto (RAYav3) 2183.33, punto (RAYav4) 1100 y punto (RAYav5) 423.33 NMP/100 ml y en coliformes termotolerantes en el punto (RAYav1) 3, punto (RAYav2) 3.17, punto (RAYav3) 2183.33, punto (RAYav4) 1100 y punto (RAYav5) 423.33 NMP/100 ml. Concluye que los valores reportados no superaron los ECA para agua.



2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 El agua

El agua es un líquido indispensable para la vida, es el único compuesto que se mantiene en la tierra en sus tres estados agregativos. Su molécula está formada por dos átomos de hidrógeno de carga o valencia +1 y un átomo de oxígeno con valencia -2.

El agua es insustituible e indispensable para los seres vivos, forma parte de la naturaleza, y es de importancia en los ecosistemas naturales, para la formación y funcionamiento de los seres vivos, plantas y organismos que en él habitan. Por ende, es el eje central de todos los ecosistemas a nivel global, constituye el núcleo de los procesos metabólicos e interviene de manera vital en todos los procesos de surgimiento y desarrollo de las plantas y microorganismos (Quispe et al., 2020).

2.2.2 Tipos de aguas

2.2.2.1 Aguas Superficiales

Son aquellas procedentes de la lluvia, afloramiento del subsuelo, deshielos o que discurren por: ríos, lagos, reservorios, charcas, manantiales, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales (ANA, 2016). Dentro del territorio de la región Puno las aguas superficiales conforman una red hídrica dulce indispensable para el desarrollo de la agricultura, la actividad pecuaria y las diversas actividades urbanas cotidianas, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural de origen antrópico que engloba a las descargas de



aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros (Vilca, 2024).

2.2.2.2 Ríos

Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y por gravedad; posee un caudal determinado que finalmente desemboca en el mar, lago o algún otro río (Cornejo, 2020), se caracterizan por poseer un caudal más regular que los torrentes, a causa de la longitud superior de su recorrido y al aporte de las aguas subterráneas. Como modeladores del relieve, los ríos son los agentes geológicos que realizan la extensión de las áreas, constituyendo una red fluvial, que depende de las fuentes que lo alimentan, precipitaciones y aguas de deshielo, del grado de permeabilidad de los terrenos que atraviesa (Duque, 2020).

El caudal, es la variable importante de los ríos, define su morfología, diversidad biológica, estructura y las tasas de sus procesos ecosistémicos. Tienen una importancia para la biodiversidad del planeta, la sociedad, por lo tanto, su adecuada gestión exige analizar detalladamente su estructura y funcionamiento existen dos tipos de ríos, según su estacionalidad: perennes, con agua durante todo el año, e intermitentes, con agua sólo en épocas de lluvias (Cornejo, 2020).

2.2.3 Contaminación del agua

Se define a la presencia de sustancias químicas tóxicas y agentes biológicos físicos, químicos y/o radiológicos dañinos que exceden en el agua y representan una amenaza para la salud humana o el medio ambiente, sin embargo,



es posible comprobar la presencia de estos agentes peligrosos en un cuerpo de agua (Morgan, 2018).

La contaminación del agua se produce por las actividades humanas, el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial, se produce principalmente por la generación de desechos, el esparcimiento de productos químicos, la descarga de residuos mineros y aguas residuales, entre otros contaminantes (Ramírez et al., 2010). Por lo tanto, el agua destinada al consumo humano se ven afectadas negativamente, representando un riesgo para la salud de la población (Condori, 2024).

2.2.3.1 Contaminación por aguas residuales

Se definen como aguas que provienen de las actividades humanas y que poseen residuos no propios de un agua que se encuentra en condiciones normales, provocan el deterioro de los cuerpos de agua debido al vertimiento sin un tratamiento previo. El crecimiento poblacional, plantea la necesidad de buscar mecanismos de eliminación de contaminantes de origen doméstico, agrícola e industrial. El desarrollo urbano conlleva al aumento del consumo hídrico, lo que causa un incremento de las aguas residuales, las aguas domésticas se transforman en aguas residuales y son vertidas en los alcantarillados y sitios de drenaje. Así mismo el agua que utilizan las industrias en los diferentes procesos, también se vierten en los canales de desfogue, que al final desembocan en los ríos, lagos y/o mares (Costa, 2021).

Proviene de las actividades domésticas como la limpieza, preparación de alimentos, servicios higiénicos, lavado de ropa, entre otros,



también son una combinación principal de heces humanas y animales, agua gris y orina. Se presenta un alto contenido en materia orgánica, compuestos químicos como detergentes, microorganismos patógenos y compuestos clorados. A veces el agua que se genera en diversas industrias también entra en clasificación si no tienen una proporción de sustancias de síntesis química. Las aguas residuales domésticas están compuestas de un 99.9 % de agua potable y de un 0.1 % por peso de sólidos disueltos o suspendidos. El cual se requiere ser removido para que el agua pueda ser reutilizada (Romero, 2020).

2.2.3.2 Contaminación por residuos solidos

Se origina por la presencia de residuos sólidos que pueden represar el cauce normal de un río o una quebrada afectando el flujo normal del agua. La elevada cantidad de residuos en los cauces, se represan generando inundaciones que afectan a las familias que viven cerca de las fuentes de agua, impactando también en las áreas de cultivo (Chucos, 2020).

A través de bacterias, microorganismos y oxígeno, genera compuestos que acidifican el agua, se elimina el oxígeno necesario para las especies acuáticas, también contaminan las aguas superficiales y de consumo humano causando así problemas a la salud. (Chucos, 2020)



2.2.4 Bacterias indicadoras de contaminación del agua

2.2.4.1 Coliformes Totales

Son bacterias Gram negativos, de forma bacilar, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas de 34 a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas (Morales & Villagómez, 2013). Presentan morfología bacilar, oxidasa negativa, no esporogénicas y capaces de fermentar la lactosa, este grupo está formado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*, la especie más frecuente y predominante es *Escherichia coli*, pueden encontrarse en mayor cantidad en aguas, indicando la contaminación en los cuerpos acuáticos (Camacho *et al.*, 2009). Estos microorganismos están estrechamente relacionados al suelo, tracto intestinal humano y animales de sangre caliente (Morales & Villagomez, 2013).

2.2.4.2 Coliformes Termotolerantes

Sub grupo de bacterias pertenecientes a los Gram negativos, propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a una temperatura de 44 °C en un tiempo máximo de 24 horas (Morales & Villagómez, 2013), son considerados como bacterias indicadoras de contaminación fecal (Alvarado, & Camacho 2020).

Son utilizadas como indicadores de la calidad del agua, se relaciona con la transmisión de patógenos de enfermedades. Por lo general las enfermedades hidrotansmisibles se caracterizan por procesos



gastroentéricos, que van desde diarreas leves a procesos más agudos (Morales & Villgomez, 2013).

Las coliformes termotolerantes están presentes en aguas servidas u otro tipo de desechos en descomposición, se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos; además está presente en grandes concentraciones en las heces humanas y de animales (Gonzales, 2012).

En los cuerpos de agua, las condiciones favorables de pH, materia orgánica y humedad; son típicos de aguas con residuos vegetales, este grupo es el indicador fecal por excelencia debido a que refleja con mayor exactitud la contaminación en un cuerpo de agua (Gonzales, 2012).

2.2.4.3 *Escherichia coli*

Es una bacteria estrictamente intestinal, indicadora de contaminación fecal, se caracteriza por la producción de indol a partir de triptófano, oxidasa negativa, no hidroliza la urea y presenta actividad de las enzimas β -galactosidasa y β -glucoronidasa. *E. coli* forma parte del microbiota intestinal de los seres humanos, sin embargo, está asociada a diversas condiciones patológicas. Las diferentes cepas patógenas de *E. coli* muestran especificidad de huésped y poseen atributos de virulencia distintos. Cuando ocurren aumentos repentinos de la concentración de patógenos, aumenta de forma considerable el riesgo o se desencadenan brotes de enfermedades (Robert, 2013).



2.2.5 Huevos de helmintos indicadores de contaminación

Son organismos pluricelulares que poseen estadios de vida los cuales pueden ser adultos, huevos o larvas. Los huevos son el estadio más importante debido a que se encuentran en mayor cantidad en el agua, si llegan a tener contacto con las personas, puede provocar infecciones intestinales con una alta probabilidad de muerte. Asimismo, se caracterizan por tener una alta resistencia a la temperatura, humedad y pH e incluso al proceso de desinfección en el tratamiento de agua y la vía de transmisión de estos helmintos es fecal-oral. Los huevos de los helmintos son utilizados como indicadores de contaminación fecal de las aguas, se ha detectado la presencia de estos parásitos en las aguas residuales y biosólidos provenientes de las depuradoras (Campos et al. 2018). La población más vulnerable son principalmente las que no poseen buenas condiciones socioeconómicas y sanitarias incrementando el riesgo de enfermedades por la ingestión directa de aguas contaminadas (Moreno, 2020).

2.2.5.1 *Ascaris lumbricoides*

Este parásito es un gusano perteneciente a la familia de los helmintos, que se caracterizan por ser cilíndricos, alargados, no pediculados (Coello & Rey, 2019), gusanos no segmentados que posee tres estadios evolutivos, los cuales son huevo, larva y adulto. Los huevos son producidos por los adultos hembras y son expulsados al exterior junto con las heces fecales. Existen dos tipos de huevos, los fértiles y los infértiles.

Los huevos fértiles: Son producidos por hembras fecundadas y tienen un tamaño aproximado de 45 a 70 um. Externamente son mamelonados, poseen tres membranas: la externa y dos internas, siendo la



más interna la membrana vitelínica. Son de color marrón debido a los pigmentos biliares.

Los huevos infértiles: Derivan de adultos hembras no fecundadas, son más grandes y su forma es de un barril, poseen una sola membrana. Ambos tipos de huevos indican infestación intestinal y son diagnóstico de enfermedad (Fernández, 2004).

2.2.5.2 *Taenia sp.*

Las *Taenias* pertenecen a la clase Cestoda, son parásitos intestinales, en su fase adulta y en su fase intermedia, son hermafroditas y su ciclo de vida necesita de un hospedero intermediario. Los cestodos, carecen de un canal alimentario, por lo que la obtención de nutrientes se lleva a cabo por absorción a través de su tegumento que lleva a cabo transporte de moléculas y presenta un sistema de excreción mediante células tipo flama (Molina et al., 2019). La reproducción se da entre óvulo y espermatozoide de la misma proglótide, mediante copulación entre las proglótides adyacentes del mismo parásito o bien entre proglótides de diferentes individuos en el hospedero (Molina et al., 2019).

La fase adulta se caracteriza por ser aplanada dorso-ventralmente, la morfología del parásito se divide en tres regiones: una cabeza o escólex con ventosas para su fijación y algunas especies tienen un rostelo con ganchos, el cuello es la región más angosta y rica en células germinales desde donde se forma el cuerpo o estróbilo, el cual está compuesto de segmentos llamados proglótides, cercanos al cuello son indiferenciados, los maduros, a la mitad del estróbilo presentan los órganos reproductores,

femenino y masculino y los proglótides terminales que ya llevaron a cabo la fecundación, son los proglótides grávidos y se encuentran llenos de huevos (Molina et al., 2019).

2.2.5.3 *Hymenolepis nana*

Los parásitos de *Hymenolepis* pertenecen a los cestodos y se caracterizan por tener en la parte anterior del cuerpo una estructura conocida como escólex o cabeza, que sufre un adelgazamiento y da origen al cuello y se continúa con el cuerpo o estróbilo, aplanado y formado por pequeñas unidades o proglótides. El escólex sirve al parásito para fijarse a la mucosa intestinal; en las proglótides están los órganos para la reproducción y estructuras que le sirven para alimentarse y para eliminar los productos de desecho.

Estos parásitos son blanquecinos y parecen hilos, la *H. nana* también es conocida como tenia enana, ya que mide de 2 a 4 cm, durante su ciclo de vida, la larva o cisticercoide, que es una etapa intermedia entre el huevo y el parásito adulto. *H. nana* es el único cestodo del ser humano cuyo ciclo biológico completo se puede desarrollar en un solo hospedero. Su mecanismo de transmisión más común es por la ingestión de alimentos contaminados con huevos del parásito (Ávila, 2017).

Los huevos miden 35 - 45 μm , son ovales, y cuentan una membrana externa y un embrióforo delgado en contacto con la oncosfera; esta membrana interna presenta dos engrosamientos polares, de los que se desprenden 4 - 8 filamentos polares. El huevo es infectante al momento de su liberación (Rozario & Newmark. 2015).



2.2.6 Algas indicadoras de contaminación

El fitoplancton es un conjunto heterogéneo de microorganismos fotosintéticos, denominado genéricamente como microalgas, las cuales pueden tener formas unicelulares, coloniales o filamentosas. Su importancia ecológica radica en que son organismos autótrofos, productores primarios y fuente de alimento, rico en proteínas, vitaminas y minerales, para cladóceros, copépodos, larvas de algunos insectos y peces (Rodas & Vasquez, 2020).

Dentro de las especies unicelulares, es posible encontrar desde organismos picoplantónicos como cianobacterias hasta algunos que pueden exceder el milímetro de largo como clorofitas, los organismos coloniales son los que pueden alcanzar los mayores tamaños (3 o 4mm), llegando a ser visibles a simple vista, en las cianobacterias *Microcystis aeruginosa* y en clorofitas *Volvox aureus*) (Arocena & Antoniades, 2016).

2.2.7 Phylum Cyanophyta

Las cianobacterias son organismos procariontes que presentan fotosíntesis oxigénica y presentan clorofila, ficoeritrina, ficocianina, aloficocianina y oscillaxantina que les confieren el típico color verdeazulado y unas características ecológicas únicas. Son unicelulares, coloniales o filamentosas con pared de peptidoglucanos, vainas mucilaginosas, vesículas de gas, y tiene cianoficina como sustancia de reserva, potencialmente tóxicas, carecen de sistemas de membranas y flagelos (Oliva et al., 2014). Se encuentran presentes en prácticamente todos los ecosistemas acuáticos de la Tierra y también en ambientes terrestres como suelos o superficies húmedas. En los ambientes acuáticos forman parte fundamental de la red trófica tanto en ambientes como en ambientes salobres o en



aguas dulces, donde aparece la mayor diversidad de morfologías. Su distribución también parece independiente de las condiciones ambientales; de esta forma, las cianobacterias pueden ser dominantes en ecosistemas encontrados a muy diversas latitudes, desde zonas polares hasta zonas ecuatoriales (Gómez & Quesada, 2011).

Las cianobacterias indican contaminación en las aguas, como el indicio de eutrofización, se desarrollan en ambientes con bajas concentraciones de dióxido de carbono permitiendo una cubierta mucilaginosa, además que producen toxinas que afectan el hígado y el sistema nervioso de las personas por lo que son consideradas un riesgo potencial para la salud (Morales et al., 2017).

Lyngbya

Clasificación Taxonómica

Clase: Cyanophyceae

Orden Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Género: *Lyngbya* Onodera, 1997

Descripción morfológica: Filamentos rectos o ligeramente ondulados. Células no ramificadas, presentan una forma discoide cilíndricas o en forma de barril, no restringidos o contraídos en las paredes cruzadas, células cortas, sin aerotopos, generalmente finamente granuladas, con dimensiones de ancho de 2.5 μm .



Oscillatoria

Clasificación Taxonómica

Clase:	Cyanophyceae
Orden	Oscillatoriales
Familia:	Oscillatoriaceae
Género:	<i>Oscillatoria</i> Onodera, 1997

Descripción morfológica: Tricoma más o menos rectos de coloración verde azulada; cilíndrico, no atenuado; células más cortas que anchas, presentando gránulos solitarios dispersos; no capitadas, con pared externa ligeramente engrosada en tricomas, con dimensiones de 6 – 11 μm de ancho, células con una longitud de 2.5 – 3 μm .

Spirulina sp.

Clasificación taxonómica

Clase:	Cyanophyceae
Orden:	Chroococcales
Familia:	Spirulinaceae
Género:	<i>Spirulina</i> Onodera, 1997

2.2.8 Phylum Bacillariophyta

Las diatomeas son un grupo de microalgas unicelulares y eucariotas que presentan un tamaño 50 y 500 μm (Microplancton). Son estrictamente autótrofas, presentan pigmentos fotosintéticos como la clorofila a y c, betacarotenos, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina. Una característica especial de este



tipo de algas es que se encuentran rodeadas por una pared celular única hecha de sílice (dióxido de silicio hidratado) llamada frústula. Se las encuentra solitarias o conformando cadenas (Calvo, 2018). En este último caso las diferentes especies presentan distintas estrategias o formas de unión entre las células. La taxonomía de este grupo se basa en dos aspectos principales: la simetría y las características de su pared celular. Constituyen el grupo más importante del fitoplancton debido a que contribuyen con cerca del 90% de la productividad de los sistemas. Estas microalgas predominan por sobre otros grupos fitoplanctónicos, ya que se ven especialmente favorecidas por los eventos de surgencia que aportan las aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Tomas, 1997).

Las diatomeas son utilizadas para determinar contaminación en ambientes acuáticos, esta clase de algas persisten en ambientes contaminados (Bedoya, 2018), y más aún su reproducción aumenta haciendo que sus ciclos de vida indican si hay un aumento de nutrientes (materia orgánica) e incluso metales pesados (Licursi & Gómez, 2003).

Fragilaria

Clasificación taxonómica

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariaceae

Género: *Fragilaria* Kutzing 1844.



Descripción morfológica: Frústulos rectangulares en vista cingular formando colonias en forma de bandas unidas por espinas entrelazadas. Presenta estrías con areolas pequeñas y redondeadas.

Cyclotella

Clasificación taxonómica

Clase:	Bacillariophyceae
Orden:	Thalassiosirales
Familia:	Stephanodiscaceae
Género:	<i>Cyclotella</i> Kutzing 1844.

Descripción morfológica: Frústulos cilíndricos con un diámetro mayor a la altura, son solitarios o forman cadenas filamentosas unidas por cordones mucilaginosos. Válvulas circulares, filas de areolas que se extienden desde el centro, se agrupan en fascículos en la región exterior de la cara y continúan hasta el borde sin romperse; en la mayoría de las especies no presentan manto valvular distintivo. Área central a menudo ornamentada con verrugas, gránulos, etc.

Aulacoseria

Clasificación Taxonómica

Clase:	Bacillariophyceae
Orden:	Aulacoseirales
Familia:	Aulacoseiraceae
Género:	<i>Aulacoseira</i> Kutzing 1844.



Descripción morfológica: Frústulos cilíndricos unidos en cadenas filamentosas rectas o en espiral mediante espinas. Valvas circulares, con estrías aureoladas distribuidas en toda la superficie valvar formando un ángulo recto con el manto el cual presenta estrías rectas y curvas. La unión entre la cara y el manto, se expanden en sus ápices y encajan con las espinas de las células adyacentes formando un enlace.

Cocconeis

Clasificación Taxonómica

Clase:	Bacillariophyceae
Orden:	Cocconeidales
Familia:	Cocconeidaceae
Género:	<i>Cocconeis</i> Kutzing 1844.

Descripción morfológica: Valvas elípticas, valva con rafe central, filiforme; área central circular. Estrías transversales cortadas por varios espacios hialinos longitudinales. Dimensiones de 12 a 15 μm de ancho; 19 a 22 μm de largo.

Surirella

Clasificación Taxonómica

Clase:	Bacillariophyceae
Orden:	Surirellales
Familia:	Surirellaceae
Género:	<i>Surirella</i> Hassall, 1845.



Descripción morfológica: Valva aovada, con extremos disímiles; un extremo amplio ligeramente redondeado y el otro extremo estrecho; costas cercanas, juntas. Costas cortas menos de la mitad de la parte media de la valva. Dimensiones: 60 μm de largo; 30 μm de ancho

Nitzchia

Clasificación Taxonómica

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Bacillariales
Familia: Bacillariaceae
Género: *Nitzschia* Hassall, 1845.

Descripción morfológica: Valvas de márgenes lineares a menudo ligeramente cóncavos, ápices atenuándose en extremos subcapitados. Dimensiones de 2 - 5 μm de ancho, 25 - 30 μm de largo.

Navicula

Clasificación Taxonómica

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Naviculaceae
Género: *Navicula* Hassall 1845.



Pinnularia

Clasificación Taxonómica

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pinnulariaceae

Género: *Pinnularia* Ehrenberg, 1843.

Descripción morfológica: Valva linear, ensanchada en el centro con extremos redondeados, los cuales son a menudo ligeramente hinchados. Área central por lo general no tan densa como el área axial, elíptica, de forma algo asimétrica. Estrías radiadas en la porción media de la valva y convergentes en los extremos. Estrías, 5 - 7 en 10 μm . Dimensiones de 25 -30 μm de ancho; 210 μm de largo.

2.2.9 Phylum Chlorophyta

Constituye el grupo más diverso de algas, habiéndose descrito más de 7.000 especies, y se denominan comúnmente clorofitas o algas verdes. Pueden colonizar hábitats muy variados, incluso estar presentes en las masas de aire húmedas. Las clorofitas pueden habitar en el mar, pero principalmente son dulceacuícolas. Incluye más especies bentónicas que planctónicas, pero dada la elevada cantidad de especies, suelen constituir uno de los principales componentes del fitoplancton. Las cloroficeas presentan clorofilas “a” y “b”, y diversos carotenos y xantofilas. El color de los plastos es verde. La membrana celular tiene una alta proporción de celulosa y la reserva energética se produce en forma de



almidón. Los gránulos de almidón se distribuyen dentro de los plastos, alrededor de los pirenoides y se tiñen fácilmente con Lugol (Junta de Andalucía, 2010).

Los factores para la presencia de chlorophytas son particularmente debido al grado de mineralización y temperatura, estos efectos combinados inciden en la condición metabólica de los sistemas, lo que permite evidenciar la actividad autotrófica y heterotrófica indicando la contaminación de una fuente acuática (Hernández et al. 2021).

Pediastrum

Clasificación Taxonómica

Clase: Chlorophyceae

Orden: Sphaeropleales

Familia: Hydrodictyaceae

Género: *Pediastrum* Meyer 1829.

Descripción morfológica: Cenobios de flotación libre, circulares a elipsoides, y consistentes de 16-32-64 células. Las incisiones entre ambos procesos son cerradas o en forma de V en las células maduras. Las células marginales tienen 15-20 μm de longitud y las células internas tienen 7-10 μm de largo, dimensión de 50 μm .



Spirogyra.

Clasificación Taxonómica

Clase:	Chlorophyceae
Orden:	Zygnematales
Familia:	Zygnemataceae
Género:	<i>Spirogyra</i> Link, 1820.

Descripción morfológica: Filamentos largos formados por células vegetativas, cilíndricas, con un cloroplasto acintado espiralado, sin pirenoides evidentes.

Oocystis

Clasificación Taxonómica

Clase:	Chlorophyceae
Orden:	Chlorellales
Familia:	Oocystaceae
Género:	<i>Oocystis</i> Meyer 1829.

Descripción morfológica: Células coloniales de vida libre las cuales pueden estar constituidas de dos a dieciséis células envueltas en restos de pared celular de generaciones anteriores las cuales tienen forma de un envoltorio mucilaginoso. Las células presentan tamaño ovoide, presentan más de un cloroplasto por célula de posición parietal y formas variadas.



Ulothrix

Clasificación Taxonómica

Clase: Chlorophyceae

Orden: Ulotrichales

Familia: Ulotrichaceae

Género: *Ulothrix* Kützing, 1833.

Descripción morfológica: Filamentos flácidos, básicamente no ramificados y uniseriados. Piezas en H, si están presentes, con forma de puños que envuelven las paredes transversales, células cilíndricas, a veces doloformales, uninucleadas, cloroplasto simple, parietal y en forma de diámetro celular de 20 μm .

2.2.10 Parámetros físicos y químicos del agua

2.2.10.1 Parámetros físicos del agua

a. Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que nos permite medir las sensaciones de calor y el frío (COBCM/COBCLM, 2015), influye en la actividad biológica, absorción de oxígeno, precipitación de compuestos, formación de depósitos, desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Barrenechea, 2004). La temperatura alta de las aguas superficiales se debe a consecuencia de los vertidos de agua caliente y las aguas de esorrentía urbanas, afectando a los organismos que habitan en las aguas, incluso causando la muerte en peces (ANA, 2018).



La temperatura es una variable significativa en los organismos acuáticos, ya que influyen sobre su productividad, abundancia y composición, para temperaturas menores hay abundancia bacteriana y se determina que las densidades más altas están directamente proporcionales a las temperaturas mayores de sus aguas (OlarTE & Gonzales, 2018).

b. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) es un parámetro que mide la capacidad de un material o sustancia, el nivel de sal se puede determinar como la concentración de iones de hidrógeno en el agua (-) o (+) lo que genera el transporte de la corriente eléctrica (Marin & Rodriguez, 2022).

La conductividad eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, concentración total, movilidad, valencia y concentraciones relativas; la determinación de conductividad es de gran importancia ya que indica el grado de mineralización del agua (NMX-AA-093-SCFI, 2000).

La mayoría de los ácidos, bases y sales inorgánicos son mejores conductores de la electricidad, las moléculas de compuestos orgánicos no disocian en soluciones acuosas y por lo tanto conducen muy poco la corriente (Londoño *et al*, 2010).



2.2.10.2 Parámetros químicos del agua

a. Potencial de Hidrogeniones (pH)

Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7 la sustancia es neutra. Los valores por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica (APHA - AWWA- WPCF, 1992). El pH se define como el logaritmo de la concentración del ion hidrógeno y es uno de los indicadores de la calidad del agua, los valores superiores a pH 11 producen irritación ocular y problemas cutáneos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

La variabilidad del pH, se debe a la concentración de iones H^+ e OH^- , que este mismo le otorga acidez o alcalinidad al agua, la fermentación de microorganismos, nitrificación del amonio y la oxidación de sulfuros reducen la concentración del pH debido a la producción de CO_2 . Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO_2 que esta disuelto desde la atmósfera, seres vivos, ácido sulfúrico que proceden de los minerales, ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo (Paredes, 2013). La sustancia básica en las aguas naturales es el carbonato cálcico quien puede reaccionar con el CO_2 formando un sistema de tampón carbonato/bicarbonato (Martínez, 2006).

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión e incrustaciones en las redes de distribución y en la eficiencia de la cloración, para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8, a fin de disminuir la acción corrosiva y

favorecer la formación de una película protectora de carbonato de calcio en los sistemas de distribución (Acosta, 2008).

Es una variable frente a la cual responden los organismos que dependen de ella para sobrevivir y cuya alteración se manifiesta por elementos externos de modificación del hábitat o de contaminación (Olarte & Gonzales, 2018).

b. Oxígeno disuelto

Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y la gran mayoría de los microorganismos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer, este varía en función de la temperatura, para procesos de oxidación de la materia orgánica e inorgánica, los microorganismos necesitan de la presencia de oxígeno en el agua. Este parámetro es de importancia ya que indica si el oxígeno presenta 0 mg/l existe una muerte masiva de organismos aerobios, 0 a 5 mg/l indica la desaparición de organismos y especies sensibles, 5 a 8 mg/l es aceptable para la vida de organismos acuáticos, 8-12 mg/l es adecuado para la vida para la gran mayoría de peces y otros organismos acuáticos y más de 12 mg/l presenta una condición sobresaturada (Alberca, 2023).

c. Nitratos

La principal fuente de nitrógeno es el aire, donde constituye el 79% de su volumen. En un medio acuático natural, la mayoría del nitrógeno se encuentra como nitratos y en su forma oxidada. La presencia de nitritos y amonio indica contaminación orgánica reciente. Estas condiciones pueden reducir significativamente la diversidad de especies (Jauregui, 2019).



El efecto más conocido de una alta concentración de nitritos en la sangre es la conversión de hemoglobina a metahemoglobina. Aunque los adultos sanos pueden compensar esta transformación hasta cierto punto, ciertas afecciones preexistentes pueden aumentar el riesgo asociado con la ingesta de nitratos y nitritos. Entre estas afecciones se incluyen la hipertensión, desequilibrios en la diuresis, disfunciones gástricas que alteran la reactividad de los nitritos en el estómago, mujeres embarazadas con disfunciones enzimáticas, y adultos que carecen de la enzima necesaria para revertir la metahemoglobinemia. Los bebés son particularmente sensibles a la intoxicación por nitritos debido a que sus mecanismos de compensación no están completamente desarrollados (Casilla, 2014).

d. Sulfatos

El sulfato está conformado por la unidad básica el azufre y 4 átomos de oxígenos, la unidad básica cumple procesos importantes en la biología molecular por estar presente en aminoácidos como la cisteína y la metionina, polipéptidos, proteínas y enzimas (Mera, 2016), además se encuentran en la biotina y tiamina que forman parte de la saliva, bilis y la hormona de la insulina cumpliendo diversos procesos de metabolismo (Reyes & Mendieta, 2000). Son componente natural del agua, por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que pueden afectar su calidad, un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, que es significativo en niños y consumidores no habituales (OPS, 2005).

El sulfato es uno de los aniones con baja toxicidad, ante ello en el campo de la salud solo en grandes concentraciones puede ocasionar

catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal llegando a niveles elevados de percibir diarrea y deshidratación a esto los niños que son más sensibles (DIGESA, 2006).

e. Bicarbonatos

La alcalinidad expresa la capacidad que tiene el agua de mantener su pH a pesar de recibir una solución ácida o alcalina. Corresponde principalmente a los hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ y NH_4^+ ; los más comunes son los de calcio y magnesio. La alcalinidad se determina mediante la titulación con un ácido y el resultado se expresa como mg CaCO_3/L (Jiménez, 2001). La alcalinidad en las aguas naturales son bicarbonato, carbonato, e iones de hidroxilo y estos se originan a partir del dióxido de carbono de la atmósfera y como subproducto de la descomposición microbiana de la materia orgánica y los minerales en origen lítico (Spellman & Drinan, 2000).

Cuando la alcalinidad es muy baja, hay es posible que provoque una alcalinidad artificial con aplicación de sustancias alcalinas, como la cal hidratada o barrilla. Cuando la alcalinidad es muy elevada, se acidifica el agua hasta que se obtiene una concentración de alcalinidad suficiente para reaccionar con el sulfato de aluminio u otro producto utilizado (Fundación Nacional de Salud – Brasil, 2013).

2.2.11 Estándares de calidad ambiental del agua (ECA)

Los ECA encuentran en el decreto supremo N°004-2017-MINAM, en el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú, que establece que toda persona tiene el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al



desarrollo de su vida; en el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, se detalla la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, el cual no representa un riesgo significativo en la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, 2017).

Los Estándares de Calidad ambiental (ECA), es un instrumento de gestión ambiental que posee parámetros y obligaciones, para regular y proteger tanto la salud pública y la calidad ambiental, lo que permite desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización a causa de las actividades humanas (MINAM, 2017).

2.2.11.1 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) **Subcategoría D1: Riego de vegetales**, comprende del agua que se utiliza para el riego de cultivos, que dependerá por factores como es el tipo de riego del cultivo, el tipo de consumo utilizado (cruda o tratada térmicamente) y los posibles procesos industriales.

Agua para riego no restringido: Es el agua que permite su uso para el riego como cultivos alimentarios que se comen crudos; los árboles frutales o arbustos con sistemas de riego por aspersion cuyos frutos estén en contacto directo con el agua de riego.

Agua para riego restringido: Es el agua que permite su uso para el riego de cultivos alimentarios que se cocinan y comen (frijoles); tallos altos (árboles); cultivos que requieren procesamiento (el trigo, arroz, avena y quinua), cultivos comerciales no alimentarios (algodón) y cultivos forestales, forrajes, pastos (maíz forrajero y alfalfa).

- b) **Subcategoría D2: Bebida de animales**, el agua se utiliza para animales grandes como caballos, vacas y animales pequeños como ovejas, cabras, cerdos, cobayas, conejos y pájaros que beben el agua.

Tabla 1

Valores establecidos para los parámetros fisicoquímicos, categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales				
Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (e)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Físico – Químicos				
Aceites y Grasas	mg/l		5	10
Bicarbonatos	mg/l		518	**
CianuroWad	mg/l		0.1	0.1
Cloruros	mg/l		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala PII Co		100(a)	100(a)
Conductividad	(uS/cm)		2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (080.)	mg/l		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l		40	40
Detergentes (SMM)	mg/l		0.2	0.5
Fenoles	mg/l		0.002	0.01
Floruros	mg/l		1	**
Nitratos (NO ₃ ;-N)+ Nitritos (NO ₃ -N)	mg/l		100	100
Nitritos (NO ₂ ·N)	mg/l		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l		4	5
Potencialde Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 -8,5		6,5 -8,4
Sulfatos	mg/l		1000	1000
Temperatura	C°		▲ 3	▲ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/l		5	5

Donde: ** No aplica; ▲ Grados centígrados

Fuente: (MINAM, 2017)

Tabla 2

Parámetros microbiológicos y parasitológicos para la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Microbiológicos y parasitológico				
Coliformes	NMP/100 ml	1000	2 000	1000
<i>Escheria coli</i>	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevos/l	1	1	**

Donde: ** No aplica

Fuente: (MINAM, 2017)

2.2.12 Enfermedades transmitidas por aguas contaminadas

Según la Organización Mundial de la Salud, OMS (2022), el agua facilita la práctica de la higiene, que es una medida clave para prevenir no solo enfermedades diarreicas, sino también infecciones respiratorias agudas y numerosas enfermedades desatendidas. En el mundo hay al menos 2000 millones de personas que utilizan una fuente de agua contaminada con heces, lo que supone un mayor riesgo en cuanto a salubridad y transmisión de enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomiélitis. Según el Instituto Nacional de Salud (2018) las afecciones ocasionadas por la ingesta de agua insalubre por agentes químicos o microorganismos patógenos se pueden clasificar como: transportadas, basadas en el agua, vinculadas, relacionados con la higiene y dispersados por el agua.



En el Perú, las enfermedades diarreicas con etiología variada, concordante con la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar inciden en los menores de 5 años, con 11%, no encontrándose mucha diferencia entre la población urbana (10,6 %) y la zona rural (12,2%). Actualmente en Huancavelica las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) se asocian al servicio de agua potable, eliminación inapropiada de excretas, falta de la práctica de la cultura y hábitos de higiene (DIRESA-HVCA, 2017).

Debido a la gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas, cientos de millones de personas beben agua contaminada. Se calcula que cerca de un millón de personas fallecen cada año a causa de enfermedades diarreicas contraídas como resultado de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de las manos (OMS, 2018).

En 2021, más de 251 millones de personas requirieron tratamiento preventivo para la esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por helmintos causada por la exposición a agua infestada (Campos et al. 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el río Desaguadero, ubicado en el distrito de Desaguadero, departamento de Puno. Se encuentra en la meseta altiplánica, en la región Puno y del Lago Titicaca, a 147.24 km desde la ciudad de Puno, es límite fronterizo con la hermana República de Bolivia, a una altitud de 3,840 msnm en la coordenada de 16°33'43" latitud sur y 69°02'25" de longitud oeste de Greenwich (PIGARS, 2007). Las muestras fueron procesados en el laboratorio de Microbiología y Laboratorio Clínico de la Universidad Nacional del Altiplano.

Figura 1

Ubicación geográfica del río Desaguadero



Fuente: Google maps

3.2 DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

El diseño de la investigación es observacional y de tipo descriptivo en razón de que obtuvieron los valores de pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, bicarbonatos, sulfatos, coliformes totales, termotolerantes, huevos de helmintos, y la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación, fitoplancton en muestras de agua que procedieron del río Desaguadero de la Provincia de Chucuito (Hernández, 2014).

3.3 POBLACION Y MUESTRA

La población estuvo conformada por las aguas del río Desaguadero, por lo que es considerado como un muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández, 2014). Se recolectaron un total de 45 muestras de agua en 3 puntos de muestreo zona donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), en cada punto se tomaron 5 muestras y se realizó 3 repeticiones durante los meses de febrero, marzo y abril del 2024.

Para la encuesta, la población estuvo conformada por 80 ciudadanos del distrito de Desaguadero que viven a riberas del río. Se realizó el muestreo aleatorio simple de tipo probabilístico, el tamaño de muestra fue de 66 ciudadanos (Hernández, 2014).

La siguiente fórmula de cálculo corresponde al tamaño de muestra para población finita:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde

N: Total de la población.

Z=Límite de confianza (1.96)



p q=Campo de variabilidad de aciertos y errores (p:0.5; q:0.5)

e= Error de estimación será el 5%, en nuestro caso, e= 0.05

n=Tamaño de muestra.

Criterios de inclusión:

- Personas mayores de 18 años que viven a riberas del río Desaguadero

Criterios de exclusión:

- Personas que no viven a las riberas del río Desaguadero

Tabla 3

Determinación de los puntos de muestreo en el río Desaguadero.

Puntos de muestreo (PM)	Coordenadas		Repeticiones (R)		
	Latitud	Longitud	Febrero R-1	Marzo R-2	Abril R-3
Zona donde nace el río Desaguadero (PM-1)	16°33'42.5"	69°02'08.7"	5	5	5
Desembocadura de las aguas residuales (PM-2)	16°34'18.1 "	69°02'24.6"	5	5	5
Emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3)	16°38'30.9"	69°01'39.1"	5	5	5
Total de muestras			45		

Fuente: Elaboración propia



3.4 RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES Y HUEVOS DE HELMINTOS DEL RÍO DESAGUADERO PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.

3.4.1 Recolección de muestra

- Se utilizaron los implementos de bioseguridad como botas, guantes, barbijo, y gorritos.
- Se alistaron los frascos de vidrio, cooler grande, hielo y el registro de campo para anotar los resultados de temperatura, pH y conductividad.
- La recolección se realizó según el protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos, establecido por la Autoridad Nacional de Agua, D.S. N°006-2010 – AG.
- Para la recolección se utilizó un frasco estéril con tapa rosca de 500 ml, el cual se abrió y recolectó la muestra de 20 a 30 cm de fondo, se dejó un espacio de 1/3 para la aireación y homogeneización.
- Luego se cerró el frasco herméticamente y se etiquetó las muestras.
- Después fue colocado en el cooler con geles de hielo para mantenerlo en refrigeración a temperatura de 1 - 5 °C y fue transportado al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas (ANA, 2016).

3.4.2 Coliformes totales

3.4.2.1 Método: Numero más probable o tubos múltiples (NMP)

3.4.2.2 Fundamento: Es un ensayo de presunción con caldo triptosa o sulfato lauril para realizar la confirmación de los tubos que han producido gas, para el cual se utiliza caldo verde brillante bilis y lactosa, incubado cada tubo durante 24-48 horas a 37 °C (Laura, 2017).



3.4.2.3 Procedimiento

- **Prueba presuntiva.** Se prepararon series de 9 tubos con caldo Lauril Sulfato de doble y simple concentración. Se agitaron las muestras de agua, se flameó la boca del frasco y se inocularon 10 ml de muestra en tubos con caldo de doble concentración, 1 ml y 0.1 ml de muestra en tubos de simple concentración. Después se incubaron los tubos a 35 °C por un tiempo de 24 - 48 horas, se realizó una primera lectura para ver si hay tubos positivos, que indican la fermentación de la lactosa y producción de gas.
- **Prueba confirmativa.** De los tubos positivos se transfirió con un asa cuyas medidas fueron de 3.0 a 3.5 mm de diámetro previamente esterilizada un inculo a los tubos con caldo verde brillante bilis que contenían campanas de Durham invertidos, luego se incubó a 37 °C durante 24 a 48 horas. Los tubos positivos formaron gas y turbidez, que luego se compararon con la tabla de Hoskins para el cálculo de NMP.
- **Valores referenciales:** D1 riego de vegetales: 1000 - 2000 NMP/100ml; D2 bebida de animales: 1000 NMP/100ml (MINAM, 2017)

3.4.3 Coliformes termotolerantes

3.4.3.1 Método: Número más probable o tubos múltiples (NMP).

3.4.3.2 Fundamento: Consiste en el ensayo con caldo triptosa y sulfato lauril o caldo lactosado, luego se realiza la confirmación de los tubos que han producido gas, para el cual se utiliza caldo verde



brillante bilis y lactosa, incubado cada tubo durante 24 horas a temperaturas de 45.5°C (Laura, 2017).

3.4.3.3 Procedimiento

- **Prueba presuntiva.** Se prepararon 9 tubos con caldo Lactosado, y se colocaron las campanas de Duham invertidos, luego se inoculó volúmenes de 10 ml, en los tubos de doble concentración y 1 ml y 0.1ml en tubos simple concentración. Las muestras inoculadas se incubaron a 45.5 °C durante 24 horas. Los tubos que fermentaron la lactosa y produjeron gas fueron considerados como positivos.
- **Prueba confirmativa.** De los tubos positivos se transfirió un inoculo con asa de platino en aro previamente esterilizado a tubos con caldo verde brillante bilis lactosa que contenían campanas de Durham invertido, después se incubó a 45.5 °C durante 24 horas. Se consideraron positivos los tubos que formaron gas y turbidez. Finalmente se compararon con la tabla de Hoskins para el cálculo del NMP.
- **Cálculo del Número Más Probable (NMP).** Las bacterias identificadas como coliformes totales y termotolerantes en medios de cultivo se cotejaron con el número de tubos positivos y correspondiente a las diluciones, se utilizó la tabla de Hoskins del número más probable (NMP), los cálculos se realizaron mediante la siguiente fórmula:

$$NMP/100 ml = \frac{NMP \text{ en tabla} \times 100}{10}$$



Los resultados se expresaron en N° de coliformes totales y termotolerantes NMP/100ml.

- **Valores referenciales:** D1 riego de vegetales: 1000 - 2000 NMP/100ml; D2 bebida de animales: 1000 NMP/100ml (MINAM, 2017).

3.4.4 Huevos de Helmintos

3.4.4.1 Método: Bailenger (Ayres & Duncan, 1997).

3.4.4.2 Fundamento: Este método es empleado para la cuantificación y determinación de huevos de helmintos en aguas, además que los parásitos presentes en las muestras, se separan de la descomposición de materia orgánica por densidades relativamente altas.

3.4.4.3 Procedimiento

- **Etapas de concentración.** Cada una de las muestras de agua de 1 litro se dejaron sedimentar por 24 horas a temperatura ambiente 22 °C. Se eliminó el 90 % del sobrenadante usando un sifón con una manguera de silicona. Se transfirió cuidadosamente el sedimento a los tubos, dependiendo del volumen y se lavó el recipiente con la solución detergente (Tween 80) y luego se centrifugaron a 1000 rpm durante 15 min, posteriormente se eliminó los sobrenadantes y transfirió el sedimento a un solo frasco (se lavó cuidadosamente los tubos con la solución detergente para evitar pérdidas de sedimento). Una vez que todo el sedimento estuvo en un solo frasco, se centrifugó de nuevo a



1000 rpm durante 15 min, se eliminó el sobrenadante y se anotó el volumen final del sedimento.

- **Etapa de desorción.** Se resuspendió el sedimento en un volumen de 2 ml, se añadió 2 ml del buffer ácido acético, nuevamente se centrifugó 1000 rpm por 15 min y se eliminó el sobrenadante. Luego se colocó 2 ml de acetato de etilo y se homogenizó la solución minuciosamente y se centrifugó a 1000 rpm durante 15 min. Enseguida se observó que la muestra quedó separada en tres fases distintas, los restos hidrosolubles, los huevos de helmintos e incluso larvas y protozoos, quedaron en la capa inferior, en la fase clara correspondió al buffer, los residuos liposolubles quedaron en la capa de acetato de etilo, después se eliminó el sobrenadante que fueron las dos capas superiores.
- **Etapa de flotación.** Se añadió 5 ml de la solución de sulfato de zinc, se anotó el volumen final del producto, se homogeneizó y centrifugó a 250 rpm por 20 segundos, consiguiendo que los residuos más pesados vayan al fondo y los huevos de helmintos floten cerca de la superficie de la solución de sulfato de zinc.
- **Observación de la Muestra.** Se recogió cuidadosamente, con una pipeta automática de 1000 μ l, la parte superior del sobrenadante aproximadamente 2 ml, donde se encuentran concentrados los huevos y se transfirió a una cámara de Mc Master, se esperó 2 minutos de tal forma que los huevos de helmintos quedaron en la superficie del líquido, luego se realizó la observación al microscopio con objetivos de 10 X.



- **Valores referenciales:** D1 riego de vegetales: 1 Huevo de helminto/litro; D2 bebida de animales: No aplica** (MINAM, 2017).
- **Cálculo para el recuento de huevos de helmintos por litro.** Después de realizar la observación, el resultado en unidades de número de huevos por litro, se aplicó la siguiente fórmula:

$$H_L = \frac{H}{5}$$

Donde: H es el número de huevos contados en la muestra; HL es el número de huevos por litro que fue de 5 ml que es el volumen de la muestra.

Nota: En el caso de que el resultado de la fórmula anterior sea menor de 1, se debe reportar 1 H/L. En caso de que existan fracciones mayores a 1 H/L se deberá redondear al entero inmediato superior.

3.4.4.4 Variables de estudio: Coliformes termotolerantes y huevos de helmintos.

3.4.4.5 Análisis estadístico para coliformes y huevos de helmintos.

Los datos obtenidos fueron evaluados en una matriz de sistematización, se realizó mediante la estadística descriptiva, donde se calculó el promedio estadístico para cada parámetro bacteriológico y parasitológico, también se determinó el coeficiente de variación que evalúa la dispersión baja, moderada,



leve y alta, de los datos alrededor del promedio. En la estadística inferencial se realizó el análisis de varianza, prueba de Tukey y Kruskal Wallis que permitió conocer la diferencia estadística significativa (Dagnino, 2014), que luego fueron representados en tablas y gráficos estadísticos. Todos estos datos se procesaron en el programa Microsoft Excel y en el software estadístico INFOSTAT versión estudiantil.

3.5 CUANTIFICACIÓN DE GÉNEROS DE FITOPLANCTON DEL RÍO DESAGUADERO COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

3.5.1 Recolección de muestra

- Para los muestreos, se utilizó los implementos de bioseguridad como guantes, barbijo y gorritos, la muestra cualitativa fue por arrastre horizontal y vertical a nivel superficial empleando una red de plancton de 20 μm hasta conseguir un filtrado.
- Se colocó en un frasco, llenando con la muestra hasta las 3/4 partes, el preservante que se utilizó fue la solución de formol al 4 %.
- Después se homogenizó, se etiquetaron las muestras y se dispusieron en un cooler con geles de hielo para mantener la muestra en refrigeración evitando el contacto con la luz y se transportó al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas - UNAP (MAAMA, 2013).

3.5.2 Análisis cuantitativo

3.5.2.1 Método: Sedgwick Rafter (Samanez & Rimarachin, 2014).



3.5.2.2 Fundamento: Consiste en el recuento de fitoplancton en una cámara con una capacidad exacta de 1 ml de muestra, donde el recuento de organismos es expresado en ind/ml.

3.5.2.3 Procedimiento. Para el análisis cuantitativo de las algas microscópicas, se dejó sedimentando las muestras de agua por un día una alícuota en los frascos. Se realizó una visualización de la muestra en microscopio a fin de obtener una lista de las taxas presentes en la muestra. Se empleó la cámara Mc Master y se cargó 1 ml con la pipeta automática. La cuantificación se realizó por campos, se observó el mayor número de campos con el objetivo de tener resultados confiables.

3.5.3 Análisis cualitativo

3.5.3.1 Método: Observación directa en lamina (Samanez & Rimarachin, 2014).

3.5.3.2 Fundamento: Se basa en realizar una identificación de las taxas presentes en la muestra, sin importar su cantidad realizando observaciones al microscopio y hacer revisiones completas 3 a 5 repeticiones por lámina.

3.5.3.3 Procedimiento: Se tomó una alícuota de la muestra y se transfirió a un matraz de 250 ml, se dejó en reposo para obtener la sedimentación, luego se determinó los organismos de fitoplancton utilizando un microscopio óptico acompañadas de las claves taxonómicas. Se hizo las observaciones al microscopio con una lámina porta y cubreobjetos 10x y 40x. Se hizo las

revisiones completas de cada lámina de 3 a 5 repeticiones por muestra.

3.5.4 Variable de estudio: Fitoplancton.

3.5.5 Índice de diversidad Shannon y Wiener. Se calculó el índice de Shannon que refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de géneros presentes y su abundancia, cuyos resultados son expresados en bits/cel.

$$H' = - \sum_{I=1}^{S^*} (P_i \ln P_i)$$

H' es el promedio incierto por especie en una comunidad infinita, s* géneros con abundancias conocidas como P1, P2, P3,... Ps, según el siguiente patrón establecido por (Lobo & Kobayasi 1990).

Tabla 4

Calidad de agua según el índice de Shannon y Wiener H'.

Índice de diversidad de Shannon – H	Calidad de Agua
3 - 4 bist cel	Agua limpia
2 - 3 bist cel	Contaminación leve
1 - 2 bist cel	Contaminación moderada
0 - 1 bist cel	Contaminación severa

Fuente: Lobo & Kobayashi (1990).

3.5.6 Análisis estadístico. Se realizó la estadística descriptiva de los datos obtenidos, donde se calculó el promedio estadístico, se determinó el



coeficiente de variación que evalúa la dispersión de los datos con relación del promedio. En la estadística inferencial se realizó el análisis de varianza ANOVA, prueba comparación de Tukey y Kruskal Wallis que permitió conocer la diferencia estadística significativa (Dagnino, 2014), estos datos fueron procesados en el programa Microsoft Excel y en el software estadístico INFOSTAT versión estudiantil.

3.6 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS (TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD) Y QUÍMICOS (PH, OXÍGENO DISUELTO, NITRATO, SULFATOS, BICARBONATOS) DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024

3.6.1 Recolección de muestra

- La recolección de las muestras de agua se realizó según el protocolo de monitoreo de calidad aguas de recursos hídricos, establecido por la Autoridad Nacional del Agua D.S. N°006-2010 – AG. Se tuvo la indumentaria correspondiente para la toma de muestra como el equipo protección personal, guantes, gorritos y barbijo.
- Las muestras fueron tomadas en frascos de vidrio, se tomó 20 cm bajo el agua en contra corriente con un ángulo apropiado, posteriormente se hizo la homogeneización.
- Se procedió a la medición de los parámetros in situ. Los equipos utilizados se lavaron inmediatamente después a fin de evitar contaminación y deterioro.
- Para los parámetros que no fueron medidos in situ, se tomó en un frasco que se enjuagó mínimo dos veces, en contra corriente, poniendo el frasco en un ángulo adecuado, luego se realizó la homogeneización de la muestra.



- Finalmente, la muestra fue almacenado en un cooler con geles de hielos y fueron transportados al laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP.

3.6.2 Parámetros físicos

3.6.2.1 Temperatura

- **Método:** Termométrico (INVEMAR, 2017).
- **Fundamento:** El método se aplica a todo tipo de aguas naturales, las medidas se realizan con un termómetro con columna de mercurio que es la escala marcada cada 0.1 °C.
- **Procedimiento.** Se usó un termómetro el cual se introdujo 5 cm bajo el agua por un tiempo de 2 a 3 minutos y luego se procedió a retirar, efectuando la lectura en grados centígrados. Se midió la temperatura en cada uno de los puntos de muestreo y se anotó el resultado en el registro de campo.
- **Valores referenciales.** D1 riego de vegetales: $\Delta 3$ °C; D2 bebida de animales: $\Delta 3$ °C (MINAM, 2017).

3.6.2.2 Conductividad eléctrica

- **Método:** Potenciométrico (IDEAM, 2007)
- **Fundamento:** Es una medida que poseen soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica, depende de la presencia de iones, concentración, movilidad, valencia y de la temperatura, las moléculas orgánicas al no dissociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala que oscila entre 0.0 y 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Procedimiento.** Se colocó 100 ml de muestra en un recipiente de 250 ml y se introdujo el sensor del conductímetro agitando en el



fondo hasta que no haya presencia de burbujas de aire suspendidas cerca del electrodo. Se esperó 10 segundos antes de hacer la lectura. Se enjuagó el sensor con agua destilada. Luego se anotó los resultados en unidades de $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Valores referenciales.** D1 riego de vegetales: 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$; D2 bebida de animales: 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MINAM, 2017).

3.6.3 Parámetros químicos

3.6.3.1 Potencial de hidrogeniones (pH)

- **Método:** Potenciométrico (INVEMAR, 2017).
- **Fundamento:** Se basa en la medida de diferencia potencial de dos celdas electroquímicas, se emplea un electrodo combinado de membrana de vidrio y uno de calomel como referencia.
- **Procedimiento.** Se empleó un electrodo combinado que dio la medida directa. El sensor se introdujo en el cuerpo de agua. Al final se anotó el resultado en el registro de campo
- **Valores referenciales.** D1 riego de vegetales: 6.5 – 8.5 unidad de pH; D2 bebida de animales: 6.5 – 8.5 unidad de pH (MINAM, 2017)

3.6.3.2 Oxígeno disuelto

- **Método:** Potenciométrico (IDEAM, 2007)
- **Fundamento:** Consiste en hacer que el sensor de oxígeno cuente con una sonda que debe de sumergirse en el agua para medir, la sonda tiene un electrodo que al entrar en contacto con el agua se genera una corriente eléctrica que se convierte en la cantidad de oxígeno presente en la solución.



- **Procedimiento.** Se realizó la medición, previamente en un vaso precipitado de 250 ml y se colocó un volumen de 200 ml de agua a analizar. Anticipadamente se enjuagó tres veces antes del análisis. Para la medición, el equipo fue calibrado con la solución estandarizada para la medición, luego se procedió al análisis de la muestra y se anotaron los resultados obtenidos en la pantalla digital del equipo.
- **Valores referenciales.** D1 riego de vegetales: ≥ 4 mg/l; D2 bebida de animales: ≥ 5 mg/l (MINAM, 2017).

3.6.3.3 Sulfatos

- **Método:** Turbidimetría (APHA et al. 1992).
- **Fundamento:** Mide los sulfatos que se encuentran distribuidos en las aguas duras, donde el ion sulfato precipita en medio de ácido acético con cloruro de bario formando cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme.
- **Procedimiento:** En un Matraz Erlenmeyer de 100 ml se transfirió 25 ml de la muestra, se adicionó una pizca de cristales de cloruro de bario, sucesivamente se reposó durante 20 minutos y se realizó la lectura antes de los 5 minutos en espectrofotómetro a 420 nm.
- **Valores referenciales:** D1 riego de vegetales: 1000 mg/l; D2 bebida de animales: 1000 mg/l (MINAM, 2017)

3.6.3.4 Nitratos

- **Método:** Colorimetría (Viscolor, 2022).



- **Fundamento:** La presencia de nitrito puede ocasionar mortalidad infantil y de la vida acuática, asimismo el nitrato es un producto de la degradación biológica.
- **Procedimiento.** Se realizó con los kits para análisis colorimétricos VISOCOLOR ® ECO Se transfirió 5 ml de muestra a los tubos A y B. Al tubo B se le agregó 5ml del reactivo que se encuentra en el kit, se agitó y se añadió el indicador en tres gotas. Por último, se esperó cinco minutos, y se evaluó el color que marcó. Se comparó con el pictograma las coloraciones en los tubos A y B por lo que se determinó los contenidos de nitratos en agua.
- **Valores referenciales:** D1 riego de vegetales: 100 mg/l; D2 bebida de animales: 100 mg/l (MINAM, 2017)

3.6.3.5 Bicarbonato

- **Método:** Titulación según APHA et al. (1992).
- **Fundamento:** Es la capacidad de neutralizar ácidos, representando la suma de todas las bases titulables, la alcalinidad se debe al contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.
- **Procedimiento:** En un matraz Erlenmeyer se midió 25 ml de la muestra, se añadió 3 gotas de fenolftaleína el cual viró a un color rosa pálido, para que el líquido vire a un color incoloro se procedió a la titulación con ácido sulfúrico 0.10 N del cual se anotó el gasto.
- **Valores referenciales.** D1 riego de vegetales: 518 mg/l; D2 bebida de animales: No aplica** (MINAM, 2017)



3.6.4 Variables de estudio: Parámetros físicos (temperatura y conductividad eléctrica) químicos (pH, oxígeno disuelto, sulfatos, nitratos y bicarbonatos).

3.6.5 Análisis estadístico. Los datos obtenidos, fueron evaluados en una matriz de sistematización, el cual se realizó mediante la estadística descriptiva, el cálculo del promedio estadístico. El análisis de varianza ANOVA, Kruskal Wallis y prueba de Tukey, permitieron conocer diferencia estadística significativa (Dagnino, 2014). Los datos fueron representados en tablas y gráficos estadísticos y procesados en el programa Microsoft Excel y en el software estadístico INFOSTAT.

3.7 EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DESAGUADERO

3.7.1 Recolección de datos

- Se realizó la formulación del cuestionario, para el cual se usó el Programa de Microsoft Word.
- Luego se realizó la validación de la encuesta, por dos expertos en epidemiología (Figura 36 – Anexos).
- Los cuestionarios y carta de consentimiento fueron impresos en hojas blancas A5 de 75 g (Hernández et al., 2020).

3.7.2 Método: Encuesta (Lucas, 2019).

3.7.3 Fundamento: Esta técnica se utilizó como procedimiento de investigación, ya que permite obtener datos y mediante la observación indirecta de los hechos a través de las manifestaciones de los encuestados.

3.7.4 Procedimiento. Nos dirigimos a la zona de estudio para visitar a los ciudadanos que viven a riberas del río Desaguadero. Posteriormente se

realizaron las preguntas correspondientes según el formulario. Para la aplicación de la encuesta se empleó un tiempo aproximado de 5 minutos, por persona.

3.7.5 Coeficiente de confiabilidad del cuestionario - Alpha de Cronbach. Se

realizó el coeficiente de confiabilidad de alfa de Cronbach, el cuestionario se sometió a consistencia interna, según el procedimiento de interrelación de elementos y de acuerdo con el análisis de ítems no dicotómicos, conocido como Alfa de Cronbach cuya fórmula es:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

Donde:

α = Coeficiente de Alfa de Cronbach

K= Numero de ítems

S_i^2 = Sumatoria de varianzas de los ítems

S_t^2 = Varianza de la suma de los ítems

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{9.63}{20.633} \right\}$$

$$\alpha = 1.11 * 0.80$$

$$\alpha = 0.90$$

Para la interpretación, según (Marín & Rodríguez, 2022) establece que una fiabilidad mínima es de 0.70 a 1 como muy confiable o excelente; el índice de fiabilidad permite concluir que el instrumento es considerado como confiable para el recojo de datos para la investigación.

3.7.6 Variable de estudio: Percepción de los ciudadanos frente a la contaminación.



3.7.7 Análisis estadístico. Los datos obtenidos de la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero, fueron tabulados en el programa Microsoft Excel, obteniendo datos porcentuales, el cálculo estadístico se realizó mediante la prueba chi cuadrado en el software INFOSTAT.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES Y HUEVOS DE HELMINTOS EN EL RÍO DESAGUADERO

Tabla 5

Recuento de coliformes totales del río Desaguadero en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.

Coliformes totales NMP/100ml						
Puntos de muestreo (PM)	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)	
	R1	R2	R3			
PM-1	24000.00	24000.00	24000.00	24000.00	0.00	
PM-2	24000.00	24000.00	24000.00	24000.00	0.00	
PM-3	11000.00	11000.00	4600.00	8866.67	42.00	
Promedio total				18955.55	14.00	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5, muestra el recuento bacteriano de coliformes totales, en el PM-1 y PM-2, se obtuvieron un promedio de 24000.00 NMP/100 ml. Los coeficientes de variación para ambos puntos fueron de 0.00 % indicando que existió una dispersión nula de los datos en relación a su promedio. Sin embargo, en el PM-3 se obtuvo un promedio de 8866.67 NMP/100 ml, con un coeficiente de variación de 42.00 %, mostrando una dispersión moderada. Según los ECAS para aguas en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales (MINAM, 2017), los resultados excedieron los valores establecidos



(D1:1000 NMP/100ml; D2: 1000 NMP/100 ml).

Los resultados fueron superiores a lo reportado por Inquilla (2020), quien determinó el índice microbiológico de coliformes totales del río Coata (Puno), cuyos resultados fueron de 150.00 a 2400.00 NMP/100 ml. Así mismo Vilca (2024), evaluó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en el río Ayaviri del distrito de Pucará, (Puno) reportando valores de 12.50 a 2183.00 NMP/100 ml coliformes totales. Tocto (2019), evaluó la calidad microbiológica del agua en función de los estándares de calidad ambiental (ECA) en el río Quiroz reportando 5400.00 NMP/100 ml para coliformes totales, los resultados manifestados por los autores superaron con los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

Pero fueron similares a Juárez (2023), quien determinó el análisis microbiológico del río La Villa (Moquegua), los resultados de coliformes totales fueron de 5400.00 a 7000.00 NMP/ml. También fue similar a lo reportado por Gonzales (2018), quien evaluó la calidad bacteriológica en la Cuenca alta del río Itaya (Perú), obteniendo de 11000.00 a 24000.00 NMP/100 ml.

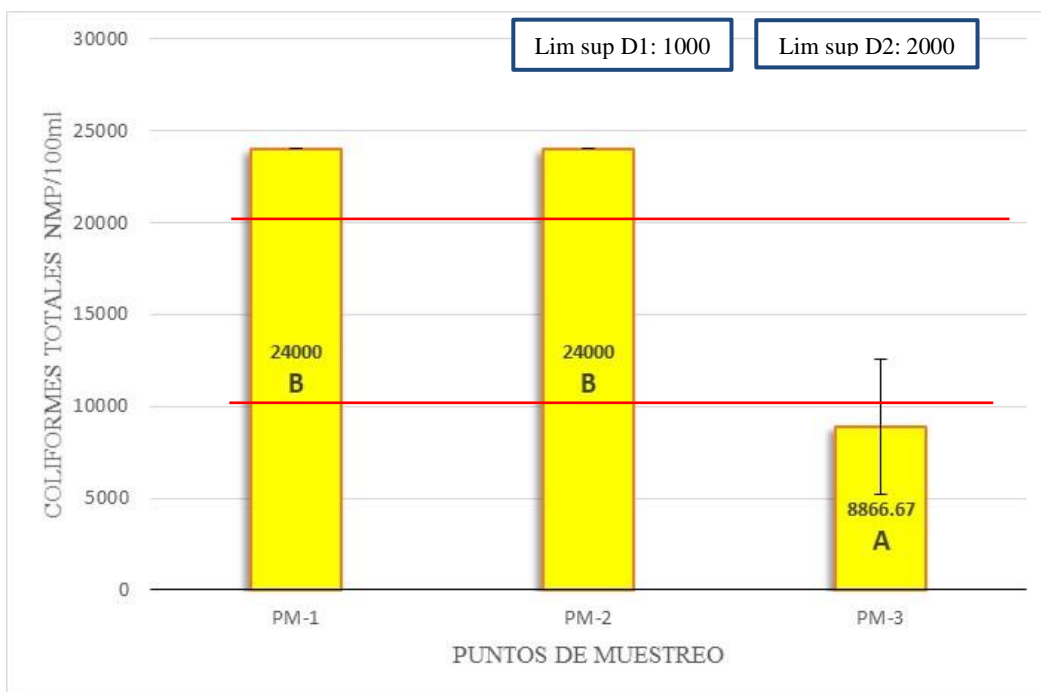
Por otro lado, Mamani (2019), determinó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de aguas superficiales y subterráneas de la comunidad Suches, registrando valores de 29.00 a 26.67 NMP/100 ml para coliformes totales. Al igual que Chullo (2021), determinó la calidad fisicoquímica, bacteriológica en las aguas del río Cañipía (Cusco), obteniendo resultados que oscilaron de 22.33 a 467.67 NMP/100 ml, estos resultados defieren con la investigación ya que los valores fueron inferiores.

Los mayores recuentos de coliformes totales en el PM-1 y PM-2 se debe a los vertidos de aguas residuales y residuos sólidos, así mismo los ciudadanos del distrito de Desaguadero tienden a realizar sus deposiciones fecales a riberas del río, provocando así una concentración elevada de coliformes totales.

La prueba de Kruskal Wallis, muestra que los recuentos de coliformes totales presentaron diferencia estadística significativa entre los puntos de muestreo ($H=5.40$; $gl=2$; $p=0.0357$, Tabla 37- Anexos), ya que el valor de p es menor a 0.05 , tal como se observa en la Figura 2. Donde el mayor promedio se obtuvo en los puntos de muestreo PM-1 y PM-2 con 24000.00 NMP/100 ml; mientras que, en el PM-3 se tuvo un valor de 8866.67 NMP/100ml siendo el promedio más bajo.

Figura 2

Promedios y Kruskal Wallis del recuento de coliformes totales de los tres puntos de muestreo en el río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).



Fuente: Elaboración propia.

Las coliformes totales son conocidas como indicadores bacteriológicos, su presencia en las superficies de agua refiere que existe una contaminación fecal (Hernández & Poot, 2018). Las coliformes totales según los puntos muestreo PM-1, PM-2 y PM-3 superaron los Estándares de Calidad Ambiental para aguas, ya que, los valores



estuvieron entre los 8866.67 NMP/100ml a 24000.00 NMP/100 ml indicando una alta concentración de coliformes en el río Desaguadero. Vázquez et al. (2002) menciona que la presencia de coliformes en agua se debe a que estas bacterias encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, motivo por el cual se les puede encontrar en el agua, el suelo y los vegetales, y lo más importantes, forman parte del microbiota intestinal de los seres vivos de sangre fría y caliente.

Estos microorganismos ingresan al agua, cumpliendo las condiciones ambientales, su mecanismo de supervivencia es diferente a la del cuerpo humano, por lo que, su reproducción es limitada. A diferencia cuando se encuentran en el tracto intestinal que están en cantidades superiores. Sin embargo, resisten mucho más tiempo en el agua que otras bacterias dañinas (CYTED, 2016).

Las causas a las que se debe la presencia de coliformes totales en el río Desaguadero, es principalmente por la desembocadura de las aguas residuales sin previo tratamiento, que procede de la población del distrito de Desaguadero. Las aguas residuales son vertidas en río provocando una contaminación hídrica, Hallasi (2018), explica que existe una contaminación biológica, debido a la actividad humana, ya que realizan el vertimiento inconsciente de aguas residuales con materia orgánica como son los restos de cocina y materia fecal, a consecuencia de ello existe una elevada presencia de coliformes, por lo que hay probabilidad de la existencia de agentes patógenos como *Salmonella*, *Vibrio*, *Shigella*, *Escherichia coli*, virus y parásitos intestinales, de esta forma constituyendo un riesgo para la salud de los pobladores, que hacen uso de estas aguas y siendo los más vulnerables los niños.

El consumo de estas aguas contaminadas trae riesgos en la salud como son las enfermedades gastrointestinales. Afirmación que coincide con Abad (2014), quien indica que el agua contaminada con coliformes puede convertirse en un potencial riesgo de

contraer enfermedades diarreicas, gastroenteritis, infección de piel, ojos y oídos.

La presencia de coliformes por encima de los valores establecidos se debe también a la excreta de animales como vacunos y ovinos que pastan en las riberas del río Desaguadero y beben de dichas aguas, letrinas, y presencia de materia fecal en las riberas del río.

Tabla 6

Recuento de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.

Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)					
Puntos de muestreo (PM)	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R1	R2	R3		
PM-1	280.00	200.00	280.00	253.33	18.23
PM-2	2400.00	2100.00	2400.00	2300.00	7.53
PM-3	280.00	150.00	200.00	210.00	31.23
Promedio total				921.11	18.99

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6, presenta el recuento bacteriano de coliformes termotolerantes, en el PM-1, tuvo un promedio de 253.33 NMP/100 ml, por otra parte, en el PM-2 el promedio fue 2300.00 NMP/100 ml y en el PM-3 de 210.00 NMP/100ml. Los coeficientes de variación para los tres puntos de muestreo fueron de 18.23 %, 7.53 % y 31.23 % respectivamente, indicando una dispersión baja en el PM-2, dispersión leve en el PM-1 y moderada en el PM-3 de los datos en relación a su promedio. Según los ECAS para aguas en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales (MINAM, 2017),



los resultados para el PM-1 y PM-3 estuvieron dentro de los valores establecidos; pero en el PM-2, la concentración de coliformes termotolerantes superaron los valores referenciales (D1: 1000 NMP/100ml D2: 2000 NMP/100ml).

En la investigación los valores obtenidos fueron inferiores a los reportado por Saavedra (2019), quién determinó en Cajamarca (Perú), la calidad del agua mediante la aplicación de índices biológicos, obteniendo recuentos de 35000.00 NMP/100 ml, al igual que Macedo (2022), quién registró resultados de 24000.00 NMP/100ml en la quebrada Camaná en Arequipa (Perú), indicando que no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas, y Alberca (2023), quién evaluó la calidad del río Huancabamba en la provincia de Morropon (Perú), registrando valores de 350.00 a 24000.00 NMP/100 ml.

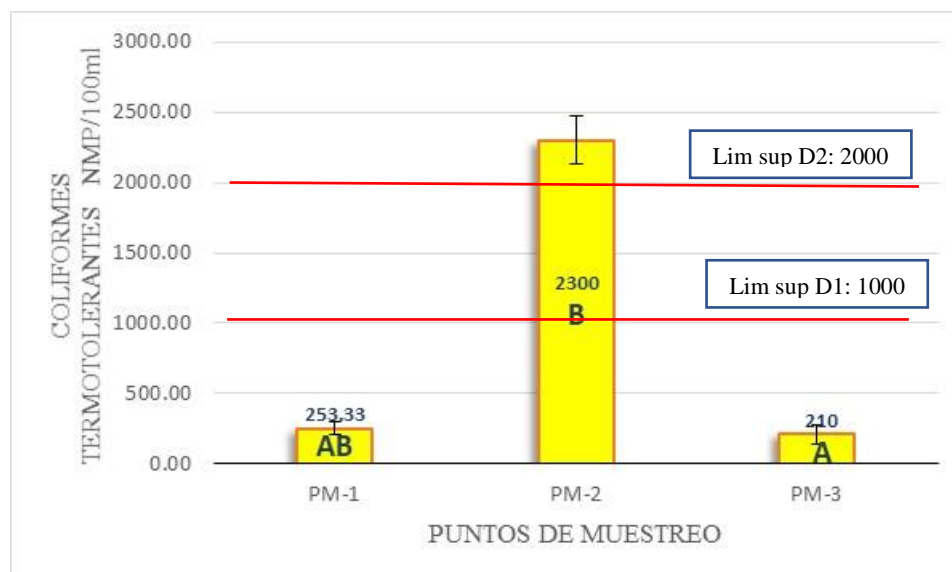
Por otro lado, Gerónimo (2022), determinó la calidad del agua del río Ilave en Puno (Perú), por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, reportó valores de 3300 NMP/100ml para coliformes termotolerantes, infiriendo que estos resultados también fueron superiores a la investigación. Calizaya (2021), obtuvo resultados similares al estudio, al evaluar la calidad del agua en la cuenca del río Zapatilla, provincia El Collao – Puno (Perú), cuya concentración fue de 200 NMP/100 ml. Por su parte Inquilla (2020), determinó el índice microbiológico de coliformes termotolerantes presentando valores que oscilaron entre 19.33 a 124 NMP/100 ml, así también, Chullo (2021), obtuvo valores entre 3 y 9.67 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes en el río Cañipía, estos resultados fueron inferiores a la investigación.

La prueba de Kruskal Wallis, evidenció que los recuentos de coliformes termotolerantes entre los puntos de muestreo presentaron diferencia estadística

significativa ($H=5.76$; $gl=2$; $p=0.0357$, Tabla 38 - Anexos), siendo el valor de p menor a 0.05, (Figura 3). El mayor promedio fue en el PM-2 con 2300.00 NMP/100 ml; mientras que en los PM-1 y PM-3 se obtuvo promedios de 280.00 NMP/100 ml y 200.00 NMP/100 ml respectivamente.

Figura 3

Promedios y Kruskal Wallis del recuento de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).



Fuente: Elaboración propia.

Las bacterias coliformes termotolerantes, son un grupo organismos aeróbicos y anaeróbicos facultativas, Gram negativas, habitan en el intestino grueso de los seres vivos (Coaquira, 2018). Muchas de las bacterias que conforman en este grupo no son capaces de reproducirse fuera del intestino, por lo que sirven de indicadores de contaminación (Condori & Guillen, 2018). En la investigación, el recuento de las coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo oscilaron con valores promedio de 210.00 NMP/100 ml a 2300.00 NMP/100 ml, los resultados superaron los ECAS en la categoría



3, riego de vegetales y bebida de animales. Quispe (2017), discrepa que la especie predominante en el grupo de coliformes corresponde a *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

En la Tabla 6, se observa que, en el punto de muestreo, desembocadura de aguas residuales (PM-2), hubo una mayor concentración de coliformes termotolerantes en las 3 repeticiones; mientras que en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) la concentración de coliformes termotolerantes fueron inferiores. Estos resultados se deben al vertimiento de aguas residuales domésticas y de alcantarillas que proceden del distrito de Desaguadero, conteniendo materia fecal y residuos orgánicos domésticos, información que se corrobora con Delgadillo & Orosco (1987), quienes indican que las coliformes termotolerantes son organismos patógenos que proceden de aguas residuales con restos fecales, de uso doméstico, industrial, entre otros (Camacho et al., 2009). Por otro lado, Madigan et al. (2012), mencionan que las coliformes termotolerantes en específico *Escherichia coli* son indicadores de contaminación fecal. Los pobladores del distrito de Desaguadero utilizan el agua del río para algunas actividades domésticas debido a la falta de abastecimiento de agua, por lo que se infiere que el uso de estas aguas con coliformes termotolerantes pone en riesgo la salud de las personas y son considerados como no apta para el consumo humano.

Así mismo Marín (2006), indica que la calidad del agua está determinada por las características microbiológicas regidas por la población de microorganismos acuáticos que existen y estos afectan a su calidad, algunos microorganismos pueden dañar la salud, dando lugar a las denominadas enfermedades hídricas. Por otra parte, Fernández (2012), refiere que el agua es uno de los más importantes vehículos de transmisión de enfermedades; por ende, la mayoría de los microorganismos patógenos intestinales se

transmiten por esta vía y habitan en el tracto intestinal de los seres vivos que al final son eliminados por las heces (Gonzales, 2012).

La contaminación hídrica transmite enfermedades, origina la pérdida de los ecosistemas acuáticos, entre otros factores de riesgo que afecta tanto a las personas y animales que habitan en el río Desaguadero (Fernández, 2012). La contaminación fecal es el principal riesgo sanitario que causan enfermedades gastrointestinales, como también afecta en gran magnitud con la desaparición de la fauna, flora, actividades agropecuarias y fundamentalmente afectando en la salud de la población que vive en los alrededores del río (Inquilla, 2020).

Tabla 7

Recuento de huevos de helmintos en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.

Puntos de muestreo (PM)	Repeticiones (R)	Huevos de helmintos HH/l	Estadística descriptiva	
PM - 1	R - 1	2	Promedio	2
	R - 2	1		
	R - 3	2	C.V	22.91
PM - 2	R - 1	2	Promedio	2
	R - 2	1	C.V	12.50
	R - 3	2		
PM - 3	R - 1	1	Promedio	1
	R - 2	1	C.V	17.32
	R - 3	1		
Promedio total = 2			C. V. = 17.57	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se presenta los recuentos de huevos de helmintos por litro (HH/l), en el PM-1 se obtuvo un promedio de 2 HH/l con valores que oscilaron de 1 a 2 HH/l en las repeticiones, en el PM-2 fue de 2 HH/l con cifras que fluctuaron de 1 a 2 HH/l y en el PM-3 fue de 1 HH/l luego de haber obtenido las mismas cifras en las repeticiones. Los coeficientes de variación para los puntos de muestro donde nace el río Desaguadero (PM-1) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) fueron de 22.91 % y de 17.32 % respectivamente, indicando una dispersión leve de los datos con referente a su promedio; mientras que en el PM-2 el coeficiente variación fue de 12.50 % que indicó una dispersión baja. En contraste con los ECAS, Categoría 3, riego de vegetales y bebidas de animales, se estimó que los recuentos de huevos de helmintos estuvieron por encima de los valores establecidos D1: 1 HH/l; D2: No aplica.

Tabla 8

Recuento de huevos de helmintos por géneros en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.

Puntos de muestro (PM)	Repeticiones (R)	Géneros (HH/l)		Total, de huevos de helmintos
		<i>Ascaris</i>	<i>Taenia</i>	
PM - 1	R - 1	1	1	2
	R - 2	1	0	1
	R - 3	1	1	2
PM - 2	R - 1	2	0	2
	R - 2	1	0	1
	R - 3	2	0	2
PM - 3	R - 1	1	0	1
	R - 2	1	0	1
	R - 3	1	0	1
Promedio total		1.22	0.22	1.44

Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 8, presenta, el recuento de huevos de helmintos por géneros, en el punto PM-1 se identificaron a dos géneros de parásitos intestinales *Ascaris* con 1 HH/l, también *Taenia* 1 HH/l, en el PM-2 y PM-3 solo se identificó al género de *Ascaris* de 1 a 2 HH y 1 HH/l respectivamente.

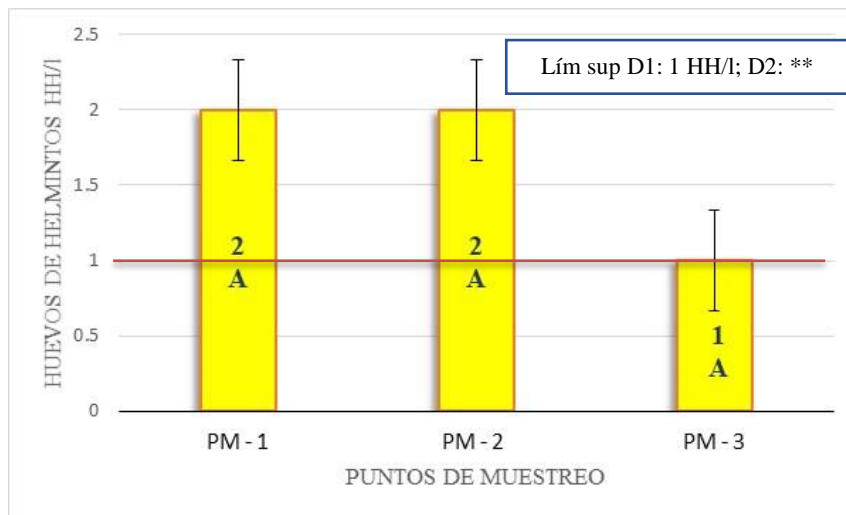
Los resultados de la investigación fueron inferiores a los reportados por Saavedra (2019), quien determinó la calidad del agua en el río Llaucano Cusco (Perú), cuantificaron de 7 a 8 HH/l, en temporadas secas y de lluvia. Así mismo Martínez & Hernández (2016), evaluaron la concentración huevos de helmintos que contenían las aguas del río Metztlán, Puebla (México), registrando que, en el periodo de lluvias se hizo un recuento de 8 HH/l y en temporada de sequía, los resultados fluctuaron de 1 HH/l a 13 HH/l.

Chandillo & Sanchez (2020), realizaron el recuento de huevos de helmintos en aguas residuales crudas o parcialmente tratadas empleadas para el riego de cultivos. En las muestras analizadas se detectó la presencia de huevos de *Ascaris* con un promedio de 1 HH/l. Por otra parte, Campos et al. (2018), determinó la presencia y la concentración de huevos de helmintos en aguas utilizadas para riego agrícola, donde encontraron concentraciones totales de 1 a 3 HH/l, los resultados de ambos autores son similares a la investigación.

En la prueba de Kruskal Wallis, se evidenció que los recuentos de huevos de helmintos entre los puntos de muestreo no presentaron diferencia estadística significativa ($H=1.80$; $g1=2$; $p=0.6786$), (Tabla 39 - Anexos), ya que el valor de p fue mayor a 0.05 (Figura 4).

Figura 4

Promedios y Kruskal Wallis del recuento de huevos de helmintos entre los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero realizado durante los meses enero, febrero y marzo. Donde letras diferentes en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).



Fuente: Elaboración propia.

En la investigación se muestra que los parásitos encontrados en los tres puntos de muestreo fueron los géneros de *Ascaris* y *Taenia* situación que es alarmante para la población del distrito de Desaguadero, quienes utilizan el agua de río para usos domésticos, lo cual trae riesgo de poder contraer enfermedades parasitarias. Según la OMS (2006), refiere que 1450 millones de infecciones en el mundo se da por el parásito de *Ascaris lumbricoides* trayendo efectos adversos en la salud y teniendo síntomas como anemia, náuseas, oclusión de las vías biliares y obstrucción intestinal, lo que ocasiona alrededor de 3000 muertes al año.

El recuento de huevos de helmintos en las muestras de agua del río Desaguadero presentaron un promedio de 2 HH/l en el punto de muestreo PM-1 y en el PM-2 indicando que está por encima de los ECAS para aguas. Afirmación que concuerda con la OMS



(2006) el cual estableció como permisible una concentración de huevos de helmintos de máximo uno por litro en aguas residuales para cultivos y teniendo en cuenta que el río Desaguadero pertenece a la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales. Los huevos de helmintos son los parásitos biológicos que son difíciles de inactivar en las aguas residuales y lodos, las altas concentraciones son causa de muchas enfermedades que afectan gravemente a las personas. Las condiciones del proceso de inactivación son variables, para ello es importante considerar la temperatura, sequedad, el pH en la etapa de desarrollo de los huevos para lograr una inactivación completa (Maya et al., 2012).

El crecimiento exponencial de la población tiene relación con la demanda del recurso hídrico por lo que, los vertimientos de aguas residuales domésticas han ido en aumento, haciendo que los niveles de contaminación superen la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua.

Los huevos de helmintos se encuentran en el medio ambiente y son de importancia en la salud pública, debido a su mínima dosis infectiva y la alta resistencia a diversas condiciones ambientales, como la temperatura, el pH y la humedad, y a la desinfección con cloro (Jimenez, 2007; Spard & Schwartzbrod, 1993). Así mismo Araujo et al. (2003), menciona que los huevos de algunas especies de helmintos son resistentes por periodos prolongados a condiciones adversas como la sequía y altas temperaturas. Por otra parte, existe el riesgo de dispersión por el polvo de esta forma exponiendo a las personas que viven cerca del río (Rivera & Palacios, 2007). Por otra parte, es importante mencionar que los huevos al secarse tienden a ser arrastrados por el viento y pueden permanecer por un tiempo suspendidos en el estrato atmosférico (Rylander, 1999).

En el distrito de Desaguadero, los pobladores que viven a las riberas del río, no cuentan con servicios básicos como agua potable y desagüe, por lo que utilizan el agua



del río para sus quehaceres domésticos, los huevos de helmintos son resistentes y sobreviven años soportando las diferentes adversidades que se presentan en el ambiente, a diferencia de otros organismos como bacterias y virus que sobreviven solo por meses y los protozoos por semanas. El consumo de estas aguas contaminadas produce enfermedades como diarrea, anemia, desnutrición, y otras enfermedades, trayendo consigo alteraciones orgánicas y mentales y bajo rendimiento escolar (OMS, 2023).

La presencia de huevos de helmintos en el río Desaguadero es indicador de contaminación fecal, que normalmente es originado por el contacto directo con las aguas residuales (Spard & Schwartzbrod, 1993). El río pertenece a la categoría 3, riego de cultivos vegetales, Sosa et al. (2022) refiere que los microorganismos dañinos para la salud están presentes en el agua de riego; debido a las excretas de seres humanos y animales, generando un problema serio en la salud alimentaria de la población. Recientemente se ha incrementado el uso del agua residual para la irrigación provocando así, el riesgo potencial de transmisión de enfermedades por nemátodos intestinales tales como *A. lumbricoides* y *T. trichiura* (Ayres & Duncan, 1997).

En la investigación, se acepta la hipótesis planteada, ya que existió diferencia estadística significativa en los recuentos de coliformes totales y termotolerantes según los puntos de muestreo, mas no hubo diferencia estadística significativa en el recuento de huevos de helmintos del río Desaguadero sin embargo se afirma que en los tres puntos hubo la presencia de huevos de parásitos.

Los resultados reflejan que las coliformes totales, termotolerantes y huevos de helmintos superaron los Estándares de Calidad ambiental (ECAs) para agua, Categoría 3. La presencia de estos parámetros fueron indicadores de contaminación fecal causado por el vertimiento de las aguas residuales y se estimó que en PM-2 hubo mayor concentración



de coliformes termotolerantes mismo que representa un problema de salud pública para la población que habita a riberas del río Desaguadero.

4.2 GÉNEROS DE FITOPLANCTON EN EL RÍO DESAGUADERO COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

La cuantificación de los géneros de fitoplancton identificados en el río Desaguadero, se ordenaron por clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae.

En la Tabla 9, se presenta 17 géneros identificados, en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2 y PM-3), obteniendo mayores cuantificaciones *Nitzschia* con un promedio de 173.67 ind/ml que representa el 55.48 %, los valores fluctuaron de 180 a 191 ind/ml. El coeficiente de variación fue de 12.08 % indicando que existió una dispersión baja de los datos respecto a su promedio. Seguido de *Navicula* con 25.11 ind/ml constituyendo el 8.02 %, cuyas cifras variaron entre 15 a 37 ind/ml. Y el género de *Fragilaria* tuvo un promedio de 14.22 ind/ml siendo equivalente al 4.54 %, sus valores oscilaron de 9 a 21 ind/ml. Los coeficientes de variación fueron de 42.92 % y 42.60 % respectivamente indicando una dispersión moderada en ambos géneros mencionados.

Los géneros con menor cuantificación en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2 y PM-3) fueron *Surirella* con un promedio de 3.22 ind/ml que representa el 1.03 %, con valores de 2 a 6 ind/ml, seguido de *Fragilariforma* con 3.00 ind/ml que es el 0.96 % con cifras de 0 a 5 ind/ml, y *Rhopalodia* con un promedio de 2.67 ind/ml que es el 0.85 %, cuyos valores oscilaron de 0 a 4 ind/ml. Los coeficientes de variación para los tres géneros fueron de 83.62 %, 86.78 % y 87.50 % respectivamente, indicando una alta dispersión de los datos con respecto a su promedio.

Tabla 9

Cuantificación de individuos por géneros de la clase Bacillariophyceae identificados en los tres puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.

N°	Géneros	Puntos de muestreo (ind/ml)			Promedio ind/ml	Porcentaje (%)	C.V (%)
		PM - 1	PM - 2	PM - 3			
1	<i>Nitzschia</i>	191	150	180	173.67	55.48	12.08
2	<i>Navicula</i>	15	37	23	25.11	8.02	42.92
3	<i>Fragilaria</i>	9	12	21	14.22	4.54	42.6
4	<i>Plagiotropis</i>	18	7	15	13.22	4.22	42.66
5	<i>Ulnaria</i>	3	22	13	12.44	3.98	75.02
6	<i>Tabellaria</i>	9	11	16	12	3.83	32.03
7	<i>Pinnularia</i>	2	13	13	9.44	3.02	65.21
8	<i>Gyrosigma</i>	6	4	15	8.56	2.73	69.3
9	<i>Denticula</i>	7	4	14	8.33	2.66	61.58
10	<i>Sellaphora</i>	3	10	9	7.33	2.34	51.63
11	<i>Aulacoseira</i>	7	4	4	5.11	1.63	26.36
12	<i>Frustrulia</i>	6	3	6	5	1.6	35.28
13	<i>Cocconeis</i>	4	5	6	5	1.6	24.04
14	<i>Cyclotella</i>	7	4	3	4.67	1.49	44.61
15	<i>Surirella</i>	2	2	6	3.22	1.03	83.62
16	<i>Fragilariforma</i>	0	4	5	3	0.96	86.78
17	<i>Rhopalodia</i>	0	4	4	2.67	0.85	87.5

Donde: PM-1, PM -2 y PM - 3 = son los promedios de las repeticiones (Tabla 50 - Anexo)

Fuente: Elaboración propia

En la investigación se identificó a 17 géneros de la clase Bacillariophyceae de los cuales, los más abundantes fueron *Nitzschia* con 173.67 ind/ml, *Navicula* con 25.11 ind/ml y *Fragilaria* con 14.22 ind/ml, estos resultados fueron inferiores a los mencionados por Calvo et al. (2018) quienes encontraron 120 géneros de la clase

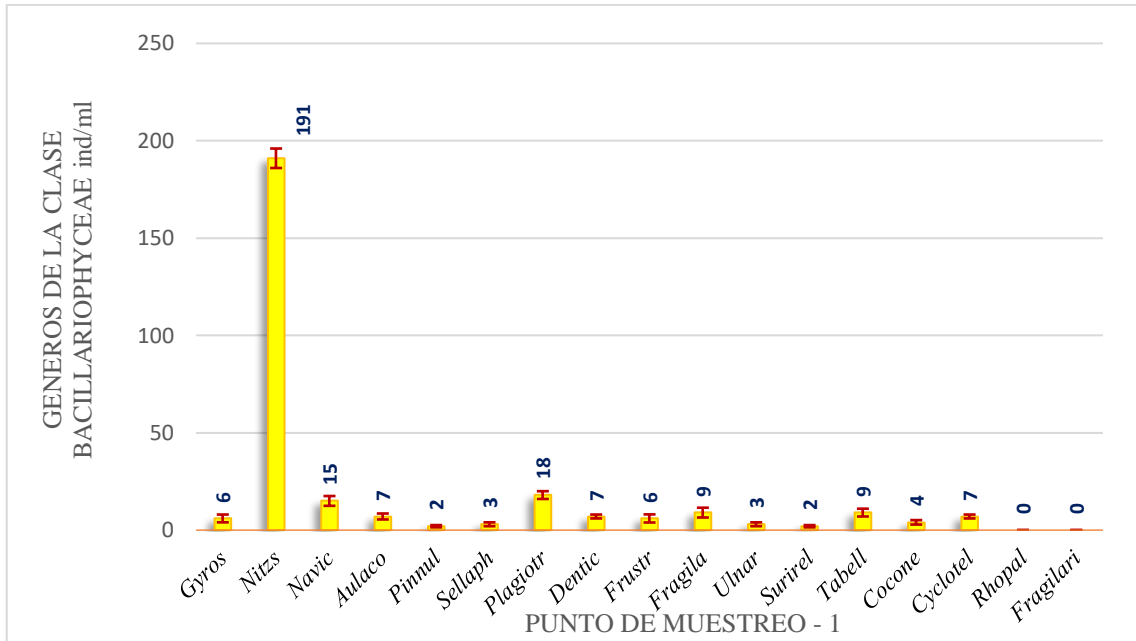


Bacillariophyceae, en el Golfo de Cariaco de Venezuela, cuyos géneros predominantes fueron *Nitzschia* con 348 ind/ml, *Navicula* con 107 ind/ml. Así mismo, Dominguez (2022) identificó un total de 59 géneros, de la clase Bacillariophyta en la bahía de Puno, cuyos géneros abundantes fueron *Nitzschia* y *Navicula* representado por el 78%. En comparación con la investigación los géneros mencionados tuvieron un porcentaje inferior que fueron de *Nitzschia* de 55.48 % y *Navicula* 8.02 %. Los resultados también se corroboran con Santillán & Guerrero (2018) quienes identificaron a *Nitzschia* y *Fragilaria* como los géneros con mayor abundancia en el río Chicama, La Libertad (Perú).

Según la prueba de Kruskal Wallis la cuantificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae en los tres puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa ($H=4.33$; $gl = 2$; $p = 0.1141$) siendo el valor de p mayor a 0.05 (Tabla 47 - Anexos).

Figura 5

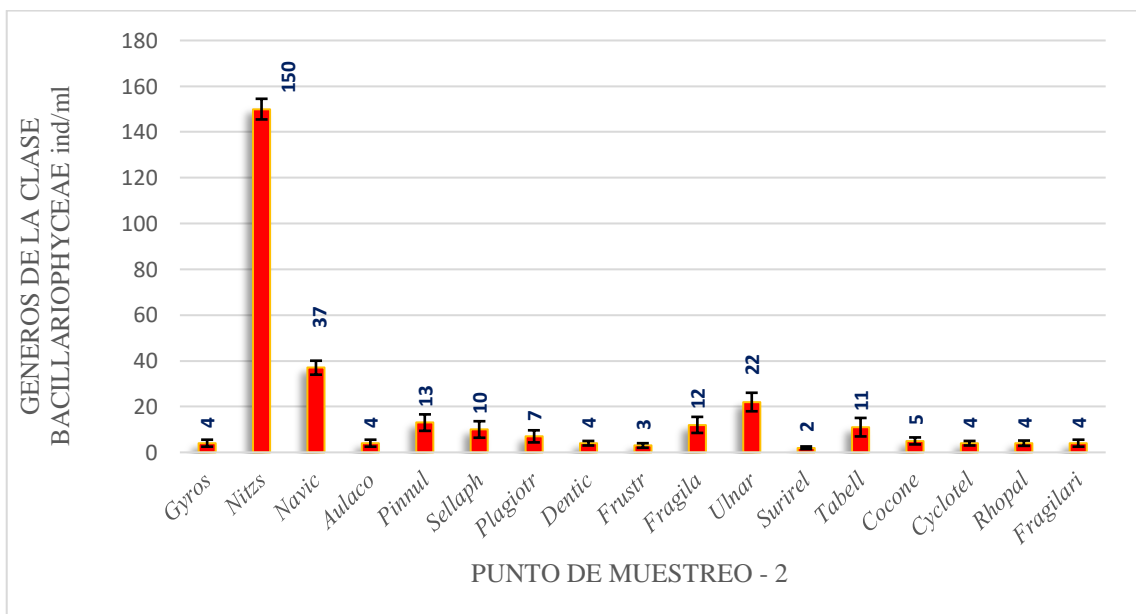
Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

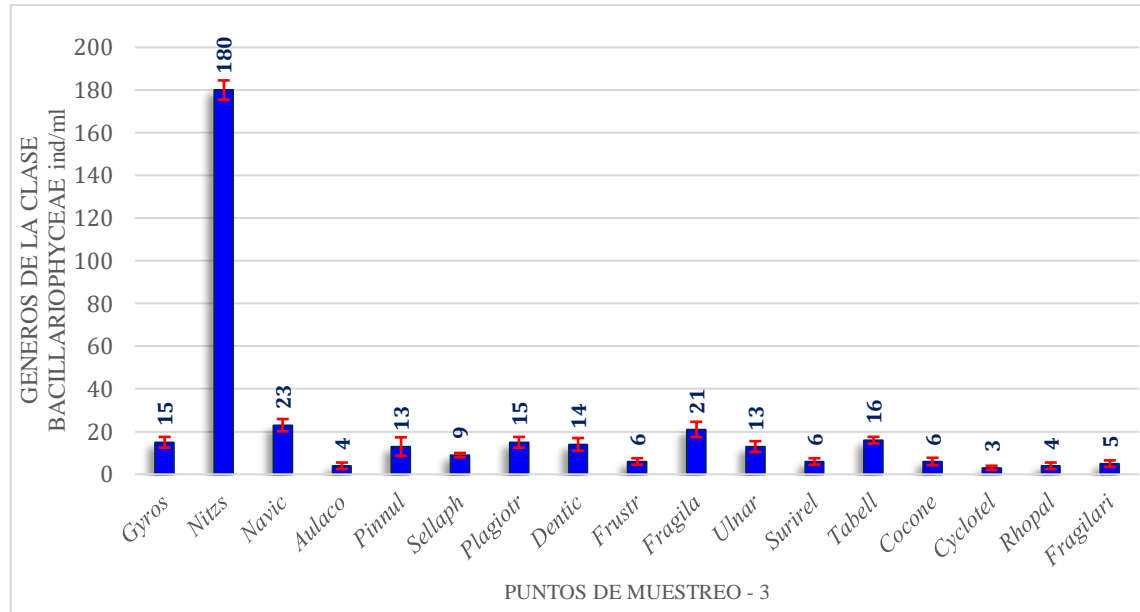
Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo donde desemboca las aguas residuales (PM-2), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Géneros de la clase Bacillariophyceae (ind/ml) del punto de muestreo emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.



Fuente: Elaboración propia

Los 17 géneros de la clase Bacillariophyceae no fueron variables entre puntos de muestreo indicando que el crecimiento de fitoplancton y abundancia es semejante en las tres zonas. Según el MINAM (2017), la abundancia de especies de algas es debido a la diversidad de hábitats de los ríos y las condiciones favorables para su desarrollo. En la investigación se encontraron 2 géneros menos abundante que fueron *Rhopalodia* y *Surirella*. Bailon et al. (2018) indica que la menor abundancia de fitoplancton es debido a la contaminación que presenta el sistema acuático la cual se debe al vertido de residuos y aguas acidas (Baylón et al. 2018).

En el estudio la clase Bacillariophyceae (Diatomeas) fue la más abundante con mayor número de géneros teniendo una alta cuantificación en *Nitzschia* y *Navicula*. Maidanna & Seeligmann (2006) menciona que estos géneros de diatomeas son aquellos que pueden persistir en ambientes altamente contaminados y su reproducción puede verse



estimulada. Licursi & Gómez (2003) mencionan que las diatomeas cambian sus ciclos de vida en semanas dando respuesta a factores como el incremento de nutrientes y metales pesados, estos no solo representan riqueza y diversidad sino también en incrementos en la proporción de especies tolerantes.

Novoa et al. (2011) refieren que la temperatura, pH y conductividad son factores fisicoquímicos que determinan la distribución y abundancia de fitoplancton, asimismo Baylon (2019) añade que el aumento del pH tiene que ver con la estructura de las comunidades fitoplactónicas, y su abundancia se relaciona con los altos niveles de nitrato (Lauren, 2007). En la investigación no se determinó la correlación con parámetros fisicoquímicos, pero es probable que el pH, la temperatura, conductividad eléctrica y nitratos intervengan en la abundancia de fitoplancton.

La causa probable de que solo se haya identificado a 17 géneros en la investigación sería las corrientes de agua que se producen en los ríos. Mora et al. (2015) menciona que existe mayor abundancia y diversidad de géneros en ambientes lénticos mientras que en ambientes lóticos o ecosistemas de agua corriente la variedad encontrada de especies de diatomeas es reducida por el incremento de cantidad en el flujo de corriente.

En el río Desaguadero, en temporadas de lluvias la corriente de flujo es alto, y más aún, debido a la carga por aguas residuales, la presencia de diatomeas es indicador del incremento de nutrientes en las aguas, afirmación que es corroborada por Ozbay (2011), quien indica que la abundancia del fitoplancton tiende a incrementar simultáneamente con el aumento del nivel de nutrientes en el río, debido a la creciente contaminación orgánica.

Valdivia (2019) menciona que las diatomeas tienen una amplia distribución aguas



dulces como en ríos y lagos, también Almanza et al. (2016) refiere que el género *Nitzschia* y *Navícula* son mayormente abundante debido al cambio climático y puesto que se encuentran relacionadas con la contaminación de su entorno acuático.

En la investigación se denota que el género *Rhopalodia* fue la menos abundante en el río Desaguadero, esto se debe a que este género se encuentra en abundancia en charcos permanentes, indicando que no crecen en lugares con corrientes fuertes como son los ríos (Oliva et al. 2005). A su vez Rybak et al. (2020) menciona que este género está muy extendido en aguas dulces, salobres y prefieren aguas ricas en calcio.

En el trabajo también los géneros de *Surirella* y *Fragilariforma* fueron también las menos abundantes. Según Maidana & Seeligmann (2015) es común que estos géneros esten presentes en aguas acidas de lagunas. Por otro lado, Lozano et al, (2018) indican que el género *Fragilariforma* se relaciona con niveles bajos de carbono orgánico total, así mismo refiere que las diatomeas al ser muy sensibles son indicadores de contaminación. Al igual que Jácome et al, (2021) señalaron que estos géneros que habitan en agua dulce, determinan la contaminación por medio de la materia orgánica.

Tabla 10

Cuantificación de los géneros de la clase Chlorophyceae identificados en los tres puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.

N°	Géneros	Puntos de muestreo (ind/ml)			Promedio ind/ml	Porcentaje (%)	C.V (%)
		PM - 1	PM - 2	PM - 3			
1	<i>Microspora</i>	34	62	76	57.33	47.51	37.87
2	<i>Spirogyra</i>	12	55	53	40.11	33.24	60
3	<i>Pediastrum</i>	8	15	13	12.22	10.13	29.16
4	<i>Oocystis</i>	2	2	2	2.33	1.93	0
5	<i>Pandorina</i>	3	1	3	2.22	1.84	34.64
6	<i>Schroederia</i>	2	2	3	2.11	1.75	36.46
7	<i>Ulothrix</i>	3	2	2	2.11	1.75	36.46
8	<i>Scenedesmus</i>	2	1	2	1.78	1.47	28.64
9	<i>Planktosphaeria</i>	0	0	1	0.44	0.37	173.21

Donde: PM -1, PM -2 y PM - 3 = son los promedios de las repeticiones (Tabla 51 - Anexos)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10, se presenta 9 géneros identificados, en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2 y PM-3), obteniendo mayores cuantificaciones *Microspora* con un promedio 57.33 ind/ml que representa el 47.51 %, los valores fluctuaron de 34 a 76 ind/ml. El coeficiente de variación fue de 37.87 % indicando una dispersión moderada de los datos con respecto a su promedio. Seguido de *Spirogyra* con 40.11 ind/ml constituyendo el 33.24 %, cuyas cifras variaron entre 12 a 55 ind/ml, con un coeficiente de variación de 60.00 % indicando una alta dispersión con respecto a su promedio. Y el género de *Pediastrum* tuvo un promedio de 12.22 ind/ml siendo equivalente al 10.13 %, sus valores oscilaron de 8 a 15 ind/ml. El coeficiente de variación fue de 29.00 % indicando una baja dispersión de los datos con respecto a su promedio.

Los géneros con menores cuantificaciones en los tres puntos (PM-1, PM-2 y PM-



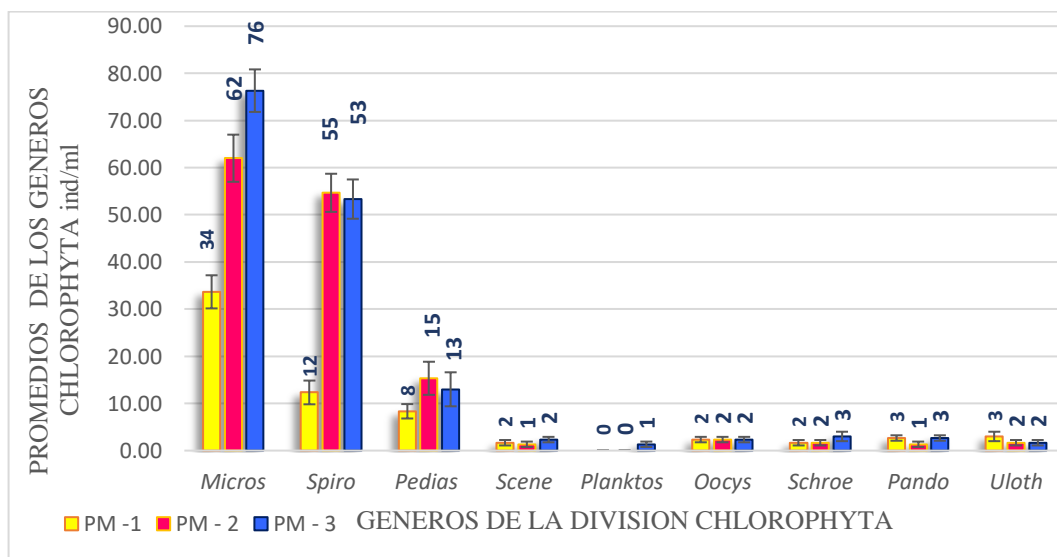
3) fueron *Schroederia* y *Ulothrix* con un promedio de 2.11 ind/ml para ambos, que representa el 1.75 %, con valores de 2 a 3 ind/ml. El coeficiente de variación de 36.46 % indicando una dispersión moderada de los datos con respecto a su promedio. Seguido de *Scenedesmus* con 1.78 ind/ml que es el 1.47 %, con cifras que oscilaron de 1 a 2 ind/ml, con un coeficiente de variación de 28.64 % indicando una leve dispersión de los datos con respecto a su promedio y *Planktosphaeria* con un promedio de 0.44 ind/ml que es el 0.85 %, cuyos valores oscilaron de 0 a 1 ind/ml. El coeficiente de variación de 173.21 % indicando una muy alta dispersión de los datos con respecto a su promedio respectivamente.

En la cuantificación de géneros de la clase Chlorophyceae se identificó un total de 9 géneros, estos resultados fueron inferiores a los presentados por Baylón et al. (2018) quienes en Pasco (Perú) presentaron 20 géneros de chlorofitas dentro de las más abundantes fueron *Scenedesmus*, *Pandorina*, *Desmodesmus*, *Ulothrix*, *Oocystis*, *Microspora* y *Pediastrum*, igualmente Dominguez (2022) en la bahía de Puno reportó 17 géneros en la época húmeda cuyos géneros más abundantes fueron *Oedogonium*, *Pseudopediastrum* y *Dunaliella*, estos resultados difieren con la investigación ya que fueron *Microspora*, *Spirogyra* y *Pediastrum*. En cambio el estudio presentó valores superiores a los reportados por Luque & Martínez (2003) quien realizó una investigación en el río Piedra Blanca (Argentina), encontrando la clase Chlorophyceae, con géneros de *Spirogyra*, *Dictyosphaerium* y *Pediastrum* con 2 ind/ml, *Scenedesmus* con 1 ind/ml, este último fue similar a la investigación ya que fue uno de los menos abundantes. Los resultados de la investigación fueron diferentes a los reportados por Bedoya (2018) quien en la Represa del Pañe, Arequipa, cuantificó un total de 11 géneros de Chlorophytas dentro de las abundantes fueron *Ulothrix*; mientras que en nuestro estudio la más abundante fue *Microspora*.

Luego de realizar la prueba de Kruskal Wallis, la cuantificación de los géneros de la clase Chlorophyceae en los puntos (PM-1, PM-2 y PM-3) no presentaron diferencia estadística significativa ($H = 0.85$; $gl = 2$; $p = 0.6506$) siendo el valor de p mayor a 0.05 (Tabla 48 - Anexos).

Figura 8

Géneros de la clase Chlorophyceae (ind/ml) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado en los meses de febrero marzo y abril.



Fuente: Elaboración propia

En la investigación se estimó que los géneros de *Microspora* y *Spirogyra* tuvieron mayores cuantificaciones. Wehr & Sheath (2003) indica que las bajas concentraciones de chlorophytas pueden atribuirse a la limitación de nutrientes que afectan el crecimiento de las algas y a los gastos biológicos por efecto potencial de la herbivoría, ocasionada por copépodos y cladóceros (Pedroza, 2021).

En la investigación la clase Chlorophyceae presentó cuantificaciones bajas que esto indica que la concentración y crecimiento de estas algas en río Desaguadero son mínimas, el cual se debería a la existencia del zooplancton y macroinvertebrados, quienes



se alimentan principalmente de las microalgas, según Lagos et al. (2014) los hábitos alimenticios del zooplanton es exclusivamente de fitoplancton, ya que facilitan la transformación del material vegetal en tejido animal y controlan las poblaciones evitando los afloramientos.

El río Desaguadero presenta un suelo arenoso permitiendo que el sustrato sea blando por otro lado el uso de botes genera grandes turbulencias por lo que las algas necesitan de una fuente de luz óptima para su crecimiento y desarrollo. Afirmación que es corroborada por Santelices (1977) quien menciona que, en ambientes rocosos se permiten la fijación y desarrollo de un mayor número de algas; mientras que, en lugares arenosos, las algas penetran el sustrato suave, donde hay fuerte oleaje, enterrando a las algas y provocando turbidez.

Los factores para la presencia de fitoplancton son particularmente el grado de mineralización, la temperatura asociada a la variación altitudinal, estos efectos combinados inciden en la condición metabólica de los sistemas, lo que permite evidenciar la actividad autotrófica y heterotrófica, tanto en la riqueza como en los grupos de mayor abundancia (Hernández et al., 2021).

Polla et al. (2008) afirma que la fuente de crecimiento de fitoplancton es el pH, la temperatura y la materia orgánica como es el fósforo y nitrógeno. Por su parte Ríos & Del Río (2022) refieren que las propiedades intrínsecas como las comunidades hidrobiológicas y parámetros fisicoquímicos, influyen en la existencia de estos. Nannavecchia (2016) señala que la clase Chlorophyceae predomina en lugares contaminados revelando condiciones de eutrofización del agua.

En la investigación se infiere que la presencia de la clase Chlorophyceae son indicadores de contaminación del agua. Por su parte López (2013) afirma que la relación

de las microalgas y calidad del agua es reciproca, considerando la contaminación provoca una serie de modificaciones fisicoquímicas que repercuten en la composición y distribución de las comunidades.

Tabla 11

Cuantificación de los géneros de clase Cyanophyceae identificados en tres puntos de muestreo, donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.

N°	Géneros	Puntos de muestreo (ind/ml)			Promedio ind/ml	Porcentaje (%)	C.V (%)
		PM - 1	PM - 2	PM - 3			
1	<i>Spirulina</i>	6	4	6	5.56	28.09	19.29
2	<i>Lyngbia</i>	7	2	5	4.89	24.72	51.17
3	<i>Oscillatoria</i>	5	5	3	4.44	22.47	34.64
4	<i>Stigonema</i>	3	3	2	2.78	14.04	13.86
5	<i>Merismopedia</i>	3	2	2	2.11	10.67	36.46

Donde: PM - 1, PM - 2 y PM - 3 = son los promedios de las repeticiones (Tabla 52 - Anexo).

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11, se presenta a 5 géneros identificados, en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2 y PM-3), los géneros con mayores cuantificaciones fueron *Spirulina* con un promedio de 5.56 ind/ml que representa el 28.09 %, los valores fluctuaron de 4 a 6 ind/ml. El coeficiente de variación fue de 19.29 % indicando que existió una dispersión baja de los datos respecto a su promedio. Seguido de *Lyngbia* con 4.89 ind/ml constituyendo el 24.72 %, cuyas cifras variaron entre 2 a 7 ind/ml. Y el género de *Oscillatoria* tuvo un promedio de 4.44 ind/ml siendo equivalente al 22.47 %, sus valores oscilaron de 3 a 5 ind/ml. Los coeficientes de variación fueron de 51.17 % y 34.64 % respectivamente indicando una dispersión moderada en ambos géneros mencionados.



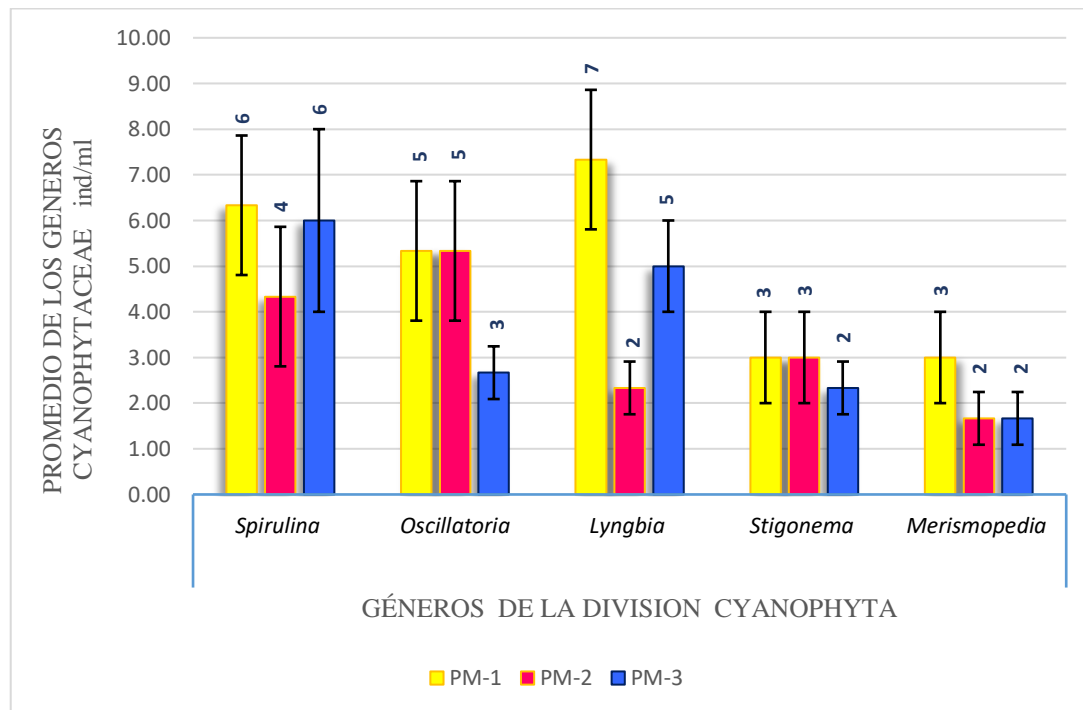
Los géneros con menor cuantificación para los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2 y PM-3) fueron *Stigonema* con un promedio de 2.78 ind/ml que representa el 14.04 %, con valores de 2 a 3 ind/ml, con un coeficiente de variación de 13.86 % indicando una baja dispersión de los datos, y *Merismospedia* con un promedio de 2.11 ind/ml que es el 10.67 %, cuyos valores oscilaron de 2 a 3 ind/ml, con un coeficiente de variación de 36.46 % indicando una dispersión moderada de los datos con respecto a su promedio respectivamente.

En la investigación se encontró un total de 5 géneros de cianobacterias en los tres puntos de muestreo, las cuales *Spirulina* y *Lyngbia* fueron las más abundantes resultados que defieren con Rivera (2023) quien en el río de Nangaritza (Ecuador), reportó al género de *Oscillatoria*, como el más abundante. También Lozano et al, (2018) encontró en los humedales de Orinoquia Colombiana, a los géneros *Oscillatoria* y *Hapalosiphon*. López (2013) por su parte identificó a *Microcystis* como el género con mayor predominancia en el arroyo Tacuary (Paraguay), sin embargo, en el presente estudio no se encontró a este género. Por otro lado Hernandez & Marin (2017) identificaron en el lago de Yoga (Honduras) a 21 géneros de cianobacterias, de los cuales fueron *Oscillatoria* y *Lyngbya* con 2.00 ind/ml, indicando tener menor abundancia, estos resultados fueron inferiores a los reportados en la investigación. Por su lado, Dominguez (2022) registró a 9 géneros de cianobacterias en la Bahía de Puno, cuyos resultados fueron mayores a la actual investigación.

El análisis de varianza de las cuantificaciones de géneros de la clase Cyanophyceae entre los tres puntos de muestreo, evidenció que no presentaron diferencias estadísticas significativas ($F= 1.30$, $gl= 2$, $P = 0.3076$; Tabla 49 - Anexo), siendo el valor de $p \geq 0.05$.

Figura 9

Géneros de la clase Cyanophyceae (ind/ml) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de aguas residuales (PM-2) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado en los meses de febrero, marzo y abril.



Fuente: Elaboración propia

La clase Cyanophyceae en la investigación tuvieron cuantificaciones mínimas en los tres puntos de muestreo, percibiendo que este es el grupo de fitoplancton menos abundante del río Desaguadero. Vázquez et al. (2011), refiere que las cianobacterias presentan menor abundancia relativa en cuerpos de agua. Este grupo se caracteriza por tolerar altas temperaturas, variaciones en la radiación solar y aumentos en las concentraciones de nutrientes. Además, son capaces de utilizar de forma más eficaz el nitrato y el amonio, cuando la limitación de nutrientes es más severa, lo que las hace menos susceptibles a los cambios ambientales.

Al igual que en nuestro estudio las cianobacterias fueron las especies menos registradas con solo 5 géneros, los cuales fueron recolectados en temporadas de lluvia.



Carmen & Chavez, (2020) menciona que en la época húmeda no existe presencia de cianobacterias, por el contrario, en la época seca hay mayor estabilidad en los ríos y hay mayor concentración de minerales, como el nitrato y fosforo lo cual acelera el crecimiento de cianobacterias.

A pesar que no hubo abundancia de la clase de cianobacterias en el río Desaguadero es un indicador de contaminación que es producto del vertimiento de las aguas residuales, que contienen cantidades elevadas de materia orgánica. Morales et al. (2017) que la presencia de cianobacterias en cantidades mínimas ya da un indicio de contaminación en los ríos, puesto que están producen toxinas que afectan el hígado y sistema nervioso determinamos entonces que las cianobacterias si son consideradas un riesgo potencial para la salud, más aún en el distrito de Desaguadero, la población que vive a riberas del río utiliza las aguas para fines domésticos sin previo tratamiento, por lo que atentan contra su salud.

El río en estudio pertenece a la categoría 3 que es destinado a la bebida de animales, sin embargo si los pobladores le dan de beber estas aguas con presencia de cianobacterias estarían atentando contra su salud, Moreno et al, (2003) menciona que la toxicidad causada por las cianobacterias es acumulativa y ocasionan daño hepático a los mamíferos.

Después de haber realizado la cuantificación de los géneros de fitoplancton, se realizó el índice de diversidad de Shannon y Wiener para determinar el nivel de contaminación del río Desaguadero.

Tabla 12

Promedios del índice de Shannon y Wiener de los géneros de fitoplancton identificados en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) del río Desaguadero.

Clase	Índice de Shannon y Wiener
	Bits/cel
Bacillariophyceae	2.88
Chlorophytaceae	2.33
Cyanophyceae	2.58
Promedio	2.59

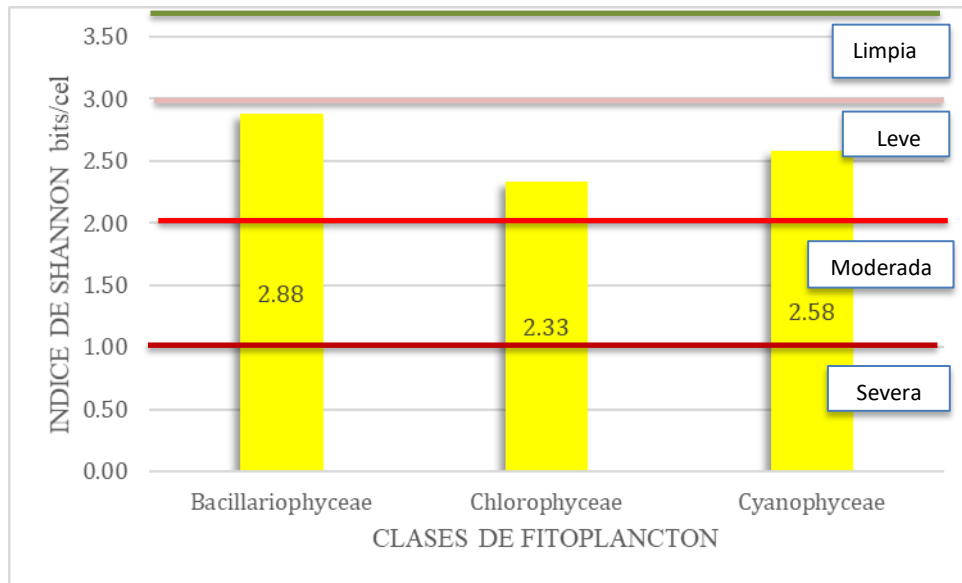
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se observan los promedios de índices de Shannon y Wiener para los puntos de muestreo, presentando la clase Bacillariophyceae con un índice de 2.88 bits/cel, seguido de la clase Chlorophyceae con 2.33 bits/cel y la clase Cyanophyceae con 2.58 bits/cel. Estos índices demuestran que existió una contaminación leve del río Desaguadero (2-3 bits/cel).

En la investigación el Índice de Shannon y Wiener indicó que hubo una contaminación leve del río Desaguadero, estos resultados difieren a los reportados por Rivera (2023), quien determinó, en el río Nangaritzza el índice de diversidad Shannon-Wiener presentó indicios de contaminación severa. Así también Baylon (2019) reportó contaminación moderada en la bahía Almirantazgo (Antartida) por su parte Valdivia (2019) indicó que existió una contaminación moderada en el río Tambo según el índice de Shannon.

Figura 10

Promedios de los índices de Shannon y Wiener de las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cianophyceae encontrados en el río Desaguadero.



Fuente: Elaboración propia

Según Vera et al (2024), Lobo & Kobayasi (1990), el Índice de Shannon-H, se relaciona con la calidad del agua mismo que indica si existe contaminación severa o leve, y es considerado un indicador del impacto que ejerce el ambiente sobre el fitoplancton Laura et al. (2018) por la misma razón que la diversidad de géneros indica que las aguas del río Desaguadero se encuentran levemente contaminada. La diversidad de especies observadas se atribuye a la presencia a nutrientes que son necesarios para el crecimiento de fitoplancton (Bellinger & Sigee, 2010).

Se acepta la hipótesis nula debido a que en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de aguas residuales (PM-2) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), los géneros de fitoplancton no variaron ($p \geq 0.05$), por lo que, el crecimiento de fitoplancton es la misma en los tres puntos de muestreo.

Luego de realizar el análisis e interpretación de los resultados, se afirma que, los géneros de fitoplancton pertenecientes las clases Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae identificados en el río Desaguadero son indicadores de contaminación del agua, su presencia puede causar efectos adversos en la salud de la población, en caso que de que este recurso sea utilizado para actividades domésticas. El género de *Nitzschia* fue la más abundante en los tres puntos de muestreo, debido a que estos organismos son persistentes y se adaptan fácilmente en ambientes contaminados.

4.3 PARÁMETROS FÍSICOS (TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD) Y QUÍMICOS (PH, OXÍGENO DISUELTO, SULFATOS, NITRATOS, BICARBONATOS) DEL RÍO DESAGUADERO

Tabla 13

Concentración de temperatura de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

Temperatura (°C)					
Puntos de muestreo (PM)	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	17.60	16.00	18.10	17.23	6.37
PM-2	16.70	14.90	18.90	16.83	11.90
PM-3	16.60	15.00	18.90	16.83	11.65
Promedio total				16.97	10.00

Donde: Δ = grados centígrados

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13, representa la concentración de temperatura según puntos de muestreo. En el PM-1 se obtuvo un promedio 17.23 °C, en el PM-2 fue de 16.83°C y en



el PM-3 se obtuvo 16.83 °C. Los coeficientes de variación fueron de 6.37 %, 11.90 %, 11.65 % indicando que en los tres puntos de muestreo existió una dispersión baja de los datos en relación a su promedio. En comparación con los ECAS para aguas, en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, las concentraciones de temperaturas estuvieron dentro de los valores establecidos (D1: 3 Δ; D2: 3 Δ).

En la investigación se muestra que las concentraciones de temperatura, en los puntos de muestreo estuvieron entre los valores de 16.83 °C a 17.23 °C. Estos resultados fueron superiores a Mora & Tamay (2022), quienes determinaron los parámetros físico químicos del río Sinincay, registrando temperaturas de 10.6°C. Igualmente, Arroyo (2019), reportó temperaturas que fluctuaron de 9.95°C a 13.43°C en las aguas del río Chili, Arequipa; mientras que Geronimo (2022), obtuvo valores de 14.96 °C en el río Ilave, Puno, por lo que estos resultados fueron inferiores a la investigación. Por su parte Valdivia (2019), reportó cifras superiores, que fueron de 20.9 °C a 29.63 °C en la cuenca del río Tambo en Islay.

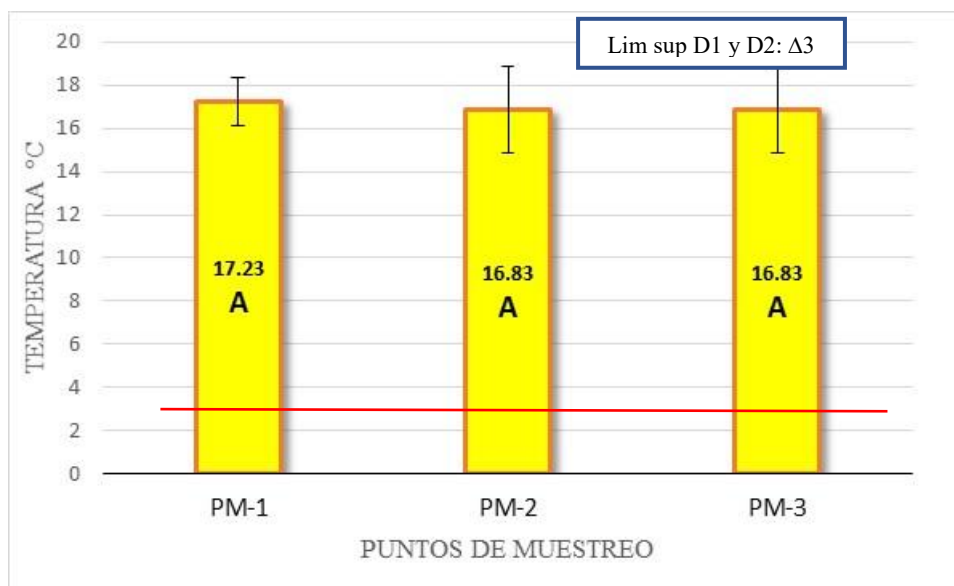
El análisis de varianza y prueba de Tukey de las concentraciones de temperatura en los puntos de muestreo demostró que no presentaron diferencias estadísticas ($F=0.05$; $gl=2$; $p=0.9488$, Tabla 41 - Anexos) siendo el valor de p mayor a 0.05 (Figura 11).

En la investigación se observa que las temperaturas oscilaron entre 16.83 °C y 17.23 °C estos resultados no variaron según los meses y puntos de muestreo, las temperaturas elevadas se deberían a las aguas residuales y al factor climático, que influyen en el crecimiento de microorganismos, tal como afirma IMARPE (2019), el cual menciona que ayuda al crecimiento de algas, hongos y otros, mismos que contribuyen en el agotamiento del oxígeno disuelto Espigares y Pérez (1985), mencionan que existe un aumento de la temperatura por las aguas residuales y son superiores a las

aguas de consumo humano, el cual se debe a los aportes de agua caliente que son usados en el aseo y en las labores domésticas, alcanzando valores entre 10 y 20 °C, de esta forma las temperaturas pueden modificar la fauna y flora del recurso hídrico receptor y contribuir a los elevados valores de temperatura (Beltrán et al. 2015).

Figura 11

Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de temperaturas en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$).



Fuente: Elaboración propia

El estudio fue realizado en la temporada de verano por lo que este sería un factor para el aumento de la temperatura en las aguas del río Desaguadero y las temperaturas mínimas indica son debido a las temporadas de frío (Angles, 2007). Las muestras de agua fueron recolectados a horas 11:00 am a 12:00 pm debido a que a media mañana existe mayor radiación y las temperaturas de las aguas tienden aumentar favoreciendo el crecimiento y reproducción bacteriana.



Paredes (2013), refiere que la temperatura perfecta para el desarrollo y actividad bacteriana, se encuentra en un rango de 25 a 35°C, pero cuando las temperaturas alcanzan los valores de 50 °C, los procesos de digestión aerobia y nitrificación se detienen; la principal fuente de temperatura de un cuerpo de agua, es la radiación solar y este parámetro puede modificarse según las estaciones del año, las concentraciones de sedimentos también son una fuente de importancia para el aporte de calor absorbido de la radiación solar y según Waterboards (2018), tiene influencia en la cantidad de oxígeno con posibilidades de disolverse en el agua, aumentando la velocidad fotosintética de algas y otras plantas acuáticas.

En la Tabla 14, se observa las concentraciones de conductividad eléctrica en los tres puntos de muestreo. En el PM-1 se obtuvo un promedio 787.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el PM-2 de 793.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el PM-3 de 780.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los coeficientes de variación fueron de 48.59 %, 48.25 % y 49.50 % respectivamente, estimando que existió dispersiones moderadas de los datos en relación a su promedio. Según los ECAS para aguas categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, los valores de conductividad eléctrica estuvieron dentro los valores normales (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$; D2: 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Tabla 14

Conductividad eléctrica de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)					
Puntos de muestreo (PM)	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	1229.00	575.00	558.00	787.33	48.59
PM-2	1234.00	586.00	558.00	793.67	48.25
PM-3	1226.00	577.00	537.00	780.00	49.50
Promedio total				787.00	49.00

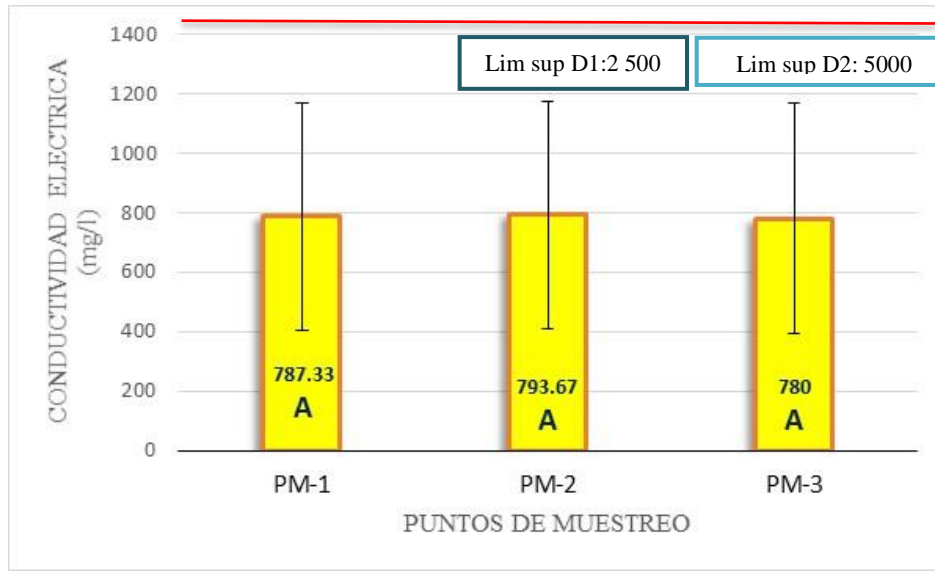
Fuente: Elaboración propia

En la investigación, los resultados fueron similares a Inquilla (2020), el cual registró concentraciones de conductividad de 620.33 a 1195.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el río Ilave, al igual que Chullo (2021), obtuvo valores de 304 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1094.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ determinados en el río Cañipia, Cusco, estos resultados fueron superiores los obtenidos en el estudio. Por otro lado, Gerónimo (2022) registró una concentración de 468.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. También Ponce (2020), obtuvo un valor de 16.77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ conductividad en el río Higueras de Huánuco. Los resultados reportados por ambos autores defieren con la investigación, ya que fueron inferiores.

La prueba de Kruskal Wallis de las concentraciones de conductividad eléctrica en los puntos de muestreo indicó que no presentaron diferencias estadísticas ($H=0.47$; $gl=2$; $p=0.8393$, Tabla 42 - Anexos) siendo el valor de p mayor a 0.05 (Figura 12).

Figura 12

Promedios y prueba de Tukey de la concentraciones de conductividad la eléctrica en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia

Los valores de conductividad eléctrica obtenidos en la investigación indican que no superaron los ECAS para aguas, Categoría 3, sin embargo, se infiere que las altas concentraciones de conductividad, indica la presencia de solutos como sales, por tanto, contaminación del río. Gonzales et al. (2007) menciona que una alta concentración de solutos, es un indicador de la contaminación con nitratos, y existe una asociación elevada entre la conductividad eléctrica. En la salud de las personas puede causar casos de metahemoglobinemias que es una enfermedad mortal para los lactantes.

En la investigación las muestras de agua fueron recolectadas en periodos de lluvia por lo que, Ospina et al. (2016) indica que el incremento de conductividad eléctrica en las aguas receptoras se debe a las intensas lluvias debido al mayor ingreso de esorrentías de partes altas y aledañas de la ciudad como las calles y viviendas, que vienen cargados de



minerales, metales, sales iones u otros materiales que se diluyen en los torrentes naturales incrementando así los niveles de conductividad eléctrica.

La conductividad tiene la capacidad de conducir una corriente eléctrica del agua, mediante los iones disueltos, entre los cationes se encuentran calcio, sodio, magnesio y potasio, entre los aniones se encuentran los cloruro, sulfato, bicarbonato, carbonato, por otro lado se sabe que la salinidad y la conductividad se relacionan debido a que la cantidad de iones disueltos incrementan los valores de ambas, en el suelo se aumenta la presión osmótica, de tal forma que impide la absorción por las raíces del borde del río y origina un desbalance nutricional, deficiencias en las plantas próximas y por ultimo toxicidad (Mau & Porporato, 2015), como consecuencia disminuye la calidad del producto vegetal final y altera la fertilidad de los suelos agrícolas (Medina et al. 2016).

El río Desaguadero pertenece a la categoría 3 por tanto, estas aguas pueden ser utilizadas para el riego de vegetales y bebida de animales, siempre y cuando se cuente con un drenaje eficiente, por lo contrario, los cultivos con alta sensibilidad serían afectados adversamente Ayers & Westcot (1987), es importante saber que si el parámetro de la conductividad se eleva, este se vuelve no apta para el consumo ya que cambia de sabor y resulta no ser agradable (Chullo, 2020).

En la Tabla 15, la concentración de pH, en el PM-1 obtuvo un promedio 8.20, en el PM-2 de 8.27 y en el PM-3 de 8.43, los coeficientes de variación para los tres puntos de muestreo fueron de 3.23 %, 0.70 % y 1.81 % respectivamente, evidenciando que existió una dispersión baja de los datos con referente a su promedio. En comparación con los ECAS en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, los valores de pH se encuentran dentro de los valores establecidos (D1:6.5 - 8-5; D2: 6.5-8.5).

Tabla 15

Concentración del pH en los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2) y desemboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3).

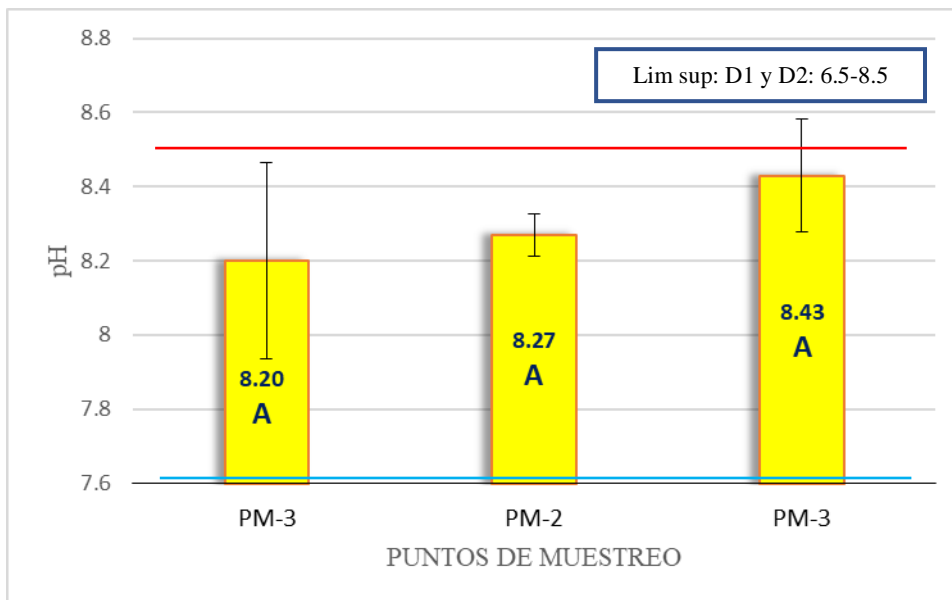
Potencial de hidrogeniones (pH)						
Punto de muestro	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)	
	R- 1	R- 2	R- 3			
PM-1	8.00	8.50	8.10	8.20	3.23	
PM-2	8.30	8.30	8.20	8.27	0.70	
PM-3	8.40	8.30	8.60	8.43	1.81	
Promedio total				8.30	2	

Fuente: Elaboración propia

En la investigación, los resultados fueron superiores a lo reportado por Arroyo (2019), quien determinó la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, en Arequipa (Perú), registrando el pH un valor de 6. Así también Ponce (2020), determinó la calidad del agua del río Higueras en Huánuco (Perú), obteniendo resultados que oscilaron entre 6.70 a 7.30 pH. Por otro lado, Saavedra (2019), determinó la calidad del agua en Cajamarca mediante la aplicación de índices biológicos, reportando un pH de 9.27 en época seca, estos valores mencionados fueron superiores a los obtenidos. Por otra parte, Valdivia (2019), determinó el estado ecológico de la cuenca baja del río Tambo, en Islay (Perú), registrando valores 7.91 a 8.68 de pH, al igual que Mora & Tamay (2022), quienes evaluaron los parámetros físico químicos y microbiológicos del río Sinincay, obteniendo valores que oscilaron de 8.3 a 8.4, estimando que ambos resultados fueron similares a la investigación.

Figura 13

Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de pH de los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza y prueba de Tukey, de las concentraciones de pH que evidencio que presentaron diferencias estadísticas significativas entre los puntos de muestreo ($F=1.34$; $gl=2$; $p=0.3292$, Tabla 40– Anexos) siendo el valor de p mayor a 0.05 (Figura 13).

En la investigación, los valores de pH oscilaron entre promedios de 8.20 a 8.43 en los diferentes puntos de muestreo, estas cifras se encontraron dentro de los valores establecidos por los ECAS para aguas. Paredes (2013), afirma que el pH de las aguas superficiales debe encontrarse en un rango de 6.0 a 8.5. A pesar de las intensas lluvias durante los meses de muestreo, el valor de pH no disminuyó en el río Desaguadero, la disminución de pH puede suceder debido a la precipitación característica de la temporada lluviosa y a la cantidad de materia orgánica disuelta. Por lo que es probable que en



temporadas de estiaje la concentración de pH en el río se encuentre por encima de los valores recomendados.

Los valores de pH en la investigación, se encuentran al límite de sobrepasar el valor admitido de 8.5 y en el punto de muestreo emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) repetición 3, el pH fue de 8.6 observando que en este punto sobrepasa el límite establecido, por lo que es un signo de alerta para el ecosistema acuático ya que existe la posible tendencia al deterioro y muerte de los seres vivos. Baird & Cann (2012), explican que el pH es un parámetro de gran importancia que afecta a las reacciones químicas y biológicas, los valores que están por encima de 8.5 requieren de tratamientos fisicoquímicos, caso contrario pueden ocurrir efectos adversos sobre los peces e insectos acuáticos (CCME 1999), causando muerte, formación de precipitados, cambios en la solubilidad de nutrientes. El pH cuando se encuentra por debajo o por encima de los rangos, origina la desnaturalización de las proteínas (Baird & Cann, 2012).

Las aguas residuales son evacuadas directamente al río Desaguadero de esta forma alterando el pH natural del agua. Según Jenkins (2011) explica que el pH es un parámetro de calidad y tiene importancia en las aguas naturales como residuales, el rango de concentraciones para la proliferación y desarrollo de la vida biológica es bastante crítico, el agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuado presenta complicaciones en el tratamiento con procesos biológicos, por lo que el efluente es capaz de modificar la concentración de ion hidrógeno.

El pH en el estudio presentó concentraciones no menores a 8.0. Barrenechea (2015), indica que cuando el pH es menor a 6.5, produce una intensa corrosión y cuando supera el valor de 8.0 se produce una disminución de la eficacia del proceso de desinfección con cloro, influye en los procesos de tratamiento del agua por lo que es



importante en el control del proceso de potabilización del agua, no obstante los pobladores que viven a riberas del río utilizan el agua con fines de uso doméstico por lo que muchos de ellos optan antes por la desinfección con lejía por lo que si el pH es mayor a 8 no se estaría desinfectando correctamente. Por otra parte, Mossel et al (2006), refieren que los microorganismos son muy resistentes al calor y funcionan con mayor eficacia cuando los niveles del pH son próximos a la neutralidad, por ello tienen capacidad de reparar los daños y recuperarse en condiciones de pH neutro (Beita & Parajona, 2010).

La variabilidad del pH, se encuentra influenciado por la fotosíntesis en la zona teratogénica el cual causa la disminución de CO₂, el aumento de pH se debe al movimiento de sus aguas, la presencia de organismos fotosintéticos; mientras que en la zona trofófica el aumento de CO₂ disminuye el pH del agua (Paredes, 2013).

El pH en la salud pública produce efectos adversos cuando los valores son inferiores o superiores de los normal, es capaz de producir agravación de trastornos cutáneos e irritación ocular (DIGESA, 2006), así mismo puede ocasionar acidosis o alcalosis en los seres humano y animales rumiantes esto debido a la variación de la concentración de hidrogeniones intracelulares produciendo así de forma sustancial la velocidad de reacciones químicas catalizadas por enzimas (Vásquez et al. 2012). La acidosis afecta a la hemoglobina disminuyendo el oxígeno e interfiriendo negativamente en la hematosi (Ariznavarreta et al., 2005).

Tabla 16

Concentración Oxígeno disuelto (OD) de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

Oxígeno disuelto (mg/l)					
Puntos de muestreo	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	5.00	4.60	6.20	5.27	15.81
PM-2	4.60	4.80	6.10	5.17	15.76
PM-3	5.30	4.30	6.50	5.37	20.53
Promedio total				5.27	17

Fuente: Elaboración propia

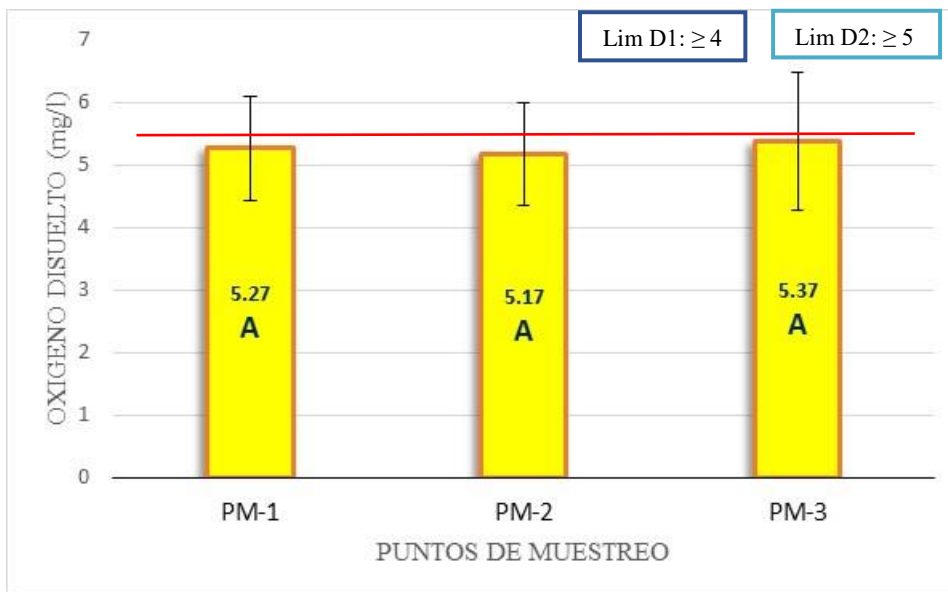
En la tabla 16, las concentraciones de oxígeno disuelto según puntos de muestreo. En el PM-1 se obtuvo un promedio 5.27 mg/l, en el PM-2, de 5.17 mg/l y en el PM-3 de 5.37 mg/l. Los coeficientes de variación para los puntos de muestreo fueron de 15.81 %, 15.76 % y 20.53 % respectivamente, presentando una dispersión leve de los datos con relación a su promedio. En contraste con los ECAS en la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, los valores de oxígeno disuelto estuvieron dentro de los valores normales.

En la investigación, los resultados de oxígeno disuelto son similares a lo mencionado por Inquilla (2020), quien obtuvo valores de 5.03 mg/l de oxígeno disuelto en el río Coata, Puno (Perú). Al igual que Geronimo (2022), registró concentraciones de 5.03 mg/l en el río Ilave, Puno, por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, así también Ponce (2020), obtuvo valores de 6.57 mg/l de oxígeno

disuelto. Por el contrario, Calizaya (2021), evaluó la calidad del agua del río Zapatilla del Collao, Puno, obteniendo 0.01 mg/l de este parámetro, los resultados defieren con el estudio ya que fueron inferiores ($D1: \geq 4$; $D2: \geq 5$).

Figura 14

Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de oxígeno disuelto en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza y prueba de Tukey de las concentraciones de oxígeno disuelto en los tres puntos de muestreo evidenció que no presentaron diferencia estadística significativa ($F=0.04$; $gl=2$; $p=0.9658$, Tabla 43 - Anexos), siendo el valor de p mayor a 0.05 (Figura 14).

En la investigación, las concentraciones de oxígeno disuelto según puntos de muestreo estuvieron dentro de los ECAS para agua, categoría 3, APHA (1995), menciona que los niveles altos de oxígeno disuelto indican buena calidad de agua, caso contrario,



si son demasiado bajos, los organismos acuáticos no son capaces de sobrevivir por lo que son vulnerables a diversas enfermedades y parásitos. Montero & Agurto (2009), señalan que el oxígeno disuelto con indicadores de contaminación del agua.

En el estudio se estimó que, en algunos puntos de muestreo, este parámetro presentó valores bajos, por lo que se afirma que existe una reducción oxígeno disuelto en las aguas del río Desaguadero. Los organismos de habitad acuático necesitan de este compuesto para su sobrevivencia, sin embargo, la contaminación por las aguas residuales genera una concentración de materia orgánica en el agua.

Los niveles de oxígeno en las aguas no están determinados generalmente por diferentes condiciones mensuales o épocas, sino se da principalmente por la actividad fotosintética y por la mezcla que produce el viento (Smith & Smith, 2001). Por otro lado, considerar que si hay la presencia de organismos fotosintéticos existe mayor oxígeno; mientras, que si hay un abundante crecimiento de materia orgánica en descomposición hay un fuerte agotamiento de oxígeno (Molles, 2006).

En la Tabla 17, presenta las concentraciones de nitratos en los tres puntos de muestreo, el PM-1 se registró un promedio de 0.20 mg/l, en el PM-2 de 1.90 mg/l y en el PM-3 de 1.67 mg/l. Los coeficientes de variación fueron de 0.00 % para el PM-1 y PM-3 indicando que existe una dispersión nula de los datos con relación a su promedio, para el PM-2 el coeficiente de variación fue de 36.46 % mostrando una dispersión moderada. Contrastando con los ECAS en la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, los valores de nitratos se encuentran dentro de los valores establecidos.

Tabla 17

Concentración de nitratos de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3), realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

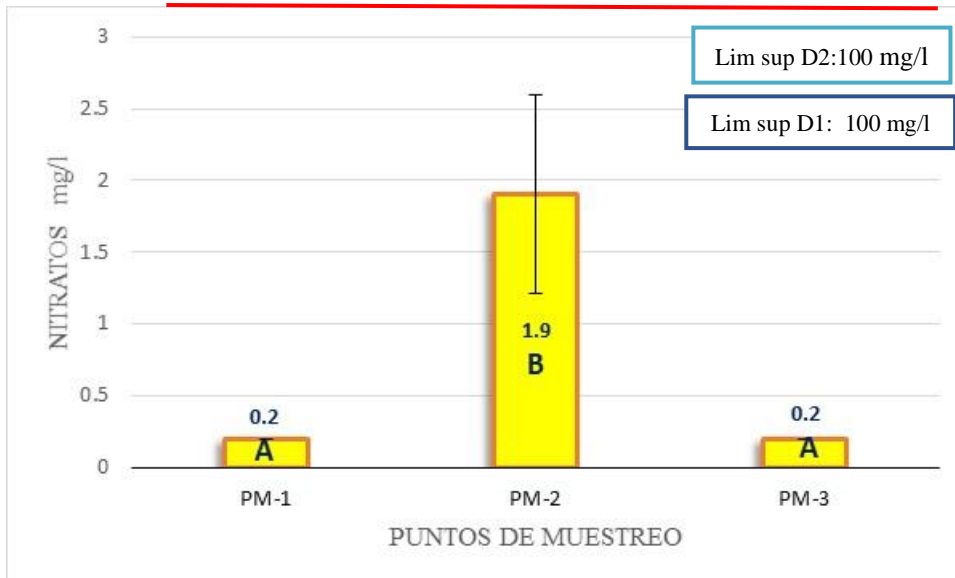
Nitratos (mg/l)					
Puntos de muestro (PM)	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	0.2	0.2	0.2	0.20	0.00
PM-2	2.3	1.1	2.3	1.90	36.46
PM-3	0.2	0.2	0.2	0.20	0.00
Promedio total				1.1	115

Fuente: Elaboración propia.

En la investigación los resultados fueron inferiores a (Chullo, 2021), quién determinó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Cañipía, Cusco, el cual reportó nitratos de 1 y 8.33 mg/l. Por otra parte, Vilca (2024), registró concentraciones de 0.8 mg/l en el río Ayaviri, Puno, estos resultados fueron similares a la instigación. Mamani (2019) por su parte, determinó los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas superficiales y subterráneas de la comunidad Suches (Perú), el cual reportó 1.53 y 25 mg/l de nitratos, estimando que estos resultados fueron superiores a los valores obtenidos en la investigación (100 mg/l; D2:100 mg/l).

Figura 15

Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de nitratos en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente. Elaboración propia.

La prueba de Kruskal Wallis para las concentraciones de nitratos entre los puntos de muestreo, evidencio que presentaron diferencias estadísticas significativas ($H=5.40$; $gl=2$; $p=0.0357$ Tabla 44 – Anexos) siendo el valor de p menor a 0.05. El mayor promedio fue en el PM-2 con 1.9 mg/l, mientras que en los PM-1 PM-3 los promedios fueron de 0.2 mg/l (Figura 15).

El nitrato esta conformados molecularmente por nitrógeno y oxígeno, en el medio ambiente, el nitrito (NO_2^-) se convierte fácilmente a nitrato (NO_3^-), esto quiere decir que los nitritos raramente están presentes en las aguas subterráneas. Las altas concentraciones de nitrato ayudan en el crecimiento de las plantas, motivo por el cual su usa como fertilizante para los cultivos. Las concentraciones de nitratos bajas en los tres puntos de



muestreo (PM-1,PM-2 y PM-3), puede deberse a los fertilizantes nitrogenados, que se infiltran en los suelos y las descargas de desechos sanitarios e industriales en pozos ciegos o zanjas de absorción, aumentan la concentración de nitratos en los acuíferos subterráneos por lo que es superior a las que encontramos en aguas superficiales como los ríos y lagos (Casilla, 2014).

El río Desaguadero se encuentra contaminado por los vertidos orgánicos procedentes de los pobladores que viven en dicha localidad, por lo que estas aguas se encuentran con materia orgánica disuelta, sin embargo, debido a las intensas lluvias que ocurrieron durante los meses de muestreo provocaron que estas aguas se estén más diluidas influenciado así las bajas concentraciones de nitrato en agua. Calderon (2004) explica que el ingreso de nitrógeno se debe a través de las aguas residuales municipales, por tanques sépticos o descargas de corrales ganaderos, residuos animales y también por las descargas de la emisión de gases de vehículos (Figueruelo & Davila, 2004).

El consumo de agua con nitrato causa metahemoglobinemia, que es una patología que se manifiesta en bebés de hasta 6 meses de edad y provoca la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de los glóbulos rojos afectando a los diferentes órganos y tejidos del cuerpo causando daños e incluso la muerte (Figueruelo & Davila, 2004). Por lo que el consumo agua con concentraciones altas de nitratos repercute en la salud de los pobladores del río Desaguadero, quienes utilizan el agua del para actividades domésticas.

El riesgo de consumir aguas contaminadas con concentraciones altas de nitratos ocasiona riesgos en la salud, los nitratos no son tóxicos, sino que dentro del organismo se absorben rápidamente a nivel intestinal y se eliminan por orina. El peligro potencial de los nitratos radica en la eventual transformación en nitritos (NO_2^-) dentro del organismo.

Esta transformación que consiste en la una reducción enzimática, puede ocurrir en la cavidad bucal y bajo ciertas condiciones, en el tubo digestivo, la alta concentración de nitritos en sangre es la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina que no es capaz de transportar oxígeno (Sierra, 2011).

Salazar (2015) por otra parte menciona que los nitratos forman parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos y en este sentido, su presencia en el agua puede ocasionar fenómenos de eutrofización en ríos y lagos, ello significaría que ocurriría un crecimiento desmedido de algunas especies vegetales que cubren con un manto vegetal la superficie del agua de esta forma deteniendo su oxigenación natural (Mitchell, Stapp & Bixby, 1991).

Tabla 18

Concentraciones de sulfatos de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

Sulfatos (mg/l)					
Puntos de muestreo	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	310.00	273.00	244.00	275.65	12.00
PM-2	360.00	280.00	190.00	276.67	30.74
PM-3	360.00	176.00	280.00	272.00	32.92
Promedio total				274.80	26.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18, se muestra las concentraciones de sulfatos en los tres puntos de muestreo. En el PM-1 se obtuvo un promedio 275.65 mg/l con un coeficiente de variación de 12.00 % indicando que presentó una dispersión baja, en el PM-2 el promedio fue de



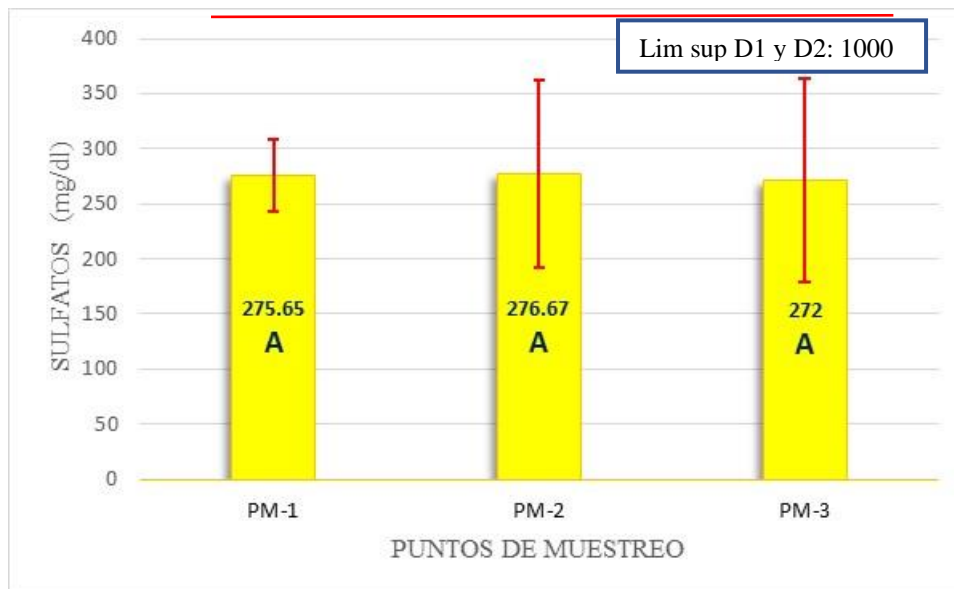
276.67 mg/l y en el PM-3 de 272.00 mg/l. El coeficiente de variación para ambos puntos fue de 30.74 y 32.92 % indicando que existió una dispersión moderada de los datos con respecto a sus promedios. En contraste con los ECAS categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, los sulfatos estuvieron dentro de los valores establecidos, categoría 3.

En la investigación los resultados de sulfatos fueron superiores a lo registrado por Inquilla (2020), quien reportó concentraciones de 65.63 mg/l a 73.80 mg/l en aguas del río Ilave al igual que Vilca (2024), quien estudió los parámetros fisicoquímicos del río Ayaviri, registrando valores de 139.13 mg/l de sulfatos. Por otra parte, Mamani (2018), determinó los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de aguas superficiales y subterráneas de la comunidad Suches el cual los valores de sulfatos que fluctuaron de 93.00 y 305.33 mg/l, estimado que fueron similares a la investigación (D1: 1000 mg/l; D2: 1000 mg/l).

El análisis de varianza y prueba de Tukey de las concentraciones de sulfatos en los tres puntos de muestreo demostraron que no presentaron diferencias estadísticas significativas, siendo el valor de p menor a 0.05 ($F= 3.2E-03$; $gl=2$; $p=0.9968$, Tabla 45 – Anexos) (Figura 16).

Figura 16

Promedios y prueba de Tukey de las concentraciones de sulfato en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril 2024 Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia.

Las concentraciones de sulfato estuvieron dentro los valores normales que establece los ECAS para aguas. Sin embargo, los resultados superaron los 200 mg/l por lo que provoca ciertas alteraciones en las propiedades del agua, cabe mencionar que los niveles de sulfato en las aguas de lluvia y agua superficial se correlacionan con las emisiones de dióxido de azufre ocasionadas por la actividad humana. Keller & Pitblade (1986), menciona que los sulfatos en concentraciones superiores a los 200 mg/l, favorecen la corrosión de los metales y cambian el sabor al agua, así mismo aumenta la cantidad de plomo disuelto que proviene de las tuberías.

El efecto en los seres humanos se da principalmente por el efecto laxante que surge al ingerir un alta 100 mg/l concentración de sulfato de sodio y sulfato de magnesio, causa como efecto secundario la deshidratación por un cuadro diarreico que se debe a la



ingestión de más de cinco gramos al día de estas sales, el cual es más crítico en niños y adultos mayores (Gallego, 2015). Inquilla (2020), también refiere que los sulfatos en concentraciones altas provocan deshidratación e irritación gastrointestinal, así misma causa en el agua, un sabor amargo o medicinal que tiende a ser desagradable al momento de beber, las personas pueden sufrir efectos en su salud asimismo y también afecta a la flora y la fauna.

Las aguas del río Desaguadero son utilizadas por los pobladores para diversos usos domésticos a causa de la falta de abastecimiento de agua potable para toda la ciudad, sin embargo, debido a que el sulfato está en concentraciones superiores a 200 mg/l no se recomienda que se utilice para consumo ya que afecta a en la salud, Caranqui (2016), reporta que el sulfato (SO_4) con una concentración alta en el agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con el calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua, por otro lado, las bacterias que atacan y reducen los sulfatos intensiva a la formación de sulfuro de hidrógeno gas.

Las fuentes de sulfatos en el agua, puede tener su origen en terrenos ricos en yesos y la contaminación con aguas residuales industriales (Wilson et al. 2007). Por otro lado, el ion sulfato es abundante en aguas naturales debido a la presencia de ácido sulfúrico que proveniente del dióxido de azufre que está presente en la atmósfera producto de las lluvias (Arboleda, 2000). Tiene efecto laxante ante la presencia de sulfatos de sodio y magnesio, por este motivo no debe superar los valores permitidos en las ECAS (Guzmán, 2011).

En el punto de muestreo donde desembocan las aguas residuales (PM-2) donde desembocan las aguas residuales domesticas de la población de Desaguadero, se presencié olores fuertemente desagradables e intolerables que sería producto de la descomposición de materia orgánica disuelta en el río. Aguilera et al. (2010) explica que

en lugares donde pueda aumentar la concentración de fitoplancton, es posible que se presente zonas anaerobias debido a la descomposición de materia orgánica, en las que las bacterias afines al sulfato se activan (Aguilera et al. 2010), los olores desagradables del agua de río Desaguadero se debería a que estas bacterias toman el oxígeno de los sulfatos formando así el sulfuro de hidrógeno, el cual es un compuesto de olor desagradable y altamente tóxico que elimina muchos organismos del medio, a excepción de las bacterias anaerobias (Aguilera et al. 2010).

La concentración de sulfatos es de importancia debido que en ocasiones se presentan problemas con el tratamiento de aguas residuales, como el olor y corrosión de las alcantarillas, resultando así la reducción de los sulfatos a sulfitos de hidrógeno, en condiciones anaeróbicas (Londoño et al. 2010).

Tabla 19

Concentraciones de bicarbonatos en el río Desaguadero de los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2), emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3) realizado durante los meses de febrero, marzo, abril 2024.

Bicarbonatos mg/l					
Puntos de muestreo	Repeticiones (R)			Promedio	C.V (%)
	R- 1	R- 2	R- 3		
PM-1	20.38	20.38	40.76	27.17	43.30
PM-2	40.76	61.14	40.76	47.55	24.74
PM-3	20.38	40.76	20.38	27.17	43.30
Promedio total				33.96	37.11

Fuente: Elaboración propia.



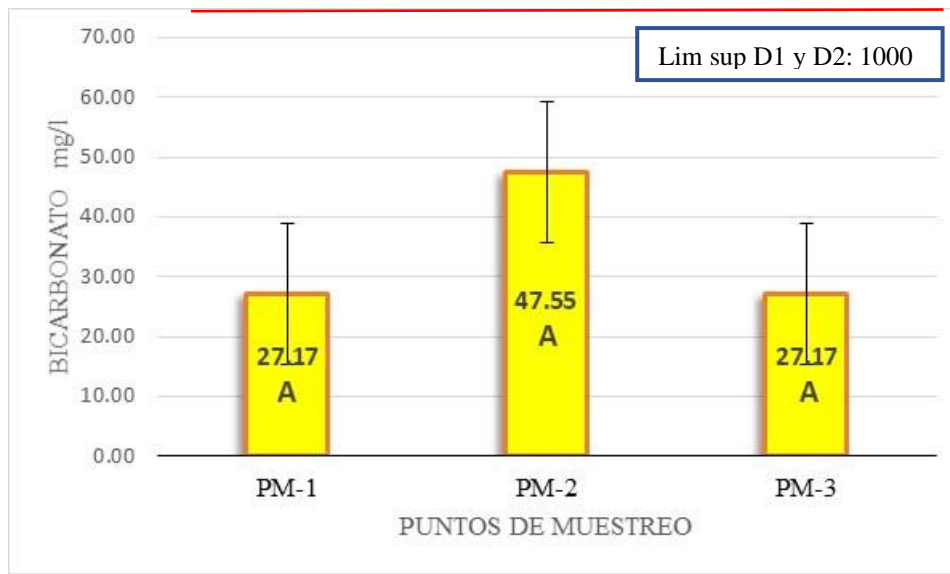
En la Tabla 19, se presenta las concentraciones de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo. En el PM-1 se obtuvo un promedio 27.17 mg/l, en el PM-2, de 47.55 mg/l con un coeficiente de variación de 24.74 % indicando que presenta una dispersión leve de los datos. En el PM-3 la concentración fue de 27.17 mg/l. Los coeficientes de variación para el PM-1 y PM-3 fueron de 43.30 % en ambos puntos de muestreo hubo una dispersión moderada de los datos con relación a su promedio. En contraste con los ECAS para aguas en la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, las cifras bicarbonatos estuvieron dentro valores normales (D1: 518 mg/l; D2: No aplica).

Las concentraciones de bicarbonatos fueron inferiores a los de (Beita & Barahona, 2011), quienes determinaron la calidad química de las aguas superficiales de la cuenca del río Rincón obteniendo valores de 54.30 mg/l a 160.80 mg/l. Así mismo Vilca (2024), evaluó los parámetros fisicoquímicos del río Ayaviri, Puno, registrando 87.14 mg/l de bicarbonatos, resultados que también fueron superiores a la investigación, al igual que Mamani (2019), quien determinó los valores de los parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales en la comunidad de Suches, registrando 56.67 mg/l y 240.00 mg/l de bicarbonatos.

La prueba de Kruskal Wallis evidenció que las concentraciones de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($H=3.27$; $gl=2$; $p=0.2714$, Tabla 46 – Anexos), ya que el valor de p fue mayor a 0.05 (Figura 17).

Figura 17

Promedios y análisis de varianza de las concentraciones de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024. Donde letras iguales en los puntos de muestreo significa que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia.

En la investigación se muestra que las concentraciones de bicarbonatos fueron de 27.17 mg/l a 47.55 el cual estuvieron dentro de los valores normales según los ECAS para aguas. Mamani (2019), menciona que el contenido de bicarbonato presente en el agua posee un efecto negativo en el crecimiento el área foliar, debido a que origina quemaduras en las hojas, por consecuencia del ingreso de los iones bicarbonato a las plantas, y perjudicando. Las fuentes de agua que posean bicarbonatos disueltos, limitan la producción de algunos frutales y plantas, causada por la elevación excesiva del pH del suelo, la magnitud del efecto depende del contenido de bicarbonatos en el agua, la cantidad de agua aplicada, la capacidad buffer del suelo y de la sensibilidad de la planta referida. Existen bicarbonatos disueltos, como es el bicarbonato de calcio, de sodio y de magnesio, los carbonatos de calcio contribuyen a la alcalinidad de las aguas de riego. Por



lo tanto, los contenidos de bicarbonato dentro de la alcalinidad del agua están determinada por el nivel de bicarbonatos y carbonatos, donde los bicarbonatos son el factor más importante en el agua de riego.

En el río Desaguadero existe la presencia de bicarbonatos en agua, por lo que, sus concentraciones altas pueden causar deterioro en el crecimiento de las plantas de cultivo. Por otra parte, saber que la presencia elevada de carbonatos y bicarbonatos son indicadores e incita a una mayor alcalinidad del agua, pero esto no representa un riesgo para la salud de las personas (Digiuni, 2021).

En los resultados, se rechaza la hipótesis planteada, ya que no existió diferencia estadística significativa de los parámetros físicos y químicos estudiados en el río Desaguadero según los puntos de muestreo donde nace el río Desaguadero (PM-1), desembocadura de las aguas residuales (PM-2) y emboque del río en la laguna Aguallamaya (PM-3).

Luego de haber evaluado los parámetros físicos como temperatura y conductividad eléctrica y parámetros químicos pH, oxígeno disuelto, nitratos, sulfatos, bicarbonatos, no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) para aguas en la categoría 3. Los parámetros estudiados fueron de importancia ya que indicaron el estado del agua del río Desaguadero y su baja o elevada concentración permitió determinar la contaminación del río.

4.4 PERCEPCIÓN DE LOS CIUDADANOS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DESAGUADERO, PROVINCIA DE CHUCUITO 2024.

Tabla 20

Resultados de la pregunta: ¿Cree usted que existe una contaminación ambiental del río Desaguadero?.

Grado de contaminación	N°	%
Leve	0	0.00
Moderada	2	3.03
Alta	64	96.97
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20, se observa que el 96.97 % (64 casos) opinaron que el grado de contaminación es alta en el río Desaguadero, mientras que el 3.03 % (2 casos), considero que es moderado y ninguno leve.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2 c=58.24$; $gl=1$; $p=0.0001$, Tabla 53 – Anexos) según lo alegado en la encuesta a los ciudadanos indicaron que el grado de contaminación fue alta.

Los resultados fueron superiores a lo mencionado por Manrique (2023) quien reportó el 45 % de los pobladores que viven a riberas del río Torococha Juliaca (Perú) respondieron que existe una contaminación alta. Asimismo, Hernández (2018) realizó una encuesta a los ciudadanos concerniente a la contaminación del arroyo de Chiapa (México) reportando que el 47.58 % opinan que la contaminación es alta. Por otra parte, los resultados de la investigación fueron similares a lo reportado Macedo (2022) quien



evidenció el 94% de la población mencionaron que existe una contaminación alta en la quebrada Camaná (Iquitos).

En el estudio, los pobladores que residen cerca al río tiene la percepción de que la contaminación es alta con 96.97 %, debido a que las aguas son contaminadas con aguas residuales, residuos sólidos provocando el origen de olores fétidos e intolerables, según Téllez et al. (2023) menciona que la contaminación hídrica afectan la diversidad de los ambientes acuáticos y permiten la proliferación de enfermedades provenientes de bacterias y parásitos, afirmación que es corroborada con la investigación ya que el río Desaguadero existió la presencia de coliformes totales, termotolerantes y huevos de helmintos indicadores de contaminación fecal. Asimismo, Davie (2008) menciona que la polución de aguas es producto de las actividades humanas como vertidos de aguas con residuos orgánicos y materia fecal de los animales.

Por su lado Peña (2019) relaciona los niveles de contaminación con el uso los servicios básicos como agua, desagüe, y vertido de aguas residuales. En la localidad de Desaguadero la gran mayoría de los ciudadanos que viven a riberas del río no cuenta con los servicios básicos y debido al crecimiento poblacional existe mayor demanda del recurso hídrico de tal forma que aumenta el vertido de aguas residuales provocando que los niveles de contaminación alcancen proporciones más altas.

En la Tabla 21 se observa que el 75.76 % (50 casos) opinaron que la causa de la contaminación del río Desaguadero son las descargas de aguas residuales, 18.18 % (13 casos) señalaron que es producto de la contaminación por residuos sólidos, el 3.03 % (1 caso) indicaron que es por los detergentes y 1.52 % (1 caso) opinaron que se debe a la contaminación por vertidos de combustibles y fertilizantes.

Tabla 21

Resultados de la pregunta: Usted cree que existe mayor contaminación del río Desaguadero por:

Contaminantes	N°	%
Residuos sólidos	13	18.18
Vertidos de combustibles	1	1.52
Descarga de aguas residuales	50	75.76
Fertilizantes	1	1.52
Detergentes	1	3.03
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2c=136.42$; $gl=4$; $p=0.0001$, Tabla 54 – Anexos), según lo manifestado por los encuestados asumen en su mayoría que la principal causa de contaminación fue por la descarga de aguas residuales.

La mayoría de los encuestados expresan que la causa de contaminación del río Desaguadero, es por el vertido de aguas residuales con 75.76 %, estos resultados fueron superiores a lo reportado por Manrique (2023), quien manifestó que la contaminación del río Torococha se debe al vertido de aguas residuales en un 16%. Así mismo Hernández et al. (2020) indicaron que la contaminación es por la descarga de aguas residuales con un 55.65 % en el arroyo Riíto (México). También Peña (2019), da a conocer que la causa principal de contaminación es el vertido de aguas residuales en el lago Morona Cocha.

Los ciudadanos manifestaron que el contaminante principal de las aguas del río Desaguadero es el vertido de aguas residuales el cual sería la principal causa de la presencia de coliformes y huevos de helmintos; según Castellanos (2013), señala que los

principales problemas de la contaminación de aguas, se da por sustancias fecales, desechos orgánicos, sustancias inorgánicas, causando efectos en la salud de las personas que la utilizan (Astoyauri & Dueñas, 2022).

Además en el río Desaguadero se desarrollan otras acciones que aportan a la contaminación, como la quema de basura, los botaderos informales, el vertimiento de cuerpos de animales en descomposición aumentando el riesgo de la transmisión de enfermedades (Chafloque & Guarderas, 2020). Asimismo Merino (2022) también afirma que las causas de contaminación son las aguas residuales y residuos sólidos.

Tabla 22

Resultados de la pregunta: ¿En qué época del año cree usted que existe mayor contaminación del río Desaguadero?

Épocas	N°	%
Época de lluvias	46	69.67
Época de sequías	20	30.30
Época de vientos	0	0.00
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 22, el 69.67 % (46 casos) opinaron en épocas de lluvia hay mayor contaminación, 30.30 % (20 casos) señalaron en épocas de sequías y ninguno en épocas de vientos.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2_c=10.24$; $gl=1$; $p=0.0014$, Tabla 55 – Anexos), las repuestas de los ciudadanos encuestados fueron heterogéneas demostrando que existe mayor contaminación del río Desaguadero en épocas de lluvia.



El estudio difiere con lo reportado por Manrique (2023) quien menciona que el 19 % en las épocas de lluvias, y un 23 % en la época de vientos, hay mayor contaminación afectando el cuerpo de agua del río Torococha. Por otro lado, los resultados fueron similares a González (2023) quien en el río Portoviejo (Ecuador), indica que durante los periodos de lluvias hay mayor contaminación debido a que se presenta un desequilibrio en el medio acuático.

En la investigación, según la percepción de los ciudadanos del distrito de Desaguadero, en las épocas de lluvias existe mayor contaminación del río, según Semenza & Menne (2009) indican que el factor climático afecta la disponibilidad del agua, calidad, acceso debido a las temporadas de lluvia, hace que haya una homogenización de todo sustrato encontrado en el agua, lo cual aumenta las posibilidades de transmisión de enfermedades, por lo que es un riesgo que los ciudadanos que viven a riberas del río utilicen el agua en épocas de lluvia ya que existe la alta probabilidad que contraer enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

Asimismo, Peña (2019), menciona que en la temporada de lluvias se percibe mayor turbidez y cambios en la temperatura ocasionando mayor contaminación por el desequilibrio del medio acuático. Por otro lado la Empresa Municipal de Agua y Saneamiento de Puno (2009), menciona que el servicio de agua potable es solo dos horas en promedio, por la misma razón que los ciudadanos se ven obligados a utilizar las agua del río Desaguadero para las actividades domésticas.

Tabla 23

Respuesta a la pregunta: ¿Existe la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día a causa de la contaminación del río Desaguadero?

Emisión de olores	N°	%
Leve	1	1.52
Moderada	15	22.73
Alta	50	75.76
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23, se observa que el 75.76 % (50 casos) indicaron que la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día es alta, 22.73 % (15 casos) opinaron que la emisión de olores desagradables y tóxicos es moderada y 1.52 % (1 caso) que la emisión de olores desagradables y tóxicos opinan que es leve.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2_c = 57.91$; $gl=2$; $p=0.0001$, Tabla 56 – Anexos) las respuestas de los encuestados variaron ya que mencionaron que la emisión de olores desagradables y tóxicos es alta; mientras que los demás respondieron lo contrario.

La percepción de olores desagradables y tóxicos por la contaminación de río Desaguadero es alta en un 75.76 %, estos resultados fueron superiores a los de Téllez et al. (2023) quienes indicaron que el 60.4 % de los encuestados refieren que el agua de riego en Atlixco (México) tiene un olor indeseable, provocando malestares en la población y aportando a la contaminación. Asimismo Sáenz et al. (2016), determinaron que el 57 % de los entrevistados perciben olores fecales muy fuertes en diferentes horarios del día, en el Roble-Puntarenas (Costa Rica). Keraita et al. (2008), mencionan que en Ghana los encuestados notaron niveles fuertes de mal olor al igual que Manrique (2023)



en Juliaca, reportó que los pobladores perciben un olor nauseabundo emitido por el río Torococha.

En la localidad de Desaguadero, los ciudadanos indicaron que olores desagradables y tóxicos son considerados altos más aun por la tardes, además que estos causan dolores de cabeza y nauseas; según Plata & Ibarra (2015); Medina (2021), menciona que la interacción constante con los olores producidos por la contaminación causa que las personas se acostumbren a vivir en esa área, mismo que se ve reflejada con los ciudadanos que viven a cercanías del río con desembocadura de las agua residuales (PM-2).

Asimismo, Manrique (2023) manifestó que las personas llegan a acostumbrarse a los olores fétidos que se emiten del río, por las cantidades de materia fecal, residuos, los cuales son contaminantes directos del río Desaguadero que, al entrar en descomposición, aumentan el grado de contaminación del ambiente acuático. Por otro lado Ferro et al. (2019) indican que los olores por contaminación son tóxicos para la salud, siendo causa de enfermedades como la migraña, llegando a afectar a las personas que viven más cerca del canal de vertidos de aguas residuales.

En la Tabla 24, se muestra que el 30.30 % (20 casos) presentaron dolor de cabeza malestar por consecuencia de los malos olores emitidos por la contaminación del río Desaguadero, 27.27 % (18 casos) indicaron dolor estomacal, 21.21 % (14 casos) manifestaron nauseas, 12.12 % (8 casos) presentaron mareos y 9.09 % (6 casos) expresaron no presentar ningún malestar.

Tabla 24

Respuesta a la pregunta: ¿Qué malestares presentó usted a consecuencia de los malos olores emitidos por la contaminación del río Desaguadero?

Malestares	N°	%
Ninguno	6	9.09
Mareos	8	12.12
Náuseas	14	21.21
Dolor estomacal	18	27.27
Dolor de cabeza	20	30.30
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2c=11.27$; $gl=4$; $p=0.0237$, Tabla 57 – Anexos), reveló que los malestares a consecuencia de los olores emitidos por la contaminación fueron el dolor de cabeza, estomacal y nauseas.

En nuestro estudio se encontró que la mayoría presentó dolor de cabeza, estomacal y nauseas, debido a la contaminación del río Desaguadero, los resultados fueron superiores a los de Macedo (2022) quien indicó que 13 % de sus encuestados manifestaron haber tenido enfermedad como malestares estomacales a consecuencia de la contaminación en la Quebrada Camaná (Perú), así mismo Merino (2022), señaló que el 14.29% presentó dolores de cabeza debido a los olores emitidos por el río Chira, Sullana (Perú). Los resultados reportados por los autores fueron inferiores a la investigación, Por otro lado, Manrique (2023) determinó que el 38% de las personas expresan que han tenido malestares como dolor de cabeza y pérdida de memoria debido al alto nivel de contaminación por el río Torococha (Perú).



Estrada et al. (2016) señalan que el agua contaminada lleva sustancias y algunos microorganismos que son dañinas para la salud y cuando estos emiten olores fétidos, es por la carga de contaminación con material orgánico, químico, restos alimenticios entre otras sustancias. Por su parte Peña (2019) indican que los habitantes que residen cerca al desemboque de aguas residuales presentan malestares y hasta llegan a desarrollar enfermedades gastrointestinales y alergias de la piel, así como también los habitantes de la localidad de Desaguadero.

Torres (2016) señala que el incremento anual con relación a las enfermedades gastrointestinales aquejan a la población que vive cerca de ríos contaminados, afirmación que es similar al estudio ya que el dolor de estómago presentó valores más altos, por lo que, Campell et al. (2006) mencionaron que las causas de esta enfermedades es por ingerir alimentos contaminados por bacterias, virus, hongos o sustancias toxicas, mismos que también están presenten en el aire, cuyos síntomas son decaimiento, inapetencia, nausea, vómito, diarrea, dolores abdominales, fiebre y malestar general. La contaminación del río Desaguadero viene siendo un riesgo para la población ya que afecta en la salud de los habitantes, y de sus visitantes ya que es un distrito binacional, poniendo en riesgo ante posibles infecciones por enfermedades entéricas.

En la Tabla 25 se muestra que el 78.79 % manifestaron que a veces utilizan el agua del río, el 6.06 % (4 casos) siempre utiliza el agua y el 15.15 % (10 casos) nunca utilizo el agua del río Desaguadero.

Tabla 25

Respuesta a la pregunta: ¿Con que frecuencia utiliza el agua del río Desaguadero?

Uso del agua	N°	%
A veces	52	78.79
Siempre	4	6.06
Nunca	10	15.15
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2c=32.18$; $gl=2$; $p=0.0001$, Tabla 58 – Anexos) reflejó que las respuestas de los encuestados variaron, ya que la mayoría de los ciudadanos utilizan el agua del río solo a veces.

Los resultados de la investigación difieren a lo reportado por Gonzales (2023) quien en el río Portoviejo (Manabi), el 25 % si usa el agua, con fines de uso doméstico, esto debido a la falta de agua potable. Por otra parte, nuestros resultados son superiores a los resultados de Macedo (2022) quien en Requena – Perú indica que el 16% de encuestados utilizan el agua directamente. Asimismo, Huaynate (2018) indico que el 44% de las personas utilizan para consumo humano.

El 78.79 % de los encuestados indicaron que a veces utilizan las aguas del río Desaguadero, debido a la falta de agua potable en la localidad, por lo que, Merino (2022), señaló que la población emplea las aguas del río para propósitos del hogar, por la necesidad que se presenta, a pesar de las consecuencia. Por su parte Guerrero (2019) indica que la calidad ambiental del agua se relaciona de forma directa con la percepción social y ambiental de la población, ya que los malos hábitos de los pobladores aumenta a consecuencia de la pobreza, escasez y gestión ambiental municipal, afirmación que se

corroborar con la investigación ya que en el distrito de Desaguadero, existe deficiencias en la gestión de abastecimiento de agua potable para todos los ciudadanos, habituando utilizar el agua del río con fines de uso doméstico optando por bombas de succión de agua directamente del río.

Coronel (2021); Galvez (2019) indican que la población de tercera edad consume agua contaminada por desconocimiento del tema la calidad de agua, sin embargo, también hay personas quienes ignoran la realidad y usan a diario el agua para diversas actividades y no muestran un rechazo ante una evidente contaminación del agua del río Desaguadero, y posibles consecuencias por su uso directo.

Tabla 26

Respuesta a la pregunta: ¿Qué usos domésticos realiza con las aguas del río Desaguadero?

Usos	N°	%
Ningún uso	10	15.15
lavado de alimentos	2	3.03
lavado utensilios	7	10.61
servicios higiénicos	9	13.64
lavado de ropas	38	57.58
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26, se muestra que el 57.58 % (38 casos) lava sus ropas con agua del río Desaguadero, el 13.64 % (9 casos) utilizan las aguas del río para los servicios higiénicos, el 10.61 % (7 casos) usa las aguas para el lavado de utensilios, el 3.03 % (2



casos) utilizan el agua del río para el lavado de alimentos y el 15.15 % (10 casos) no hace uso de las aguas del río Desaguadero.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2c=61.12$; $gl=4$; $p=0.0001$, Tabla 59 – Anexos), según las respuestas de los encuestados, demostró que el uso doméstico más frecuente fue para el lavado de ropas.

Los valores fueron inferiores a los reportados por Peña (2019) quien en el lago Morona Cocha, el 61.1% usan el agua del lago para lavar sus ropas, el 14.7% para el lavado de utensilios. Nuestros resultados difieren con Manrique (2023) quien indica que los pobladores no usan el agua del río Torococha debido a que se encuentra contaminado y que no recibe ningún tratamiento.

Bustamante et al. (2016) refiere que los ríos son afectados por actividades antrópicas realizadas por los habitantes de un determinado lugar, que repercuten con el medio ambiente. Por otra parte en la localidad de Desaguadero, el agua utilizada vuelve al río directamente o indirectamente por canaletas, con mayor contaminación con restos alimenticios, detergentes, afirmación que se apoya a Barrios et al. (2009) quienes mencionan que las aguas superficiales pueden estar afectadas por actividades antropogénicas como, descarga de aguas residuales, descarga de desechos sólidos, regadío, lavado de ropa, automóviles y aseo personal, recreación, pesca deportiva y comercial, añadiendo mayor concentración de nutrientes, que son nutrientes para microorganismos como el fitoplancton, bacterias e incluso parásitos presentes en el río Desaguadero.

En la localidad de Desaguadero los afectados son los habitantes de las zonas rurales y aquellos que no cuentan con agua potable, ya que usan más frecuentemente el agua de los ríos para beber, para bañarse, lavar ropa o incluso lavar sus alimentos Barreto

(2020). En la zona céntrica se tiene agua potable y solo por 1 a 2 horas, mientras que aquellos que viven a riberas del río solo acceden a las aguas del río y pozos tubulares. Por ello el estudio de Meza et al, (2022), en el río Oscocachi evidenció que la mayor parte de los pobladores tiene acceso al agua de río para las diferentes actividades pero debido a la presencia de contaminantes antrópicos estos causan enfermedades en los pobladores como la parasitosis, alergias, fiebre tifoidea y colera entre otros.

Tabla 27

Respuesta a la pregunta: ¿Antes de utilizar, usted realiza la cloración del agua del río Desaguadero?

Cloración del agua	N°	%
Nunca	22	33.33
A veces	36	54.55
Siempre	8	12.12
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se muestra que el 54.55 % (36 casos) a veces hace una desinfección del agua antes de usarla, el 12.12 % (8 casos) siempre hace una desinfección del agua antes usarla y 33.33 % (22 casos) nunca hace una desinfección del agua del río antes de usarla, esto debido a la falta de información de la realización de la cloración del agua.

La prueba Chi Cuadrado ($X^2c=17.82$; $gl=2$; $p=0.0001$, Tabla 60 – Anexos), evidenció que la frecuencia de cloración varía según la respuesta de los encuestados ya que algunos afirmaron que solo a veces realizan la cloración del agua.

La investigación obtuvo resultados similares a los de Macedo (2022) quien, en la quebrada Camaná, el 57 % si realizan a veces un tratamiento a las aguas antes de utilizarla.



Por otro lado, los resultados obtenidos de la encuesta fueron inferiores a los de Gonzales (2023) quien en el río Portoviejo, el 68% de sus encuestados no consume el agua sin previo tratamiento, el 32 % si consume el agua directamente, sin antes realizar un tratamiento. A diferencia de Yacelga (2010), quien en Imbabura (Ecuador), el 29 % usan lejía para tratar el agua y 71 % no realizar ningún tratamiento, antes de usar el agua.

El 54.55 % cloran el agua a veces como modo de desinfección, como una barrera final contra la contaminación microbiana en el agua según lo expresado en esta investigación; asimismo según la Organización Mundial de la Salud (2020) menciona que el desinfectante más común es el cloro. El cloro es una sustancia muy inestable y ávido a la oxidación, por lo que su concentración se pierde rápidamente por la temperatura, luz y material del tanque de almacenamiento según la (OMS, 2011).

El MINSA (2017) indica que las medidas higiénicas en el hogar y para el cuidado de los niños menores, se debe verificar que el agua no se encuentre contaminada; los alimentos en buen estado, lavado y desinfección de frutas y verduras, lavado de manos antes de comer y después de ir a los servicios higiénicos, mantener los alimentos en el refrigerador en envases tapados, lavar bien los utensilios de cocina, no toser o estornudar sobre los alimentos al prepararlos, mantener las uñas cortas y limpias, del menor y de la persona que prepara los alimentos, para evitar la transmisión de enfermedades por bacterias, como las EDAs, o enfermedades parasitarias, las cuales son más frecuentes *H. nana* (Levy et al., 2018).

Asimismo Farooq et al, (2008) afirma que el cloro se adiciona al agua potable para reducir o eliminar los microorganismos que son responsables de causar enfermedades transmitidas por el agua, por lo que la OMS (2011) recomienda una concentración mayor o igual a 0.5 mg/l de cloro residual, coincidiendo con el reglamento de la calidad de agua

para consumo humano del Ministerio de Salud del Perú, señala un valor no menor de 0.5 mg/l, al igual que la (SUNASS, 2018).

Tabla 28

Respuesta a la pregunta: ¿Usted presentó algún síntoma después de haber utilizado el agua del río Desaguadero?

Síntomas	N°	%
Nunca	10	15.2
A veces	50	75.8
Siempre	6	9.10
Total	66	100.0

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28 se presenta que el 75.8 % (50 casos) a veces presentaron una sintomatología después de haber usado el agua del río Desaguadero, 9.10 % (6 casos) siempre indican presentar sintomatología al usar el agua del río y 15.2 % (10 casos) nunca presentan sintomatología al usar el agua del río Desaguadero.

Luego de haber realizado la prueba Chi Cuadrado ($X^2c=53.82$; $gl=2$; $p=0.0001$, Tabla 61 – Anexos), según la respuesta de los encuestados revelaron algunos que después usar el agua del río solo a veces presentan síntomas de enfermedad.

En la investigación el 75.8 % mencionó que a veces presenta sintomatología después de usar el agua del río, los valores que fueron superiores a Téllez et al. (2023) en Puebla, quienes mencionan que aquellos que usan las aguas residuales si presentan sintomatologías en 2.1 % incrementando la posibilidad de enfermarse, de igual forma que Manrique (2023), quien en Juliaca (Puno) expresa que sus encuestados si presentaron



sintomatología esto debido a la contaminación del río Torococha. Por otro lado, Gonzales (2023) indica que el 65 % si presenta alguna sintomatología.

En la investigación la mayoría de los encuestados afirmaron presentar sintomatologías después de haber utilizado las aguas del río Desaguadero, y más aún en personas de la tercera edad y en niños menores de 5 años que son el 6 % que siempre presentan sintomatología, asimismo Castilla et al. (2015) manifestaron que las aguas residuales están contaminadas con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales; facilitando la generación de bacterias (*E. coli*) presentes en el agua, modificando su calidad y trayendo como consecuencia enfermedades infecciosas como diarrea, anemia, desnutrición, parasitosis por *Áscaris*, *Taenia*, *Tichura* y *Enterobius* y entre otras según (Ding et al. 2017).

La OMS (2011), indica que las enfermedades producidas por el uso de aguas contaminadas y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, las diarreas, las disenterías, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis, afirmando de esta manera que el 9.10 % quienes siempre presentan sintomatología, tienen mayores probabilidades a enfermar, por lo mismo que Chafloque & Guarderas (2020) sostienen que las zonas rurales presentan mayor riesgo de transmisión de brotes de enfermedades diarreicas infecciosas transmitidas por el agua, lo que indica que los pobladores son más vulnerables, debido a que no cuentan con una red de abastecimiento de agua.

Tabla 29

Respuesta a la pregunta: ¿Qué signos y síntomas presentó después de haber utilizado el agua del río Desaguadero?

Síntomas presentados	N°	%
Ningún síntoma	10	15.15
Fiebre	1	1.52
vómitos	2	3.03
diarrea	4	6.06
dolor estomacal	13	19.70
Ronchas, escozor y enrojecimiento de la piel	36	54.55
Total	66	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29, se observa que el 54.55 % (36 casos) presentaron ronchas, escozor y enrojecimiento de la piel, 19.70 % (13 casos) indicaron tener dolor estomacal, 6.06 % (4 casos) manifestaron tener diarrea, 3.03 % (2 casos) presentaron vómitos, 1.52 % (1 caso) señalaron tener Fiebre y 15.15 % (10 casos) no presentaron ningún síntoma después de haber usado las aguas del río Desaguadero.

La prueba de Chi Cuadrado, ($X^2c=78.18$; $gl=5$; $p=0.0001$, Tabla 62 – Anexos). Según lo manifestado por los encuestados, la mayoría indicaron que los síntomas más frecuentes fueron las ronchas escozor y enrojecimiento de la piel debido a la contaminación del agua.

Los resultados difieren a los reportados por Peña (2019) quien en el lago Morona Cocha, el 14.7% indica que padecen de enfermedades Gastrointestinales, 58.9%



respondieron que lo más común para ellos son las enfermedades Respiratorias Agudas, 22.2% encuestados respondieron que la Parasitosis y 4.2% de las personas encuestadas respondieron que las enfermedades Dermatológicas. Del mismo modo Macedo (2022) quien manifestó en su encuesta, por el uso de las aguas de la quebrada Camaná el 46% tuvieron enfermedades digestivas, el 46% tuvieron enfermedades dérmicas, y 8% manifestó haber tenido dengue.

La investigación obtuvo resultados inferiores a los reportados por Manrique (2023) quien menciona que el 38% expresan que tal vez ha sufrido algún malestar, el 74% expresan que si ha sufrido enfermedades dérmicas (salpullido, dermatitis, alergias y etc.); el 33% enfermedades transmitidas por mosquitos, el 43% enfermedades gastrointestinales (dolor de estómago, diarrea, cólera), en los pobladores que viven a cercanías del río Torocochoa.

Martínez et al. (2007) indica que la percepción de los ciudadanos se relaciona con la localización y tiempo de residencia haciendo evidencia en los resultados en este caso a la consecuencias ya que afectan la salud de las personas, según (Plata & Ibarra, 2015) ; Gomez (2017) menciona que a pesar que las personas tienen conocimiento de la contaminación, el hábito de usar el agua contaminada persiste y padecen las consecuencias; el Minsa señala que las enfermedades vinculas al agua, los vectores principales que transmiten los virus, parásitos o bacterias cumplen una parte de su ciclo de vida en el agua Cabezas (2018). Sin embargo, en el rio Desaguadero se encontró bacterias y parásitos que superan los valores establecidos para ECAs, siendo una gran preocupación para los habitantes ya que manifiestan presentar enfermedades.

Gutierrez (2017) indica que la enfermedad a la piel, es más común, seguido de las enfermedades gastrointestinales como el dolor estomacal y diarreas fuertes, asimismo



cabe mencionar que los signos y síntomas más frecuentes fueron Ronchas, escozor, de la piel, dolor estomacal y diarreas. Del mismo modo Ortiz & Parrado (2020), afirmaron que los trastornos digestivos son causadas por la contaminación del río. Bohorquez (2021) menciona que el consumo de agua contaminada, se asocia a brotes de enfermedades diarreicas la presencia de estos patógenos, aunque sea en números muy bajos, representa un alto riesgo para aquellos que usen las aguas del río; del mismo modo en las personas que habitan a riberas del río señalan presentar alergias y dolor estomacal como más frecuentes, según el MINSA (2017) los síntomas presentados por el uso agua contaminada son el dolor de estómago y reacciones alérgicas ya que estos poseen diversos microorganismos que causan una reacción alterna al contacto.

Se acepta la hipótesis planteada en razón de que existió la variabilidad de respuestas en la encuesta realizada a los ciudadanos que viven a riberas del río Desaguadero, teniendo en cuenta que las preguntas del cuestionario tuvieron un índice de confiabilidad de 0.90, el grado de contaminación fue alta, por la descarga de aguas residuales, la mayor contaminación se observa en las épocas de lluvias, asimismo los ciudadanos hacen uso de las aguas del río para sus actividades domésticas, afectando así en la salud de los pobladores por la transmisión de enfermedades dérmicas, gastrointestinales provocados por macroorganismos patógenos.



V. CONCLUSIONES

- Los recuentos bacterianos de coliformes totales presentaron promedios de 18955.55NMP/100 ml, coliformes termotolerantes 921 NMP/100 ml presentando variaciones en los puntos de muestreo ($p \leq 0.05$). El recuento de huevos de helmintos fue de 2 HH/l, con los géneros identificados de *Áscaris* 2 HH/l y *Taenia* 1 HH/l y no presentaron variaciones ($p \geq 0.05$). Sin embargo, superaron los Estándares de Calidad ambiental para aguas (ECAS) categoría 3 determinando que no son aptas para riego de vegetales y uso doméstico.
- El género de fitoplancton más abundante en los tres puntos de muestreo fue *Nitzschia* 173.67 ind/ml que perteneció a la clase Bacillariophyceae, no hubo variación ($p \geq 0.05$) entre puntos de muestreo. El Índice Shannon y Wiener de 2.59 bits/cel indicó que las aguas del río Desaguadero presentaron una contaminación leve.
- El promedio de nitrato fue de 1.1 mg/l presentando significancia en los tres puntos de muestreo ($p \leq 0.05$). Los promedios de temperatura fueron de 16.97 °C, conductividad eléctrica, 787.00 $\mu\text{S/cm}$, pH 8.30, oxígeno disuelto de 5.27 mg/l, sulfatos 274.80 mg/l y bicarbonatos de 33.96 mg/l los cuales no presentaron variaciones en los tres puntos de muestreo ($p \geq 0.05$). Los parámetros físicos y químicos no superaron los Estándares de Calidad ambiental para aguas (ECAS) Categoría 3.
- La percepción de la ciudadanía expresó que la contaminación es alta 96.97 %, la causa principal son las descarga de aguas residuales 75.76 %, en la épocas de lluvia hay mayor contaminación 69.67 %, la emisión de olores es alta 75.76 %, el malestar más frecuente que presentaron los pobladores es el dolor de cabeza 30.30 % y dolor estomacal 27.27 %, la frecuencia de utilización del agua de río es a veces 78.79 %, el uso doméstico de las aguas del río es para lavar ropa 57.58 %, a veces cloran o



desinfectan el agua antes de usarla 54.55 %, a veces presentan síntomas 75.8 % y los signos y síntomas mayor presentado después de haber usado el agua del río Desaguadero son las alergias 54.55 %, Las respuestas de los encuestados variaron según lo manifestado ($p \leq 0.05$). La percepción de los ciudadanos fue negativa frente a la contaminación del río Desaguadero.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de relación bacteriana de coliformes totales y termotolerantes con los huevos de helmintos en épocas de estiaje y lluvia en el río Desaguadero.
- Estudiar las clases de fitoplancton a diferentes profundidades y estaciones para la determinación de contaminación en diferentes épocas del año y su relación con los parámetros físicos de temperatura y químicos de pH, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos.
- Realizar estudios de otros parámetros como aceites, grasas y metales pesados presentes en el río Desaguadero debido a la influencia de las aguas residuales.
- A las autoridades Municipales tomen acciones frente a la contaminación del río Desaguadero por consecuencia del vertimiento de las aguas residuales para que realicen proyectos y campañas con el fin de cuidar y preservar el medio ambiente y al Ministerio de Salud MINSA que realicen campañas de prevención de enfermedades mediante la capacitación a los pobladores sobre los riesgos que trae consigo el uso de aguas contaminadas para actividades domésticas y las enfermedades que se pueden transmitirse.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A. (2014). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico provincia de Yarowilca, región Huánuco*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Acosta, J., Mateo, L., & Mendoza, A. (2016). *An updated list of marine green algae (Chlorophyta, Ulvophyceae) from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico*. 12(3).
- Acosta S. (2008). *Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos / Environmental Sanitation and food hygiene*. Segunda Edición. Editorial Brujas. Impresa en Córdoba.
- Alberca, O. (2023). *Calidad de agua del río Huancabamba mediante el análisis de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, causas y alternativa de solución, 2020*. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Almanza, J., Alcantara, I., & Segura, V. (2016). *Diatomeas perifíticas del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. *Hidrobiologica*, 26(2), 161–185. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2016v26n2/almanza>
- Alvarado, A., & Camacho, K. (2012). *El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México*. 1–21. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>
- Alvarado, H. R. (2020). *Coliformes totales y fecales en Lactuca sativa (lechuga carola) que se expende en los mercados del distritos de Parcona-Ica Peru*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
- Alvino, K. S. (2019). *Estudio retrospectivo microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río Ragra del distrito Simón Bolívar Rancas periodos agosto 2012 – noviembre 2016* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/792>.
- ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales* (Primera Jefatural 010-2016-Ana.Pdf (p. 59).



- ANA. (2018). *Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA-PE)*. Ediciones ANA, 44. http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
- Angles J. (2007). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la Bahía interior de Puno para determinar el nivel de contaminación*. Tesis presentada para optar el título de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. 97 p.
- Aguilera; R. Perez & A. Marañon. (2010). "Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método". *Rev. Cub. Qca.* (Cuba). Vol. 22, No. 3, pp. 39-44.
- APHA, AWWA, & WPCF. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales* (17.a ed.). Editorial Díaz de Santos, S. A. Madrid - España
- APHA. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20.^a ed., Washington, D.C. (EE. UU.), American Public Health Association.
- Arboleda, J. (2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Bogotá, Colombia: Ediciones McGraw Hill.
- Ariznavarreta, C., Cardinali, D., Gil, P., Mora, F., Tamargo, J., Cachofeiro, V., ... Romano, M. (2005). *Fisiología Humana* (3.a ed.). Mexico: Mcgraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.
- Arocena, R., & Antoniades, D. (2016). *Principios y métodos de limnología: ejemplos de Uruguay*. DIRAC.
- Arroyo, E. (2019). *Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, durante los meses marzo mayo, Arequipa 2019*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Autoridad Nacional del Agua-ANA. (2011). *Protocolo De Monitoreo De La Calidad De Los Recursos Hídricos Autoridad Nacional Del Agua*. GreenFacts, 1–34.
- Autoridad Nacional del Agua-ANA. (2014). *Evaluación de la calidad del agua del Lago Titicaca Perú - Bolivia*. <http://www.geotiticaca.org/web/reportes->



[tecnicos/item/40-evaluacion-de-la-calidad-del-agua-del-lago-titicaca-monitoreo-marzo-2014-entre-peru-y-bolivia.htm.](http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.12819/1720)

Astoyauri, F., & Dueñas, A. (2022). *Problema de la Contaminación del Río Chili Vulnera el Principio Constitucional de Protección de la Salud Arequipa 2021* [Universidad Jose Carlos Mariategui]. <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1720>

Ayers, R. & Westcot. (1987). *La calidad del agua y su uso en la agricultura. Estudio FAO, Riego y Drenaje 29 Rev. 1*. Trad. Al español por J.F. Alfaro de: Water Quality and use agricultura

Ayres, R., & Duncan, D. (1997). *Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura: manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio*. La Organización Mundial de la Salud. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41996/9243544845_spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Avila, G. (2017). Himenolepiosis. *Ciencia*, 68(1), 70–73.

Baird C. & Cann M. (2012). *Química ambiental*. Barcelona, España: Editorial Reverté.

Barrenechea, A. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. En Tratamiento de agua para consumo humano. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima-Peru. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>.

Barreto, E. (2020). *Vertimiento de Aguas Residuales y su Influencia en la Contaminación Del Río Huallaga – Huánuco 2019*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T., & Agüero, R. (2009). *Guía Orientación en Saneamiento Básico*. *Analytical Biochemistry*, 11(1), 1–5. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379>

Baylon, M. (2019). *Variación espacial e interanual del fitoplancton durante los veranos australes de la ensenada Mackellar-Isla Rey Jorge, Antártica: 2008-2013*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



- Baylón, M., Roa, K., Libio, T., Tapia, L., Jara, E., Macedo, D., Salvatierra, A., & Dextre, A. (2018). *Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco* (Perú). *Ecología Aplicada*, 17(1), 119. <https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1180>
- Bedoya, J. (2018). *Composición del Fitoplancton en la represa de “El Pañe” entre abril a septiembre, Arequipa - 2017*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Beltrán, D., Palomino, R. Moreno, E., Peralta, C. y Montesinos-Tubée, D. (2015). *Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011*. *Revista peruana de biología* 22(3): 335-340. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>
- Bellinger, E. & D. Sige. (2010). *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. John Wiley & Sons. 271 pp.
- Bohorquez, G. (2021). *La calidad de agua en Facatativá, Cundinamarca y su relación con la transmisión de enfermedad diarreica aguda*. 1–66.
- Bustamante, Á., Galindo, G., Jaramillo, J., & Vargas, S. (2016). *Percepción de la contaminación del río Tlapaneco por la población Ribereña*. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(1), 47–62. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360545634004>
- Cabezas, C. (2018). *Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 309–316. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Cahuana, R., & Crisostomo, B. (2017). *Nivel de contaminación microbiana del agua de consumo humano en sector sequia alta, Santa Barbara, Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Calizaya, W. (2021). *Calidad del agua de la Cuenca del Río Zapatilla Sector Simijaca comparado con los estándares de calidad ambiental para bebida de animales en la Provincia de El Collao, Región Puno - 2020*. Universidad Privada San Carlos-Puno (Vol. 1). Universidad Privada San Carlos.



- Camacho A. Giles M. Ortegón M. Palao B. y Velásquez O. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos*. Segunda Edición. México.
- Calvo, A., Rincones, K., Díaz, J., Márquez, B., Subero, S., Elista, E., & Troccoli, L. (2018). *Distribución espacial y temporal del fitoplancton en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, febrero 2014 – enero 2015*. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 47(2), 63–82.
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.2.747>
- Campell, N. Brad, W. Robin, H. (2006). *Biology: Exploring Life*. Boston, Massachusetts: Pearson Prentice Hall. ISBN 0-13-250882-6.
- Carmen, M., & Chavez, N. (2020). *Identificación de metabolitos secundarios en Cianobacterias presentes en las aguas Termales “Los Perolitos” del distrito de Baños del Inca – Cajamarca*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Calderón, R. (2004). *Evaluación de la comunidad de macro invertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada El Carracá, del municipio de Los Santos*, tesis de licenciatura, Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2004.
- Campos, M., Beltrán, M., Fuentes, N., & Moreno, G. (2018). *Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos*. Biomedica, 38(1), 42–53.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352>
- Caramello, N., & Sauri, D. (2016). *El Río: Un protagonista oculto en el dialogo de las aguas*. 15(3), 107–126.
- Caranqui, A. D. (2016). *Evaluación Físico-química y Microbiológica del Agua Para Consumo Humano de la Comunidad Centro Flores, Parroquia Flores, Provincia de Chimborazo*. Riobamba - Ecuador: ESPOCH
- Castellanos, R. (2013). “Percepción de los problemas ambientales por parte de la población en la ciudad de Naranjos, Veracruz”. *Diseño De Una Canteadora Fresadora Para Madera*, 59–61.



- Castilla, E., Fernandes, D., Lee, F., Loisel, S., Ho, K., & Hall, C. (2015). *Quantification of phytoplankton bloom dynamics by citizen scientists in urban and peri-urban environments*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11). <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4912-9>.
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río suchez*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Castro, N. A., & Rajadel, O. N. (2021). *Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas*. 13(4), 351–360.
- Chacón, M. (2017). *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. In instame:Universidad Santo Tomás (Usta).
- Chandillo, L., & Sánchez, G. (2020). *Detección de huevos de helmintos en aguas empleadas para riego de cultivos, en el municipio de Mosquera (Cundinamarca)* [Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca]. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41996/9243544845_spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Chafloque, K., & Guarderas, E. (2020). *Calidad del Agua y su Influencia en la salud de la población de la sierra Liberteña*. Una Revisión Sistemática Entre 2009 - 2019. Universidad Privada del Norte.
- Chucos, A. A. (2020). *Impacto Ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero*. El Porvenir - El Tambo.
- Chullo, G. (2021). *Calidad Físicoquímica, Bacteriológica y Metales Pesados del Río Cañipía Para Riego de Vegetales y bebida de animales en la provincia de Espinar – Cusco*. Universidad Nacional del Altiplano.
- CYTED. (2016). *Capítulo 20 Indicadores De Contaminación Fecal En Aguas*. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración Del Agua, 224–229. Retrieved from http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf
- Coaquira. (2018). *Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de cabanillas, provincia San Roman, departamento de Puno*.



- COBCM/COBCLM. (2015). *Descripción de indicadores - Temperatura*. Recuperado 20 de julio de 2023, de https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura_f26.pdf
- Coello, L., & Rey, R. (2019). *Ascariasis: Actualización sobre una parasitosis endémica*. Revista Hallazgos21, 4(1), 87–99.
- Condori, G. (2024). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano en la comunidad San Salvador de Llachacata, Huancane - Puno, 2021*. In Tesis. Universidad Nacional Del Altiplano.
- Coritoma, M. B., Castro, K. R., Sánchez, T. L., Ugaz, L. T., Pena, E. J., Salvatierra, A., & Dextre, A. (2018). *Como Indicadores de la Calidad del Agua en lagunas Altoandinas del departamento de Pasco (Perú)*. 17(1).
- Cornejo, J. (2020). *Calidad Microbiológica del Agua del Río Socabaya Mediante el Recuento de Escherichia Coli, Coliformes Totales y Mesófilos Aerobios Totales, en los Distritos de Socabaya y Jacobo Hunter, Arequipa, 2019*. Universidad Católica de Santa María]. In Universidad Católica de Santa María. <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9964>
- Coronel, S. (2021). *Evaluación de la calidad del agua a partir de indicadores biológicos del río Chira*.
- Costa, C. (2021). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del Río Chillón durante los meses de enero a junio del 2019*. Universidad Ricardo Palma.
- Crites, R., & Tchoganoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Editorial Mc – Hill Interamericana. Bogotá – Colombia.
- Dagnino, J. S. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(4), 306–310. <https://doi.org/10.2307/j.ctvvn8k0.7>
- Davie, T. (2008). *Fundamentals of Hydrology*, Second Edition. In Management (Second edi, Vol. 298, Issue 10). <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=x0HfA6HJvogC&>



[:oi=fnd&pg=PP1&dq=Fundamentals+of+Hydrology&ots=fi3rcmkBRZ&sig=xXLEc2AGr243RS1Iqr6q66rbyFM](https://doi.org/10.1016/j.je.2016.07.006)

- Delgadillo, F. & Orozco, M. (1987). *Bacterias Patógenas en sedimento de la Bahía de Todos Santos, Baja California*. *Ciencias Marinas*; 13: 31-38.
- DIGESA. (2006). Parámetros organolépticos GESTA AGUA. Ministerio de Salud. http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO_DE_USO_1.pdf.
- Dirección Regional de Salud Huancavelica, DIRESA-HVCA. (2017). *Boletín Epidemiológico Semanal*. 41 –2017. Editado por la Unidad de estadística, informática y telecomunicaciones. <https://n9.cl/nizp9>
- Digiuni, S. (2021). *Determinación de alcalinidad total en agua. Centro universitario de estudios medio ambientales*. <https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/22662/Alcalinidad>
- Ding, Z., Zhai, Y., Wu, C., Wu, H., Lu, Q., Lin, J., & He, F. (2017). *Infectious diarrheal disease caused by contaminated well water in Chinese schools: A systematic review and meta-analysis*. *Journal of Epidemiology*, 27(6), 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.je.2016.07.006>
- Dominguez, A. (2022). *Variabilidad espacial y temporal del fitoplancton en la Bahía de Puno- Lago Titicaca*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Dos Santos, M. (2016). *Atlas - Algas del Paraguay*. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Duque, G. (2020). *Manual de geología para ingenieros*. In Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. (2007). *Instructivo para la Toma de Muestras de Aguas Residuales*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, 3, 17. http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428
- INVEMAR. (2017). *Informe de actividades* (F. Armando, J. Garay, & S. Rincon (eds.)).



- Empresa Municipal de Agua y Saneamiento de Puno. (2009). *EMSA PUNO*. 68.
- Escobar, S. (2020). *Determinación de microorganismos considerados indicadores biológicos de eutrofización en la laguna Huacracocha Huancayo en el período abril a septiembre del año 2019*. Universidad Continental.
- Espigares, M. y Pérez, J.A. (1985). *Aspectos sanitarios del estudio de las aguas*. Granada: Servicio de Publicaciones, Universidad de Granada.
- Estrada, R., Lopez, M., Vazquez, R., Sanchez, D., & Ruvalcaba, J. (2016). *Conocimiento y percepción respecto al impacto de vivir cerca a canales de aguas residuales*. *Journal of Negative & Positive Results*, 1(4), 142–148.
<https://doi.org/10.19230/jonnpr.2016.1.4.1038>
- Fajardo, N. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Farooq, S., Hashmi, I., Qazi, I., Qaiser, S., & Rasheed, S. (2008). *Monitoring of Coliforms and chlorine residual in the water distribution network of Rawalpindi, Pakistan*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 140(1–3), 339–347.
<https://doi.org/10.1007/s10661-007-9872-2>
- Fernández, T. (2004). *Medicina Tropical. Patologías tropicales: aspectos científicos, sociales y preventivos*. (4ta ed.). Facultad de Ciencias Médicas. Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/865>
- Fernández A. (2012). *El Agua: un recurso esencial*. *Química Viva*, Vol. 11, N° 3, 147 - 170. Buenos Aires – Argentina.
- Figueruelo, J & Dávila, M. (2004) *Química física del ambiente y de los procesos medioambientales*. España: Reverté, S.A., pp. 570.
- Ferro, F., Ferró, P., & Ferro, A. (2019). *Distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas, su relación con la temperatura y cloro residual del agua potable en la ciudad de Puno, Perú*. *Revista de Investigaciones Altoandinas* -



Journal of High Andean Research, 21(1), 69–80.

<https://doi.org/10.18271/ria.2019.446>

- Fundación Nacional de Salud. (2013). *Manual práctico de análisis de agua*. Brasilia, Brasil: Editor Coordinación de Comunicación Social, Departamento de Salud Ambiental.
- Gallego, A., Garcinuño, M., & Morcillo, M. (2015). *Experimentación en química analítica*. Madrid: UNED, pp 219.
- Galvez, N. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fé del centro poblado de Progreso, distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 72. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10720>
- Geronimo, W. (2022). *Determinación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del río Ilave en el área de influencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Ilave, Puno*. Universidad Privada San Carlos-Puno. Universidad Privada San Carlos.
- Gomez, P. (2017). *Prácticas sociales en el Barrio el Guabo por la contaminación del Río Machángara*. Tesis, 1–100. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Gomez, O. G. (2018). *Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública*. 66(1), 7–8.
- Gómez, S., & Quesada, A. (2011). *Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas*. (Eds.). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Med
- González, O., Aguirre, J., Saugar, G., Orozco, L., Álvarez, G., Palacios, K. & Guevara, O. (2007). *Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua*. Revista Universitas (León), 1(1), 7-13. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/260159843>



- Gonzales, G. (2012). *Microbiología del agua*. Primera edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia, 409 p.
- González, D. (2023). *Relación entre Calidad del Agua y la Salud de los Habitantes del Río Portoviejo, Manabí Relationship* [Universidad Estatal Del Sur De Manabi]. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2078>
- Guerra, E. (2014). *Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(2), 270–277.
- Guerrero, A. (2019). *Calidad del agua agrícola en la cuenca media del río Jequetepeque, Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Gutierrez, C. (2017). *Afectación socio-ambiental en el barrio El Porvenir, distrito y provincia de Bellavista, por descarga de aguas residuales municipales en el río Huallaga, región San Martín, año 2017*. Universidad Privada Del Norte, 0–116. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28629>
- Guzmán, G. (2011). *Evaluación espacio temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 27(2), 89-102.
- Hallasi, G. (2018). *Determinación De Los Parámetros Microbiológicos Y Físico-Químicos De Las Aguas De Consumo Humano En Las Islas Flotantes Uros Del Lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Hernández, S., González, M., Vera, J., & Olmos, E. (2020). *Percepción de dos comunidades sobre la contaminación del arroyo el Riúto, Chiapas, México*. Población y Salud En Mesoamérica, 18. <https://doi.org/10.15517/psm.v18i1.42561>
- Huamán, S., Lucen, M., & Changanqui, A. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de la laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima , Perú)*. 1, 1–8. <https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-019>



- Hernández, A., & Marín, M. (2017). *Variación espacial y temporal de la diversidad y abundancia de cianobacterias del Lago de Yojoa (2014-2015)*. *Revista Ciencia y Tecnología*, 21, 47–70. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i20.5922>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (S. Méndez & C. Mendoza (eds.); Sexta edic).
- Hernández, Y., Pedroza, A., & Aranguren, N. (2021). *Estructura del fitoplancton de lagos andinos ubicados en diferente rango altitudinal*. *Intropica*, 16(2), 153–167. <https://doi.org/10.21676/23897864.4029>
- Hernández, & Poot. (2018). Coliformes Totales en Malecón Turístico Coliformes Totales en Malecón Turístico. *Conciencia Tecnológica*, 55, 14–18.
- Huaynate, C. (2018). *Identificación de los vertimientos y sus impactos ambientales de las aguas residuales domesticas generados por la población de Pancas – distrito de Simón Bolívar -provincia de Pasco*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- IMARPE. (2019). *Boletín Diario Limnológico del Lago Titicaca*. Callao, Instituto del Mar del Perú, 2 (03) 03 de enero de 2019.
- INCYTU. (2019). *Tratamiento de aguas residuales*. 52(55), 6.
- Inquilla, C. (2020). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas del rio Coata, Puno-2018*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Jácome, C., Ballesteros, C., Rea, E., Rea, L., & Poma, P. (2021). *Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiembres*. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 47–55. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.502>
- Jauregui, D. (2019). *Determinación de la Calidad del Agua empleando Macroinvertebrados bentónicos y Parámetros finiquiticos en el rio Sendamal, Celendin*. In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology* (Vol. 224, Issue 11). Universidad Nacional de Cajamarca
- Jenkins, D. (2011). *Química del agua*. Editorial Limusa. México D.F. 508 pp



- Jiménez, B. (2001). *La Contaminación Ambiental en México*. México: LIMUSA, Noriega Editores, pp. 911.
- Jiménez, B. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. México: UNAM y FEMISCA.
- Jiménez B. (2007). *Helminth ova removal from wastewater for agriculture and aquaculture reuse*. *Water Sci Technol*. 2007; 55:485-93
- Juarez, Y. (2023). *Determinación de la calidad del agua del río Moquegua en el tramo de influencia de la Feria de la Chacra a la Olla - Moquegua, 2021* [Universidad Continental]. www.minem.gob.pe
- Junta de Andalucía, (2010). *Atlas de Microorganismos Planctónicos Presentes en los Humedales Andalucía, España*.
- Keller, W. y Pitblade, J. (1986). *Water quality changes in Sudbury area lakes: a comparison of synoptic surveys in 1974-1976 and in 1981-1983*, *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 29, 1986, pp.285.
- Keraita, B., Drechsel, P., & Konradsen, F. (2008). *Perceptions of farmers on health risks and risk reduction measures in wastewater-irrigated urban vegetable farming in Ghana*. *Journal of Risk Research*, 11(8), 1047–1061. <https://doi.org/10.1080/13669870802380825>
- Lagos, A., Angulo, A., Daza, A., Toro, D., Gonzalez, J., León, M., López, M., Naar, O., Polanco, P., Londoño, R., & Quiroga, S. (2014). *Zooplankton*. *InfoZoa*, 3, 1–22. https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adju nto_1029-20181004104749_622.pdf
- Larios, J. F., Gonzales, C., & Morales, Y. (2015). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. 2(2), 9–25.
- Laura, E. (2017). *Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos* (1.a ed.). Puno - Perú: Mayvar Impresores.
- Lauren. (2012). *Microorganismos: Análisis Microbiológico Del Agua Y De Otras Diversas Muestras*. 2, 1–15.



- Levy, K., Smith, S. & Carlton, E. (2018) *Climate change impacts on waterborne diseases: moving toward designing interventions*. *Curr Environ Health Rep*. 272-82
- Licursi, M., & Gómez, N. (2003). *Aplicación de Índices Bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura Pampeana Argentina a partir del empleo de Diatomeas*. *Biología Acuática*, 21(1908), 31–49.
https://www.researchgate.net/publication/230596509_Aplicacion_de_Indices_bi_oticos_en_la_evaluacion_de_la_calidad_del_agua_en_sistemas_loticos_de_la_llanura_pampeana_a_partir_del_empleo_de_diatomeas.
- Lobo E. y H. Kobayasi (1990). “*Shannon’s diversity index applied to some freshwater diatom assemblages in the Sakama River System (Kamagawa Pref, Japan) and its use as an indicator of water quality*”. *Jnp J phycol (Sorui)*, 38(1990): 229-243.
- Londoño, A., Giraldo, G. & Gutiérrez, A. (2010). *Métodos analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua*. Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición. Editorial Blanecolor Ltda. Manizales – Colombia. 149 p.
- López, M. (2013). *Microalgas Del Fitoplancton Del Arroyo Tacuary, Ciudad De Carmen Del Paraná, Departamento De Itapúa, Paraguay*. Universidad Nacional de Itapúa.
- Lopez, V., & Rodriguez, E. (2021). *Identificación y variación espacio-temporal del fitoplancton en el Embalse Tacuary, Carmen del Paraná, Itapúa, Paraguay*. 12–23.
- Lozano, S., Vásquez, C., Rivera, C., Zapata, A., & Ortiz, M. (2018). *Efecto de la vegetación riparia sobre el Fitoperifiton de humedales en la Orinoquía Colombiana*. *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 67–85.
<https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.69086>
- Luque, M., & Martínez, A. (2003). *Distribución temporal del fitoplancton y epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina)*. *Limnetica*, 22(3–4), 19–34.
<https://doi.org/10.23818/limn.22.16>
- MAAMA. (2013). *Protocolo de muestreo del Fitoplancton en lagos y embalses*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (© Ministro).



- Macedo, E. (2022). *Determinación del grado de contaminación de las aguas de la quebrada Camaná y sus efectos en la salud de la población de la ciudad de Requena-2020*. Universidad Científica del Perú.
- Maidana, N., & Seeligmann, C. (2015). *Diatomeas (Bacillariophyceae) en humedales de altura de la provincia de Catamarca (Argentina)*. III. 50(4), 4.
- Mamani, M. (2019). *Parámetros fisicoquímicos, metales pesados (as y pb), bacteriológicos y alternativas de saneamiento ambiental de fuentes de agua de la comunidad suches, distrito Caracoto, Provincia San román, región Puno, 2018*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Manrique, H. (2023). *Evaluación de la calidad del agua del río Torococha y la percepción de los pobladores sobre los efectos en la salud en el distrito de Juliaca-2023*. Universidad Privada San Carlos-Puno. Universidad Privada San Carlos.
- Marín G. (2006). *Fisicoquímica y Microbiológica de los medios Acuáticos Tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid España. 310 pp.
- Marín, R., & Rodríguez, P. (2022). *Aplicación de Parámetros Ambientales según los ECA para Agua Categoría 3, del Canal Tomacucho Huacataz, Cajamarca 2021*. Universidad Cesar Vallejo.
- Martínez, E., Quiroz, C.M., Daniels, F. y Montoya, A. (2007). *Efectos en la Salud. En Alcaldía de Medellín y Alcaldía de Itaguí (Ed.), Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud de la población de Medellín y su área metropolitana. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia*.
- Martínez, M., & Hernández, E. (2016). *Detección y conteo de huevos de helmintos en descargas de aguas residuales al río Metztitlán*. May.
- Martínez O. (2006). *Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva de Usos Múltiples, Monterrico*. Tesis presentada para optar el título de Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. 146 p.



- Mau, Y. & Porporato A. (2015). *A dynamical system approach to soil salinity and sodicity*. *Advances in Water Resources*. Vol. 83: 68 – 76.
- Maya, C., Torner, F., Lucario, E., Hernández, E. & Jiménez, B. (2012). *Viability of six species of larval and non-larval helminth eggs for different conditions of temperature, pH and dryness*. *Water Res.*; 46:4770-82. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.014>.
- Medina, E., Mancilla, O., Larios, M., Guevara, R., Olgún J. & Barreto, O. (2016). *Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxsacuescto, Jalisco*. *Rev. IDESIA (Chile)*. Vol. 34 (6): 51 – 59.
- Medina, R. (2021). *La contaminación del río Cañete y su incidencia en la vulneración del derecho a la salud, distrito de Lunahuaná, 2019*. Universidad Cesar Vallejo.
- Mera, R. (2016). *El sulfato como nutriente esencial en la protección contra los efectos citotóxicos del cadmio en la microalga dulceacuícola Chlamydomonas moewusii Gerloff*. Universidade da Coruña.
- Merino, R. (2022). *Calidad ambiental del agua del río Chira y su relación con la percepción socio ambiental, Sullana, 2022*. Universidad Cesar Valejo.
- Meza, R., Hermoza, M., Maldonado, I., & Salas, D. (2022). *Percepción Social de la Calidad del Agua y la Expansión Territorial de la Minería en Ollachea, Puno, Perú*. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 13(1), 16–28. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.1.580>
- MINAM. (2017). *Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias*. *El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- MINSA. (2017). *Boletín Epidemiológico del Perú*. 7, 1374–1416.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Línea base ambiental de la cuenca del Lago Titicaca*. *Linea-Base-Ambiental-del-Lago-Titicaca.pdf*. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp>



- Mirande, V., Barreto, G. A., Haleblian, S. E., & Tracanna, B. C. (2009). *Biodiversidad Del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) Ii. Estudio Cuantitativo Del Fitoplancton*. Bol. Soc. Argent. Bot., 44(1–2), 11–23.
- Mitchell, M; Stapp, W. & Bixby, K. 1991. *Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo*. Segunda Edición. Proyecto del Río. New México, USA. 200 p.
- Molina, J., López, R., & Sánchez, J.T. (2019). *Microbiología y Parasitología Medicas de Tay*. Quinta Edición. México.
- Molina, G. y Jiménez, I. (2017). *Análisis de la contaminación por Coliformes Termotolerantes en el estuario del río Ranchería, La Guajira (Colombia)*. Boletín Científico del Museo de Historia Natural U. de Caldas, 21(2), 41-50. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.2.3
- Molles, M. (2006). *Ecología, conceptos y aplicaciones*. Madrid, España: McGraw Hill/Interamericana S.A.
- Montero, P. & Agurto, K. (2009). *Área de estudios ambientales. Recolección y conservación de muestras en campo después de originado algún daño o perjuicio obre un cuerpo de agua y su entorno*. Instituto del Mar Peruano (IMARPE). Tumbes-Perú. 18 p.
- Mora, D., Carmona, J., & Cantoral, E. (2015). *Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78(5255), 459–482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.009>
- Mora, M., & Tamay, A. (2022). *Determinación del Índice de Calidad de agua mediante el monitoreo de Macroinvertebrados, Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en el río Sinincay, Cuenca - Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Morales, E., Rivera, S., Vildoza, L., & Pol, A. (2017). *Floración algal nociva (FAN) producida por cianobacterias en la laguna Alalay, Cochabamba, Bolivia*. Acta Nova, 8, 50–75.



- Morales, M. M., & Villgomez, N. D. (2013). *Enfermedades prevalentes relacionadas con la calidad de agua que utilizan para el consumo humano, los pobladores de la comunidad la Calera, Canton Cotocachi en el periodo de noviembre 2012 a noviembre 2013*. Universidad Tecnica del Norte.
- Moreira, J. E. (2020). *Contaminación ambiental de los ríos bravo y muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros, Cantón Manta*. 5(02), 556–578. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1298>
- Moreno, E. A. (2020). *Principales enfermedades causadas por el consumo directo de aguas residuales*. Universidad Científica del Sur.
- Moreno, I., Repetto, G., & Cameán, A. (2003). *Interés toxicológico de las microcistinas*. *Revista de Toxicología*, 20(3), 159–165. <https://www.researchgate.net/publication/26617805>
- Morgan, W. (2018). *La asociación entre la contaminación del agua y la salud en los niños menores de cinco años en Villa Garrote, partido de Tigre / The association between water pollution and health in children under five in Villa Garrote, Tigre party. Independent Study Project*, 1–51.
- Mossel, D., Moreno, B., Struijk, C. (2006). *Microbiología de alimentos*. 2da Edición. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza – España. 703 p.
- Nannavecchia, P. (2016). *Contaminación antrópica de los cuerpos de agua. Estudio de su efecto sobre organismos del fitoplancton a escala ecológica y de bioensayos de laboratorio*. 219. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6085_Nannavecchia.pdf
- NMX-AA-113-SCFI-201, (2012). *Análisis de Agua – Medición del Número de Huevos de Helminto en aguas residuales y residuales tratadas por observación microscópica - método de prueba*
- Novoa, M., Fabricius, A., Luque, M., & Lombardo, D. (2011). *Distribución temporal del fitoplancton en un lago urbano del centro de Argentina (Río Cuarto, Córdoba)*. *Biológicas*, 13(2), 1–14.



- Olarte, A. Z., & Gonzales, D. A. (2018). *Determinación del tratamiento y la calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores*. 9–26(2).
- Oliva, M., Godínez, J. & Zuñiga, C. (2014). *Biodiversity of inland water phytoplankton in Mexico*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85 (1), pp 54 -61.
- Oliva, M., Ramírez, J., Garduño, G., Cañetas, J., & Ortega, M. (2005). *Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México*. *Hidrobiológica*, 15(1), 1–26.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972005000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-88972005000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Olivias, E., Flores, J., Di, G., Corral, B., & Osuna, P. (2013). *Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez*. *Terra Latinoamericana*, 31(2), 135–143.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57328308006>
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Organización Mundial de La Salud, 4, 608. <https://bityl.co/7FYT>
- OMS. (2022). *Agua para consumo humano*. París. Retrieved 04 27, 2023, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- OPS, (2005). *Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas*. Lima: Organización Paramericana de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Estudio para el mejoramiento de la calidad de pozos en zonas rurales de Puno*. Puno – Perú. 29 p.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Limpieza y desinfección de las superficies del entorno inmediato en el marco de la COVID-19*. *dial de La Salud*, 1–3.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332168/WHO-2019-nCoV-Disinfection-2020.1-spa.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>



- Ortiz, D., & Parrado, D. (2020). *Determinación de la relación entre la presencia de cadmio y plomo en el sistema de abastecimiento de agua potable y la percepción en salud de la población para el casco urbano del municipio de Guatavita*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 53(9), 1689–1699. <https://learn-quantum.com/EDU/index.html%0Ahttp://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf%0Ahttps://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp>
- Ospina, O., García, G., Gordillo, G. & Tovar, K. (2016). *Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia)*, Programa de Ingeniería Civil, Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué, Colombia, doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v12i19.1191>
- Ozbay, H. (2011). *Composition and abundance of phytoplankton in relation to physical and chemical variables in The Kars River, Turkey*. Plant Ecology, 85–92.
- Paredes, A. (2013). *Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación-Chimú, del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno*. Tesis presentada para optar el título de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. 118 p.
- Pedroza, A. (2021). *Análisis de la importancia del carbono orgánico disuelto en Lagos Andinos Tropicales* (Vol. 3, Issue 2). Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia.
- Plata, Á., & Ibarra, D. (2015). *Percepción local del estado ambiental en la cuenca baja del río Manzanares*. Luna Azul, 42, 235–255. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.42.15>
- Peña, D. (2019). *Efectos de la contaminación de aguas residuales del lago de morona cocha en la salud de la población ribereña- Iquitos-2018*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- PIGARS. (2007). *Diagnóstico Socio-Económico Del Distrito De Desaguadero*.



- Ponce, W. (2020). *Análisis físico químico y microbiológico de la calidad del agua del río Higueras desde la bocatoma San José de Cozo hasta la desembocadura en el río Huallaga, Huánuco, 2019*. Universidad de Huánuco.
- Quispe, D. A. (2017). *Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar*. 85.
<http://hdl.handle.net/11056/13212>
- Quispe, M., Piñas, L. C., Del valle, J. R., & Aguirre, F. (2020). *Aplicaciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales* (P. Reyes (ed.); Primera).
- Ramírez, A., Restrepo, R. & Viña, G. (2010). *Cuatro Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales*. Formulaciones Y Aplicación, Instituto Colombiano del Petróleo, A.A. 4185 Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Rengifo, C. G., & González, A. E. (2019). *Evaluación de la calidad del agua en el río Alambrado utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la zona del embalse de la Laguna de la Mica*. 5(4), 1–7.
- Retamozo, B. I. (2021). *Contaminación Ambiental del Río y el Grado de Responsabilidad Civil de la Población del Río Chillón en el Período 2018* 1. 16(1), 62–82.
<https://doi.org/10.22507/pml.v16n1a4>
- Reutelshofer, T., & Guzman, L. (2015). *Guía para la toma de muestras de agua residual*. In PERIAGUA (Ed.), Senasba (Primera Ed, Vol. 1).
- Reyes, N., & Mendieta, B. (2000). *Los minerales en la alimentación animal*. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua).
- Rios, M., & Del Rio, V. (2022). *Análisis de la calidad biológica del agua de la Laguna Puerto Viejo, Cañete, Lima-Perú*. Universidad Científica Del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental., 1–126.
<https://hdl.handle.net/20.500.12805/806>
- Ríos, S., Agudelo, R. M., & Gutiérrez, L. A. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 35(2), 236–247.
<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>



- Rivera, J. (2023). *Calidad del Agua del río Nangaritza mediante el análisis de la comunidad fitoplanctónica*. In Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/9712>
- Robert, M. (2014). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba*. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 45(1), 25–36.
- Robinette, H. (1976). *Effect of selected sublethal levels of ammonia on the growth of channel catfish (Ictalurus punctatus)*. *Prog. Fish – Cult.* Vol. 38: 26 – 29.
- Rodas, E., & Vasquez, C. A. (2020). *Evaluación anual del fitoplancton y su respuesta a la calidad de agua en el lago de Amatitlán, Guatemala*. 7(2), 170–188.
- Romero, P. C. (2020). *Influencia de microorganismos eficaces en la remoción de coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Quilcas, 2019*. Universidad continental.
- Rondon, E., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Galvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
- Rozario T, Newmark PA. *A confocal microscopy-based atlas of tissue architecture in the tapeworm Hymenolepis diminuta*. *Experimental Parasitology*. November 2015;158:31–41.
- Rylander R. (1999). *Health effects among workers in sewage treatment plants*. *Occupational Environ. Med.* 56, 354-357.
- Rybak, M., Kochman, N., & Peczuła, W. (2020). *Diversity of the Rhopalodiaceae Diatoms (Bacillariophyta) on macrophytes of different architecture in small and shallow Oxbow lakes (SE Poland)*. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 164–173. <https://doi.org/10.12911/22998993/122486>
- Saavedra, L. (2019). *Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua en el río Llaucano de la ciudad de Bambamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sáenz, L., Zambrano, D., Calvo, J., Sáenz, L., Zambrano, D., & Calvo, J. (2016). *Percepción comunitaria de los olores generados por la planta de tratamiento de*



aguas residuales de El Roble-Puntarenas, Costa Rica. Revista Tecnología En Marcha, 29(2), 137–149.

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000200137&lng=en&nrm=iso&tlng=en%0Ahttp://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0379-39822016000200137&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Salazar, C. (2015). *Calidad Físicoquímica y Bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento para consumo humano, en la ciudad de Juliaca*. Tesis para optar en título profesional de Licenciado en Biología. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 96 p.

Samanez, I., & Rimarachin, V. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. In Der Radiologe (Primera Ed, Vol. 49, Issue 1). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19159047>

Santelices, B. Cancino, S. Montalv A. Pinto, R. & Gonzales, E. (1977) *Estudios ecológicos en la zona costera afectada por contaminación del "Northern Breeze"*. II. Comunidades de playas de rocas. Medio Ambiente 2: 65

Santillán, S., & Guerrero, A. (2018). *Macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú*. Revista Tecnología En Marcha, 31, 97–110. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i4.3968>

Sierra, R. (2011). *Calidad de agua: evaluación y diagnóstico*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad de Medellín.

Smith, R. y Smith, T. (2001). *Ecología*. Madrid, España: Pearson Educación S.A.

Sosa, L., García, J., Rodríguez, F., Bello, L., Tovar, J. & López, J. (2022). *Influencia de tres regímenes de riego sobre la calidad agronómica de centeno cultivado en la costa de Hermosillo, Sonora, México*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. 2022. Disponible en: <http://www.scielo.org>

Spard, P. & Schwartzbrod, J. (1993). *Determination of the parasitic contamination of irrigated vegetables*. Water Sci Technol;27:295-302.



- Semenza, J C & Menne, B (2009). *Climate change and infectious diseases in Europe*. Lancet Infectious Diseases 9, 365–75
- SUNASS. (2018). *Guía del Usuario para el Servicio de Agua potable y Alcantarillado*. 2018. <https://www.serviciosarm.com.ar/media/wysiwyg/soporte/CoughAssist.pdf>.
- Spellman, F. & Drinan, J. (2000). *Manual de agua potable*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Téllez, V., Ocampo, I., Tornero, M., Antonio, P., Villarreal, L., & Mendoza, J. (2023). *Percepción de los agricultores sobre el riesgo por el uso de agua residual para riego en la zona de Atlixco, Puebla*. Acta Universitaria, 33, 1–18. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3676>
- Tocto, Y. (2019). *Concentracion de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli, en el rio Quiroz, caserío puente Quiroz Ayabaca, Abril-Julio 2028*. Universidad Catolica Sedes Sapientiae.
- Tomas, C. (1997). *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press. New York. 858 p.
- Torres, C. (2016). *Relación entre nivel de Conocimientos sobre Higiene y Número de episodios de Enfermedades Gastrointestinales En Trabajadoras Del Campo, La Joya- Arequipa 2016*. Universidad Alas Peruanas.
- Valdivia, J. (2019). *Determinación del estado ecológico de la cuenca baja del Rio Tambo; mediante bioindicadores biológicos Bacillariophyta (diatomeas), durante las épocas de estiaje 2018 y creciente del 2019*. Univesidad Nacional de San Agustin de Arequipa, 2.
- Vargas, R. (2022). *La contaminación de ambientes frágiles: El caso de la industria langostinera en la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/26561>
- Vásquez, M., Rodríguez, J., Lira, B., Cueva, S., Ayón, M., & Mallma, Y. (2012). *pH de la superficie luminal de la mucosa gastrointestinal de crías de alpacas durante las primeras semanas de edad*. Revista Inv Vet Perú, Vol. 23(1), 20-26.



[16/j.arth.2018.03.044%7B%25%7D0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A20](https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A20)

ANEXOS

Tabla 30

Recuento de las coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de febrero 2024.

Coliformes totales				
Puntos de muestreo (PM)	Concentraciones			NMP/ml
	(10ml)	(1 ml)	(0.1 ml)	
PM - 1	3	3	3	2400
PM - 2	3	3	3	2400
PM - 3	3	3	3	2400
Promedio				2400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Recuento de coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de marzo 2024.

Coliformes totales				
Puntos de muestreo (PM)	Concentración			NMP/ml
	(10ml)	(1 ml)	(0.1 ml)	
PM - 1	3	3	3	2400
PM - 2	3	3	3	2400
PM - 3	3	3	2	1100
Promedio				1966.66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Recuento de coliformes totales por el método del número más probable NMP realizado en el mes de abril 2024.

Coliformes totales				
Puntos de muestreo	Concentraciones			NMP/ml
	(PM)	(10 ml)	(1 ml)	
PM - 1	3	3	3	2400
PM - 2	3	3	3	2400
PM - 3	3	3	1	460
Promedio				1753.33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de febrero, 2024.

Coliformes termotolerantes				
Puntos de muestreo	Concentraciones			NMP/ml
	(PM)	(10 ml)	(1 ml)	
PM - 1	2	2	1	2400
PM - 2	3	3	0	2400
PM - 3	2	2	1	280
Promedio				1693.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de marzo, 2024.

Coliformes termotolerantes				
Puntos de muestreo	Concentraciones			NMP/ml
	(PM)	(10 ml)	(1 ml)	
PM - 1	2	1	1	200
PM - 2	3	2	2	2100
PM - 3	2	1	0	150
Promedio				816.66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Recuento de coliformes termotolerantes por el método del número más probable NMP realizado en el mes de abril 2024.

Coliformes termotolerantes				
Puntos de muestreo	Concentraciones			NMP/ml
	(PM)	(10 ml)	(1 ml)	
PM - 1	2	1	1	280
PM - 2	3	3	0	2400
PM - 3	2	1	1	200
Promedio				960

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Recuento de huevos de helmintos según los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3).

Huevos de helmintos					
Puntos de muestro (PM)	de Repeticiones (R)	Géneros		Recuento de huevos de helmintos	de
		<i>Áscaris</i>	<i>Taenia</i>		
PM - 1	R - 1	6	2	8	
	R - 2	4	1	5	
	R - 3	5	2	7	
Promedio		5	2	7	
PM - 2	R - 1	9	0	9	
	R - 2	7	0	7	
	R - 3	8	0	8	
Promedio		8	0	8	
PM - 3	R - 1	4	0	4	
	R - 2	3	0	3	
	R - 3	3	0	3	
Promedio		3	0	3	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Prueba de Kruskal Wallis de las coliformes totales en los puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril 2024.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
C_T	PM-1	3	24000.00	0.00	24000.00	2	5.40	0.0357
C_T	PM-2	3	24000.00	0.00	24000.00			
C T	PM-3	3	8866.67	3695.04	11000.00			

Trat. Ranks

PM-3	2.00	A
PM-2	6.50	B
PM-1	6.50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

Prueba de Kruskal Wallis del recuento de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
C_TT	PM-1	3	253.33	46.19	280.00	2	5.76	0.0357
C_TT	PM-2	3	2300.00	173.21	2400.00			
C_TT	PM-3	3	210.00	65.57	200.00			

Trat. Ranks

PM-3	2.83	A	
PM-1	4.17	A	B
PM-2	8.00		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Prueba de Kruskal Wallis del recuento de huevos de helmintos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
H_HELMINTOS	PM-1	3	1.33	0.58	1.00	2	1.80	0.6786
H_HELMINTOS	PM-2	3	1.67	0.58	2.00			
H_HELMINTOS	PM-3	3	1.00	0.00	1.00			

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 40

Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de pH en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.31	0.08	2.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	2	0.04	1.34	0.3292
PUNTOS_MUESTREO	0.09	2	0.04	1.34	0.3292
Error	0.19	6	0.03		
Total	0.28	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.44970

Error: 0.0322 gl: 6

PUNTOS MUESTREO	Medias	n	E.E.
PM-1	8.20	3	0.10 A
PM-2	8.27	3	0.10 A
PM-3	8.43	3	0.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41

Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de temperatura en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEMPERATURA	9	0.02	0.00	10.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.32	2	0.16	0.05	0.9488
PUNTOS_MUESTREO	0.32	2	0.16	0.05	0.9488
Error	18.12	6	3.02		
Total	18.44	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.35364

Error: 3.0200 gl: 6

PUNTOS MUESTREO	Medias	n	E.E.	
PM-3	16.83	3	1.00	A
PM-2	16.83	3	1.00	A
PM-1	17.23	3	1.00	A

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Prueba de Kruskal Wallis de la concentración de conductividad eléctrica en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Variable	PUNTOS MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
C_E	PM-1	3	787.33	382.59	575.00	2	0.47	0.8393
C_E	PM-2	3	792.67	382.46	586.00			
C_E	PM-3	3	780.00	386.76	577.00			

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 43

Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de oxígeno disuelto en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OXIGENO DISUELTO	9	0.01	0.00	17.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	0.04	0.9658
PUNTOS_MUESTREO	0.06	2	0.03	0.04	0.9658
Error	5.14	6	0.86		
Total	5.20	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.31875

Error: 0.8567 gl: 6

PUNTOS MUESTREO	Medias	n	E.E.
PM-2	5.17	3	0.53 A
PM-1	5.27	3	0.53 A
PM-3	5.37	3	0.53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

Prueba de Kruskal Wallis de la concentración de nitratos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
PAR_NITRATO	PM-1	3	0.20	0.00	0.20	2	5.40	0.0357
PAR_NITRATO	PM-2	3	1.90	0.69	2.30			
PAR_NITRATO	PM-3	3	0.20	0.00	0.20			

Trat. Ranks

PM-1	3.50	A
PM-3	3.50	A
PM-2	8.00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Análisis de varianza y prueba de Tukey de la concentración de sulfatos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SULFATO	9	1.1E-03	0.00	27.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36.22	2	18.11	3.2E-03	0.9968
PUNTOS_MUESTREO	36.22	2	18.11	3.2E-03	0.9968
Error	33679.33	6	5613.22		
Total	33715.56	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=187.69586

Error: 5613.2222 gl: 6



PUNTOS MUESTREO	Medias	n	E.E.
PM-3	272.00	3	43.26 A
PM-1	275.67	3	43.26 A
PM-2	276.67	3	43.26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

Prueba Kruskal Wallis de la concentración de bicarbonatos en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
PAR_BICAR	PM-1	3	27.17	11.77	20.38	2	3.27	0.2714
PAR_BICAR	PM-2	3	47.55	11.77	40.76			
PAR_BICAR	PM-3	3	27.17	11.77	20.38			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47

Prueba de Kruskal Wallis de la cuantificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P-MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
IND_ml	PM_1	17	16.98	45.11	6.00	4.33	0.1141
IND_ml	PM_2	17	17.43	35.33	5.33		
IND ml	PM 3	17	20.82	41.38	12.67		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Prueba de Kruskal Wallis de la cuantificación de Chlorophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	P MUESTREO	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
IND_ml	PM_1	9	7.30	10.62	2.67	2	0.85	0.6506
IND_ml	PM_2	9	15.59	24.73	1.67			
IND ml	PM 3	9	17.33	27.77	2.67			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Análisis de varianza y prueba de Tukey de la cuantificación de los géneros de la clase Cyanophyceae en los tres puntos de muestreo (PM-1, PM-2, PM-3) del río Desaguadero, realizado durante los meses de febrero, marzo y abril.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IND ML	15	0.18	0.04	45.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.27	2	4.13	1.30	0.3076
PUNTOS_MUESTREO	8.27	2	4.13	1.30	0.3076
Error	38.07	12	3.17		
Total	46.34	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.00543

Error: 3.1727 gl: 12

PUNTOS MUESTREO	Medias	n	E.E.
PM_2	3.33	5	0.80 A
PM_3	3.53	5	0.80 A
PM_1	5.00	5	0.80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Cuantificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae de los tres puntos de muestreo, realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo.

Clase Bacillariophyceae (ind/ml)							
Puntos de Muestreo	Repeticiones			Promedio Ind/ml	D.E	C.V %	
	Géneros	R1	R2				R3
PM-1	<i>Gyrosigma</i>	4	6	8	6.00	2.00	33.33
	<i>Nitzschia</i>	186	191	196	191.00	5.00	2.62
	<i>Navicula</i>	18	13	15	15.33	2.52	16.41
	<i>Aulacoseira</i>	7	5	8	6.67	1.53	22.91
	<i>Pinnularia</i>	3	2	2	2.33	0.58	24.74
	<i>Sellaphora</i>	2	3	4	3.00	1.00	33.33
	<i>Plagiotropis</i>	16	20	18	18.00	2.00	11.11
	<i>Denticula</i>	8	6	7	7.00	1.00	14.29
	<i>Frustrulia</i>	8	5	4	5.67	2.08	36.74
	<i>Fragilaria</i>	9	7	12	9.33	2.52	26.96
	<i>Ulnaria</i>	4	2	3	3.00	1.00	33.33
	<i>Surirella</i>	2	1	2	1.67	0.58	34.64
	<i>Tabellaria</i>	9	7	11	9.00	2.00	22.22
	<i>Cocconeis</i>	3	5	3	3.67	1.15	31.49
	<i>Cyclotella</i>	8	6	7	7.00	1.00	14.29
<i>Rophadolia</i>	0	0	0	0.00	0.00	0.00	
<i>Fragilariforma</i>	0	0	0	0.00	0.00	0.00	
PM-2	<i>Gyrosigma</i>	3	6	4	4.33	1.53	35.25
	<i>Nitzschia</i>	146	150	155	150.33	4.51	3.00
	<i>Navicula</i>	34	36	40	36.67	3.06	8.33
	<i>Aulacoseira</i>	6	4	3	4.33	1.53	35.25
	<i>Pinnularia</i>	10	17	12	13.00	3.61	27.74
	<i>Sellaphora</i>	9	7	14	10.00	3.61	36.06
	<i>Plagiotropis</i>	9	8	4	7.00	2.65	37.80



	<i>Denticula</i>	3	4	5	4.00	1.00	25.00
	<i>Frustrulia</i>	4	3	2	3.00	1.00	33.33
	<i>Fragilaria</i>	12	9	16	12.33	3.51	28.47
	<i>Ulnaria</i>	18	21	26	21.67	4.04	18.65
	<i>Surirella</i>	2	2	1	1.67	0.58	34.64
	<i>Tabellaria</i>	10	7	15	10.67	4.04	37.89
	<i>Cocconeis</i>	4	7	5	5.33	1.53	28.64
	<i>Cyclotella</i>	4	5	3	4.00	1.00	25.00
	<i>Rophadolia</i>	3	3	5	3.67	1.15	31.49
	<i>Fragilariforma</i>	3	6	4	4.33	1.53	35.25
	<i>Gyrosigma</i>	15	13	18	15.33	2.52	16.41
	<i>Nitzschia</i>	175	180	184	179.67	4.51	2.51
	<i>Navicula</i>	20	25	25	23.33	2.89	12.37
	<i>Aulacoseira</i>	3	6	4	4.33	1.53	35.25
	<i>Pinnularia</i>	11	18	10	13.00	4.36	33.53
	<i>Sellaphora</i>	8	9	10	9.00	1.00	11.11
	<i>Plagiotropis</i>	12	15	17	14.67	2.52	17.16
	<i>Denticula</i>	11	14	17	14.00	3.00	21.43
PM-3	<i>Frustrulia</i>	6	5	8	6.33	1.53	24.12
	<i>Fragilaria</i>	20	18	25	21.00	3.61	17.17
	<i>Ulnaria</i>	13	10	15	12.67	2.52	19.87
	<i>Surirella</i>	6	5	8	6.33	1.53	24.12
	<i>Tabellaria</i>	16	15	18	16.33	1.53	9.35
	<i>Cocconeis</i>	4	7	7	6.00	1.73	28.87
	<i>Cyclotella</i>	3	4	2	3.00	1.00	33.33
	<i>Rophadolia</i>	3	4	6	4.33	1.53	35.25
	<i>Fragilariforma</i>	3	6	5	4.67	1.53	32.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

Cuantificación de los géneros de la clase Chlorophyceae en los tres puntos de muestreo, realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril.

Clase Chlorophyceae (ind/ml)							
Puntos de Muestreo	Repeticiones Géneros	Repeticiones			Promedio Ind/ml	D.E	C.V %
		R1	R2	R3			
PM - 1	<i>Microspora</i>	37	30	34	33.67	3.51	10.43
	<i>Spirogyra</i>	15	12	10	12.33	2.52	20.40
	<i>Pediastrum</i>	7	10	8	8.33	1.53	18.33
	<i>Scenedesmus</i>	2	1	2	1.67	0.58	34.64
	<i>Planktosphaeria</i>	0	0	0	0.00	0.00	0.00
	<i>Oocystis</i>	2	2	3	2.33	0.58	24.74
	<i>Schroederia</i>	2	1	2	1.67	0.58	34.64
	<i>Pandorina</i>	2	3	3	2.67	0.58	21.65
	<i>Ulothrix</i>	2	3	4	3.00	1.00	33.33
PM - 2	<i>Microspora</i>	57	62	67	62.00	5.00	8.06
	<i>Spirogyra</i>	54	51	59	54.67	4.04	7.39
	<i>Pediastrum</i>	12	15	19	15.33	3.51	22.90
	<i>Scenedesmus</i>	1	1	2	1.33	0.58	43.30
	<i>Planktosphaeria</i>	0	0	0	0.00	0.00	0.00
	<i>Oocystis</i>	2	2	3	2.33	0.58	24.74
	<i>Schroederia</i>	2	2	1	1.67	0.58	34.64
	<i>Pandorina</i>	1	2	1	1.33	0.58	43.30
	<i>Ulothrix</i>	2	1	2	1.67	0.58	34.64
PM - 3	<i>Microspora</i>	81	76	72	76.33	4.51	5.91
	<i>Spirogyra</i>	52	58	50	53.33	4.16	7.81
	<i>Pediastrum</i>	17	12	10	13.00	3.61	27.74
	<i>Scenedesmus</i>	2	2	3	2.33	0.58	24.74
	<i>Planktosphaeria</i>	1	1	2	1.33	0.58	43.30
	<i>Oocystis</i>	2	2	3	2.33	0.58	24.74

<i>Schroederia</i>	3	2	4	3.00	1.00	33.33
<i>Pandorina</i>	2	3	3	2.67	0.58	21.65
<i>Ulothrix</i>	2	2	1	1.67	0.58	34.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52

Cuantificación de los géneros de la clase Cyanophyceae de los tres puntos de muestreo realizado en el río Desaguadero durante los meses de febrero, marzo y abril.

Clase Cyanophyceae (Ind/ml)							
Puntos de Muestreo	Repeticiones Géneros	Repeticiones			Promedio ind/ml	D.E	C.V %
		R1	R2	R3			
PM-1	<i>Spirulina</i>	8	5	6	6.33	1.53	24.12
	<i>Oscillatoria</i>	5	7	4	5.33	1.53	28.64
	<i>Lyngbia</i>	9	6	7	7.33	1.53	20.83
	<i>Stigonema</i>	2	3	4	3.00	1.00	33.33
	<i>Merismopedia</i>	4	2	3	3.00	1.00	33.33
PM-2	<i>Spirulina</i>	4	6	3	4.33	1.53	35.25
	<i>Oscillatoria</i>	4	7	5	5.33	1.53	28.64
	<i>Lyngbia</i>	2	3	2	2.33	0.58	24.74
	<i>Stigonema</i>	2	3	4	3.00	1.00	33.33
	<i>Merismopedia</i>	2	1	2	1.67	0.58	34.64
PM-3	<i>Spirulina</i>	8	4	6	6.00	2.00	33.33
	<i>Oscillatoria</i>	3	2	3	2.67	0.58	21.65
	<i>Lyngbia</i>	5	6	4	5.00	1.00	20.00
	<i>Stigonema</i>	2	2	3	2.33	0.58	24.74
	<i>Merismopedia</i>	2	2	1	1.67	0.58	34.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente al grado de contaminación del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Grado de contaminación	Total	Porcentaje
Moderada	2	3.03
Alta	64	96.97
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	58.24	1	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	73.57	1	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.94		
Coef.Conting.Pearson	0.68		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente a las causas de contaminación del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Contaminantes	Total	Porcentaje
Residuos sólidos	13	18.18
Vertidos de combustibles	1	1.52
Descarga de aguas residual..	50	75.76
Fertilizantes	1	1.52
Detergentes	1	3.03
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	136.42	4	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	117.30	4	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	1.44		
Coef.Conting.Pearson	0.82		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en cuanto a la época que presenta mayos contaminación del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Épocas	Total	Porcentaje
Época de lluvias	46	69.70
Época de sequías	20	30.30
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	10.24	1	0.0014
Chi Cuadrado MV-G2	10.53	1	0.0012
Coef.Conting.Cramer	0.39		
Coef.Conting.Pearson	0.37		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos con respecto a la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día a causa de la contaminación del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Emisión de olores	Total	Porcentaje
Leve	1	1.52
Moderada	15	22.73
Alta	50	75.76
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	57.91	2	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	64.43	2	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.94		
Coef.Conting.Pearson	0.68		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en relación a los malestares que presentan a consecuencia de los malos olores que son emitidos por la contaminación del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Malestares	Total	Porcentaje
Ninguno	6	9.09
Mareos	8	12.12
Náuseas	14	21.21
Dolor estomacal	18	27.27
Dolor de cabeza	20	30.30
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	11.27	4	0.0237
Chi Cuadrado MV-G2	11.96	4	0.0177
Coef.Conting.Cramer	0.41		
Coef.Conting.Pearson	0.38		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58

Prueba de Chi Cuadrado con respecto a la frecuencia que los ciudadanos utilizan el agua del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Uso del agua	Total	Porcentaje
A veces	52	78.79
Siempre	4	6.06
Nunca	10	15.15
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	62.18	2	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	60.05	2	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.97		
Coef.Conting.Pearson	0.70		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Prueba de Chi Cuadrado en cuanto al uso doméstico que le dan los ciudadanos a las aguas del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Usos	Total	Porcentaje
Ningún uso	10	15.15
lavado de alimentos	2	3.03
lavado utensilios	7	10.61
servicios higiénicos	9	13.64
lavado de ropas	38	57.58
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	61.12	4	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	51.49	4	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.96		
Coef.Conting.Pearson	0.69		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60

Prueba de Chi Cuadrado con respecto a que si los ciudadanos realizan la cloración o desinfección de las aguas del río Desaguadero antes de usarlas.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Cloración del agua	Total	Porcentaje
Nunca	22	33.33
A veces	36	54.55
Siempre	8	12.12
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	17.82	2	0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	19.27	2	0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.52		
Coef.Conting.Pearson	0.46		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos en cuanto a la frecuencia que presentan sintomatología después de haber usado el agua del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Síntomas	Total	Porcentaje
Nunca	10	15.15
A veces	50	75.76
Siempre	6	9.09
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	53.82	2	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	50.74	2	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.90		
Coef.Conting.Pearson	0.67		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62

Prueba de Chi Cuadrado de la percepción de los ciudadanos frente a los signos y síntomas que presentan luego de haber utilizado las aguas del río Desaguadero.

Tablas de contingencia

Frecuencias absolutas

Síntomas presentados	Total	Porcentaje
Ningún síntoma	10	15.15
Fiebre	1	1.52
vómitos	2	3.03
diarrea	4	6.06
dolor estomacal	13	19.70
Ronchas, escozor y enrojec..	36	54.55
Total	66	100.00

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	78.18	5	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	68.09	5	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	1.09		
Coef.Conting.Pearson	0.74		

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 63

Cálculo del índice de confiabilidad según el Alpha de Cronbach de la encuesta realizado a los ciudadanos que viven a riberas del río Desaguadero.

Sujeto	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	TOTAL
1	3	1	1	2	2	2	5	2	2	6	26
2	3	1	2	2	2	2	4	1	2	2	21
3	3	3	1	3	4	2	5	2	2	6	31
4	3	3	1	3	3	2	3	1	2	5	26
5	3	3	2	2	4	2	5	1	2	5	29
6	2	1	1	2	1	3	5	2	2	6	25
7	3	3	2	3	5	2	4	2	2	6	32
8	2	3	1	2	2	2	5	1	2	5	25
9	3	3	1	3	1	2	5	1	2	6	27
10	3	1	1	3	5	3	2	2	2	6	28
11	3	3	2	3	3	2	5	2	3	5	31
12	3	3	1	3	4	2	5	1	2	6	30
13	3	3	2	3	5	2	5	1	2	6	32
14	3	3	2	2	2	2	5	2	2	5	28
15	3	1	1	3	4	2	2	1	3	6	26
16	3	3	1	3	3	2	3	2	2	6	28
17	3	3	1	3	3	2	5	1	2	6	29
18	3	1	1	2	3	1	1	2	1	1	16
19	3	3	2	3	4	2	5	2	2	6	32
20	3	1	2	3	1	2	4	2	2	5	25
21	3	4	2	2	5	2	5	2	2	6	33
22	3	1	1	3	2	1	1	2	1	1	16
23	3	3	2	3	4	2	5	1	2	6	31
24	3	1	1	3	1	2	3	3	2	5	24
25	3	3	2	2	5	2	5	2	2	6	32
26	3	3	2	3	4	1	1	2	1	1	21
27	3	3	1	3	3	2	5	2	2	3	27
28	3	3	2	2	5	2	3	3	2	6	31
29	3	3	1	3	5	2	5	1	2	6	31
30	3	1	2	3	2	1	1	2	1	1	17
31	3	3	2	2	4	2	5	1	3	6	31
32	3	3	1	3	3	2	4	3	2	5	29
33	3	3	2	3	5	2	5	2	2	3	30
34	3	3	2	2	4	1	1	2	1	1	20
35	3	3	2	3	3	2	5	2	2	6	31
36	3	3	1	3	1	2	3	2	2	4	24
37	3	1	1	2	5	2	3	3	2	5	27
38	3	1	1	3	2	2	5	1	2	6	26
39	3	3	1	3	5	3	5	2	2	6	33
40	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	15
41	3	3	1	3	4	2	5	1	2	5	29
42	3	3	1	3	3	2	5	2	3	6	31
43	3	5	1	2	3	2	4	2	2	5	29
44	3	3	1	1	5	2	5	2	2	6	30
45	3	3	1	3	4	2	3	1	2	6	28
46	3	3	1	3	4	2	5	1	3	5	30
47	3	3	1	3	2	2	5	2	3	6	30
48	3	3	1	3	3	1	1	3	1	1	20
49	3	3	1	3	5	2	5	2	2	6	32
50	3	3	1	3	4	2	4	3	2	6	31
51	3	2	1	3	3	2	5	2	2	4	27
52	3	3	1	3	4	2	4	1	2	6	29
53	3	3	1	3	5	2	5	2	2	5	31
54	3	3	1	3	3	1	1	2	1	1	19
55	3	3	1	3	5	2	5	1	2	6	31
56	3	3	1	3	4	2	4	2	2	4	28
57	3	3	1	3	5	2	5	2	2	6	32
58	3	3	1	3	4	1	1	2	1	1	20
59	3	3	2	3	5	2	5	1	2	6	32
60	3	3	1	3	5	2	4	2	2	6	31
61	3	3	2	3	3	2	5	2	2	1	26
62	3	3	1	3	4	1	1	3	1	6	26
63	3	3	1	3	5	2	5	2	2	6	32
64	3	3	1	3	4	2	5	1	2	4	28
65	3	3	1	3	5	2	5	2	2	6	32
66	3	3	1	3	5	3	5	1	2	6	32

Coefficiente de confiabilidad del cuestionario = 0.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64

Número Mas Probable (NMP) por gramo o ml

Número de tubos positivos		NMP por gramo o mL		Indice de confianza 95%	
0	1:100	1:1000	1:10	Inferior	Superior
0	0	0	<3	<0.5	9
0	0	1	3	<0.5	13
1	1	0	3	<0.5	20
1	0	0	4	1	21
1	0	1	7	1	23
1	1	0	7	3	36
1	1	1	11	3	36
2	2	0	11	1	36
2	0	0	9	3	37
2	0	1	14	3	44
2	1	0	15	7	51
2	1	1	20	4	60
2	2	0	21	10	100
3	2	1	28	4	120
3	0	0	23	7	130
3	0	1	30	15	380
3	0	2	64	7	210
3	1	0	43	14	230
3	1	1	55	30	380
3	1	2	100	15	380
3	2	0	95	30	440
3	2	1	150	25	470
3	2	2	210	36	1300
3	3	0	240	71	2400
3	3	1	460	150	4800
3	3	2	1100		
3	3	3	>2400		

Fuente: Laura (2019).

Figura 18

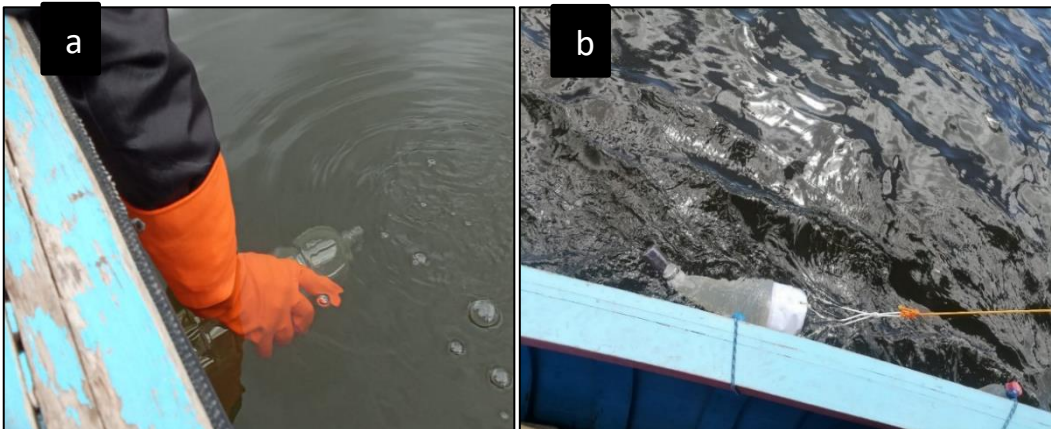
Desembocadura de las aguas residuales en el río Desaguadero



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

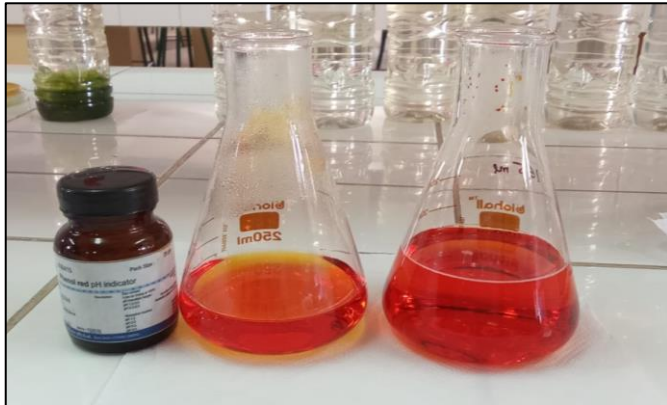
*Toma de muestra de aguas en el río Desaguadero a. Toma de muestra en frascos estériles
b. Toma de muestra de agua con la red de fitoplancton.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

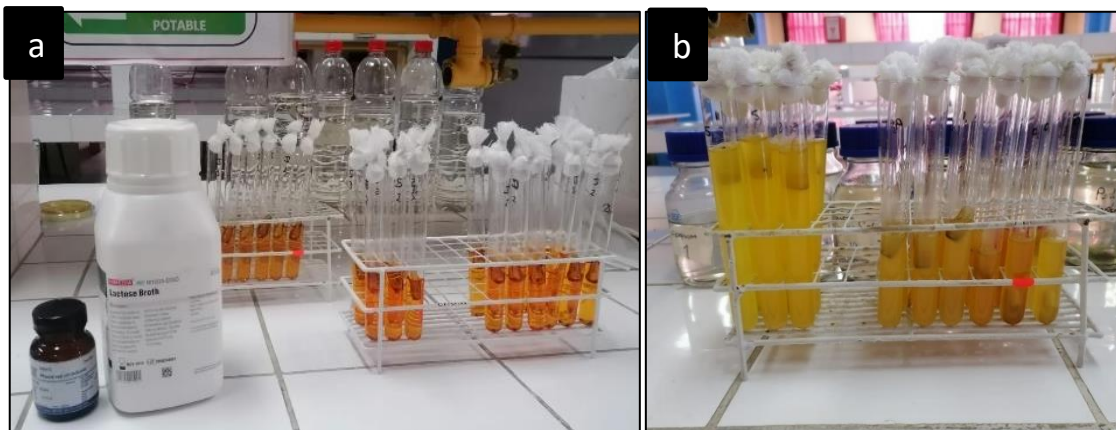
Rojo de fenol indicador de pH, agregado en el Caldo Lactosado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

a. Preparación de caldo lactosado en tubos de doble y simple concentración para la determinación de coliformes b. Fermentación de lactosa y producción de gas de los tubos inoculados con muestras de agua del Rio Desaguadero



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

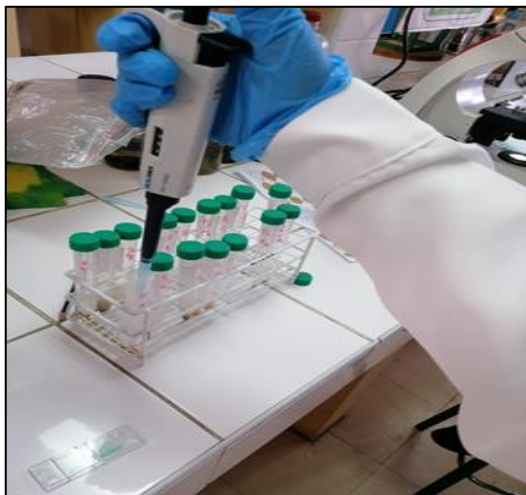
a. Preparacion de caldo verde bilis brillante en tubos de simple y doble concentracion para la determinacion de coliformes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 23

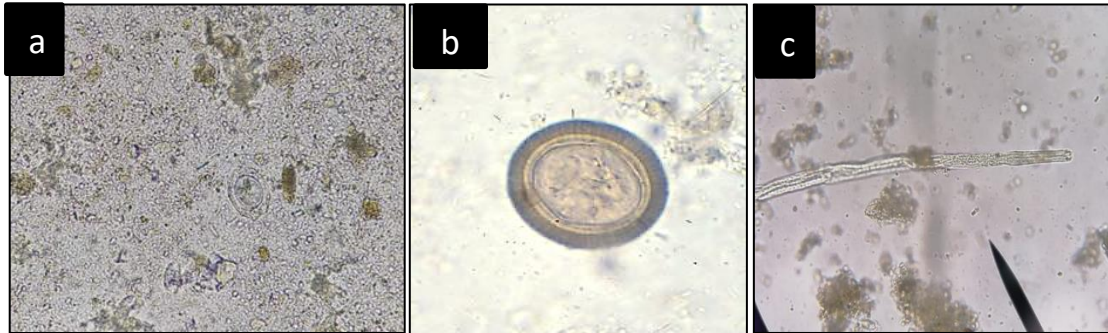
Procesamiento de las muestras para la identificación y recuento de huevos de helmintos en la cámara Mc Master



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24

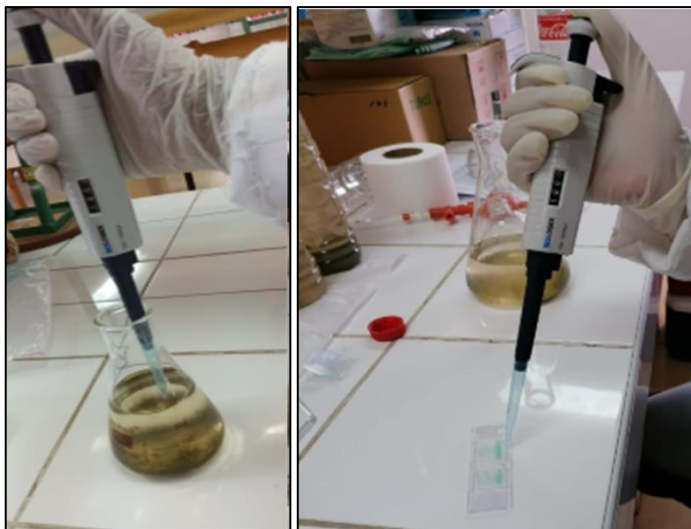
Panel fotográfico de observación de huevos de helmintos y larvas en muestras de agua del río Desaguadero. a. Huevo de Ascaris. b. Huevo de Taenia, c. Helminto en estadio larvario.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25

Procesamiento de las muestra de agua del río Desaguadero para la observación e identificación de fitoplancton



Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Identificación de los géneros de la clase Cyanophyceae **a.** *Oscillatoria* **b.** *Lyngibia*, **c.** *Stygonema*, **d.** *Spyrulina*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27

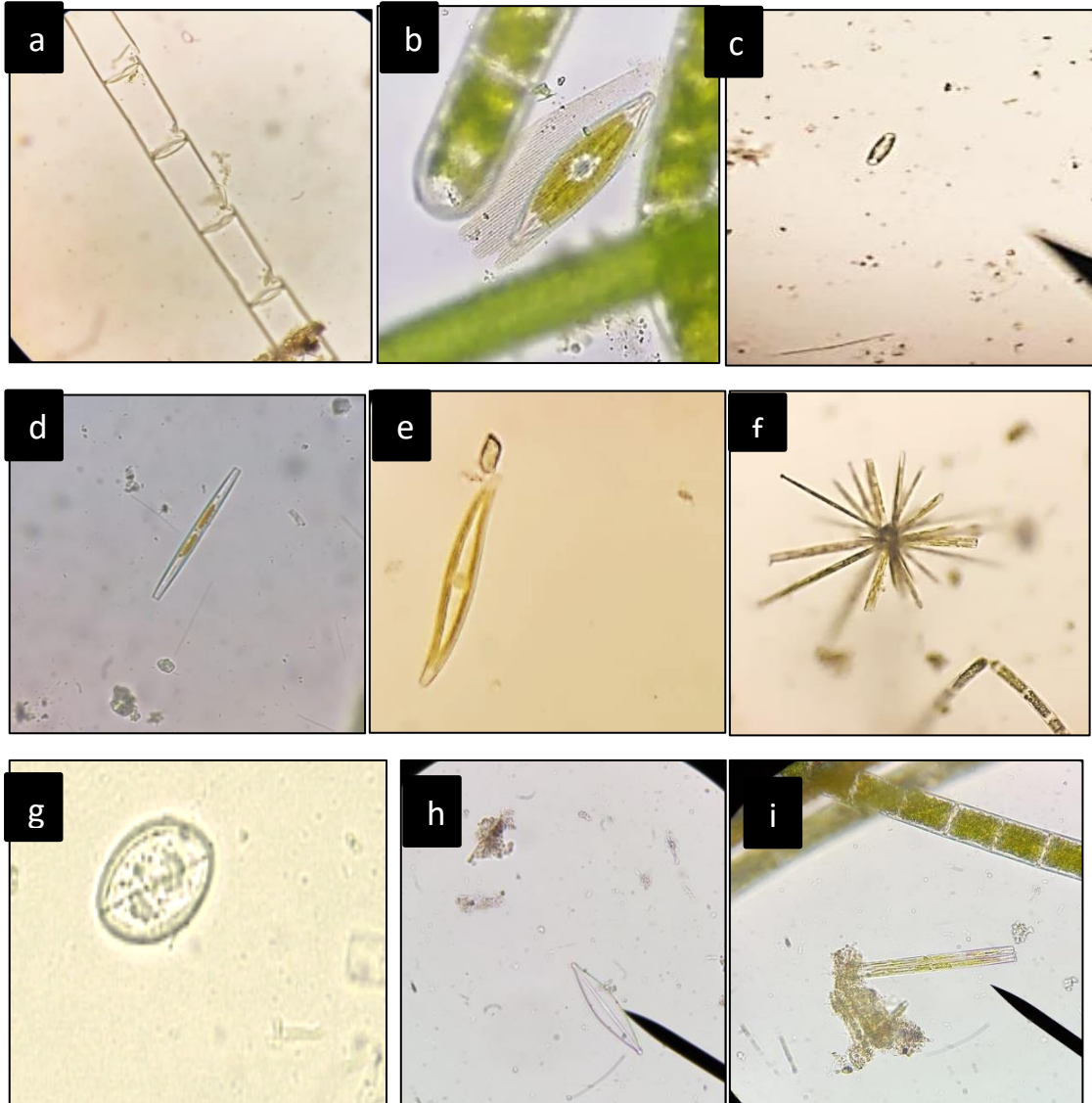
Identificación de los géneros de la clase Chlorophyceae **a.** *Spirogyra* **b.** *Pediastrum*, **c.** *Microspora*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

Identificación de los géneros de la clase Bacillariophyceae **a.** *Aulacoseira*, **b.** *Navicula*,
c. *Sellaphora*, **d.** *Nitzschia*, **e.** *Gyrosigma*, **f.** *Tabellaria*, **g.** *Cocconeis*, **h.** *Plagiotropis* **i.**
Fragilaria,



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Determinación de los parámetros físicos y químicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

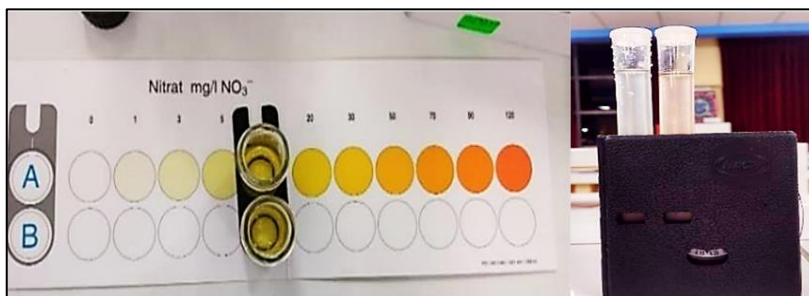
Procesamiento de las muestras de agua para la determinación de sulfatos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Determinación de nitratos por el método colorimétrico



Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Encuesta a los pobladores que viven a riveras del rio Desaguadero



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33

Claves dicotómicas para la identificar los géneros de la clase Bacillariophyceae

b. Paredes celulares con ornamentaciones granulares y a menudo con espinas en el extremo (a menudo se observa mejor al final del filamento). Formando un filamento continuo y no en pares.....	Aulacoseira
28. a. Células con septos o costillas internas.....	29
b. Células sin septos internos.....	Fragilaria
29. a. Células rectangulares o tabulares en vista normal, a veces unidas formando colonias en zig-zag. Cuando se ven individualmente y no como una cadena, las valvas a menudo muestran una región media o central fuertemente hinchada. Células sin costillas pero con septos internos que pueden ser claramente visibles.....	Tabellaria
80. a. Frústulos con septos internos longitudinales pero sin costillas. En visión valvar se observan pequeños engrosamientos polares y centrales más anchos.....	Tabellaria , en parte (ver 28)
137. a. Superficie con 2 áreas diferenciadas de ornamentación. Área central punteada y externa estrellada o acostillada.	Cyclotella
b. Marcas valvares no en dos zonas diferenciadas.....	138
140. a. Células formando un típico filamento. Células muchas veces más largas que anchas. Una larga espina visible al final del filamento.....	Aulacoseriagranulatavar. angustissima
b. Células diferentes.....	141
141. a. Células con dos largas espinas por célula. Una en cada lado.....	142
b. Células con cuatro largas espinas por célula. Dos en cada lado.....	143
146. a. Valvas engrosadas en el centro y con polos ligeramente engrosados. Isopolares.....	Tabellaria



149. a. Células sigmoidales, anchas en la parte central y estrechándose hacia los ápices. Generalmente bastante grandes (más de 70 μm). Dos grandes cloroplastos laminares, uno a cada lado del eje longitudinal.	Gyrosigma
b. Células estrechas y sigmoidales, solo ligeramente cónicas hacia los extremos. Márgenes longitudinales del frústulo más o menos paralelos. Un cloroplasto o si hay dos uno a cada lado del centro.	150
150. a. Células largas (hasta 200 μm) y estrechas (6-9 μm). Un cloroplasto largo laminar. Alrededor del margen celular se puede ver una línea de puntos.	Stenopterobia
b. Células largas pero más anchas (más de 10 μm de ancho). Dos cloroplastos laminares, uno encima y otro debajo del área central.	Nitzschia sigmoidea
152. a. Células ampliamente elípticas-ovales, una valva con verdadero rafe, la otra con un pseudorafe. Células isopolares. Un cloroplasto en forma de C.	Cocconeis
b. Células más estrechamente elípticas ovoides o alargadas. Heteropolares o isopolares. Uno o más cloroplastos no en forma de C.	153
156. a. Células isopolares.	Surirella grupo a
b. Células heteropolares.	Surirella grupo b
157. a. Células lunadas, como un gajo de naranja, con un margen fuertemente convexo y el otro cóncavo o casi recto, isopolares.	158
b. Células diferentes.	165
158. a. Células fuertemente lunadas o claramente curvadas en visión valvar.	159
b. Células más ligeramente lunadas con ambos márgenes mostrando curvaturas más suavemente convexas.	161
o. Rafe cercano a la superficie dorsal pero sin forma de V.	Rhopalodia
179. a. Células sin costillas transversas o septos. En visión valvar las células tienen una parte central engrosada.	Tabellaria , en parte (ver 29)
b. Células con fuertes septos y costillas menos claramente definidas.	180
181. a. Colonias estrelladas, células muchas más veces más anchas que largas, rectangulares, (extremos recortados en visión comisural), septadas, valvas ensanchadas en el centro.	Tabellaria (ver 29 y 146)
b. Células más anchas, rectangulares en visión comisural, varios cloroplastos discoidales.	Fragilariaforma
192. a. Dos cloroplastos por célula, uno a cada lado del eje central. Hay una serie de puntos visibles a lo largo de un margen.	Nitzschia
b. Cloroplastos diferentes. Sin puntos carinales.	193
193. a. Uno o dos cloroplastos laminares o en forma de H, el pirenoides o grandes gotas pueden estar presentes en el cloroplasto.	194
b. Cloroplasto diferente.	195



200. a. Estrías con aspecto de costilla.....	Pinnularia
b. Estrías más finas y sin forma de costilla.....	201
201. a. El rafesitúa en una cresta engrosada.....	202
b. El rafe no se sitúa en una cresta engrosada.....	Navicula
b. Células más alargadas, cloroplasto no lobulado.....	Frustulia
204. a. Células ovoides a esféricas.....	205
b. Células de otra forma.....	210
205. a. Células con espinas.....	206
b. Células sin espinas.....	209
206. a. Células esféricas o solo ligeramente ovales.....	207
b. Células ovales a elípticas.....	208

Fuente: Dos Santos (2016).

Figura 34

Claves dicotómicas para la identificar los géneros de la clase Cyanophyceae

30. a. Cloroplastos formando una clara banda espiral en la célula.....	Spirogyra
b. Cloroplastos no en forma de banda espiral.....	31
39. a. Paredes celulares gruesas a menudo estratificadas, hechas de dos mitades superpuestas que se pueden romper en piezas en forma de H. El extremo de las células terminales es generalmente en forma de H. Pirenoides ausentes.....	Microspora
b. Paredes celulares distintas a las anteriores. Pirenoides presentes.....	40
42. a. Cloroplasto en forma de sillín, ocupando más de la mitad de la periferia celular.....	Ulothrix
72. a. Cloroplasto verde y acopado, producto de reserva almidón. Células incluidas en mucílago que obviamente se extiende más allá de las células en el borde de la colonia. Las células tienen dos flagelos de igual longitud.....	Pandorina
93. a. Colonias flotantes.....	Pediastrum
b. Colonias fijadas a una superficie.....	94
94. a. Al menos alguna de las células con setas.....	95
100. a. Células generalmente ovales a menudo con un engrosamiento o nódulo polar claramente observable en cada extremo. La pared celular materna cuando está presente está más o menos entera y rodea 2-4-8 células hijas. Células de 4-50 µm de longitud.....	Oocystis

Fuente: Dos Santos (2016).



Figura 35

Claves dicotómicas para identificar los géneros de la clase Chlorophyceae

b. Con ramificaciones verdaderas	Stigonema
44. a. Con ramificaciones falsas.....	45
b. Falsas ramificaciones mayormente ausentes (puede aparecer raramente en Rivularia, pero este género es fácilmente diferenciable por sus tricomas estrechados).....	46
53. a. Tricomas formando un cilindro regularmente espiraloide en el cual las células individuales son difícilmente distinguibles.....	Spirulina
b. Los tricomas no forman una espiral regular y definida. Las células individuales del tricoma generalmente se distinguen.....	54
54. a. Tricomas sin vaina.....	Oscillatoria
b. Tricomas envueltos en una vaina.....	55
55. a. Tricomas aislados o de vida libre. Vaina delicada pero firme (raramente espesa).....	Lyngbya
58. a. Células dispuestas en series rectilíneas, con frecuencia en grupos de cuatro, formando una lámina de una célula de espesor, colonias a menudo formadas por muchas células.....	Merismopedia
b. Células no como las anteriores sino individuales o en colonias esféricas, ovoides o irregulares, pero en 3 dimensiones y no en un plano.....	59
59. a. Las células de las colonias forman distintas esferas huecas con las células dispuestas regularmente alrededor de la periferia.....	60
b. Células individuales o formando colonias no huecas (a lo sumo clatradas).....	63

Fuente: Dos Santos (2016).



Figura 36

Ficha de encuesta de la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río

Desaguadero

Ficha de recolección de Datos

DATOS DE LOS CIUDADANOS

- Edad:
- Sexo:

Lugar de procedencia:

- Rural ()
- Urbano ()

1. **¿Cree usted que existe una contaminación ambiental del río Desaguadero?** a) Leve
b) Moderada
c) Alta

2. **Usted cree que existe mayor contaminación del río Desaguadero por:**

- a) Residuos sólidos
- b) Vertidos de combustibles
- c) Descarga de aguas residuales
- d) Fertilizantes
- e) Detergentes

3. **¿En qué época del año cree usted que existe mayor contaminación del río**

Desaguadero? a) Época de lluvias

- b) Época de sequías
- c) Época de vientos

4. **¿Existe la emisión de olores desagradables y tóxicos durante el día a causa de la contaminación del río Desaguadero?**

- a) Leve
- b) Moderada
- c) Alta

5. **¿Qué malestares presentó usted a consecuencia de los malos olores emitidos por la contaminación del río Desaguadero?**

- a) Dolor de cabeza
- b) Náuseas
- c) Dolor estomacal
- d) Mareos
- e) Otros
- f) Ninguno

6. **¿Con que frecuencia utiliza el agua del río Desaguadero?**

1



- a) A veces
- b) Siempre
- c) Nunca

7. ¿Qué usos domésticos realiza con las aguas del río Desaguadero?

- a) Lavado de ropa
- b) Lavado de utensilios de cocina
- c) Lavado de alimentos
- d) Higiene personal
- e) Preparación de alimentos
- f) Servicios higiénicos

8. ¿Antes de utilizar, usted realiza la cloración o desinfección del agua del río Desaguadero?

- a) A veces
- b) Siempre
- c) Nunca

9. ¿Usted presentó algún síntoma después de haber utilizado el agua del río Desaguadero? a) Si

- b) No

10. ¿Qué signos y síntomas presentó después de haber utilizado el agua del río Desaguadero?

- a) Dolor de cabeza
- b) Dolor estomacal
- c) Diarrea
- d) Fiebre
- e) Vómitos
- f) Ronchas, escozor y enrojecimiento de la piel

Fuente: Elaboración propia



Firmado digitalmente por BUTRON
PINAZO Sandra Beatriz FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03.03.2024 17:28:48 -05:00



Juan Pablo
Huarachi
Valencia



Universidad Nacional del Altiplano
Facultad de Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria - Teléfono 36 6189 - Apartado Postal 291



CONSTANCIA N° 032-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

HACE CONSTAR.

Que, la Bachiller ROSARIO CALIZAYA LLANOS, egresada de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado "PARÁMETROS, FÍSICOS, QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS, PARASITOLÓGICOS, FITOPLANCTON DEL RIO DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO, PUNO", en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en los meses de febrero, marzo y abril del 2024.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 21 de junio del 2024



Dr. BELSARIO MANTILLA MENDOZA
DECANO

cc
Archivo 2024
@Mantilla



CONSTANCIA N° 033-2024-D-FCCBB-UNA

EL QUE SUSCRIBE, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

HACE CONSTAR.

Que, la Bachiller YADHIRA MEDELIZ CHILA CHOQUE, egresada de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ha realizado su trabajo de investigación (tesis), titulado “**PARÁMETROS, FÍSICOS, QUÍMICOS, BACTERIOLÓGICOS, PARASITOLÓGICOS, FITOPLANCTON DEL RIO DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO, PUNO**”, en el Laboratorio de Microbiología Clínica, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, en los meses de febrero, marzo y abril del 2024.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 21 de junio del 2024



Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA
DECANO



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Rosario Calizaya Llanos,
identificado con DNI 75875777 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, parasitológicos, fitoplancton y la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero, provincia de Chucuito Puno 2024"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

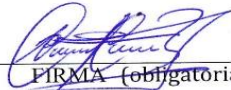
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de junio del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Rosario Calizaya Llanos,
identificado con DNI 75875777 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, parasitológicos
fitoplancton y la percepción de los ciudadanos frente
a la contaminación del río Desaguadero provincia Chucuito Puno
2024"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Junio del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Yadhira Medeliz Chila Choque,
identificado con DNI 74203298 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, parasitológicos, fitoplancton y la percepción de los ciudadanos frente a la contaminación del río Desaguadero, provincia de Chucuito, Puno - 2024"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Yadhira Medeliz Chila Choque,
identificado con DNI 74203298 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
de Biología

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“Parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, parasitológicos,
fitoplancton y la Percepción de los ciudadanos frente a la
contaminación del río Desaguadero, provincia de Chucuito, Puno-2024”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella