Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Evaluación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del Río Huaura, en el periodo 2015-2022

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor
Guillermo Eduardo Becerra Fonseca

Asesor
M(o). José Miguel Montemayor Mantilla



Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Guillermo Eduardo Becerra Fonseca	47455625	11/08/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
M(o) José Miguel Montemayor Mantilla	15611342	https://orcid.org/0000-0003-1549-6953
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Mg. Eroncio Mendoza Nieto	06723932	https://orcid.org/0000-0002-4850-2777
M(o). María del Rosario Grados Olivera	15736587	https://orcid.org/0000-0002-3004-0252
Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	https://orcid.org/0000-0002-4204-7320



2026-055903 GUILLERMO EDUARDO BECERRA FON...

Evaluación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura, en el periodo 2015-2022

UI-FIAIAyA PREGRADO 2026

Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trnoid:::1:3615558198

Fecha de entrega

22 jul 2026, 11:28 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 jul 2026, 11:35 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

_Final Tesis_v4_.pdf

Tamaño del archivo

23.3 MB

385 páginas

100.885 palabras

485.750 caracteres

turnitin Página 2 de 390 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trnoid:::1:3615558198

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, sin incluir las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

10% Fuentes de Internet

11% Publicaciones

5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos revisar para asegurarse de que la entrega es correcta.

DEDICATORIA

En memoria de mi abuelo José, quien me enseñó que los grandes caminos empiezan con el coraje de dar el primer paso. Partiste de tu pueblo buscando un futuro mejor, encontraste en el camino a una mujer extraordinaria que te acompañó hasta el final, y juntos formaron una gran familia que hoy te recuerda con profundo orgullo y amor. Este trabajo lleva tu nombre, porque este logro también es tuyo.

G. Becerra

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a mi asesor por su acompañamiento durante este trabajo, a mi familia por su apoyo incondicional, a mis amigos de toda la vida, a los docentes de esta casa de estudios que me formaron en esta extraordinaria carrera, y a mis mentores de estos años de vida laboral; a todos ustedes agradezco los valiosos conocimientos, valores y criterios para continuar mi camino profesional.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
INDICE vii
INDICE DE TABLAS x
INDICE DE FIGURAS xiii
RESUMEN 18
ABSTRACT 19
INTRODUCCIÓN 20
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 21
1.1. Descripción de la realidad problemática 21
1.2. Formulación del problema 24
1.2.1. Problema General 24
1.2.2. Problemas Específicos 24
1.3. Objetivos de la investigación 25
1.3.1. Objetivo general 25
1.3.2. Objetivos específicos 25
1.4. Justificación de la investigación 25
1.4.1. Justificación económica 25
1.4.2. Justificación social 26
1.4.3. Justificación ambiental 26
1.5. Delimitación del estudio 27
1.5.1. Delimitación espacial 27
1.5.2. Delimitación temporal 29
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 30
2.1. Antecedentes de la investigación 30

2.1.1. Antecedentes Internacionales 30
2.1.2. Antecedentes Nacionales 35
2.2. Bases Teóricas 37
2.3. Bases filosóficas 51
2.4. Definición de términos básicos 51
2.5. Hipótesis de investigación 54
2.5.1. Hipótesis general 54
2.5.2. Hipótesis específicas 54
2.6. Operacionalización de variables 54
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 56
3.1. Diseño metodológico 56
3.2. Población y muestra 56
3.2.1. Población 56
3.2.2. Muestra 56
3.3. Técnicas de recolección de datos 57
3.3.1. Revisión documental 57
3.3.2. Verificación en campo 57
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información 58
3.4.1. Sistematización de datos y determinación del índice de calidad 58
3.4.2. Consolidación de inventario de fuentes contaminantes 65
3.4.3. Análisis espacial de la calidad del agua y las fuentes contaminantes 66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 67
4.1. Análisis de resultados 67
4.1.1. Descripción general del área de estudio 67
4.1.2. Determinación de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los ECA para agua en el río Huaura 80
4.1.3. Identificación de posibles tendencias en el índice ICARHS del río Huaura 167

4.1.4. Relación entre las fuentes contaminantes y la tendencia observada de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura 176
4.2. Contrastación de hipótesis 189
4.2.1. Contrastación de hipótesis general 189
4.2.2. Contrastación de hipótesis específicas 190
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 197
5.1. Excedencia de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua 197
5.1.1. Análisis espaciotemporal de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos 197
5.1.2. Análisis del cumplimiento de los ECA Agua 200
5.2. Variación de los índices de calidad ambiental de río Huaura 201
5.3. Relación entre la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura y sus fuentes contaminantes 206
5.4. Discusión complementaria sobre las limitaciones de información disponible 208
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 211
6.1. Conclusiones 211
6.2. Recomendaciones 213
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 215
ANEXOS 221

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Límites geográficos del área de estudio 28
Tabla 2 Operacionalización de variables 55
Tabla 3 Parámetros de calidad de agua para la determinación del ICARHS 60
Tabla 4 Escala de valoración del ICARHS 64
Tabla 5 Coordenadas de ubicación y detalle de estaciones de monitoreo evaluadas 75
Tabla 6 Ámbito político del recorrido del río Huaura 76
Tabla 7 Selección de parámetros a sistematizar 82
Tabla 8 Recuento de datos totales para análisis 83
Tabla 9 Recuento de datos censurados y ausentes por parámetro 84
Tabla 10 Estadísticos descriptivos de parámetros de calidad de agua del río Huaura, periodo 2015-2022, por total de estaciones 89
Tabla 11 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de DBO_5 90
Tabla 12 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de DQO 91
Tabla 13 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de oxígeno disuelto 92
Tabla 14 Resultado de pruebas de normalidad para Coliformes termotolerantes 94
Tabla 15 Resultado de pruebas de normalidad para pH 95
Tabla 16 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Aluminio (Al) 96
Tabla 17 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Arsénico (As) 97
Tabla 18 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Cobre 98
Tabla 19 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Hierro 99
Tabla 20 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de manganeso (Mn) 100
Tabla 21 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Plomo 101
Tabla 22 Resultado de pruebas de normalidad para datos de conductividad eléctrica 102
Tabla 23 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de temperatura 103
Tabla 24 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Fósforo total 104
Tabla 25 Resultado de pruebas de normalidad para datos de Nitratos + Nitritos (N) 105
Tabla 26 Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Zinc 106
Tabla 27 Concentraciones de DBO_5 (mg/L), por estación y campaña 107
Tabla 28 Concentraciones medias anuales de DBO_5 (mg/L) 108
Tabla 29 Concentraciones de DQO (mg/L), por estación y campaña 110
Tabla 30 Concentraciones medias anuales de DQO (mg/L) 111

Tabla 31 Concentraciones de Oxígeno disuelto (mg/L), por estación y campaña 112
Tabla 32 Concentraciones medias anuales de DQO (mg/L) 113
Tabla 33 Concentraciones de Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), por estación y campaña 115
Tabla 34 Concentraciones medias anuales de C. Termotolerantes (NMP/100 mL)..... 116
Tabla 35 Concentraciones de pH, por estación y campaña 117
Tabla 36 Valores medios anuales de potencial de hidrógeno (pH) 119
Tabla 37 Concentraciones de Aluminio (mg/L), por estación y campaña 120
Tabla 38 Concentraciones medias anuales de Aluminio (mg/L)..... 121
Tabla 39 Concentraciones de Arsénico (mg/L), por estación y campaña 123
Tabla 40 Concentraciones medias anuales de Arsénico (mg/L)..... 124
Tabla 41 Concentraciones de Cadmio (mg/L), por estación y campaña 125
Tabla 42 Concentraciones de Cobre (mg/L), por estación y campaña 126
Tabla 43 Concentraciones medias anuales de cobre (mg/L) 127
Tabla 44 Concentraciones de Hierro (mg/L), por estación y campaña 129
Tabla 45 Concentraciones medias anuales de hierro (mg/L)..... 130
Tabla 46 Concentraciones de manganeso (mg/L), por estación y año 131
Tabla 47 Concentraciones medias anuales de manganeso (mg/L) 132
Tabla 48 Concentraciones de plomo (mg/L), por estación y año 134
Tabla 49 Concentraciones medias anuales de plomo (mg/L)..... 135
Tabla 50 Niveles de conductividad eléctrica (µS/cm), por estación y campaña 136
Tabla 51 Niveles medios de conductividad eléctrica (µS/cm), por año 137
Tabla 52 Valores de temperatura (ºC), por estación y campaña..... 139
Tabla 53 Valores medios de temperatura (ºC), por año..... 140
Tabla 54 Concentraciones medias de fósforo total (mg/L), por estación de monitoreo... 141
Tabla 55 Concentraciones medias de fósforo total (mg/L), por año 142
Tabla 56 Concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N (mg/L), por estación y campaña . 144
Tabla 57 Concentraciones medias de Nitratos-N + Nitritos-N (mg/L), por año 145
Tabla 58 Concentraciones de zinc (mg/L), por estación y campaña 147
Tabla 59 Concentraciones medias de zinc (mg/L), por año 148
Tabla 60 Parámetros que exceden los ECA Agua por estación y zona de cuenca 164
Tabla 61 Conteo de parámetros que exceden los ECA Agua por año y total..... 165
Tabla 62 Agrupamiento y evaluación de datos históricos para cálculo de ICARHS 168
Tabla 63 Resultados de cálculo de ICARHS para estaciones en cuenca alta..... 169

Tabla 64 Resultados de cálculo de ICA-RHS para estaciones en cuenca media..... 170
Tabla 65 Resultados de cálculo de ICA-RHS para estaciones en cuenca baja..... 170
Tabla 66 Resumen de valores del índice ICARHS por estación de monitoreo 171
Tabla 67 Resultados de la prueba de tendencias de Mann-Kendall 174
Tabla 68 Vertimientos no autorizados identificados en el ámbito de estudio 179
Tabla 69 Afloramientos de aguas naturales contaminantes de la cuenca Huaura 180
Tabla 70 Fuentes contaminantes difusas de la cuenca del río Huaura 182
Tabla 71 Resumen del inventario de fuentes contaminantes complementado 182
Tabla 72 Número de fuentes contaminantes por tipo y por estación vinculada 184
Tabla 73 Volúmenes de vertimientos no autorizados por estación vinculada..... 185
Tabla 74 Vertimientos autorizados en el ámbito de la cuenca del río Huaura 186
Tabla 75 Volumen de vertimientos autorizados por sector y tipo de efluente 187
Tabla 76 Resumen de frecuencia de excedencia anual del ECA..... 191
Tabla 77 Resumen de prueba estadística de Mann-Kendall para α=0,10..... 193
Tabla 78 Correlación de valores promedio de ICA-RHS y fuentes contaminantes 195
Tabla 79 Matriz de consistencia de la investigación 222
Tabla 80 Matriz de revisión documental de la investigación 237
Tabla 81 Estadísticas comparativas por método de imputación para DQO 255
Tabla 82 Estadísticas comparativas por método de imputación para C.T. 255
Tabla 83 Estadísticas comparativas por método de imputación para Arsénico..... 255
Tabla 84 Estadísticas comparativas por método de imputación para Cobre 256
Tabla 85 Estadísticas comparativas por método de imputación para plomo..... 256
Tabla 86 Estadísticas comparativas por método de imputación para fósforo total 256
Tabla 87 Estadísticas comparativas por método de imputación para Nitratos-N + Nitritos-N..... 257
Tabla 88 Estadísticas comparativas por método de imputación para zinc 257
Tabla 89 Valores observados y valores imputados por imputación múltiple (IM) 259
Tabla 90 Inventario de fuentes contaminantes complementado..... 320
Tabla 91 Inventario de vertimientos y reúsos declarados en el RUPAP (En proceso de adecuación)..... 335
Tabla 92 Inventario de vertimientos y reúsos de aguas residuales tratadas 336

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Ubicación del área de estudio – cuenca del río Huaura 28
Figura 2 Ubicación del río Huaura y principales tributarios 29
Figura 3 Esquema de determinación de subíndices y del valor del ICARHS 65
Figura 4 Subcuencas de la cuenca del río Huaura 68
Figura 5 Perfil altitudinal del río Huaura 69
Figura 6 Esquema topológico del río Huaura y principales tributarios 71
Figura 7 Clasificación del río Huaura y principales tributarios 72
Figura 8 Ubicación de estaciones de monitoreo evaluadas en el río Huaura 74
Figura 9 Distribución de población por centro poblado y número de habitantes en la cuenca del río Huaura 77
Figura 10 Distribución de infraestructura hidráulica y áreas agrícolas bajo riego en la cuenca del río Haura 78
Figura 11 Principales yacimientos y concesiones mineras de la cuenca del río Huaura 79
Figura 12 Variación del número de estaciones programadas y ejecutadas 81
Figura 13 Diagrama de cajas y bigotes para DBO_5, por estación 107
Figura 14 Diagrama de cajas y bigotes para DBO_5, por año 108
Figura 15 Diagrama de cajas y bigotes para DQO, por estación 110
Figura 16 Diagrama de cajas y bigotes para DQO, por año 111
Figura 17 Diagrama de cajas y bigotes para oxígeno disuelto, por estación 112
Figura 18 Diagrama de cajas y bigotes para oxígeno disuelto, por año 113
Figura 19 Diagrama de cajas y bigotes para coliformes termotolerantes, por estación ... 115
Figura 20 Diagrama de cajas y bigotes para coliformes termotolerantes, por año 116
Figura 21 Diagrama de cajas y bigotes para pH, por estación 118
Figura 22 Diagrama de cajas y bigotes para pH, por año 119
Figura 23 Diagrama de cajas y bigotes para aluminio, por estación de monitoreo 121
Figura 24 Diagrama de cajas y bigotes para aluminio, por año 122
Figura 25 Diagrama de cajas y bigotes para arsénico, por estación 123
Figura 26 Diagrama de cajas y bigotes para arsénico, por año 124
Figura 27 Diagrama de cajas y bigotes para cobre, por estación 127
Figura 28 Diagrama de cajas y bigotes para cobre, por año 128
Figura 29 Diagrama de cajas y bigotes para hierro, por estación 129

Figura 30 Diagrama de cajas y bigotes para hierro, por año 130
Figura 31 Diagrama de cajas y bigotes para manganeso, por estación 132
Figura 32 Diagrama de cajas y bigotes para manganeso, por año..... 133
Figura 33 Diagrama de cajas y bigotes para plomo, por estación 134
Figura 34 Diagrama de cajas y bigotes para plomo, por año 135
Figura 35 Diagrama de cajas y bigotes para conductividad eléctrica, por estación 137
Figura 36 Diagrama de cajas y bigotes para conductividad eléctrica, por año 138
Figura 37 Diagrama de cajas y bigotes para temperatura, por estación 139
Figura 38 Diagrama de cajas y bigotes para temperatura, por año 140
Figura 39 Diagrama de cajas y bigotes para fósforo total, por estación..... 142
Figura 40 Diagrama de cajas y bigotes para fósforo total, por año 143
Figura 41 Diagrama de cajas y bigotes para Nitratos-N + Nitritos-N, por estación 144
Figura 42 Diagrama de cajas y bigotes para Nitratos-N + Nitritos-N, por año..... 145
Figura 43 Diagrama de cajas y bigotes para zinc, por estación..... 147
Figura 44 Diagrama de cajas y bigotes para zinc, por año 148
Figura 45 Comparación de niveles de DBO_5 con ECA Agua 149
Figura 46 Comparación de niveles de DQO con ECA Agua vigentes 150
Figura 47 Comparación de niveles de oxígeno disuelto con ECA Agua 151
Figura 48 Comparación de niveles de coliformes termotolerantes con ECA Agua..... 152
Figura 49 Comparación de valores de pH con ECA Agua..... 153
Figura 50 Comparación de niveles de Aluminio con ECA Agua 154
Figura 51 Comparación de niveles de Arsénico con ECA Agua 155
Figura 52 Comparación de niveles de Cadmio con ECA Agua 156
Figura 53 Comparación de niveles de cobre con ECA Agua..... 157
Figura 54 Comparación de niveles de hierro con ECA Agua 158
Figura 55 Comparación de niveles de manganeso con ECA Agua..... 159
Figura 56 Comparación de niveles de plomo con ECA Agua 160
Figura 57 Comparación de conductividad eléctrica con ECA Agua..... 161
Figura 58 Comparación de niveles de Nitratos + Nitritos (Como N) con ECA Agua 162
Figura 59 Comparación de niveles de zinc con ECA Agua 163
Figura 60 Número de excedencias del ECA Agua por parámetro y año evaluado 165
Figura 61 Frecuencia relativa de excedencias del ECA Agua por parámetro y año evaluado..... 166
Figura 62 Evolución del porcentaje de datos evaluados que exceden el ECA Agua 167

Figura 63 Variación temporal del ICARHS para la estación RSura 1..... 172
Figura 64 Variación temporal del ICARHS para la estación RQuic 2……. 172
Figura 65 Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 1……... 172
Figura 66 Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 5…….……173
Figura 67 Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 2……... 173
Figura 68 Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 3 ……... . 173
Figura 69 Distribución espacial de tendencias del ICARHS del río Huaura, periodo 2018-2022, para α = 0.05 175
Figura 70 Distribución espacial de tendencias del ICARHS del río Huaura, periodo 2018-2022, para α = 0.10 175
Figura 71 Clasificación de fuentes contaminantes para la cuenca Huaura 177
Figura 72 Distribución de fuentes contaminantes por estación de monitoreo vinculada . 184
Figura 73 Variación temporal de los volúmenes de vertimientos autorizados de la cuenca del río Huaura, por sector. 187
Figura 74 Evolución espacial del índice ICARHS a lo largo del río Huaura. 203
Figura 75 Dispersión de observaciones de Zinc vs valores imputados 258
Figura 76 Estación RSura 1 en río Surasaca..... 341
Figura 77 Vista panorámica de río Surasaca en estación RSura 1..... 341
Figura 78 Registro de datos de estación RSura 1 342
Figura 79 Toma panorámica aguas debajo de estación RSura 1 342
Figura 80 Estación RQuic 1 en río Quichas 343
Figura 81 Registro de datos de estación RQuic 1 343
Figura 82 Toma general de estación RQuic 1..... 344
Figura 83 Toma hacia aguas abajo de estación RQuic 1..... 344
Figura 84 Estación RHuau 1 en río Huaura, aguas abajo de centro poblado Viroc 345
Figura 85 Registro de datos de estación RHuau 1..... 345
Figura 86 Vista de río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 1 346
Figura 87 Vista del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 1..... 346
Figura 88 Estación RHuau 5 en río Huaura, altura de puente Alco..... 347
Figura 89 Registro de datos de estación RHuau 5 347
Figura 90 Toma del río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 5 348
Figura 91 Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 5 348
Figura 92 Estación RHuau 2 en río Huaura, aguas debajo de bocatoma Quípico..... 349
Figura 93 Registro de datos de estación RHuau 2 349

Figura 94 Toma panorámica del río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 2 350
Figura 95 Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 2 350
Figura 96 Estación RHuau 3 en río Huaura, aguas debajo de bocatoma de CD Carquín. 351
Figura 97 Registro de datos de estación RHuau 5 351
Figura 98 Toma panorámica del río Huaura hacia la ubicación de la estación RHuau 3 . 352
Figura 99 Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 3 352
Figura 100 Represamiento río Quichas, punto de desvío hacia sector Gazuna..... 353
Figura 101 Piscigranja margen izquierdo río Quichas, aguas arriba de RQuic 1 354
Figura 102 Labor minera margen izq. de río Quichas, aguas debajo de C.P. Quichas 355
Figura 103 Labor minera margen derecha de río Huaura, aguas abajo de C.P. Oyón. 356
Figura 104 Río Huaura aguas abajo de botadero sector Moroc en Pachangará 356
Figura 105 Afloramiento de aguas termales de Baños termales de Viroc 357
Figura 106 Descarga aguas termales marg. der. río Huaura, Baños Churín 357
Figura 107 Represamiento río Huaura aguas abajo Churín, central hidroeléc. Cheves ... 358
Figura 108 Instalaciones de baños de fierro en Churín 358
Figura 109 Acopios de material de descarte. 359
Figura 110 Punto de descarga de aguas turbinadas de central hidroeléctrica Chéves..... 359
Figura 111 Área degradada por residuos sólidos en Sayán..... 360
Figura 112 Descarga de aguas residuales no tratadas de localidad de Sayán. 360
Figura 113 Vista del río Huaura desde el puente de Sayán, hacia aguas abajo..... 361
Figura 114 Descarga de canal abierto con aguas residuales de Azucarera Andahuasi 361
Figura 115 Área degradada por residuos de construcción y demolición..... 362
Figura 116 Área degradada por residuos de construcción y demolición..... 362
Figura 117 Vertimiento de alcantar. no tratado de Sta María, ubi. en puente Huaura 363
Figura 118 Segunda toma de descarga de alcantarillado no tratado de Santa María 363
Figura 119 Vertimiento de alcantarillado no tratado de Huaura, en puente Huaura 364
Figura 120 Segunda toma de descarga de alcantarillado no tratado de Huaura 364
Figura 121 Vertimiento no autorizado de viviendas de sector Carquín Chico..... 365
Figura 122 Vertimiento no autorizado del colector norte de Huacho, en Carquín..... 365
Figura 123 Bocatoma de canal de derivación Quípico en río Huaura (margen derecha). 366
Figura 124 PTAR de centro poblado San José, actualmente en abandono. 366
Figura 125 Campos agrícolas aguas arriba de Sayán 367
Figura 126 Campos agrí. caña de azúcar, alt. de Andahuasi, San José y otros caseríos .. 367
Figura 127 Confluencia del río Quichas(medio) y río Patón, a ciudad de Oyón 368

Figura 128 Confluencia río Huaura (medio) y Checras), aguas abajo de Churín. 368
Figura 129 Río Huaura en cuenca baja, con cauce trenzado de varios brazos. 369
Figura 130 Río Huaura en cuenca baja hacia aguas arriba de desembocadura 369
Figura 131 Toma aguas arriba de desembocadura río Huaura en el o. Pacífico 370
Figura 132 Equipo navegador Garmin GPSMAP 66 371
Figura 133 Mapa modelo para reconocimiento en campo 371
Figura 134 Mapa de ubicación política – Cuenca del río Huaura 373
Figura 135 Mapa de ubicación hidrológica – Cuenca del río Huaura 374
Figura 136 Mapa de parámetros que exceden los ECA Agua 376
Figura 137 Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2018 – Río Huaura 377
Figura 138 Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2019 – Río Huaura 378
Figura 139 Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2020 – Río Huaura 379
Figura 140 Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2021 – Río Huaura 380
Figura 141 Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2022 – Río Huaura 381
Figura 142 Mapa de Fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura 382
Figura 143 Mapa de Resul. de ICARHS y fuentes contaminantes – Alto Huaura..... 383
Figura 144 Mapa de Resultados de ICARHS y fuentes contaminantes – Medio Huaura 384
Figura 145 Mapa de Resultados de ICARHS y fuentes contaminantes – Bajo Huaura... 385

RESUMEN

La cuenca del río Huaura enfrenta crecientes presiones antrópicas que amenazan la calidad de sus recursos hídricos. Esta investigación evaluó la variación espaciotemporal de la calidad del agua y su relación con fuentes contaminantes durante 2015-2022. Se empleó un diseño no experimental, cuantitativo, longitudinal de tendencia y descriptivo-relacional. La población comprendió 7 estaciones de monitoreo del río Huaura, la muestra incluyó 6 estaciones con datos históricos suficientes para el análisis de tendencias. Se sistematizaron 1,044 mediciones de 18 parámetros físico-químicos y microbiológicos provenientes de 10 campañas de monitoreo ejecutadas por la ALA Huaura, y se identificaron 43 fuentes contaminantes a partir del inventario de esta entidad, complementado con fuentes secundarias. Los resultados evidenciaron que el 100% de los años evaluados registraron excedencias del ECA Agua – Categoría 3 en al menos una estación, siendo los coliformes totales el parámetro más crítico. Las estaciones de la cuenca baja concentraron el 58.6% del total de casos de excedencias, mientras que el año 2016 presentó la mayor frecuencia relativa de incumplimientos (11.7%). El índice ICARHS presentó un comportamiento diferenciado espacialmente: las estaciones en entornos poco intervenidos mantuvieron una calidad Buena a excelente (rango: 81-100 puntos), contrastando con estaciones cercanas a los principales centros urbanos que registraron generalmente una calidad Pésima a Regular (rango: 23-79 puntos). La prueba de Mann-Kendall confirmó tendencias crecientes significativas a nivel exploratorio (α=0.10) únicamente en RSura 1 y RHuau 1 (33.3% de estaciones) durante 2018-2022. El análisis correlacional identificó una asociación negativa muy fuerte mediante *Spearman* entre el número de vertimientos no autorizados y el valor del ICARHS ($r = -0.956$, $p = 0.003$). Se concluye que la calidad de los recursos hídricos se encuentra determinada por la distribución espacial de fuentes contaminantes y la capacidad de autodepuración del sistema fluvial, sin una tendencia generalizada de cambio en el periodo evaluado.

Palabras Claves: Calidad de los recursos hídricos, Variabilidad espacial, Variabilidad temporal, Análisis de tendencias, Índices de calidad de agua, Fuentes contaminantes.

ABSTRACT

The Huaura River basin faces growing anthropogenic pressures that threaten the quality of its water resources. This research evaluated the spatiotemporal variation of water quality and its relationship with pollution sources during 2015-2022. A non-experimental, quantitative, longitudinal trend and descriptive-relational design was employed. The population consisted of 7 monitoring stations on the Huaura River; the sample included 6 stations with sufficient historical data for trend analysis. A total of 1,044 measurements of 18 physicochemical and microbiological parameters from 10 monitoring campaigns conducted by the ALA Huaura were systematized and 40 pollution sources were identified from this entity's inventory, supplemented with secondary sources. Results showed that 100% of the evaluated years recorded exceedances of Water Quality Standards - Category 3 at least at one station, with total coliforms being the most critical parameter. Lower basin stations concentrated 58.6% of total exceedance cases, while 2016 presented the highest relative frequency of non-compliance (11.7%). The ICARHS displayed spatially differentiated behavior: stations in minimally disturbed environments maintained "Good" to "Excellent" quality (range: 81-100 points), contrasting with stations near major urban centers that generally registered Poor to Fair quality (range: 23-79 points). The Mann-Kendall test confirmed statistically significant increasing trends at an exploratory level (α=0.10) only at *RSura 1* and *RHuau 1* (33.3% of stations) during 2018-2022. Correlation analysis identified a very strong negative association through Spearman between the number of unauthorized discharges and ICARHS values ($r = -0.956$, $p = 0.003$). It is concluded that water resource quality is determined by the spatial distribution of pollution sources and the self-purification capacity of the fluvial system, with no generalized trend of change during the evaluated period.

Keywords: Quality of its water resources, spatial variability, temporal variability, Trend Analysis, Water Quality Index, contaminants sources.

INTRODUCCIÓN

El río Huaura es el río principal de la cuenca del mismo nombre y destaca por su importancia económica, ambiental y cultural para las provincias de Huaura y Oyón. Desde los primeros asentamientos poblacionales en la cuenca, este río ha representado una importante fuente de agua para los usos poblacionales y usos agrícolas (M.P. de Huaura, 2013); así como también ha permitido el aprovechamiento de otros recursos naturales como la captura de peces y camarones, la obtención de juncos y otros recursos para las poblaciones rurales, y el uso recreativo de sus aguas.

Pese a la importancia de los recursos naturales y servicios ecosistémicos que aporta este río a la región, en las últimas décadas ha sufrido importantes presiones antropogénicas producto de la modificación del cauce y ecosistemas ribereños por la expansión urbana y de tierras agrícolas, la reducción de su disponibilidad de agua por los usos consuntivos (principalmente para fines de riego), el vertido de aguas residuales urbanas, el acopio inadecuado de residuos sólidos en su cauce, la actividad minera y pasivos ambientales en la cabecera de cuenca, entre otros (M.P. de Huaura, 2013; Cuellar et al., 2019).

En la actualidad, el país cuenta con un marco legal e institucional que permite promover mecanismos orientados a un uso eficiente del agua y manejo adecuado de las agua residuales (Aquino, 2017). Si bien esta institucionalidad a través de la descentralización del ANA y la mayor participación de los gobiernos locales, han fortalecido esta gestión en el ámbito de estudio, mediante el monitoreo continuo de la calidad del agua del río Huaura (ANA, 2023) y acciones de fiscalización; aún quedan importantes desafíos, para alcanzar una gestión integrada y sostenible del recurso hídrico en la cuenca.

La presente investigación tiene por finalidad dar a conocer a los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico y a la sociedad civil en general, la variabilidad espacial de la calidad del agua a lo largo del recorrido del río Huaura desde la naciente hasta las ciudades de Huaura y Huacho, su evolución temporal en el periodo 2015-2022, y la relación de la calidad observada con las fuentes contaminantes existentes en la cuenca. Esta información permitirá a los tomadores de decisiones concentrar esfuerzos e inversiones en aquellos sectores más contaminados del río Huaura, y promover intervenciones para garantizar la recuperación y conservación de la calidad del recurso hídrico.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, las cambiantes precipitaciones o el derretimiento de nieve y hielo asociadas al cambio climático están alterando los sistemas hidrológicos, lo que afecta a los recursos hídricos en términos de cantidad, calidad y también, en su dinámica hidrológica. Esto conlleva a que la población en general se encuentre en una condición de muy vulnerable ante un predecible escenario de estrés hídrico, siendo que el Perú se ubica entre los países con mayor probabilidad de escasez de agua dulce para el 2040 (CEPLAN, 2022).

Aunado a este escenario futuro de estrés hídrico, Solanes y Jouravlev (2005) remarcan la importancia que ha adquirido la problemática ambiental en recursos hídricos en los últimos años, y como esta problemática genera frecuentemente conflictos y situaciones muy polémicas, que reflejan una falta de consenso social sobre esta problemática. Como una referencia de la magnitud de esta problemática ambiental, el CEPLAN (2023) destaca en su Informe de análisis prospectivo: Perú: Retos y desafíos globales al 2050, como durante las últimas tres décadas la contaminación del agua fue mayor a otras épocas, siendo afectados casi todos los ríos de África, Asia y América Latina.

La Organización de las Naciones Unidades proyecta para el año 2050 un escenario en que la demanda global de agua para la industria, el hogar y la agricultura se incremente. Para ese año cerca de 6,000 millones de personas sufrirán escasez de agua limpia a raíz de la conjunción de eventos como el incremento de la población, el aumento de la demanda de alimentos, la reducción de los recursos hídricos, así como la creciente contaminación del agua impulsada por la acción humana y las formas vigentes de crecimiento económico.

En materia de control de la contaminación del agua, Solanes y Jouravlev (2005), han señalado que el déficit de este control en la región de América Latina es de gran magnitud, y su solución supone la implementación efectiva de arreglos institucionales orientados a ese propósito y la derivación al tema de importantes recursos financieros, los cuales además compiten con otras inversiones de carácter social o productivo.

El Perú es un país privilegiado por su oferta hídrica natural, disponiendo de un volumen anual promedio de 1’768,512 MMC, y se encuentra entre los 10 países más ricos del mundo por su oferta hídrica per cápita; no obstante, la orografía del país origina que el

97.2% de su oferta hídrica se concentre en la Vertiente del Atlántico, donde apenas se asienta el 30% de la población nacional, mientras que la región de la vertiente del Pacífico que concentra el 65% de la población y alberga a la mayor parte de las grandes ciudades y actividades económicas del país, solo concentra el 1.8% de la oferta hídrica nacional, situación que origina una distribución asimétrica del agua (ANA, 2016 b; FAO, 2020).

Asimismo, la organización mundial World Resources Institute advirtió en 2015 que 33 países enfrentarán estrés hídrico severo para el año 2040, ubicando al Perú dentro del rango de estrés hídrico alto (Aquino, 2017); y de otra parte, el MINAM (2011b) ha reconocido que el deterioro de la calidad de agua es uno de los problemas más graves del país, señalándose entre sus principales causas al vertimiento de efluentes domésticos e industriales a los cuerpos de agua con altas cargas contaminantes, así como el insuficiente y deficiente tratamiento de las aguas residuales domésticas y no domésticas. Como referencia, la SUNASS (2022), ha determinado que al 2020 en el país se realizaba el tratamiento del 77.7% de las aguas residuales recogidas por los servicios de alcantarillado público, lo cual equivale a una descarga de 267,347 miles de m^3/año de aguas residuales sin tratamiento, esto referido al ámbito urbano; considerando además, que no todas las plantas de tratamiento de aguas residuales operativas realizan un tratamiento suficiente y que estos indicadores no incluyen las estadísticas de saneamiento del ámbito rural.

Como resultado, a la problemática de la escasez del recurso hídrico en la región costa, se aúna el deterioro de la calidad de los pocos recursos hídricos disponibles, generando un escenario de inseguridad hídrica y de potencial pérdida de los ecosistemas y servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico.

En el ámbito de la cuenca Huaura, el cuerpo de agua principal es el río Huaura, y también se considera al río Chico como un tributario principal, antes de su confluencia con el río Huaura aguas abajo de la localidad de Sayán. De acuerdo con la ANA (2010), el río Huaura posee un caudal medio mensual que varía entre 11.3 m^3/s en el mes de agosto (época de estiaje) y 59.3 m^3/s en el mes de marzo (época de avenida), con una media multianual de 25.3 m^3/s; mientras que el río Chico cuenta con un caudal medio multianual de 1.8 m^3/s con un mínimo promedio de 0.4 m^3/s en octubre (época de estiaje) y 4.8 m^3/s en el mes de febrero (época de avenida). Según el balance hídrico al 75% de persistencia, determinado en la "Evaluación de recursos hídricos superficiales del río Huaura" (ANA, 2010), se estima al año 2010 de una disponibilidad hídrica superficial de 59 Hm^3/año,

después de descontadas las demandas de la cuenca, siendo este superávit mayor en los meses de avenida, entre enero y abril de cada año.

En el ámbito local, el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huacho (2013-2022), ha recalcado la importancia del río Huaura como un recurso hídrico importante para sostener el abastecimiento de agua de la población y el sostenimiento de la actividad agrícola, pero las inadecuadas prácticas de la actividad minera metálica en la zona alta de la cuenca y la población, por el uso de pesticidas y fertilizantes químicos en la agricultura y por las descargas sin tratamiento de aguas residuales, han conllevado al deterioro de la calidad del agua de este río.

Esto se ve reflejado, por ejemplo, en los resultados del Estudio Geoambiental de la cuenca del Cuenca del río Huaura (INGEMMET, 2010), donde se concluyó que las causas de contaminación en la cuenca se relacionan principalmente con la problemática del sector agroindustrial y a la influencia de las actividades extractivas de recursos minerales sobre el medio ambiente. Entre sus resultados, se remarca que entre los pasivos ambientales más concurrentes en la cuenca corresponden a botaderos de basura dispuestos a la intemperie, tanto de origen municipal como de actividades económicas privadas, y que las aguas residuales de los usos domésticos, industriales, agrícolas y otros, constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos.

Por otra parte, Cuellar et al (2019) ha evidenciado en años posteriores, a partir de monitoreos de aguas superficiales en la cuenca alta del río Huaura, como la concentración de zinc, hierro, manganeso y arsénico, así como también los niveles de Coliformes termo tolerantes y totales se encontraron en niveles que podrían afectar el ecosistema de los ríos de la cuenca. De todos los parámetros evaluados, fueron los coliformes totales y termotolerantes, los que superaron con mayor amplitud a los valores de los estándares de calidad ambiental (ECA Agua), aprobados por D.S. Nº 004-2017-MINAM, con concentraciones encontradas de 4,900 a 49,000 NMP/100 ml, lo cual restringe su uso para actividades de contacto directo y para el uso de actividades de riego y bebida de animales.

Además, la Autoridad Local de Agua Huaura (ALA Huaura), en su XI Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Huaura 13756 (Mayo, 2021), ha señalado como al 2017 se han tenido identificados un total de 162 fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca Huaura, correspondiendo el 77% a vertimientos de aguas residuales domésticas, el 9% a vertimientos de aguas residuales

minero-metalúrgicas, el 8% a vertimientos de aguas residuales industriales y el restante 6% a retornos de aguas residuales agropecuarias; mientras que, por otro lado, se ha tenido registro al 2021 de un total de 12 vertimientos autorizados, de los cuales, 8 correspondieron a vertimientos de aguas residuales industriales tratadas, y 4 a vertimientos de aguas residuales tratadas de origen doméstico y municipal.

Como resultado de los monitoreos de esta onceava campaña de monitoreos, la ALA Huaura determinó que en determinadas estaciones de monitoreo en cuerpos de agua superficiales, parámetros como el manganeso, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, nitrógeno, pH, plomo y zinc exceden los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua vigentes.

Es así como resulta evidente que la calidad de las aguas del río Huaura se encuentra afectada; sin embargo, se desconoce cómo ha variado la calidad del agua de este río en los últimos años y como varía a lo largo de todo el recorrido del río Huaura, puesto que es el río principal de la cuenca y es de vital importancia para la población y actividades económicas que en esta cuenca se desarrollan. Por tanto, resulta necesario evaluar la calidad ambiental de los recursos hídricos en el río Huaura, en términos de variación espacial y temporal, con la finalidad de fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos que se promueve en las políticas de estado del Perú y prevenir posibles conflictos sociales por el acceso al recurso hídrico de calidad adecuada en el futuro cercano.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la variación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura, en el periodo 2015-2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el río Huaura, y cómo es su variación espacial y temporal en el periodo 2015-2022?
- ¿Existente una tendencia en la variación temporal de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022?

- ¿Cuál es la relación entre las fuentes contaminantes inventariadas y la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la variación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar cuáles son los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el río Huaura, y cómo es su variación espacial y temporal en el periodo 2015-2022.
- Identificar posibles tendencias en los índices de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022.
- Identificar la relación entre las fuentes contaminantes existente y la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación económica

El río Huaura es un recurso hídrico importante para sostener el abastecimiento de agua de la población y el sostenimiento de la actividad agrícola (M.P. de Huaura, 2014). En el ámbito de su cuenca, se tienen registradas, al menos, de 16 comisiones de regantes y 25 bloques de riego, con un total de 29,951.06 ha de áreas agrícolas bajo riego, y un volumen de agua asignado de 612.60 Hm^3, los cuales permiten las actividades agrícolas de más de 8,400 usuarios de agua. Los principales cultivos, en la parte baja del valle son la caña de azúcar, frijol, y maíz, mientras que en la parte media y alta de la cuenca predominan la alfalfa, durazno y palto; además, de otros usos importantes como el pecuario, acuicultura, entre otras actividades (ANA, 2010).

No obstante, la disponibilidad del recurso hídrico en el mundo es cada vez más limitada, y esta disponibilidad no se encuentra sujeta solo a la cantidad y oportunidad, sino también a

su calidad, que es un factor condicionante y limitante para el uso de las fuentes naturales; por ende, conocer la variabilidad temporal y geográfica del estado de la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca, resulta de vital importancia para garantizar el uso del agua, con una calidad óptima, que permita la subsistencia de las actividades económicas de la cuenca del río Huaura.

1.4.2. Justificación social

La planificación del uso de los recursos hídricos cada vez toma mayor importancia y relevancia, dadas las tendencias de escasez del recurso con el pasar de los años, lo cual se refleja en el estrés hídrico que presentan algunos ríos de la costa peruana, razón por la que científicos sociales estiman posibles guerras a futuro por el acceso al agua, realidad de la cual no escapa la cuenca del río Huaura (ANA, 2010). Asimismo, desde el año 2015 los países miembros de las Naciones Unidas adoptaron en la Agenda 2030 un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida de las personas en todo el mundo, a través de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre los cuales se remarca el ODS 6, referido a garantizar la disponibilidad del agua de buena calidad y que esta a su vez sea gestionada de manera sostenible (ANA, 2020).

Al respecto, el INGEMMET (2010), ha señalado como en años anteriores se han dado casos de denuncias de posible contaminación de las aguas del río Huaura por diversas comunidades, responsabilizando a la explotación de recursos minerales por parte de compañías mineras que operan en la cuenca.

En tal sentido, resulta de importancia para el conocimiento y seguridad de la población de la cuenca, conocer la variación temporal y espacial de la calidad de los recursos hídricos en el río Huaura, y su relación con las fuentes contaminantes que potencialmente pueden alteran su calidad natural; permitiendo además con la presente investigación, evidenciar los avances en la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca para la consecución del ODS 6.

1.4.3. Justificación ambiental

El río Huaura presenta antecedentes relacionados al deterioro de su calidad en distintos tramos de su recorrido, desde su naciente en la Cordillera de los Andes hasta su desembocadura; siendo que en sus distintos tramos, se ha asociado el deterioro de su

calidad a distintos tipos de contaminantes y fuentes de contaminación. No obstante, estos estudios o y/o antecedentes son aislados y no consideran la variación espacial o temporal de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la calidad del agua en los distintos tramos del río Huaura, lo cual limita una planificación óptima de medidas o estrategias para reducir la contaminación y deterioro de la calidad de las aguas de este río.

Entre los antecedentes de contaminación del río Huaura se encuentra la presencia de niveles de metales pesados que superan los ECA Agua vigentes; al respecto, la literatura científica reconoce que estos metales en altas concentraciones son tóxicos para la vida acuática y tienden a acumular en los tejidos de organismos acuáticos, ocasionando efectos adversos en su salud (Vargas y Salazar, 2012). Otros casos revelan la presencia de elevadas cargas de coliformes y demanda bioquímica de oxígeno, lo cual se relaciona con descargas de aguas residuales poblacionales con insuficiente o nulo tratamiento de aguas residuales y/o a la presencia de aportes contaminantes de pasivos de residuos sólidos u otras fuentes indirectas; cabe resaltar que la reducción de la materia orgánica en exceso (elevada DBO) en el agua conlleva a una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto, que cuando llega a niveles inferiores a los 5 mg/L, ocasiona la muerte de organismos aerobios (Cuellar et al, 2019).

En tal sentido, siendo parte del objetivo de la regulación nacional (contenida en la Ley de Recursos Hídricos - Ley Nº 29338), que la gestión integrada del agua permita asegurar la preservación y conservación de los bienes naturales asociados a las fuentes de agua, es decir, los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad de los mismos, resulta prioritario conocer la calidad de los recursos hídricos del río Huaura, junto a su variación en el tiempo y en el espacio a lo largo de todo su recorrido.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación espacial

El área de estudio comprende se encuentra delimitada al curso del río Huaura desde la parte alta de la cuenca hasta la desembocadura del río principal en el océano Pacífico, con una longitud estimada de 165.80 km. El río Huaura es el río principal o de mayor orden en el ámbito de la cuenca Huaura, también denominada Unidad Hidrográfica 13756, según la codificación Pfafstetter establecida por la Autoridad Nacional del Agua, que cubre una extensión de 4,333.92 km^2 y se encuentra ubicada en la vertiente hidrográfica del Pacífico

Políticamente, el recorrido del río Huaura cruza por las provincias de Huaura y Oyón, en el departamento de Lima.

Los límites geográficos del área de estudio se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 1

Límites geográficos del área de estudio

Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S	Coordenadas Geográficas WGS84
Coordenadas Este	212 768 – 306 652 m	11º 8’ 31” – 10º 25’ 54” S
Coordenadas Norte	8 767 041 – 8 846 313 m	77º 37’ 47” – 76º 45’ 59” O



Figura 1

Ubicación del área de estudio – cuenca del río Huaura

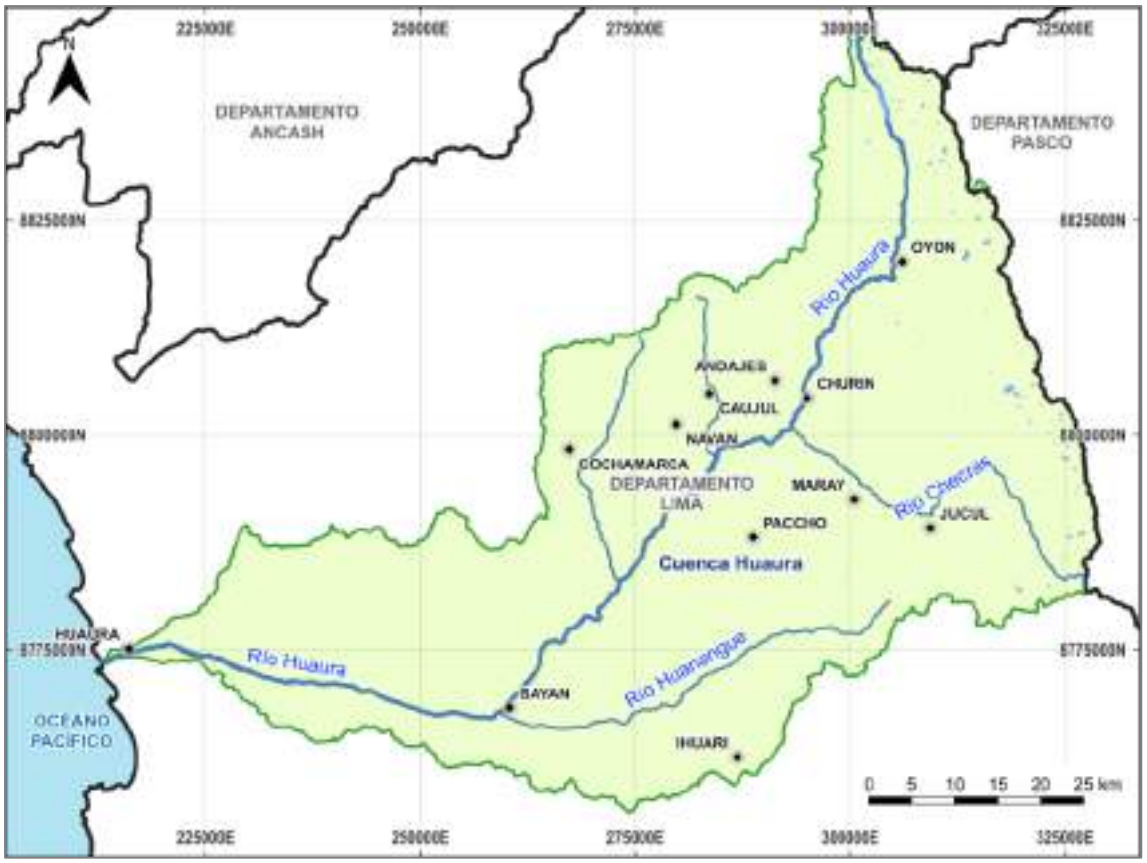


Figura 2

Ubicación del río Huaura y principales tributarios

1.5.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la información histórica a evaluar se encuentra comprendida por el periodo de años desde el 2015 hasta el 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Arévalo (2024) investigó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la Ciénega de Mallorquín y su relación con las actividades humanas, en base a una revisión documental de los registros de calidad de agua durante el periodo 1996 a 2021. Identificó los parámetros de mayor registro y relevancia, así como también las variaciones temporales de estas características en el periodo de estudio. Las variables que se identificaron con mayor registro y relevancia de la revisión documental de esta investigación correspondieron a: potencial de hidrógeno (pH), temperatura, conductividad, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes fecales o termotolerantes (CF) y sólidos suspendidos totales (SST). En total se obtuvieron 3,006 registros, cada uno de los cuales correspondieron a un parámetro y a una fecha dada. A partir de los registros obtenidos, Arévalo evaluó las variaciones de los parámetros entre diferentes años y zonas de la ciénega de Mallorquín, y comparándolos a su vez con los límites legales establecidos por el Gobierno de Colombia. Asimismo, determinó aquellas zonas de la ciénega con mayor deterioro en la calidad de sus aguas; sin embargo, no se identificaron tendencias en la variación temporal de estos parámetros a lo largo del periodo evaluado. Complementariamente, Arévalo empleó un índice de calidad ambiental denominado Índice de calidad de aguas marinas (ICAM) para cada zona de la ciénega que contaba con datos de calidad de aguas, permitiendo evaluar de forma más integral los cambios temporales de la calidad de las aguas. De este análisis, evidenció que la calidad de agua era pésima en el año 1996, inadecuada para usos en el año 2005, y alcanza su mejor estado de calidad para el año 2012, con una pérdida de calidad al 2013 y una leve mejora en el 2015, año a partir del cual se revierte esta mejora, puesto que en el 2017 y hasta 2021 se obtuvo un estado de la calidad del agua pésimo en la ciénega de Mallorquín.

Bouza (2006) estudió las metodologías estadísticas para el estudio de las tendencias espaciales y temporales sobre datos históricos de calidad de agua, y empleo estos métodos para detectar y cuantificar las tendencias de los distintos contaminantes presentes en las aguas de la cuenca del río Ebro, en España. Se analizaron 34 parámetros monitoreados en 36 estaciones de muestreo de la Red de Calidad de Aguas del río Ebro, obtenidas en un

periodo continuo de 25 años. Para la evaluación de la variabilidad espacial se determinó la calidad del agua en función de sus características físico-químicas y del Índice de Calidad General, estudiando las posibles tendencias en la distribución de las concentraciones de distintos contaminantes en el territorio de la cuenca. Como resultado, se identificó que la subcuenca del Ebro-tronco presenta la mayor concentración de tendencias, en contraste con la subcuenca del río Gallego, en base a método no-paramétrico. Para la evaluación de la variabilidad temporal se reconoció las tendencias de distintos contaminantes y estaciones de muestro mediante métodos paramétricos de regresión lineal y no-paramétricos con la prueba de Mann-Kendall y la pendiente de Sen. En aplicación de métodos no-paramétricos, se reconoce que el fosfato es el parámetro con mayor variación anual en el 89% de las estaciones, con un valor medio de -5.1%, lo cual implica una disminución generalizada de este parámetro en las aguas de la cuenca en el periodo evaluado, mientras que el pH presenta una leve tendencia generalizada al alza, con un 0.2% para el 94% de las estaciones. Además, en cuanto a la comparación entre los métodos paramétricos y no-paramétricos en la aplicación de esta investigación, el autor precisa que ambos métodos ofrecen resultados asimilables en la mayor parte de los casos (75% de las tendencias observadas en el mismo sentido); no obstante, es el método no-paramétrico el considerado el más robusto frente a la existencia de valores extremos, evitando especialmente la aparición de falsos positivos.

Caho y López (2017) analizaron espacial y temporalmente el índice de calidad de agua (ICA) en el sector Guaymaral, a través de las metodologías de cálculo: UWQI-IDEAM y CWQI, realizando una comparación espaciotemporal, entre agosto de 2015 y abril de 2016, para lo cual seleccionaron cuatro estaciones de muestreo donde monitorizaron 12 parámetros, entre fisicoquímicos y microbiológicos, y con mediciones en cuatro épocas diferentes en el periodo indicado. Precisaron también, que la metodología UWQI-IDEAM es para el uso de un índice simplificado, puesto que emplea un cálculo de suma ponderada, y emplea únicamente seis variables básicas, siendo estas: Oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), conductividad eléctrica (CE), sólidos suspendidos totales (SST), pH y relación nitrógeno total / fósforo total; mientras que para la metodología CWQI, se empleó un total de 10 variables: OD, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), DQO, nitrógeno total (N total), fósforo total (P total), coliformes fecales (CF), grasas y aceites (GyA), SST y tensoactivos. Como resultado de la investigación se determinó que la mayoría de las estaciones muestreadas y valoradas mediante el ICA-

UWQI-IDEAM obtuvieron una valoración “Regular”, mientras que con el empleo del ICA-CWQI, la mayoría de las estaciones la valoración resulto “pobre”. Asimismo, encontraron una relación entre las estaciones con valores de calidad de agua bajos, y la influencia de aguas residuales que recibe el cuerpo de agua en los sectores de estas estaciones, y también encontraron que en la época seca la calidad del agua tiende a decrecer. Con base a estos resultados, los autores concluyeron que la metodología UWQI es ideal para una evaluación rápida de algún uso específico del agua, puesto que los resultados permiten una rápida toma de decisiones, mientras que el ICA determinado con la metodología CWQI, al emplear una ecuación con promedio armónico no ponderado, es ideal para estudios de evaluación temporal del ICA, puesto que los valores obtenidos son más sensibles a los cambios individuales de cada variable.

Erazo (2021) evaluó la variación espacial y temporal de la calidad del agua de los ríos Piendamó y Las Piedras ubicados en el Valle del Cauca en Colombia, sobre la base de información obtenida mediante revisión documental sobre la calidad de agua y las intervenciones antrópicas relacionadas a los cuerpos de agua en estudio. En primera instancia identificó y caracterizó los vertimientos, captaciones y otras intervenciones antrópicas asociadas a los ríos Piendamó y Las Piedras, reportando los emplazamientos de estas intervenciones, caudales de vertimientos o captación, y otras intervenciones existentes. En segunda instancia, recopiló datos de calidad obtenidos en campañas de monitoreos de los años 2017 a 2019 en tres estaciones de monitoreo por cada río en estudio, contando así con registros de parámetros como: Caudal, pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, color, turbiedad, dureza, alcalinidad, nitratos, nitritos, ortofosfatos, coliformes totales y coliformes fecales; sobre los cuales se realizó un análisis estadístico y el cálculo del índice de calidad de agua en corrientes superficiales (ICA) según la metodología establecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Como resultado, se evidenció que, pese a la presencia de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, el río Las Piedras y Piendamó mantuvieron una calidad de agua aceptable en el periodo de estudio, lo cual se asoció a una alta capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua; sin embargo, se precisa que el río Piendamó presenta intervenciones antrópicas que si presentan un mayor impacto sobre las dinámicas naturales. Por otra parte, también se evaluó la dinámica de características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas de ambos ríos, considerando las variaciones

pluviométricas de las respectivas cuencas de aporte y los caudales registrados en cada estación; para lo cual, se empleó un análisis estadístico de Análisis por componentes principales (PCA) y Análisis Discriminante (AD) mediante el programa Past 3.0. A partir de estos análisis, el investigador reconoció una significativa correlación de la variable caudal respecto a los parámetros de calidad de aguas, seguido del pH y al temperatura. Además, también se identificó que la dinámica de parámetros como SST, OD y DBO se encontraron influenciadas por el comportamiento temporal de las precipitaciones pluviales y la ubicación espacial de las intervenciones antrópicas registradas; donde se desataca la dispersión de datos en los puntos de monitoreo aguas abajo de puntos de vertimientos industriales y domésticos en los ríos Las Piedras y Piendamó.

Figueroa (2014) estudió tres índices de calidad de agua diferentes aplicados al estudio de caso del río Lluta, siendo los índices empleados el Índice simplificado de calidad de agua (ISQA) de España, el CCME-WQI (Canadian Council of Ministers of the Environment – Water Quality Index) de Canadá y el Índice de calidad de agua Cade-Idepe de Chile. Para tal fin se utilizó la información de cuatro (04) estaciones de calidad de agua en el río Lluta de la base de datos administrada por la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) del Gobierno de Chile. Según los registros históricos de calidad, la investigación identificó que la cantidad de boro y arsénico en el agua del río Lluta sobrepasan los valores de la norma chilena de riego NCh 1333, siendo estas aguas aptas solo para el riego de especies tolerantes a esas condiciones. De la aplicación del ICA Cade-Idepe (Chile), se determinó que tres de las cuatro estaciones presentaban una calidad de regular a mala, y una estación (Tocontasi) resultó en una calidad regular. Con la aplicación del CCME-WQI (Canadá), se determinó que la calidad del agua, en las cuatro estaciones evaluadas, tuvieron una calidad Pobre en el periodo de datos. Por otra parte, de la aplicación del índice ISQA se determina que las cuatro estaciones obtuvieron una calificación de Aguas negras; no obstante, la investigadora precisa que para la aplicación de este último índice solo se contó con la mitad de los parámetros requeridos, por lo que los resultados pueden devenir de una mala calidad del agua y de una falta de datos de monitoreos. Como resultado del análisis comparativo de los tres índices empleados, la investigadora señaló que el índice de calidad de agua más adecuado para ser aplicado en el río Lluta es el CCME-WQI de Canadá, dado que presenta una estructura de cálculo que permite una evaluación más amplia e integral de la calidad del agua, al considerar la variación en el tiempo y en el espacio, siendo su principal ventaja el hecho que este índice

no requiere de realizar transformaciones a los parámetros que participan de la evaluación y evita la subjetividad de asignar diferente importancia o peso a los parámetros en el cálculo del índice, además de considerar los datos de parámetros que no cumplen los niveles establecidos y la frecuencia de los mismos.

Gil *et al.* (2018) evaluaron el índice de calidad del agua (ICA) en el río Guarapiche, del estado de Monagas, Venezuela, determinado por el método del índice aritmético ponderado. Para tal fin, evaluaron catorce parámetros de calidad del agua entre parámetros físicos, químicos y microbiológicos (pH, OD, temperatura, CE, Dureza, potasio, sodio, hierro, manganeso, nitratos, nitritos, sulfatos, CF, y cloro), a partir de las mediciones realizadas en siete estaciones de muestro ubicadas a lo largo del cauce principal del río Guarapiche, durante el periodo de febrero a julio de 2011. Para la determinación del ICA empleado, se asignó un peso relativo a cada parámetro en función a la importancia del parámetro para la vida acuática. Los valores de referencia empleados han sido los establecidos en las directrices de la OMS y los estándares para el agua potable enunciados en su normativa nacional. Como resultado, se obtuvieron valores del ICA entre 44.38 y 363.69, con un 2.38% de muestras estudiadas con valores de ICA superiores a 300, lo cual corresponde a una calidad del agua no apta para fines de consumo humano, mientras que un 11.91% y un 2.38% de las muestras se calificaron con calidades de agua pobre y muy pobre, lo cual evidenció que las medidas preventivas de las autoridades locales, sobre el manejo de las descargas domésticas y actividades agrícolas, aún no eran suficientes para conservar la calidad del agua del río Guarapiche. Por otra parte, en el 85.71% restante de las muestras estudiadas se determinaron valores del ICA por debajo del umbral de 100, por lo que se calificaron como aguas aptas para consumo humano. Finalmente, concluyeron que la aplicación del ICA constituye una de las mejores herramientas para evaluar la calidad del agua de los ríos, puesto que permite conocer el nivel de contaminación de un río de manera comprensiva y también se puede utilizar para clasificar el estado de la calidad de un río de forma fácil de entender para el público en general y para los responsables de la toma de decisiones.

Ramos-Herrera *et al*. (2012) estudiaron la tendencia espacial y temporal de las concentraciones de siete parámetros fisicoquímicos medidos en 21 estaciones de monitoreo de calidad de agua en ríos del estado de Tabasco en México, entre los años 1978 y 2011. Para lo cual se empleó en el análisis de la tendencia espacial la comparación entre resultados y parámetros estadísticos de las estaciones agrupadas por regiones; mientras que

el análisis de tendencias temporales se determinó mediante la prueba no estacional de Kendall y modelos de suavización exponencial sobre las medianas anuales de los parámetros evaluados. A partir de este análisis, se identificó que de las cinco regiones evaluadas la región Chontalpa sobresale por presentar un mayor deterioro de los parámetros de Demanda química de oxígeno (DQO) y Oxígeno disuelto (OD), con valores 64.3 mg/l que exceden la norma chilena de referencia (límite máximo permisible de 40 mg/l); y, en cuanto a la variación temporal, encontraron tendencias significativas de: incremento de la Demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO_5) en las regiones de la Sierra y los Ríos, disminución en la DQO en la región centro, disminución de los niveles de Sólidos suspendidos totales (SST) en las regiones Sierra y Centro, y una disminución generalizada de las concentraciones de grasas y aceites en casi todas las regiones con excepción de Chontalpa.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Espinoza (2020), evaluó el índice de calidad del agua (ICA) del río Santa en el sector de Huaraz – Jangas, el cual es afectado por vertimientos de aguas servidas domésticas, y empleó como estándar de referencia a los ECA Agua en la categoría 4 – Aguas para la conservación del ambiente acuático. Para esta investigación se realizó el muestro de 10 estaciones ubicadas a lo largo del río Santa en el tramo de estudio, en 06 fechas diferentes del año 2012-2013, monitoreándose los siguientes parámetros: CF, DBO5, OD, pH, sólidos totales (ST), nitratos, temperatura (T) y caudal (Q). Los resultados obtenidos determinaron que el comportamiento del ICA es variado a lo largo del año hidrológico evaluado, presentando un ICA de 42.7% para un caudal de 6.17 m^3/s en época de estiaje, con calificación de estado de la calidad del agua de "Mala", mientras que para épocas de avenidas se determinó un valor de ICA de 63.5% para un caudal de 67.91 m^3/s, con clasificación de "Regular". Es así que en esta investigación se observó una influencia de la estación de lluvias en la mejora en los valores del ICA obtenidos, lo cual se asocia a que el aumento de caudal del río Santa permite una mayor dilución en la concentración de los contaminantes.

Sucapuca (2022), evaluó la calidad de agua del río Crucero en el tramo próximo a la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú), con aplicación del Índice de Calidad de Agua del Perú (ICA-PE) y del Índice de calidad de agua del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI,). Para tal fin, se tomaron muestras en cinco

(05) estaciones de monitoreo y en dos épocas del año: época de estiaje (noviembre de 2018) y época de avenida (enero de 2019), siendo las estaciones ubicadas según los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales (aprobado mediante R.J. Nº 010-2016-ANA), y se analizaron un total de 14 parámetros, entre ellos: DBO, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, manganeso, mercurio, plomo, zinc y coliformes termotolerantes. Sobre la distribución de las cinco estaciones de monitoreo se precisa que la estaciones P1 y P2 se ubicaron aguas arriba de la zona de vertimiento de la PTAR del distrito de crucero (inoperativa a la fecha de evaluación), la estación P3 se ubicó en la zona de vertimiento de la PTAR citada, y las estaciones P4 y P5 se ubicaron aguas debajo de la PTAR en mención. Como parte de sus resultados, se identificó que parámetros como el pH, oxígeno disuelto, aluminio, manganeso, plomo y coliformes termotolerantes sobrepasaron los ECA de agua vigentes en el Perú (aprobado con D.S. Nº 004-2017-MINAM) en la estación de monitoreo ubicada en la zona más crítica (P3) en ambas épocas del año (estiaje y avenida), mientras que los niveles de DBO solo sobrepasaron los ECA Agua vigentes en la época de estiaje. Asimismo, de la aplicación de la metodología del ICA-PE, se determinó que las estaciones P1 y P2 presentaron una calidad de agua (Excelente) en la época de estiaje, mientras que la estación P3 presentó un estado de calidad "Malo" en ambas épocas (estiaje y avenida), siendo esta estación el punto de mayor deterioro de calidad, y las estaciones P4 y P5 presentaron una calidad "Regular" en ambas épocas (estiaje y avenida). Por otra parte, con la aplicación de la metodología del CCME-WQI, en la época de avenida se determinó que las estaciones P1 y P2 presentaron una calidad "Marginal", y las demás estaciones presentaron una calificación de "Pobre". Como resultado de la evaluación de estos resultados, se concluyó que el vertimiento de aguas residuales en el ámbito de la zona urbana del distrito de Crucero incluye negativamente en la calidad de agua del río del mismo nombre, lo cual se evidencia en el estado de calidad de la Estación P3.

Velarde (2019) determinó el índice de calidad de agua de la cuenca Quilca-Chili en época seca, época húmeda y en el total de monitoreos del río principal y ríos tributarios, para lo cual empleó la metodología CCME WQI, durante el periodo 2011 – 2017, esto con la finalidad de evaluar la calidad del agua forma clara y concisa, de forma que sea comprensible para los no expertos. El índice determinado mediante la metodología CCME WQUI, proporciona un modelo matemático para evaluar las condiciones de calidad ambiental del agua en relación con las directrices de calidad de agua de referencia, que,

para esta investigación, se realizó en relación a los Estándares de Calidad Ambiental para agua aprobados mediante D.S. Nº 004-2017-MINAM, y se evaluaron las estaciones individuales que contaran con un mínimo de cuatro registros de monitoreos, por lo que, a partir de la información recogida en 14 campañas de monitoreo ejecutadas por la ANA, se evaluaron un total de 3688 análisis realizados, de 14 estaciones para la época húmeda y 21 estaciones para la época seca, dado que son las estaciones que cumplieron con el requisito de 4 o más monitoreos para evaluación. Los resultados obtenidos determinaron que las estaciones de la parte alta mostraron valores CCME WQI entre aceptables y buenos; en la parte media de la cuenca los resultados se encontraron entre pobres y marginales, lo cual se asoció a la presencia de vertidos de actividades antrópicas; y en la parte bajas las estaciones resultaron en valores entre marginal y aceptable. A nivel de toda la cuenca los valores obtenidos de CCME WQI se encontraron en el rango de 30.6 a 95.3, con rangos específicos de 42.5 a 93.8 en época húmeda y de 37.6 a 100.0 en época seca, observándose una mejora en la calidad del agua de la cuenca en época de estiaje, principalmente en la parte alta y baja. Finalmente, los autores concluyeron que los índices de calidad de agua constituyen una herramienta eficaz para determinar la calidad de un recurso hídrico.

2.2. Bases Teóricas

Recursos hídricos

En el ámbito nacional, el Art. 3º de la Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales – Ley Nº 26821, establece que, "*se consideran recursos naturales a todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado, tales como: las aguas superficiales y subterráneas, suelo, subsuelo*", entre otros. Siendo más específicos, la Ley de Recursos Hídricos - Ley Nº 29338 (en adelante Ley de RR.HH) establece en su Art. 1º que el agua es un recurso natural y renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la Nación.

Por otra parte, se puede traer a consideración, también, a la definición propuesta la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2012), que define que los recursos hídricos representan los recursos disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad

suficientes, en un lugar y periodo de tiempo dados, apropiados para satisfacer una demanda identificable.

Como bien se indica en la definición de recursos naturales de la Ley Nº 26821, y se refuerza en las definiciones de la Ley de RRHH y de la OMM, los recursos hídricos deben ser entendidos y estudiados desde un enfoque de aprovechamiento y control, pues su valor deriva de su capacidad de ser aprovechados, directa o indirectamente, por el hombre.

Estas definiciones denotan con claridad, como evaluación de los recursos hídricos, sea en términos de identificación de fuentes, disponibilidad, oportunidad y/o calidad, son enfocadas en distintos estudios con fines de aprovechamiento y control, lo cual será de aplicación también al presente caso de estudio.

Tomando en cuenta esta primera consideración, es posible adentrarnos en una definición más específica en el ámbito nacional; de acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua (2016a), un recurso hídrico comprende al agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta, y que además se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Por otra parte, también se trae a colación la definición de un cuerpo de agua, que según la ANA (2016a), comprende a una extensión de agua como puede ser un río, lago, mar u océano que cubren parte de la tierra, incluyendo en esta definición también a cuerpos de agua artificiales como lo son embalses, aunque la mayoría son naturales; pueden contener agua salada, salobre o dulce.

Gestión integrada de los recursos hídricos

A nivel internacional, distintas conferencias y tratados en materia de recursos hídricos han enfatizado y recomendado como la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos se debería realizar a nivel del territorio de una cuenca; siendo un claro ejemplo de ello la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce "El Agua: Una de las Claves del Desarrollo Sostenible", donde se señaló que las cuencas hidrográficas son el marco de referencia indicado para la gestión de los recursos hídricos" (Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002).

De acuerdo con los citados autores, la principal razón de considerar una cuenca como unidad territorial para la gestión integrada del agua, se debe que "*las características físicas*

del agua generan un grado extremadamente alto, y en muchos casos imprevisible, de interrelación e interdependencia (externalidades o efectos externos) entre los usos y usuarios de agua en una cuenca"; esto es, tanto las aguas superficiales como subterráneas, así como las zonas de captación, recarga y extracción de agua, obras hidráulicas y puntos de vertimiento, incluyendo las franjas costeras, forman, con relación a una cuenca, un sistema integrado e interconectado.

Un aspecto que recalcan Dourojeanni et al (2002), es la naturaleza unidireccional, asimétrica y anisotrópica de las interrelaciones e interdependencias entre los usos y usuarios de agua en una cuenca. Esto se explica en simples palabras en que, lo que ocurre aguas arriba casi siempre tiene algún efecto en los usos y usuarios de agua ubicados aguas abajo, mientras que, lo que ocurre aguas abajo difícilmente puede tener influencia en los recursos naturales de los usuarios situados aguas arriba.

Por tanto, resulta una opción reconociblemente válida, que el ordenamiento con fines de gestión del agua y de los recursos asociados a esta, sea realizado a nivel del territorio delimitado por una o más cuencas, según las políticas de la administración pública, las características socioeconómicas, ambientales y geográficas del territorio, y los objetivos que se persiguen con dicha gestión.

Es así como el Gobierno del Perú, con la aprobación de la Ley de Recursos Hídricos – Ley Nº 29338, y su reglamento aprobado con D.S. Nº 001-2010-AG, establece un nuevo modelo de gestión integral de los recursos hídricos en el país (MINAM, 2011b). Este nuevo enfoque queda reflejado en el Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica de la citada Ley, donde se resalta que el uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y que su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación de la población organizada. Por tanto, para efectos de la administración pública involucradas en la gestión del agua, en nuestra nación, la unidad básica para la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), son las cuencas o unidades hidrográficas (MINAGRI, 2015).

Calidad ambiental

El MINAM (2011a), plantea que la calidad ambiental es el "*conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a*

la ausencia o presencia de agentes nocivos", concepto al cual se encuentra asociada al concepto de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en la normativa peruana.

Un Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de presencia de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa un riesgo significativo para la salud de las personas y ni al ambiente, siendo además su cumplimiento obligatorio en el diseño de normas legales y políticas públicas (Ley N° 28611, Art. 3)

A la fecha presente, se encuentran vigentes en el Perú los Estándares de calidad ambiental para aire, ruido, suelo y agua, siendo este último el de particular interés para la presente investigación, y siendo aprobados por el Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM, publicada el 07 de junio de 2017.

Calidad del agua

Partiendo desde una perspectiva holística, Sierra (2011) enuncia que los cuerpos de agua pueden ser evaluados desde tres aspectos básicos que los componen: su hidrología, sus características fisicoquímicas y su componente biológico. Dada la complejidad de factores que determinan la calidad del agua y la gran cantidad de variables asociadas, es difícil dar una definición simple de "Calidad del agua", razón por la cual plantea que su definición puede ser asociada a: "Una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas", y también puede entenderse como: "La composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua". Asimismo, debe tenerse presente que la calidad del agua presenta variaciones espaciales y temporales, que están asociadas tanto a factores internos como externos a los cuerpos de agua.

La primera definición propuesta por Sierra (2011) guarda mayor relación con las definiciones normalmente empleadas en estudios y evaluaciones de la calidad del agua, según lo visto en los antecedentes de la investigación, lo cual es concordante con la definición propuesta por la OMM (2012), que establece que la calidad del agua es el conjunto de propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua.

En el Perú, la calidad del agua de un cuerpo de agua natural se evalúa a través del cumplimiento de los Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.

Por ende, es válido afirmar que la caracterización de la calidad del agua, en el Perú, puede realizarse a partir de la medición de variables físico-químicas y microbiológicas, y la verificación del cumplimiento de los ECA para agua vigente (D.S Nº 004-2017-MINAM).

Es preciso también mencionar que, de acuerdo con el Art. 106º del Reglamento de la Ley de RRHH, los cuerpos naturales de agua se clasifican en función a sus características naturales y los usos a los que se destinan, sean estos usos actuales o potenciales. Esta clasificación en los cuerpos de agua es realizada por la Autoridad Nacional del Agua, y a la fecha de la presente investigación, se encuentra vigente la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales establecida mediante Resolución Jefatural Nº 056-2018-ANA, de fecha 13 de febrero de 2016. Los ECA para agua vigentes, antes mencionados, contienen parámetros y valores de cumplimiento específicos para cada categoría y subcategorías de la clasificación de los cuerpos de agua. La categorización a la que se hace mención se encuentra establecida en el Art. 6º del D.S. Nº 004-2017-MINAM.

Esta clasificación de los cuerpos de agua que contempla la normativa nacional remarca una vez más como la calidad del agua es un concepto relativo, y, como señala Sierra (2011), depende del uso que va a tener el agua o el sistema hídrico que se quiere evaluar. En ese sentido, y siendo conscientes del amplio campo de estudio, se precisa que, para los fines de la presente investigación, la calidad del agua será abordada desde los aspectos normativos establecidos en nuestro país, a fin de permitir una interpretación y análisis que puedan ser comparables con otros estudios ya desarrollados o por realizarse en el futuro en el ámbito local, regional y/o nacional.

Por tanto, si bien la calidad del agua puede ser caracterizada a partir de la medición sus parámetros físicos, químicos y biológicos, y de la verificación de su cumplimiento normativo, como se ha mencionado en el apartado precedente; también es aceptado y reconocido el empleo de índices de calidad de agua (Sierra, 2011) para expresar la calidad de un determinado cuerpo de agua.

Índices de calidad de agua

El uso de indicadores ambientales es reconocido como una actividad prioritaria por la Organización de Cooperación de Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en ingles), que ha venido trabajando en los últimos 30 años en la “elaboración y utilización de la

información ambiental reunida en indicadores ambientales y articulada a aspectos económicos y sociales" (Polanco, 2006).

El uso de índices de calidad de agua (ICA) constituyen una de las metodologías más importantes para determinar la calidad del agua de un cuerpo natural, y definen a estos índices como una "*herramienta matemática para la calidad del agua y son utilizados para transformar grandes cantidades de datos sobre las mediciones de parámetros de calidad en una escala de medición única*" (Castro et al, 2014).

La razón del uso de indicadores ambientales radica principalmente en que se reduce el número de mediciones y parámetros que normalmente se requieren para hacer una representación exacta de una situación, y además simplifican el proceso de comunicación de los resultados de estas mediciones (OECD, 2003, citado por Polanco, 2006).

De la revisión de las investigaciones previas y literatura relacionada, se ha reconocido la existencia de distintos índices de calidad de agua, entre los cuales se reconocen las metodologías de ICA propuesta por Orton, el Índice de Calidad de Agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (NSWKI, por sus siglas en ingles) de 1970, el Índice universal de calidad del agua (UWQI) propuesto por Mingo Magro en 1981[1], el Índice de calidad de agua propuesto por el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente de 2001 (CCME-WQI, por sus siglas en ingles)[2], el Índice de calidad General (ICG) de España, el Índice de Calidad de Agua Superficial de Chile, entre otras adaptaciones desarrolladas por los gobiernos de distintos países.

En el ámbito nacional, el ANA (2020) reconoce que los índices de calidad ambiental para el agua constituyen un instrumento fundamental en la gestión de los recursos hídricos, dado que permiten transmitir información de forma sencilla y concisa sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general. Por tal motivo, impulso en 2018 una primera propuesta metodológica mediante la Resolución Jefatural Nº 068-2018-ANA que aprobó la Metodología del índice de calidad de agua (ICA-PE), aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales, y posteriormente, actualizó esta propuesta metodológica mediante la Resolución Jefatural Nº 084-2020-ANA, que aprobó la metodología denominada "Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)". Ambas propuestas metodológicas constituyen una adaptación de

la metodología del CCME-WQI, en base a los parámetros de monitoreo de calidad de aguas y clasificación de los cuerpos de aguas según la normativa nacional vigente y políticas de estado en materia de gestión de recursos hídricos.

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad de agua

De acuerdo a lo descrito en los apartados precedentes, se describen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que serán evaluados en la presente investigación.

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

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medición indirecta para medir la cantidad de materia orgánica biodegradable, medida que refleja la cantidad de oxígeno que consume una población microbiana de un cuerpo de agua para convertir (oxidar) la materia orgánica presente en CO2, bajo una relación proporcional; generalmente medida a 5 días y a condiciones de 20 ºC, lo cual se expresa como DBO_5 (Henry y Heinke, 1999).

En cuerpos de agua como los ríos y quebradas, la demanda bioquímica de oxígeno se ve influenciada por los procesos biológicos de estos cuerpos de agua, por lo que su concentración es variable en función a los aportes de materia orgánica (naturales y antrópicos), a la presencia de otros agentes contaminantes y al estado de la población microbiana del cuerpo de agua.

Los procesos de degradación de materia orgánica a los cuales se asocia las mediciones de DBO5, son continuos e indefinidos en el tiempo, estando sujetos a los niveles de materia orgánica presentes en el cuerpo y temperatura principalmente (Henry y Heinke, 1999).

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

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro de medición indirecta de la concentración de carga orgánica en un cuerpo de agua, generalmente siendo complementaria o secundando a las pruebas de DBO. La medición de la DQO tiene por objeto determinar la cantidad de oxígeno necesario para que se oxiden químicamente las sustancias orgánicas presentes en una masa de agua. (Henry y Heinke, 1999).

- **Oxígeno disuelto**

La presencia de oxígeno disuelto en el agua proviene naturalmente del intercambio gaseoso con el aire por efecto de la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua y la

agitación o corrientes de agua; o también puede provenir de las actividades fotosintéticas de los organismos presentes en el cuerpo de agua (Pérez y Ramírez, 2008).

- **Coliformes termotolerantes**

La cantidad y tipo de microorganismos presentes en el agua es un indicador de su calidad, puesto que en aguas con bajos niveles de nutrientes el número de microorganismos es bajo, pero con gran variedad de especies; mientras que, en aguas con altos contenidos de nutrientes, y en especial en aguas contaminadas, el número de microorganismos aumenta y el de especies se reduce, prevaleciendo generalmente bacterias coliformes en presencia de aguas residuales. En análisis de calidad de agua, se suele emplear el conteo de microorganismos patógenos como un indicador de contaminación fecal, siendo el grupo de bacterias coliformes totales y termotolerantes los principales indicadores. (Henry y Heinke, 1996).

En el contexto nacional, los análisis microbiológicos para fines de calidad ambiental del agua emplean el recuento número de coliformes termotolerantes expresado como el número más probable (o NMP) por cada 100 mL, como el principal indicador de contaminación fecal.

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

El potencial de hidrógeno (pH) expresan la intensidad de la condición ácida o básica de una determinada solución, y su valor se encuentra relacionado a la acidez y la alcalinidad. En cuerpos de agua naturales los valores del pH suelen variar entre 6.0 y 9.0 (Pérez y Ramírez, 2008).

- **Aluminio (Al)**

El aluminio (Al) presente en el medio acuático proviene tanto de fuentes naturales como antropogénicas, siendo las primeras las de mayor predominancia debido a la abundancia de este elemento en rocas y minerales que se libera por procesos de intemperización y otros procesos erosivos en la superficie (USEPA, 2018).

- **Arsénico (As)**

El arsénico (As) se libera al medio ambiente por meteorización de rocas que contienen minerales de arsénico y la actividad volcánica, así como también por las actividades

antropogénicas; en cuerpos de agua presentas distintas formas químicas en función del potencial REDOX y el pH del agua. (NSW EPA, 2000).

- **Cadmio (Cd)**

El cadmio (Cd) es un elemento relativamente raro en condiciones naturales y constituye un nutriente menor en plantas; sin embargo, en concentraciones ligeramente superiores a las habituales se convierte en un elemento tóxico para la vida acuática. (US EPA, 2001).

- **Cobre (Cu)**

El cobre (Cu) se encuentra generalmente presente en el agua formando parte de complejos orgánicos e inorgánicos, y en menor proporción como cobre libre (como ion cúprico – Cu(II)), pudiendo asociarse a las moléculas de agua o partículas en suspensión. Su toxicidad en ecosistemas acuáticos se ve influenciada por otros factores fisicoquímicos del agua, que a su vez condicionan la biodisponibilidad del mismo. (US EPA, 2007).

- **Hierro (Fe)**

El hierro (Fe) se encuentra generalmente en el agua en forma bivalente y trivalente, formando complejos coloidales con otros iones inorgánicos, según la disponibilidad de oxígeno y presencia de microorganismos que emplean este elemento en sus procesos biológicos (Roldán y Ramírez, 2008).

- **Manganeso**

El manganeso (Mn) en el agua presenta un comportamiento similar al hierro y en concentraciones muy bajas, participando en determinados procesos biológicos como el crecimiento del plancton (Roldán y Ramírez, 2008).

- **Plomo (Pb)**

El plomo (Pb) se encuentra generalmente en concentraciones muy bajas en cuerpos de agua naturales, siendo los aportes de las actividades antropogénicas las que incrementan la presencia de plomo en el agua, tanto por efluentes industriales, deposición de plomo en el aire o escorrentía superficial. (NSW EPA, 2000).

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es un parámetro que mide la capacidad de conducción de una corriente eléctrica en función de la presencia de iones presentes en el agua; por lo cual, mantiene una relación con la presencia de sólidos totales disueltos. Generalmente, cuerpos de agua con una baja actividad biológica (oligotróficos) o pobre en iones, presentarán bajos niveles de conductividad eléctrica. (Roldán y Ramírez, 2018).

- **Temperatura**

La radiación solar que incide en la superficie terrestre calienta la superficie de los cuerpos de agua superficiales, como ríos y lagos; en los ríos que suelen presentar flujos turbulentos, la mezcla continua del agua uniformiza su temperatura sin generar alguna estratificación térmica, distinto al caso de ríos profundos y de flujo lentos. La alta capacidad calorífica del agua evita cambios repentinos de su temperatura, por lo que la vida acuática experimenta un menor grado de cambios de temperatura respecto a organismos terrestres.

Asimismo, la temperatura del agua juega un papel importante en la actividad metabólica de los organismos, así como en las características físicas del agua y el comportamiento químico de las sustancias o iones presentes en un cuerpo de agua. (Henry y Heinke, 1996).

- **Fósforo total (P_{Total})**

El fósforo es un elemento indispensable para el crecimiento de algas y plantas en ecosistemas acuáticos, que se encuentra generalmente en cantidades limitadas en ríos y lagos; por lo cual, se constituye con un factor limitante para los organismos acuáticos. Su presencia en aguas naturales se origina por la disolución o lixiviación de rocas y suelos con presencia de compuestos fosfatados, como resultado de las precipitaciones y escorrentía superficial.

Por otra parte, las aportaciones de fósforo por actividades humanas suele ser mayor a los aportes de fuentes naturales, especialmente las aguas residuales con contenido de material fecal y detergentes comerciales, así como por el lavado de suelos en áreas agrícolas con uso de fertilizantes. Debido a esto, el fósforo soluble puede alcanzar concentraciones altas en determinados cuerpos de agua con este tipo de contaminación. (Henry y Heinke, 1996).

- **Nitratos + Nitritos (Como N)**

El nitrógeno es otro elemento importante en la productividad de ecosistemas acuáticos por ser un componente fundamental de las proteínas, y en conjunto con el fósforo, son factores limitantes en la producción primaria. El nitrógeno tiene su principal fuente en su forma de gas en la atmósfera, y regresa al medio por descomposición de la materia orgánica, por lo que resulta mucho más abundante en el agua que el fósforo; en términos generales, la proporción de fósforo a nitrógeno en un cuerpo de agua es de 1 a 10.

En ambientes acuáticos, el nitrógeno puede presentarse en varias formas químicas, siendo las más importantes para estos tipos de ecosistemas los nitritos y el ion amonio. El nitrito se encuentra en bajas concentraciones en cuerpos naturales, sobre todo en aguas bien oxigenadas; pero ante la escasez de oxígeno, su concentración se incrementa notablemente y puede llegar a niveles tóxicos para los organismos acuáticos. El ion amonio presenta un comportamiento similar en ambientes acuáticos. En ambos casos, estas formas químicas no suelen perdurar por largos periodos de tiempo dado que son rápidamente asimiladas por los organismos acuáticos y/o son convertidas (oxidadas) hasta nitratos o reducidas a nitrógeno molecular en ambientes hipóxicos.

En cuerpos de altas montañas, los cuerpos de agua presentan una baja concentración de formas de nitrógeno, pero a medida que se llegan a la parte baja de las cuencas, la presencia de nutrientes en los ríos tiende a aumentar por el arrastre de sedimentos en suelos erosionados, vertimientos de actividades antrópicas y arrastre de nutrientes de zonas agrícolas (Roldán y Ramírez, 2008).

En línea con lo expuesto, y considerando los parámetros establecidos en los Estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas superficiales vigentes (aprobado por D.S. Nº 004-2017-MINAM), para los cuerpos de agua de la Categoría 3 como es el caso del río Huaura, se adopta como parámetro representativo a la concentración de Nitratos + Nitritos (Como N).

- **Mercurio (Hg)**

De forma natural la presencia de mercurio se restringe a nivel de trazas, en formas inorgánicas que suelen tener una baja toxicidad y disponibilidad para su asimilación por organismos acuáticos; sin embargo, hay bacterias que pueden convertir estas formas de

mercurio a otros compuestos como el metilmercurio, que presentan una alto grado de toxicidad y bioacumulación. (NSW EPA, 2000).

- **Zinc (Zn)**

El zinc (Zn) constituye un microelemento de importancia para los procesos biológicos de plantas y animales (Roldán y Ramírez, 2008); y su presencia en el agua se debe a procesos naturales como la erosión y meteorización de rocas en la cuenca, así como también como resultado de arrastre de este elemento en zonas urbanas o industriales, del vertimiento de aguas residuales y otras fuentes antropogénicas. En cuerpos de agua naturales su concentración es baja. (NSW EPA, 2000).

Fuentes contaminantes de los recursos hídricos

En el Perú, las presiones que se ejercen sobre los recursos hídricos son cada vez más crecientes, lo cual se debe al crecimiento de la población y de las zonas urbanizadas, las descargas de aguas residuales de distintas actividades, los drenajes agrícolas, la inadecuada disposición de residuos sólidos y pasivos ambientales, así como también la presencia de factores naturales asociados a la mineralización de los cuerpos de agua y cambios de patrones hidrológicos (Guevara, Obando y Segura, 2019). Estas presiones sobre la calidad de los recursos hídricos se constituyen como fuentes contaminantes.

Para Ocola y Laqui (2017), una fuente de contaminación se encuentra definida como:

> "*toda aquella que, al llegar en forma sólida o líquida, directa o indirectamente, a un cuerpo natural de agua superficial o subterráneo, puede alterar las condiciones de calidad natural (físicas, químicas y biológicas), hasta tal punto de poner en riesgo su capacidad de uso y afectar las condiciones del ecosistema acuático, sea en el corto, mediano o largo plazo.*"

Además, precisan que estas fuentes son diversas y pueden estar asociadas a las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en el ámbito de una cuenca, incluyendo tanto actividades poblacionales como actividades productivas y otras, aunque también pueden identificarse casos de fuentes asociadas a las características geoquímicas de la cuenca.

De acuerdo con el Aquino (2017), los registros del ANA contabilizan que las mayores descargas de aguas residuales son tipo industrial de origen en las actividades mineras, y las vierten principalmente en ríos y quebradas, y, por otra parte, las aguas residuales

provenientes del Sector Saneamiento realizan descargas importantes sobre ríos y en el mar. En el mediano y largo plazo, se prevé que las descargas de aguas residuales se incrementarán, y, por ende, se agravará la presión de carga contaminante sobre estos cuerpos de agua.

De acuerdo con la clasificación propuesta por el ANA (2018), las fuentes contaminantes pueden agruparse por su naturaleza en las siguientes categorías:

- **Aguas naturales**

Se incluyen en la categoría de fuentes naturales de contaminación del agua a aquellas fuentes de agua que son denominadas aguas termales (cuando superan los 20 ºC en lugares gélidos o cuando superan en 4 ºC a la temperatura media anual del ambiente en zonas cálidas), aguas minerales (cuando la composición iónica supera los 1,000 mg/L) o aguas minero-termales cuando presentan las características de las dos anteriores.

Además, se incluyen en esta categoría también a las aguas procedentes de la desglaciación y a las aguas de drenaje pluvial, cuando presenten características que las determinen como fuentes contaminantes de la calidad de agua.

- **Depósitos naturales**

Incluyen los lugares donde las estructuras geológicas o depósitos naturales mineralizados no necesariamente generan una descarga líquida, pero por su exposición a la erosión y escorrentía del agua de lluvia, pueden contaminar cuerpos de agua naturales.

- **Aguas residuales**

Comprenden aquellas aguas cuyas características originales han sido alteradas como resultado de su uso en actividades antrópicas, y que por tanto requieren de un tratamiento previo a su vertimiento a un cuerpo de agua natural o su reúso en otras actividades. Por lo general son subclasificadas según sus características y las actividades en las que se genera, incluyendo: aguas residuales agroindustriales, agropecuarias, domésticas, municipales, minero-metalúrgicas e industriales, entre otros.

- **Residuos sólidos**

Se asigna esta denominación a los lugares donde los residuos sólidos son desechados de manera inadecuada en cursos, riberas o en áreas donde la escorrentía superficial y/o

subterránea pueden afectar la calidad del agua. Se incluye en este grupo a los botaderos informales y otros tipos de áreas degradadas por residuos sólidos.

- **Sustancias descargadas “in situ”**

Esta categoría comprende todos los lugares donde las sustancias contaminantes son incorporadas a un cuerpo de agua natural como resultado de las actividades que se realizan sobre el cuerpo de agua o en sus bienes asociados (riberas, fajas marginales, etc.). Son ejemplos de estas actividades el lavado de ropa, de vehículos o de alimentos; la incorporación de alimentos para peces cultivados en jaulas flotantes, entre otros.

Análisis de tendencias

Uno de los principales objetivos de numerosos programas de monitoreo ambiental es el seguimiento de la evolución y tendencias de los niveles de contaminantes en el ambiente a lo largo del tiempo, sea con fines de conservación o determinar las acciones desarrolladas para disminuir la presencia de contaminantes.

En este contexto, Bouza (2006) plantea que el análisis de la tendencia de los contaminantes del agua consiste en el estudio y análisis de la variación de los datos medidos en un periodo determinado de tiempo, con la finalidad de reconocer los cambios experimentados en el tiempo y obtener una expresión cuantitativa de estos cambios. Hasta la fecha, se han desarrollado múltiples métodos y herramientas para la evaluación de la tendencia de distintos parámetros, llegándose incluso al desarrollo de modelos de predicción de la calidad futura del agua en los cuerpos naturales estudiados.

El uso combinado de índices de calidad de agua con el estudio de tendencias por métodos no-paramétricos, representa una valiosa herramienta para conocer, de manera eficiente, la evolución temporal de la calidad del agua en una determinada cuenca hidrográfica. Y, sí además se realiza el análisis conjunto con el uso de Sistemas de información geográfica, se facilitará tanto la gestión de los tomadores de decisiones como la divulgación a la sociedad civil de los resultados obtenidos, y su relación espacial respecto a las potenciales actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca.

2.3. Bases filosóficas

La medición de la calidad del agua surge de la comparación de sus características fisicoquímicas y biológicas con respecto a determinados valores estándar, que se consideran idóneos para la protección del medio ambiente o de las necesidades de la sociedad para distintos usos (PNUMA, 2011; citado por Saulino, 2021).

2.4. Definición de términos básicos

- **Aguas residuales**

Aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, que tengan que ser vertidas a un cuerpo de agua natural, o ser reusadas, y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo

- **Agua superficial**

Agua procedente de la lluvia, deshielos o nieve, que incluye a los ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales (ANA, 2016c).

- **Calidad ambiental**

Es conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos (MINAM, 2011a), que puede tratarse en forma general para todo el ambiente o en términos específicos para cada componente del ambiente, como lo son el agua, suelo, aire y ruido.

- **Calidad del agua**

Es el conjunto de propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua (OMM, 2012).

- **Cuenca hidrográfica**

Porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural (ANA, 2016a). La cuenca hidrográfica suele ser utilizada como unidad de planificación para los recursos hídricos, considerando que las cuencas hidrográficas suelen estar conformadas por cuencas de menor tamaño, asociadas a los ríos tributarios (Vásconez et al, 2019).

- **Cuerpo de agua**

Comprende a una extensión determinada de agua como puede ser un río, lago, mar u océano que cubren parte de la tierra, incluyendo también a los cuerpos de agua artificiales como lo son embalses; pueden contener agua salada, salobre o dulce (ANA, 2016a).

- **Descarga**

Comprende las acciones de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo de agua receptor (ANA, 2016c).

- **Disponibilidad del agua**

Capacidad de uso de los recursos hídricos para satisfacer las necesidades de la población, la preservación de los ecosistemas naturales y los factores políticos y económicos.

- **Fuente contaminante del agua**

Son aquellas fuentes identificables y localizadas de contaminación real o potencial de los recursos hídricos, constituidas por vertimientos de aguas residuales de actividades poblacionales y productivas, así como también se incluyen los pasivos ambientales mineros, botaderos de residuos sólidos y otros tipos de fuentes que directa o indirectamente, pueden afectar la calidad del agua.

- **Gestión de la calidad del agua**

Acciones y medidas para preservar, controlar y recuperar la calidad de los cuerpos de agua naturales de agua, incluida la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados (ANA, 2016c).

- **Gestión integrada de recursos hídricos**

Proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua y los recursos naturales asociados a esta, en una determinada cuenca hidrográfica, con la finalidad de alcanzar un desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (MINAG, 2010).

- **Indicadores ambientales**

Señales o signos que reflejan la situación del ambiente y permiten realizar una evaluación y seguimiento a las medidas de protección ambiental en un determinado ámbito de estudio, y pueden estar constituidos por una variable o por el producto de una relación matemática entre un conjunto de variables. Su utilidad depende del contexto particular para el cual fue diseñado (ANA, 2016c).

- **Índice de calidad del agua**

Es una herramienta matemática para la calidad del agua y son utilizados para transformar grandes cantidades de datos sobre las mediciones de parámetros de calidad en una escala de medición única (Castro et al, 2014).

- **Lagos y lagunas**

Comprenden todas las aguas que no presentan corrientes continuas, comprendidas dentro de los cuerpos de agua lénticos, incluyendo también a los humedales (ANA, 2016c).

- **Pasivos ambientales**

Denominación que comprende a aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por actividades del hombre, que han sido abandonadas o están inactivas, y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad (ANA, 2016c).

- **Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)**

Infraestructura para realizar los procesos que permiten la reducción de las concentraciones de las sustancias y patógenos contenidos en las aguas residuales (ANA, 2016c).

- **Recurso hídrico**

Comprende el agua superficial, subterránea, continental y a los bienes asociados a estas. Se incluye también al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable (ANA, 2016a).

- **Red de puntos de monitoreo**

Es el sistema de monitoreo ambiental continuo, establecido en el marco de la vigilancia de la calidad del agua realizada por la Autoridad Nacional del Agua, que comprende los

puntos de medición con disponibilidad de datos sobre la calidad del agua. Su objetivo es contar con información de la calidad del agua, de forma confiable y clara para evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental y verificar la tendencia de la concentración de los contaminantes, como información base para la definición de políticas de control de la contaminación (ANA, 2016a).

- **Vertimiento**

Es la descarga de aguas residuales a un cuerpo natural de agua continental o marítima.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

La calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022 se ha deteriorado.

2.5.2. Hipótesis específicas

- Los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en los recursos hídricos del río Huaura, son continuos en el periodo 2015-2022.
- La variación de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura evaluados en el periodo 2015-2022, presentan una tendencia significativa
- Existe una relación directa entre las fuentes contaminantes inventariadas y la calidad de los recursos hídricos del río Huaura.

2.6. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables empleadas en la presente investigación se detalla en la Tabla 2.

Título: “Evaluación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura, en el periodo 2015-2022”.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variables	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica
Variable Independiente				
Calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura	Evaluación del cumplimiento de los datos de monitoreos de calidad de agua superficial con los ECA Agua vigentes (D.S. Nº 004-2017-MINAM)	Parámetros relativos a la presencia de materia orgánica	Concentración de DBO_5, DQO, OD, P_{total}, NO_3^-, expresados en mg/l	Análisis comparativo con los ECA Agua vigentes
			Concentración de Coliformes termo tolerantes, expresados en NMP/100 ml	Análisis comparativo con los ECA Agua vigentes
		Parámetros relativos a la factores físico-químicos y metales	Nivel de pH, expresado en unidades de pH	Análisis comparativo con los ECA Agua vigentes
			Concentración de Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn, y SST, expresados en mg/l	Análisis comparativo con los ECA Agua vigentes
		Índice de calidad de agua (ICARHS)	Valor del índice en unidades adimensionales	Metodología de determinación del índice ICARHS
Fuentes contaminantes	Fuentes que genera agentes contaminantes que afectan a los recursos hídricos directa o indirectamente	Vertimientos no autorizados	Número y volumen anual de vertimientos no autorizados	Análisis correlacional de Spearman, en software SPSS
		Fuentes contaminantes difusas	Número de fuentes contaminantes difusas	Análisis correlacional de Spearman, en software SPSS
Variable Dependiente				
Variación espacial y temporal	Evaluación de las variaciones y posibles tendencias espaciales y temporales de los parámetros indicadores y los índices de calidad de agua	Distribución espacial	Ubicación de las estaciones de monitoreo y fuentes contaminantes	Análisis geoespacial mediante sistemas de información geográfica, en software QGIS.
		Serie temporal	Año	Análisis de tendencia en series temporales mediante test de Mann-Kendall, en R Studio.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El diseño de la investigación es no experimental, de enfoque cuantitativo, longitudinal de tendencia y descriptivo relacional. Se determina como no experimental dado que no existirá manipulación en la toma o nuestro de datos, dado que la información de partida es obtenida de fuentes institucionales; es longitudinal de tendencia puesto que se evaluará la variación del índice de calidad de agua en distintos periodos de tiempo; y es descriptivo relacional debido a que se asociará el índice de calidad a variables asociadas a las presiones antrópicas sobre los recursos hídricos.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2017), la población comprende la totalidad de un fenómeno a estudiar, de forma cuantificada.

Para la presente investigación, la población se encuentra conformada por el total de estaciones de monitoreo en las aguas superficiales del río Huaura monitoreados por la Autoridad Administrativa del Agua Cañete – Fortaleza (AAA Cañete – Fortaleza), en el ámbito de la Unidad Hidrográfica Huaura 13756, donde se cuenta con 7 estaciones de monitoreo de calidad de agua en cuerpos de agua superficiales.

3.2.2. Muestra

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2017), la muestra comprende la parte representativa de una población de estudio, siendo el tipo de muestro no probabilístico por conveniencia.

En la investigación que nos ocupa, la muestra se encuentra determinada por el número de estaciones de monitoreo de calidad de agua en ubicados en el río Huaura perteneciente a la Unidad Hidrográfica Huaura 13756, que contienen la data histórica suficiente para el análisis de tendencia en el periodo 2015 – 2022, es decir, que cuentan con registros periódicos continuos en el periodo de estudio.

De la revisión preliminar de la data histórica de los monitoreos realizados por la AAA Cañete – Fortaleza, se consideran para la presente investigación evaluar 6 de las 7 estaciones monitoreadas, debido a que la estación RHuau4, cuenta con años que no ha sido monitoreado por el bajo caudal del río en la ubicación de esta estación.

La ubicación de las estaciones de monitoreo se presenta en el apartado 4.1.1.4 “Red de monitoreo de calidad de agua del río Huaura”.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Revisión documental

Para la presente investigación se realizó una recopilación de los Informes de Monitoreos Participativos realizados por la Autoridad Administrativa del Agua Cañete – Fortaleza en el ámbito de la cuenca del río Huaura, en el periodo comprendido entre el 2015 y el 2022. Esta información es solicitada a la citada entidad mediante solicitudes de acceso a la información en el marco de lo dispuesto en la Ley Nº 27806 - Ley de transparencia y acceso a la información pública.

Asimismo, se realizó la solicitud de información y/o recopilación de información de fuentes contaminantes, pasivos ambientales, vertimientos autorizados, entre otros, a entidades como la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), Ministerio de Energía y Minas (MINEM), y Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Este inventario de fuentes contaminantes complementado en el ámbito de la unidad hidrográfica Huaura 13756, permitirá evaluar la relación entre las fuentes contaminantes inventariadas en el ámbito de la cuenca Huaura y la calidad de sus recursos hídricos del río Huaura. Esta información fue recopilada por medio de solicitudes de acceso a la información en el marco de la Ley Nº 27806 y/o recopilada desde repositorios oficiales o geoportales de las entidades antes mencionadas.

3.3.2. Verificación en campo

Se realizó la verificación en campo mediante observación directa y registro en Fichas de campo de las estaciones de la red de monitoreo de la cuenca Huaura, que han sido determinadas como muestra para la presente investigación; así como también se aplicaron

estas técnicas en los principales puntos o zonas de contaminación del río Huaura, determinadas durante la etapa de revisión documental.

Para la ubicación de los puntos de interés en campo (estaciones y fuentes contaminantes), se prepararon mapas impresos de ubicación y se precargaron los puntos en un navegador Garmin GPSMAP 66sr multibanda para su ubicación en campo. Para el registro de datos se empleó una Ficha de identificación de puntos de monitoreo, en conjunto con pizarra para los datos principales e identificación de las tomas fotográficas.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

3.4.1. Sistematización de datos y determinación del índice de calidad

Un índice de calidad de agua consiste en una expresión matemática que combina un número determinado de parámetros indicadores de calidad de agua, a fin de obtener un único valor adimensional que pueda ser comparado y categorizado.

El uso de indicadores ambientales ha sido ampliamente aplicado en investigaciones relacionadas con la calidad de agua, existiendo una amplia variedad de índices, los cuales difieren en sus métodos de ponderación y/o parámetros usados para su determinación. Es por ello que varios de los antecedentes citados en la presente investigación recurrieron a comparar distintos índices para el mismo conjunto de datos.

Figueroa (2014) señala que el índice CCME-WQI de Canadá permite una evaluación más amplia e integral de la calidad del agua en el río estudiado, dado que considera sus variaciones espaciales y temporales, además de reducir el riesgo de subjetividad en la ponderación de parámetros; asimismo, Caho y López (2017) concluyeron que el índice ICA basado en la metodología del CCME-WQI, es ideal para una evaluación temporal de la calidad de agua.

Por otra parte, la metodología propuesta la ANA mediante R.J. Nº 084-2020-ANA, para la determinación de un índice de calidad de agua de aplicación nacional, también se encuentra basado en la metodología CCME-WQI de Canadá.

En base a lo expuesto, y considerando que la ANA es el organismo del estado competente en materia de recursos hídricos, se adoptó la metodología del "**Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales**" (abreviado como ICARHS) para los

fines de la presente investigación. A continuación, se detallan los procedimientos metodológicos para la determinación del índice de calidad seleccionado.

3.4.1.1. Validación de estaciones de monitoreo

Se validó la ubicación de las estaciones de monitoreo en los distintos monitoreos participativos realizados por la AAA Cañete - Fortaleza, puesto que durante el periodo evaluado, por razones de variabilidad estacional e interanual de los cursos superficiales de los cuerpos de agua, o variaciones por condiciones de accesibilidad o por modificación y/u optimización de la red de monitoreo en la cuenca, se pueden encontrar casos en los que una misma estación de monitoreo varíe de coordenadas de ubicación entre distintas fechas de monitoreos. Este procesamiento se realiza con la finalidad de validar que los registros históricos corresponden a un mismo tramo de estudio de un cuerpo de agua superficial que es objeto del monitoreo.

Este procedimiento de validación se realizó con apoyo de sistemas de información geográfica (SIG), con el empleo del software libre y de código abierto QGIS, en su versión 3.16.15-Hannover; y los resultados de la verificación en campo. Asimismo, por razones de presentación, se ha incorporado un espacio antes del dígito final del código oficial de las estaciones, sin modificar su identificación oficial.

3.4.1.2. Selección de parámetros para evaluación de los índices de calidad de agua

En línea con lo detallado en las bases teóricas, la selección de parámetros para evaluar la calidad de un cuerpo de agua depende de los fines de la evaluación de recursos hídricos y de los objetivos de protección y/o aprovechamiento de un cuerpo de agua determinado. En ese sentido, los parámetros seleccionados por la metodología propuesta por la ANA varían de acuerdo con la clasificación de cada cuerpo de agua, mientras que en otros indicadores de calidad de agua la selección de los parámetros es uniformes.

La metodología del ANA en su conjunto contempla la evaluación de 20 parámetros físico químicos y microbiológicos, los cuales son agrupados en dos grupos: i) materia orgánica, y, ii) físico-químicos y metales. Para la presente investigación se emplearán los parámetros atribuidos a la categoría de los cuerpos de agua de las estaciones evaluadas, son detallados en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros de calidad de agua para la determinación del ICARHS

Grupo	Parámetros de Calidad de Agua			Categorías de cuerpos de agua		
	Nº	Descripción	Unidad	C1-A2	C3	C4-E2
Materia Orgánica	1	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/l	X	X	X
	2	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	X	X	
	3	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	X	X	X
	4	Coliformes termotolerantes (C.T.)	NMP/100 ml	X	X	X
	5	Fósforo total (P_{Total})	mg/l	X		X
	6	Amoniaco ($–NH_4$)	mg/l	X		
	7	Nitratos (NO_3-)	mg/l			X
	8	Hidrocarburos de petróleo (TPH)[a]	mg/l			X
Físico-químicos y metales	9	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	X	X	X
	10	Aluminio (Al)	mg/l	X	X	
	11	Arsénico (As)	mg/l	X	X	X
	12	Boro[b] (Bo)	mg/l	X	X	
	13	Cadmio (Cd)	mg/l	X	X	
	14	Cobre (Cu)	mg/l		X	X
	15	Hierro (Fe)	mg/l	X	X	
	16	Mercurio (Hg)	mg/l			X
	17	Manganeso (Mn)	mg/l	X	X	
	18	Plomo (Pb)	mg/l	X	X	X
	19	Zinc (Zn)	mg/l			X
	20	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l			X

Fuente. Adaptado de R.J. Nº 084-2020-ANA. Categorías de cuerpo de agua: Aguas con fines poblacionales y recreacionales (C1-A2), Aguas con fines de riego de vegetales y bebida de animales (C3), Aguas con fines de conservación del ambiente acuático (C4-E2).

Nota. [a] Aplica para la vertiente del Amazonas con Categoría 4 E2 – ríos de la selva. [b] Aplica para la vertiente del Pacífico (zona sur).

3.4.1.3. Revisión de la clasificación de cuerpos de agua superficiales

Para verificar las categorías de los cuerpos de agua, se empleará la Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales, aprobada con Resolución Jefatural Nº 056-2018-ANA el 13 de febrero de 2018.

De la revisión de la información recopilada, se ha identificado que el río Huaura en las estaciones de monitoreo que conforman la muestra, se encuentra clasificado en la Categoría 3, por lo que no se tendrán en cuenta los parámetros exigidos para la Categoría 1-A2 y 4. Ver mayor detalle en apartado 4.1.1.3 “Clasificación de cuerpos de agua”.

3.4.1.4. Validación de datos de calidad de monitoreos

Se validó los datos de cada parámetro de calidad en los monitoreos históricos disponibles en los Informes de los monitoreos participativos recopilados, con fines de identificar posibles valores atípicos. Para estos casos, el investigador se remitió a los anexos de los informes donde se encuentran los Registros de datos de campo, con los datos de parámetros que se monitorean directamente en campo, y a los Informes de ensayos de los laboratorios acreditados que realizaron los análisis de laboratorio, con fines de verificar los datos y evaluar el posible descarte de estos valores atípicos, o considerarlos según las observaciones anotadas en los Registros de datos de campo de los monitoreos.

3.4.1.5. Comparación de los datos de monitoreos con los ECA Agua vigentes

Los datos recopilados, sistematizados y validados de los monitoreos de calidad de recursos hídricos del río Huaura, serán comparados con los Estándares de calidad ambiental para Agua vigentes, los cuales se encuentran aprobados por D.S. Nº 004-2017-MINAM.

Cabe indicar que, si bien el periodo de evaluación de la presente investigación cubre un periodo anterior a la fecha de aprobación de este dispositivo normativo, se debe considerar que el objetivo principal de la investigación es determinar los cambios de la calidad del agua en el tiempo, y para ello es imprescindible que todos los datos se evalúen de una forma homogénea a fin de ser comparables en distintos periodos de tiempo; por tanto, los datos de calidad de agua serán comparados con los ECA vigentes a la fecha de la presente investigación.

Asimismo, la clasificación descrita en el apartado 3.4.1.3 señala que el río Huaura en el tramo de estudio se clasifica en la Categoría 3, pero esta categoría cuenta con

subcategorías para la aplicación del ECA vigente. Por tanto, bajo un enfoque conservador para evaluar la calidad del agua para los distintos usos y protección del ambiente acuático, se emplean los valores más restrictivos que disponen los ECA Agua vigentes, esto es: Subcategoría D1 – Riego de vegetales, Agua para riego restringido.

3.4.1.6. Método de cálculo del índice ICARHS

La fórmula base para la determinación del valor del ICARHS, empleada en la metodología del ANA, ha sido elaborada por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente de Canadá (CCME WQI) y modificada por los Ministerios de Alberta y Columbia Británica (ANA, 2020). Ver Ecuación 1.

$$\mathrm{CCMEWQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1{,}732} \right) \ldots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

F1 (Alcance): Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua vigentes, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$\mathrm{F1} = \frac{Nº\ de\ Parámetros\ que\ no\ cumplen\ los\ ECA\ Agua}{Nº\ total\ de\ parámetros\ a\ evaluar} \ldots \text{(Ecuación 2)}$$

F2 (Frecuencia): Representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA para Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

$$\mathrm{F2} = \frac{Nº\ de\ datos\ que\ no\ cumplen\ los\ ECA\ Agua}{Nº\ total\ de\ datos\ evaluados} \ldots \text{(Ecuación 3)}$$

F3 (Amplitud): Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$\mathrm{F3} = \left(\frac{Suma\ normalizada\ de\ excedentes}{Suma\ normalizada\ de\ excedentes + 1} \right) * 100 \ldots \text{(Ecuación 4)}$$

La Suma normalizada de excedentes (SNE) se determina mediante le Ecuación 5, donde cada excedente representa la diferencia entre el valor del ECA y el valor del dato obtenido en el monitoreo respecto al valor del ECA, por cada parámetro.

$$\text{SNE} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} Excedentes_i}{Total\ de\ datos}\right) * 100 \ldots \text{(Ecuación 5)}$$

Se distinguen dos casos de aplicación:

Caso 1: Cuando el valor de la concentración del parámetro supera el valor establecido en el ECA Agua, es decir, cuando el valor del ECA Agua representa un valor máximo aceptable para los fines de uso y/o conservación, el cálculo del excedente se determina de la siguiente manera:

$$\text{Excedente}_{(caso\ 1)} = \left(\frac{Valor\ del\ parámetro\ que\ no\ cumple\ los\ ECA\ agua}{Valor\ del\ parámetro\ establecido\ en\ los\ ECA\ Agua}\right) - 1 \ldots \text{(Ecuación 6)}$$

Caso 2: Cuando el valor de la concentración del parámetro es menor al valor establecido del ECA Agua, es decir, cuando el valor del ECA Agua representa un valor mínimo aceptable para los fines de uso y/o conservación, como es el caso del Oxígeno disuelto o de los límites inferiores del pH; el cálculo del excedente se determina de la siguiente manera:

$$\text{Excedente}_{(caso\ 2)} = \left(\frac{Valor\ del\ parámetro\ establecido\ en\ los\ ECA\ Agua}{Valor\ del\ parámetro\ que\ no\ cumple\ los\ ECA\ Agua}\right) - 1 \ldots \text{(Ecuación 7)}$$

3.4.1.7. Escala de valoración del ICARHS

El resultado de la determinación o cálculo de los índices de calidad ambiental, generalmente se obtienen como un número adimensional comprendido entre 0 y 100, que reflejan la calidad del agua en un determinado punto de muestreo y tiempo.

Estos valores son categorizados finalmente en una escala de cinco rangos que califica el estado de la calidad del agua como Pésimo, Malo, Regular, Bueno y Excelente para la metodología del ANA. La Tabla 4, presenta los rangos de calificación del ICARHS, así como su interpretación de clases.

Tabla 4

Escala de valoración del ICARHS

Valor del ICARHS	Calificación	Interpretación
95 - 100	**Excelente**	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.
80 - 94	**Bueno**	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65 - 79	**Regular**	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45 - 64	**Malo**	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0 - 44	**Pésimo**	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento

Nota: Adaptado de R.J. Nº 084-2020-ANA, en base a la escala determinada por la Metodología canadiense del CCME-WQI.

3.4.1.8. Determinación de subíndices del ICARHS

El cálculo final del índice ICARHS depende de dos (2) subíndices, que serán asignados como S1 y S2, los que se calcularán en función de parámetros determinados que guardan relación entre sí, y la calificación final será determinada por el subíndice que presente un menor valor, y por ende, represente una calificación más crítica (Figura 3). Estos subíndices son calculados para cada grupo de parámetros indicados en la Tabla 3, para los parámetros de Materia orgánica en el caso del Subíndice S1, y para los parámetros fisicoquímicos y metales para el caso del subíndice S2.

$$\text{ICARHS} = \text{mín}(S_1, S_2) \ldots \text{(Ecuación 8)}$$

Para el cálculo de cada subíndice se emplea la Ecuación 1, con los factores F1, F2 y F3 determinados para cada conjunto de parámetros que corresponde a cada subíndice en cuestión.



Figura 3

Esquema de determinación de subíndices y del valor del ICARHS

Nota: Adaptado de R.J. Nº 084-2020-ANA.

3.4.2. Consolidación de inventario de fuentes contaminantes

El inventario de fuentes contaminantes tiene por finalidad identificar las fuentes que originan o pueden originar una alteración de la calidad de los recursos hídricos en el ámbito de estudio, principalmente como producto de la actividad antrópica, y no limitándose al cauce mismo del río Huaura.

La información base es el "Inventario de fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura" elaborado en 2015 y actualizado al 2017 por la Autoridad Local del Agua Huaura, el cual incluye registros de vertimientos de aguas residuales, pasivos ambientales, entre otros.

Los registros de este inventario base, fueron complementados a partir de la información disponible del MVCS, MINEM, OEFA, ANA y otras entidades estatales sobre otras fuentes contaminantes, denuncias ambientales u otra información que represente una fuente de afectación de la calidad de los recursos hídricos en el ámbito de la cuenca Huaura.

A partir de esta información, se construye una base de datos del Inventario complementado y se generó un soporte de datos en sistemas de información geográfica, permitiendo conocer la distribución espacial de las fuentes contaminantes inventariadas y su relación espacial con los resultados de calidad de agua en las estaciones evaluadas del río Huaura.

3.4.3. Análisis espacial de la calidad del agua y las fuentes contaminantes

Durante la validación y sistematización de las estaciones de monitoreo de calidad de agua y de los inventarios de fuentes contaminantes, se construyó un modelo GIS con datos georreferenciados que permita el análisis espacial para determinar la relación entre la calidad de las aguas del río Huaura y su tendencia en el periodo de evaluación, con respecto a las fuentes contaminantes existentes en su entorno.

La construcción de este modelo georreferenciado y su análisis espacial se realizará con apoyo de un sistema de información geográfica soportado en el software libre y de código abierto QGIS, en su versión 3.16.15-Hannover.

El uso de este software también permitirá la representación espacial de los resultados de los índices de calidad ambiental de agua para las distintas estaciones de monitoreo evaluadas, así como la representación espacial de las fuentes contaminantes vinculadas a los recursos hídricos del río Huaura. Para las sistematizaciones de datos de fuentes contaminantes se emplearon herramientas como análisis de proximidad y buffer.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

El presente apartado describe los resultados la investigación, describiendo inicialmente las características del sistema hidrológico del río Huaura así como del entorno de la cuenca (ítem 4.1.1), lo cual permitirá contextualizar la variación espacial de los resultados obtenidos. El ítem 4.1.2 (Pág. 80) incluye los resultados intermedios del procesamiento de datos y el análisis final de resultados del objetivo específico 1 se detallan en el ítem 4.1.2.6 (Pág. 149); mientras que los resultados relativos a los objetivos específicos 2 y 3 se incluyen en los ítems 4.1.3 (Pág. 167) y 4.1.4 (Pág. 176) respectivamente.

4.1.1. Descripción general del área de estudio

4.1.1.1. Características hidrológicas de la cuenca Huaura

La cuenca del río Huaura se ubica en la costa central del Perú, con una extensión superficial de 4,333.92 km2 y siendo el río Huaura como su río principal, con una longitud estimada de 165.80 km desde su naciente en la laguna Agopampa hasta su desembocadura en el océano pacífico al norte de la localidad de Carquín.

De acuerdo con el ANA (1998, 2010), la cuenca del río Huaura presenta las siguientes características geomorfológicas:

- Altura media de la cuenca: 3,171 m s.n.m.
- Pendiente promedio de la cuenca: 16.5%
- Coeficiente de compacidad (kc): 1.85
- Factor de forma (Ff): 0.17
- Longitud total acumulada de ríos: 2,293.9 km
- Densidad de la red de drenaje: 0.53 km/km^2
- Clasificación ordinal del río principal (río Huaura): Quinto orden
- Pendiente media del río principal: 2.9%.

La cuenca del río Huaura posee 9 subcuencas (unidades hidrográficas menores), siendo las principales la subcuenca Alto Huaura del río Quichas – Huaura, la subcuenca Checras (río Checras) y la subcuenca Huanangue del río Chico (también denominado río Huanangue).

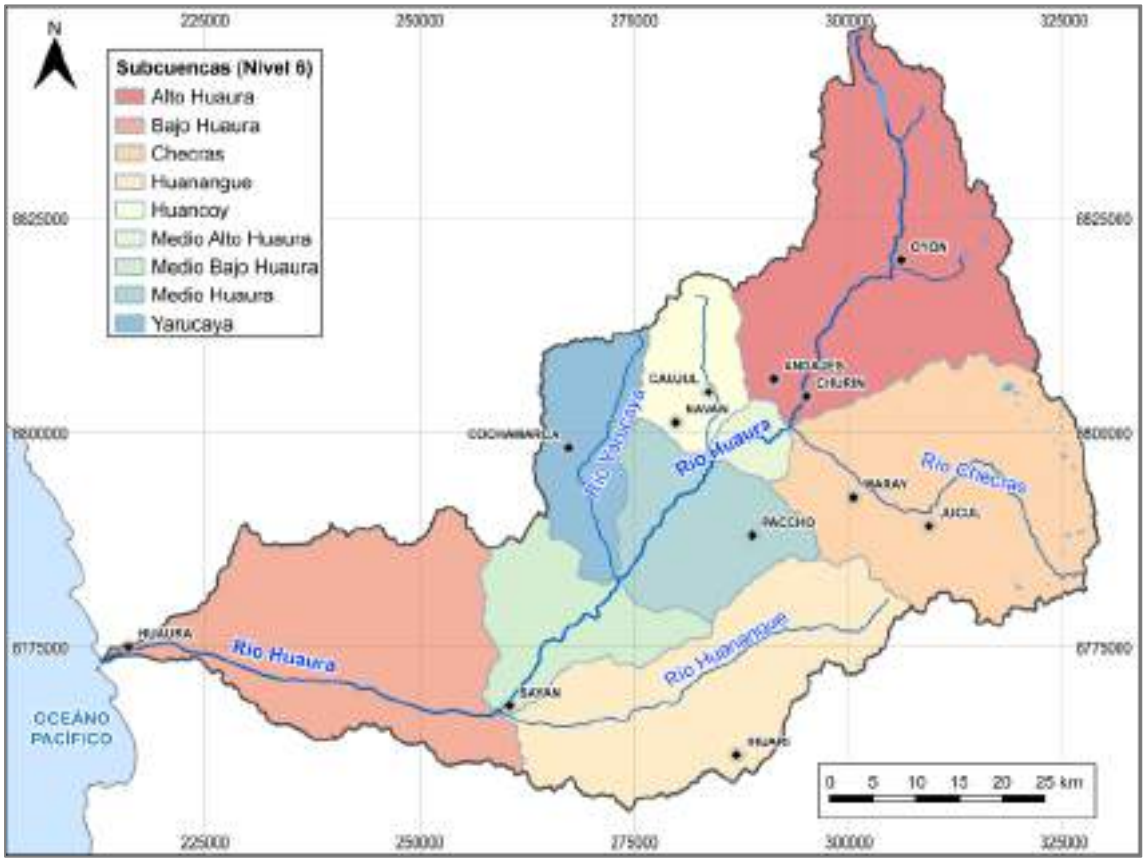


Figura 4

Subcuencas de la cuenca del río Huaura

El ANA (2010) en su evaluación de recursos hídricos de la cuenca, señala que el 62% de la superficie total de la cuenca, corresponde a la cuenca húmeda; es decir, donde se producen las lluvias estacionales con mayor intensidad. Además, estimó que el caudal medio mensual de la cuenca varía entre 11.3 m^3/s en época de estiaje (agosto) y 59.3 m^3/s en época de avenida (en marzo), con medias multianuales de 25.3 m^3/s. Además, el río Huaura se encuentra regulado por el embalse de la laguna Surasaca (aguas arriba de la ciudad de Oyón) y por el reservorio de compensación Pichunche en la parte media de la cuenca donde se regulan las aguas procedentes de la central hidroeléctrica Chéves.

La Figura 5 presenta el perfil altitudinal del río Huaura desde su naciente hasta la desembocadura. Además, en esta figura se incluye también la ubicación de las estaciones de monitoreo evaluadas.

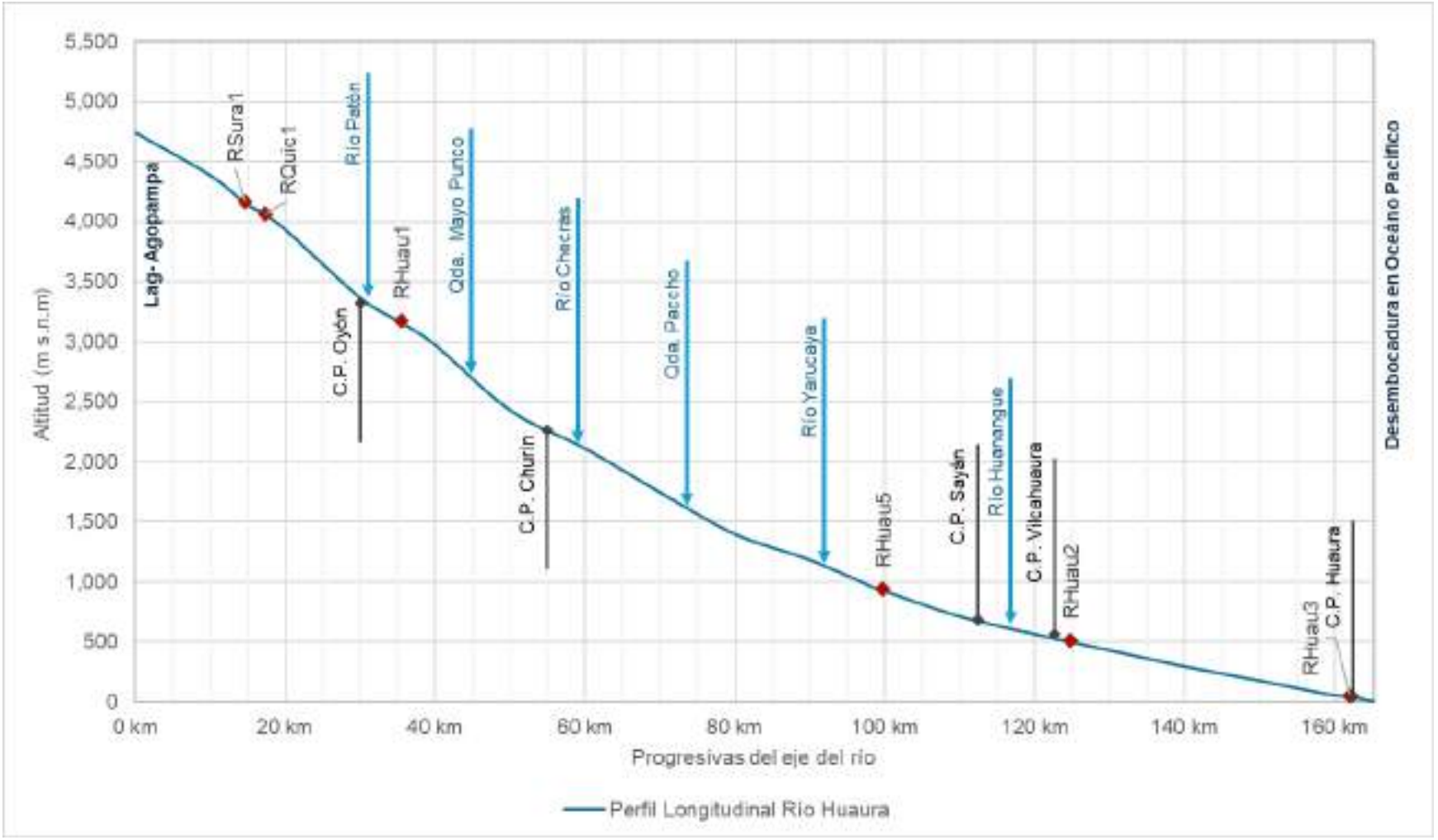


Figura 5

Perfil altitudinal del río Huaura

4.1.1.2. Red hidrográfica

El río Huaura en su recorrido inicial recibe la denominación de Qda. Pucarangra (en la naciente), río Surasaca aguas debajo de la laguna del mismo nombre, y luego confluye con el río Quichas para adquirir este nombre hasta alcanzar la localidad de Oyón, donde confluye con el río Patón por la margen izquierda y a partir de este punto hasta la desembocadura mantiene la denominación de río Huaura; lo indicado en base a la cartografía oficial de ríos y quebradas del ANA.

Los principales tributarios del río Huaura son el río Patón y el río Checras en la parte alta de la cuenca, y en la cuenca baja – media, el principal tributario es el río Chico (también denominado como río Huanangue).

Además, el río Huaura se encuentra regulado por el embalse de la laguna Surasaca (aguas arriba de la ciudad de Oyón) y por el reservorio de compensación Pichunche en la parte media de la cuenca donde se regulan las aguas procedentes de la central hidroeléctrica Chéves.

La Figura 6 presenta el esquema topológico del río Huaura, incluyendo también la ubicación de las estaciones de monitoreo evaluadas.

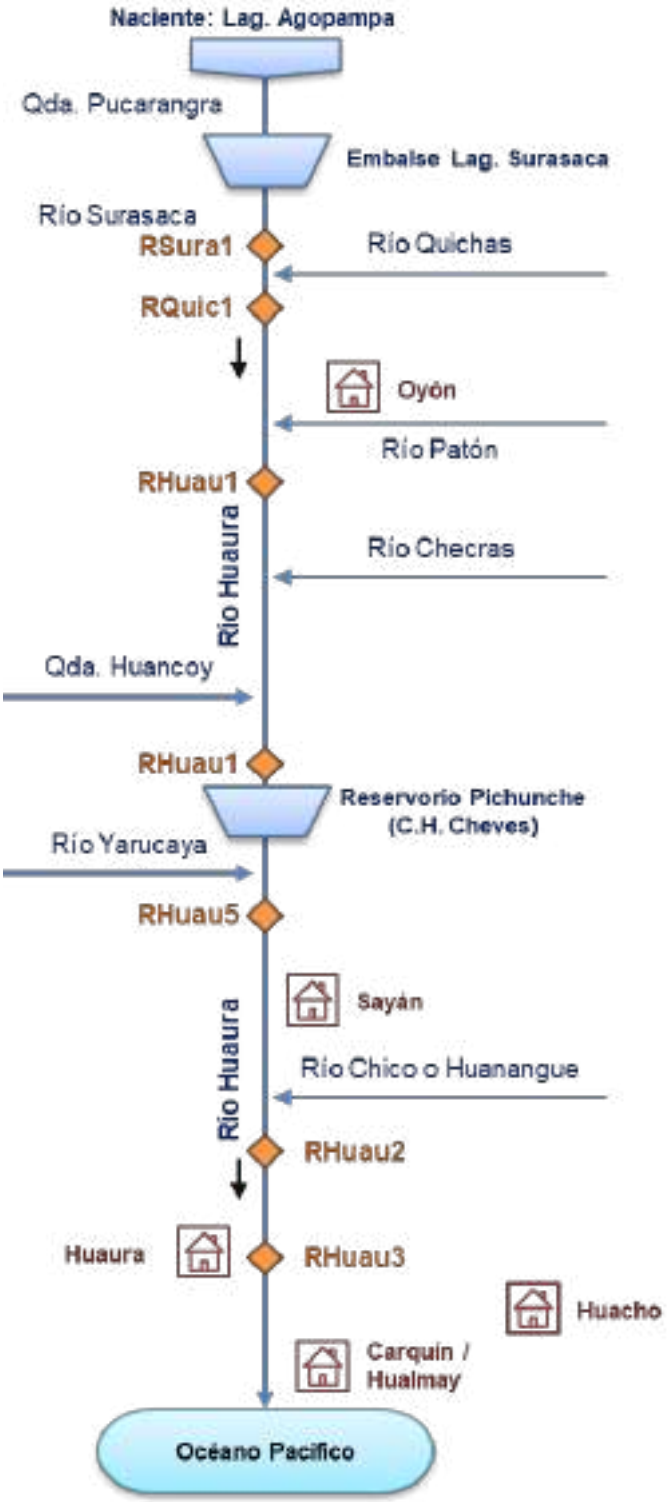


Figura 6

Esquema topológico del río Huaura y principales tributarios

4.1.1.3. Clasificación de los cuerpos de agua

Con fines de protección de la calidad de los recursos hídricos, la Ley Nº 29338 y su reglamento establecen que los cuerpos de agua son clasificados en función a sus características naturales y los usos actuales y potenciales al que se destinan sus aguas. Esta clasificación permite también la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas que establece el Ministerio del Ambiente.

A la fecha de la presente investigación, la clasificación de cuerpos de agua superficiales se encuentra establecida por la R.J. Nº 056-2018-ANA, donde se clasifica al río Huaura en la Categoría 4 en su naciente y en categoría 3 para el resto de su recorrido. La Figura muestra la representación cartográfica del río Huaura y otros tributarios de la cuenca Huaura.

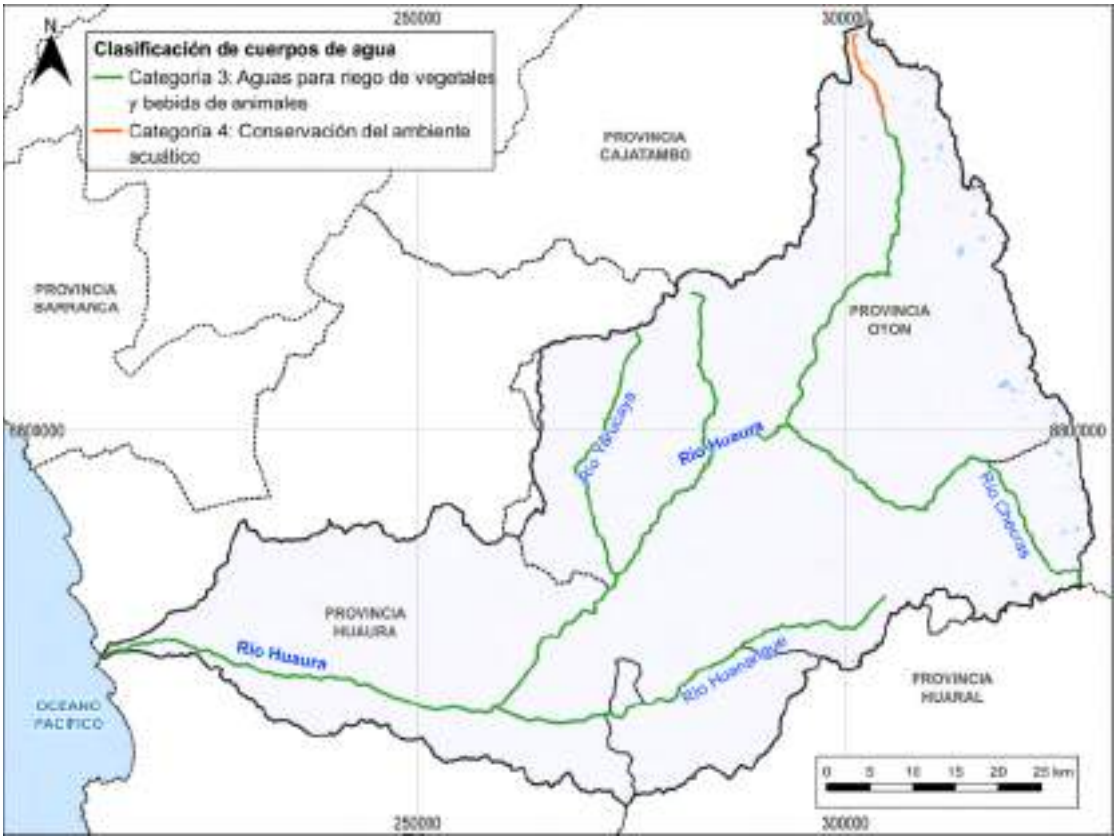


Figura 7

Clasificación del río Huaura y principales tributarios

Fuente. Elaboración propia a partir de información cartográfica del SNIRH-ANA (Consultado en julio 2025) y Clasificación establecida por R.J. Nº 056-2018-ANA.

4.1.1.4. Red de monitoreo de calidad de agua

La cuenca del río Huaura cuenta con una red de monitoreo de calidad de agua vigente desde el año 2013, es una red de puntos o estaciones de monitoreo que ha sido dinámica en el tiempo, adaptándose a los requerimientos de vigilancia de la calidad de los cuerpos de agua en el ámbito de la ALA Huaura y a la disponibilidad de recursos de esta entidad. En la primera campaña de monitoreo se contó con 18 estaciones; sin embargo, al 2022 la cuenca del río Huaura posee un total de 27 estaciones en su red de monitoreo.

De acuerdo a lo descrito en el apartado 3.2 “Población y muestra”, la muestra objeto de estudio de la presente investigación se limita a las 6 estaciones de monitoreo ubicadas en el curso del río Huaura que cuentan con series de datos suficientes para los fines de la investigación. Esto se aborda a mayor detalle en el apartado 4.1.2.1 “Recopilación de datos”.

La Tabla presenta la ubicación de las 6 estaciones de monitoreo (muestra), descripción y otros detalles de la ubicación de la estaciones evaluadas. Asimismo, la Figura ilustra la ubicación espacial de las estaciones de monitoreo evaluadas en el río Huaura. Para mayor detalle de la ubicación de estaciones ver Mapas PU-01 y PU-02 en el Anexo 10.

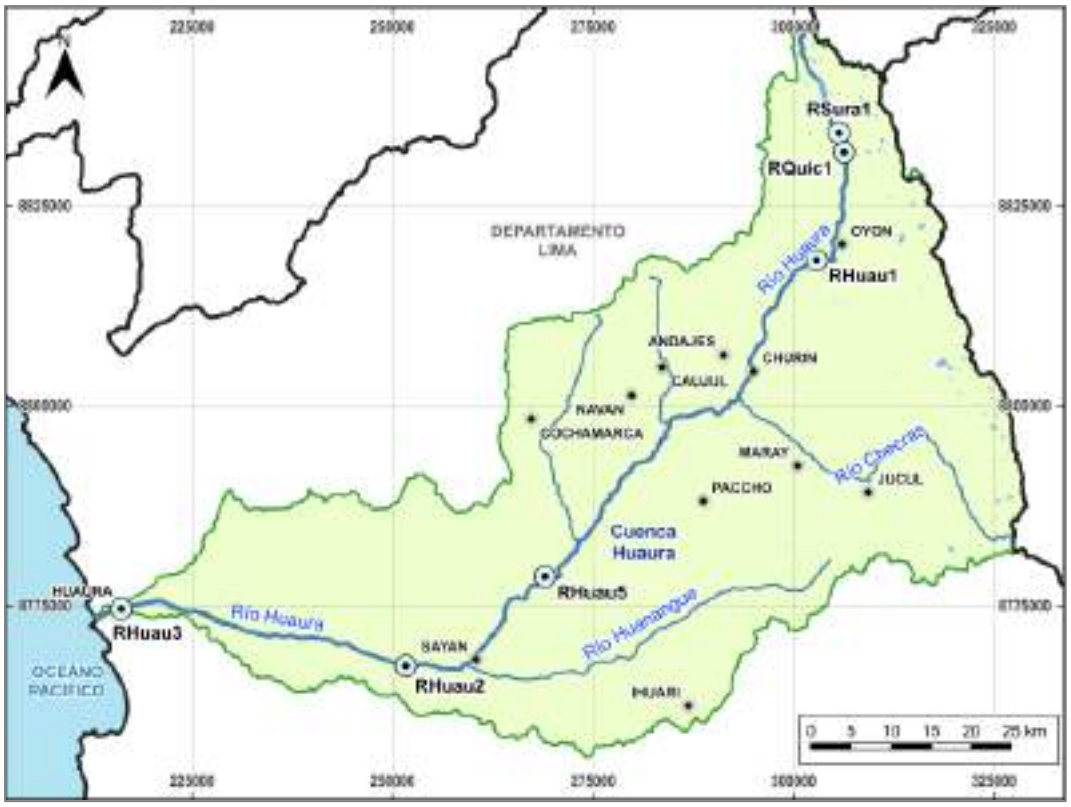


Figura 8

Ubicación de estaciones de monitoreo evaluadas en el río Huaura

Tabla 5

Coordenadas de ubicación y detalle de estaciones de monitoreo evaluadas

Código de estación	Nombre corto	Descripción	Coord. UTM Este (m)	Coord. UTM Norte (m)	Zona UTM	Altitud (m s.n.m.)	Ubicación política (distrito / provincia / departamento)	Recorrido desde la naciente (km)	Categoría ECA Agua	Agrupación cuenca
RSura 1	Río Surasaca	Río Surasaca, 400 m aguas arriba de la confluencia con el río Quichas	305,662	8,834,058	18S	4,199	Oyón / Oyón / Lima	14.64	Cat. 3	
RQuic 1	Río Quichas	Río Quichas, aguas debajo de la minería de carbón, antes de comunidad campesina Quichas	306,292	8,831,662	18S	4,060	Oyón / Oyón / Lima	17.38	Cat. 3	Cuenca alta
RHuau 1	Oyón	Río Huaura, aguas abajo del centro poblado Viroc y Oyón.	302,857	8,818,159	18S	3,211	Oyón / Oyón / Lima	35.51	Cat. 3	
RHuau 5	Puente Alco	Río Huaura, altura del puente Alco	268,993	8,778,586	18S	964	Sayán / Sayán / Lima	99.71	Cat. 3	Cuenca media
RHuau 2	Vilcahuaura	Río Huaura, aguas debajo de la bocatoma CD Quípico, Vilcahuaura	251,618	8,767,441	18S	595	Sayán / Huaura / Lima	124.72	Cat. 3	Cuenca baja
RHuau 3	Puente Huaura	Río Huaura, aguas abajo del puente Huaura	216,130	8,774,569	18S	54	Huaura / Huaura / Lima	162.07	Cat. 3	

Fuente: Elaborado a partir de Informe Técnico Nº 0008-2023-ANA-AAA.CF-ALA.H/KYHR, por Autoridad Local del Agua Huaura, 2023.

Nota: Coordenadas en sistema proyectado UTM Datum WGS84.

4.1.1.5. Ámbito político

La extensión superficial de la cuenca Huaura, comprende principalmente las provincias de Huaral, Huaura y Oyón del departamento de Lima; no obstante, el recorrido del río Huaura solo transita entre las provincias de Oyón (parte alta y media de la cuenca) y Huaura (parte media y baja). La Tabla 6 detalla los distritos por los cuales atraviesa el curso del río Huaura, así como el recorrido en cada provincia.

Tabla 6

Ámbito político del recorrido del río Huaura

Departamento	Provincia	Distritos [a]	Recorrido (km^2)[b]	% de recorrido
Lima	Oyón	Oyón, Pachangara, Andajes, Caujul, Naván y Cochamarca	83.73	50.5%
	Huaura	Checras, Paccho, Leoncio Prado, Sayán, Huaura, Santa María, Hualmay y Caleta de Carquín	82.07	49.5%
Total			**165.80**	**100.0%**

Nota. (a) Los distritos son ordenados siguiendo el recorrido del río Huaura. (b) El recorrido por provincia es estimado a partir de cartografía de límites administrativos del INEI (2017).

Además, del reconocimiento de campo, revisión documental e información cartográfica del área de estudio, se ha verificado que la ciudad de Huacho (distritos de Huacho, Hualmay y Santa María) y el poblado de Carquín también presentan el emplazamiento de sus núcleos urbanos de forma colindante al río Huaura y sus actividades económicas que guardan relación directa con el mismo (lo cual se detallará en el ítem 4.1.4 referido a fuentes contaminantes). Por tanto, se incluyen estos centros poblados como parte del área de estudio de la presente investigación.

Asimismo, la Figura presentada anteriormente, permite observar también la ubicación relativa de los principales núcleos urbanos en el recorrido del río Huaura; así como se presenta en la Figura 6 la distribución de los centros poblados en la cuenca, diferenciados en función a la población que albergan, según los datos de los Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas (INEI, 2018).

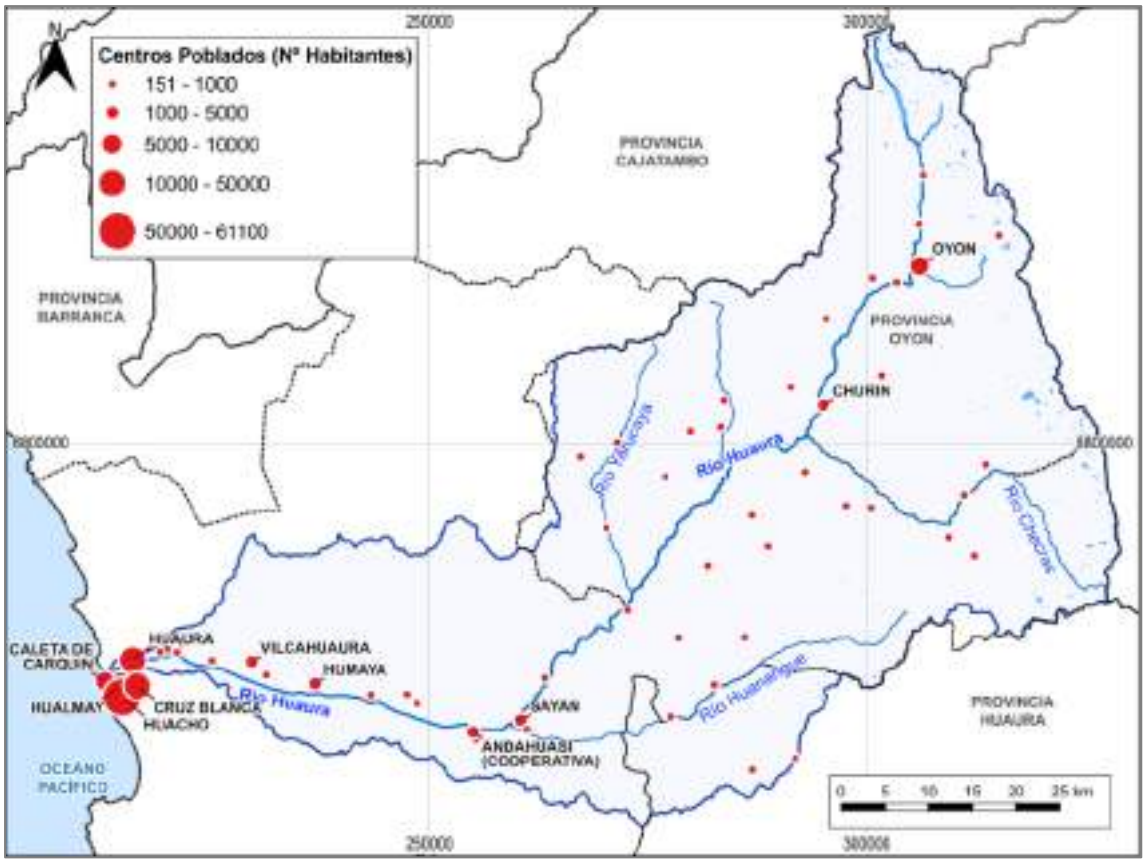


Figura 9

Distribución de población por centro poblado y número de habitantes en la cuenca del río Huaura

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de población de los Censos Nacionales 2017 (INEI, 2018).

4.1.1.6. Ámbito económico e infraestructura

De acuerdo con los resultados de los Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas (INEI, 2018), se señala que la población económicamente activa de la provincia de Oyón se dedica principalmente a las actividades agropecuarias (26.4%) y a la explotación de minas y canteras (26.2%), mientras que la provincia de Huaura presenta una predominancia de actividades agropecuarias y pesca (21.7%) y a actividades de comercio (16.8%).

Esto resulta concordante con lo descrito por el ANA (2010), que señala que la actividad agrícola es una de las actividades más importantes en el ámbito territorial de la cuenca del río Huaura, principalmente en la parte baja donde se extiende el valle. Los cultivos en la zona del valle son la caña de azúcar y el maíz, que representan el 60% del área agrícola en la cuenca baja, mientras que en la cuenca media y alta predominan los cultivos de alfalfa, durazno y palto. Esta actividad se complementa también con la actividad pecuaria,

principalmente en la parte media y baja que aprovecha la existencia de pastos naturales y pastos cultivados, donde se cría ganado vacuno, ovino, porcino, entre otros.

Respecto a esta actividad, se precisa que en la cuenca del río Huaura posee inventariado un total de 375 tomas de agua para riego (bocatomas), de las cuales un 9.9% (37 tomas) se encuentran aprovechan directamente las aguas del río Huaura. A partir de esta infraestructura, se abastece a un total de 29,951.06 ha de superficie agrícola bajo riego y un con un volumen anual asignado de 612.60 Hm^3 (ANA, 2010).

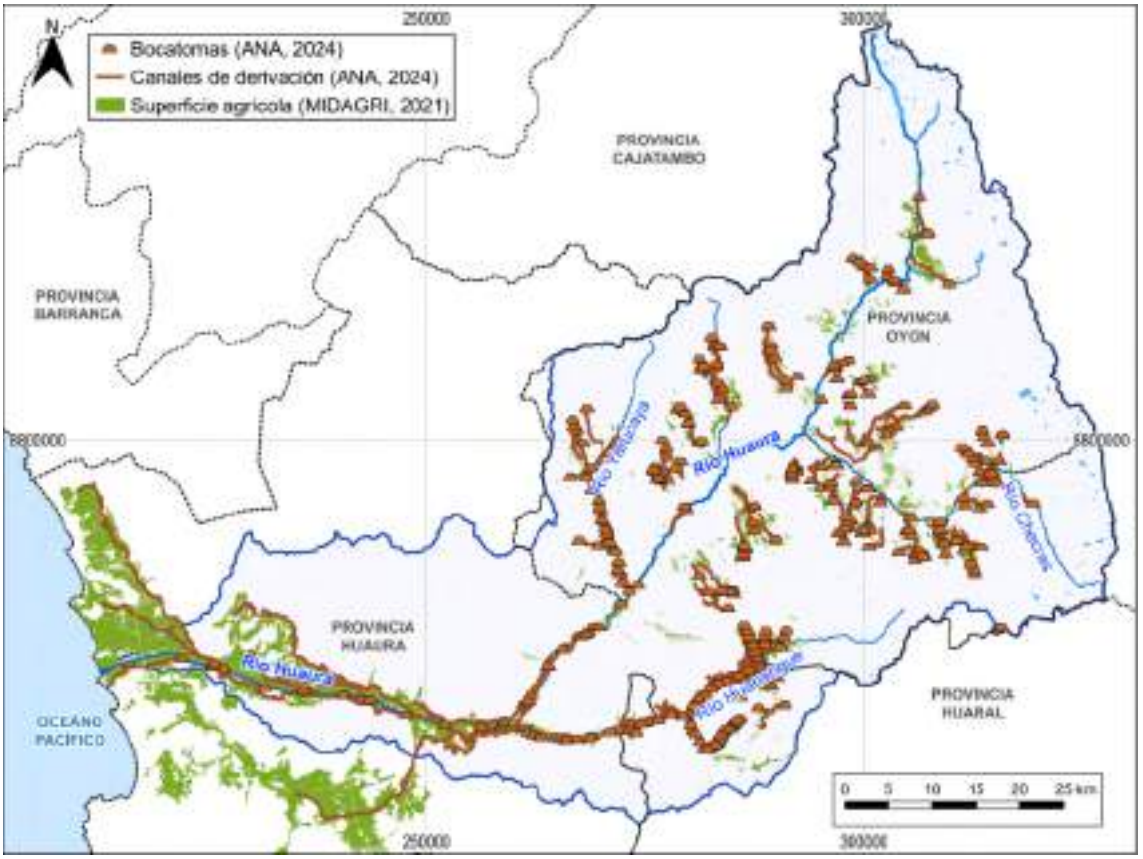


Figura 10

Distribución de infraestructura hidráulica y áreas agrícolas bajo riego en la cuenca del río Haura

Fuente. Elaboración propia a partir de información cartográfica del SNIRH-ANA (Consultado en julio 2025)

Otra actividad de relevancia que se desarrolla en la cuenca media y alta es la piscicultura, actividad que se desarrolla en los ámbitos de la subcuenca Alto Huaura y Checras principalmente.

Por otra parte, y concordante con los resultados de los censos nacionales 2017 y de los antecedentes propios del ámbito de estudio, se menciona también el desarrollo de actividades de explotación minera en la parte alta de la cuenca, entre las cuales se

identifican las unidades mineras de Mallay, Iscaycruz, Pampahuay, Raura y Ucchuchacua (ANA, 2025; INGEMMET, 2025). La Figura 11 presenta ubicación de las principales operaciones mineras existentes en la cuenca del río Huaura, de la cual se observa que ninguna de ellas realiza actividades en inmediata proximidad al cauce del río Huaura.

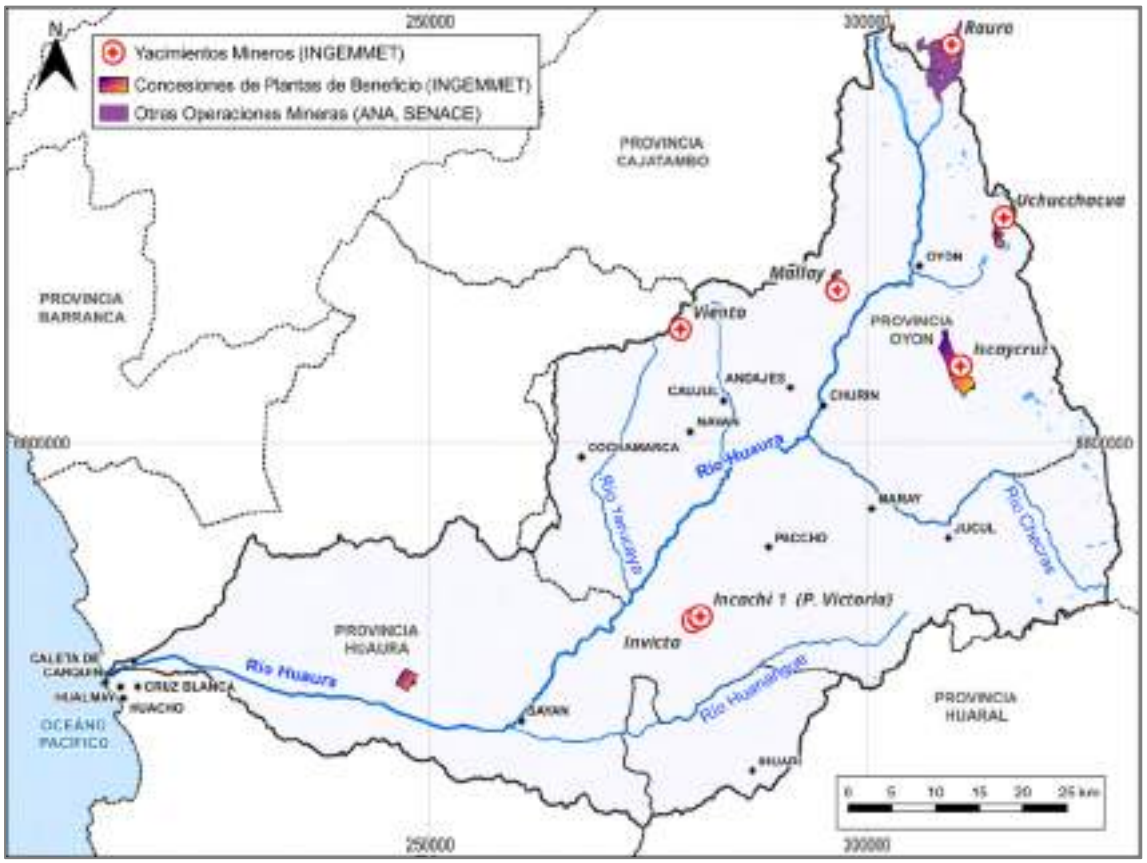


Figura 11

Principales yacimientos y concesiones mineras de la cuenca del río Huaura

Fuente. Elaboración propia a partir de información cartográfica disponible en GEOCATMIN-INGEMMET, SNIRH-ANA y Geo portal de SENACE (Consultado en julio 2025).

Por último, se menciona que en la parte baja de la cuenca también se realizan otras actividades industriales, entre las cuales se destaca en relación al estudio de la calidad de aguas del río Huaura, a las actividades de la Planta Azucarera de Andahuasi, la Planta de procesamiento y beneficios de Redondos, entre otras.

4.1.2. Determinación de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los ECA para agua en el río Huaura

4.1.2.1. Recopilación de datos

Se procedió a la revisión de antecedentes documentales sobre la calidad de aguas del río Huaura, que contuvieran resultados de análisis o monitoreos de calidad del mencionado cuerpo de agua.

De esta revisión, se identificó la ejecución de monitoreos participativos de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Huaura del 2013 al 2022, realizados en los primeros años por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH) y a partir de 2014 se ejecutaron bajo la dirección de la Administración Local del Agua Huaura (ALA Huaura). Los Informes Técnicos que contienen los resultados de estos monitoreos fueron obtenidos mediante solicitudes de acceso a la información, siendo los documentos de respuesta presentados en el Anexo 2.

A partir de la revisión de los referidos informes técnicos, se identificó la red de monitoreo de aguas superficiales del río Huaura establecida por la ALA Huaura, cuenta en la actualidad con 7 estaciones de monitoreo en el recorrido del río Huaura. No obstante, y como se antecedió en el acápite de Muestra (ítem 3.2.2), solo se consideran para la presente investigación evaluar 6 de las 7 estaciones monitoreadas en el río Huaura, debido a que la estación RHuau4 cuenta con varios periodos en los cuales no se han realizados monitoreos por el bajo caudal del río en la ubicación de esta estación, lo cual supone una ausencia significativa de datos para los fines de una evaluación cuantitativa. La Figura 12 presenta la evolución del número de estaciones, haciendo la distinción entre el número de estaciones que forman parte de la red de monitoreo del ANA y el número de estaciones en las cuales se realizó efectivamente el monitoreo en una campaña determinada.



Figura 12

Variación del número de estaciones programadas y ejecutadas

Asimismo, se realizó una búsqueda en repositorios digitales de tesis o investigaciones que monitorearon la calidad de agua en el ámbito de la cuenca del río Huaura; sin embargo, de la revisión de los documentos obtenidos en la búsqueda, se determinó que sus mediciones se realizaron fuera del periodo de estudio de la presente investigación y/o sus estaciones se ubicaban distantes de la red de monitoreo del ANA que contiene la mayor base de información en términos de continuidad y parámetros evaluados, razón por la cual se omitieron estas fuentes de información con fines del análisis cuantitativo.

El análisis de la revisión documental se presentan en el Anexo 3, mientras que las fichas de reconocimiento de campo de las estaciones de monitoreo se presentan en el Anexo 4.

4.1.2.2. Sistematización y tratamiento de datos

4.1.2.2.1. Sistematización de mediciones de parámetros de calidad de agua

A partir de la revisión documental, se procedió a consolidar las mediciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los monitoreos participativos del ALA Huaura, donde se reconoció que el número de parámetros era variable entre cada campaña, siendo evaluados de 42 a 84 parámetros distintos, los cuales no necesariamente se evaluaron en todas las estaciones reportadas. Para los fines de la presente investigación, se sistematizan las mediciones de 18 parámetros seleccionados a partir de los 12 parámetros mínimos para la determinación del índice de calidad de agua y otros 6 por ser de relevancia para la interpretación de los resultados obtenidos, así como por ser de común interés para

la evaluación la investigación según la bibliografía relacionada (Cuellar et al, 2019; Henry y Heinke, 1996; Roldán y Ramírez, 2008). Estos parámetros son detallados en la Tabla 7.

Tabla 7

Selección de parámetros a sistematizar

Parámetro	Nombre corto	Unidad de medida	Interés para la investigación
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	mg/l	Parámetros requeridos para la determinación de índice de calidad de agua – evaluación cuantitativa
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	
Coliformes termotolerantes	C.T.	NMP/100 ml	
Potencial de hidrógeno	pH	unidad de pH	
Aluminio	Al	mg/l	
Arsénico	As	mg/l	
Cadmio	Cd	mg/l	
Cobre	Cu	mg/l	
Hierro	Fe	mg/l	
Manganeso	Mn	mg/l	
Plomo	Pb	mg/l	
Conductividad eléctrica	C.E.	µS/cm	Parámetros complementarios para interpretación de resultados y evaluación cualitativa
Temperatura	T	ºC	
Fósforo total	P Total	mg/l	
Nitratos + Nitritos (Como N)	NO3-N + NO2-N	mg/l	
Mercurio	Hg	mg/l	
Zinc	Zn	mg/l	

Respeto al otros parámetros de análisis frecuente en calidad de aguas que no fueron considerados en la presente investigación, se tienen a los sólidos totales en suspensión (SST) que presentó un % de datos ausentes superior del 91.4% en el periodo de estudio; mientras que el parámetro de aceites y grasas (AyG), presentó un porcentaje de datos censurados superior al 94.8%, y al no estar considerado como parámetro insumo para la determinación del índice de calidad a emplear, se desestimó su evaluación en la presente investigación.

Una vez recopilados los datos de calidad, se construyó una base de datos en MS Excel en formato largo (una fila por observación), incluyendo columnas para año, época, campaña

de monitoreo, estación de monitoreo, variable, valor y unidad; con el fin de facilitar el análisis estadístico y la trazabilidad de cada medición.

Como resultado, se sistematizó un total de 1,044 datos de calidad de agua del río Huaura, de acuerdo al detalle presentado en la Tabla 8.

Tabla 8

Recuento de datos totales para análisis

Estación de monitoreo	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	18	18	18	18	36	36	18	18
RQuic 1	18	18	18	18	36	36	18	18
RHuau 1	18	18	18	18	36	36	18	18
RHuau 5	-	-	18	18	36	36	18	18
RHuau 2	18	18	18	18	36	36	18	18
RHuau 3	18	18	18	18	36	36	18	18
Subtotal	**90**	**90**	**108**	**108**	**216**	**216**	**108**	**108**
Total								**1,044**

Nota. Los guiones (-) indican datos no disponibles.

4.1.2.2.2. Tratamiento estadístico de datos censurados

Se entiende por datos censurados a aquellas observaciones que no han sido cuantificadas directamente, conociendo únicamente el valor por debajo o por encima de un umbral determinado (Helsel, 2012; citado por Quintanilla, 2017). En los estudios ambientales, es común encontrar censuras por la izquierda, donde las mediciones de contaminantes o del parámetro medido son inferiores a los límites de detección (LD) y/o cuantificación (LC) del método instrumental del laboratorio; siendo crucial el tratamiento de estos datos censurados para la obtención de conclusiones fiables, cuando el objeto de estudio se relaciona con alguna problemática ambiental. Aunque resulta complejo el análisis de datos con este tipo de valores, en los últimos años existen avances importantes para su interpretación. (Quintanilla, 2017; Grima et al, 2019).

Esta mención es importante debido a que, del diagnóstico preliminar de los datos sistematizados (Ver Tabla 9), se identifica un significativo número de datos por debajo de

los límites de detección de los métodos instrumentales empleados (22.1% del total de datos) y un menor porcentaje de datos ausentes por diversos factores no precisados en los documentos de origen (4.2% del total de datos).

Tabla 9

Recuento de datos censurados y ausentes por parámetro

Parámetro	Nº datos censurados	% Datos censurados	Nº datos ausentes	% Datos ausentes	Nº Datos no disponibles	% Total no disponibles
DBO5	30	51.7%	-	0.0%	30	51.7%
DQO	14	24.1%	-	0.0%	14	24.1%
OD	-	0.0%	12	20.7%	12	20.7%
C.T.	4	6.9%	-	0.0%	4	6.9%
pH	-	0.0%	7	12.1%	7	12.1%
Al	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
As	8	13.8%	-	0.0%	8	13.8%
Cd	54	93.1%	-	0.0%	54	93.1%
Cu	10	17.2%	-	0.0%	10	17.2%
Fe	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Mn	-	0.0%	-	0.0%	-	0.0%
Pb	12	20.7%	-	0.0%	12	20.7%
C.E.	-	0.0%	3	5.2%	3	5.2%
T	-	0.0%	3	5.2%	3	5.2%
P Total	13	22.4%	12	20.7%	25	43.1%
NO3-N+NO2-N	8	13.8%	5	8.6%	13	22.4%
Hg	58	100.0%	-	0.0%	58	100.0%
Zn	10	17.2%	-	0.0%	10	17.2%
Subtotal	**221**	**22.1%**	**42**	**4.2%**	**263**	**26.2%**

Nota. Los guiones (-) indican un valor de 0.

De la evaluación exploratoria de los datos censurados y/o ausentes, se identifica que el mayor porcentaje de datos censurados (por debajo del límite de detección) se encuentran principalmente concentrados en metales pesados y en parámetros como DBO5 y DQO; lo cual resulta, a priori, un indicador de buena calidad de agua en los cuerpos evaluados, considerando sus bajos niveles o trazas en las concentraciones de metales pesados y carga orgánica.

Si bien, la presencia de datos por debajo de los límites de detección puede evidenciar la escasa presencia de determinados agentes contaminantes en las aguas monitoreadas, y por ende, el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental respectivos; para fines de un análisis estadístico, los datos registrados debajo de límites de detección instrumental - que se presentan generalmente como "menor que" un determinado valor (Límite de detección) - representan una casuística que no permite su análisis cuantitativo de forma directa pero que tampoco implica que deban ser omitidos.

Esto es concordante por lo indicado por Antweiler y Taylor (2008; citados por Grima et al, 2003), quienes señalan que no debe realizarse ningún análisis estadístico con la omisión de los valores por debajo del límite de detección de un conjunto de datos, puesto que esta acción implica una pérdida importante de información y puede entorpecer o sesgar la interpretación de los resultados.

Revisión de métodos disponibles

De la revisión bibliográfica en la materia, se han identificado distintos métodos de tratamiento estadístico para datos censurados (denominados en algunas bibliografías como análisis de supervivencia) que son aplicados en estudios ambientales, entre los cuales se mencionan: el método de sustitución simple, de extrapolación, de estimación de máxima verosimilitud (MLE), de regresión sobre los estadísticos de orden (ROS), de Kaplan-Meier (KM), de Cohen, de imputación múltiple, entre otros (Grima et al, 2019; Croghan, 2003; U.S. EPA, 2009; Helsel 2012; Herberst et al., 2021).

Una primera aproximación a la comparación entre los métodos de sustitución, extrapolación y de estimación de máxima verosimilitud (MLE), la brinda Croghan (2003), quien determina que los métodos MLE y de extrapolación, presentan estimaciones con menores sesgos y tasas de error que las obtenidas por técnicas de reemplazo, especialmente con mayores porcentajes de datos censurados.

Por otra parte, Lee y Helsel (2005) señalan que el método de Regresión lineal robusta sobre estadísticos de orden (ROS, por sus siglas en inglés) es uno de los métodos más confiables en procedimientos para tratamiento estadístico con múltiples datos censurados, siendo aplicable en conjuntos de datos de 0 a 80% de valores censurados. Asimismo, los resultados obtenidos por Grima et al (2019), permiten indicar que los métodos de regresión robusta y de Kaplan-Meier proporcionan los resultados más aproximados a los datos

reales, en su investigación relacionada al análisis de contaminación en aguas subterráneas, siendo un caso que guarda particular relación en el tema de estudio con la presente investigación.

De igual forma, Herberst et al (2021) concluyeron que las imputaciones basadas en distribución presentan mejores resultados en cuanto a las variaciones de medias, medianas y desviación estándar respecto a métodos de sustitución por valores fijos o la omisión de los datos censurados. Además, las simulaciones realizadas por estos autores sugieren que una imputación de datos basada en una distribución censurada (control de rangos) presentó una mejor aproximación con la verdadera distribución de los datos por debajo del límite de detección.

En base a lo expuesto, se realizó una evaluación exploratorio de los métodos de mayor sugerencia en la bibliografía citada, que incluyeron: Regresión lineal robusta (ROS), Kaplan-Meier (KM), estimación de máxima verosimilitud (MLE) e Imputación múltiple con control de rangos (IM). Las estadísticas comparativas de estos cuatro métodos se presentan en el Anexo 5, y se aplican a las series de datos de todos los parámetros que contaron con datos censurados por el límite de detección (DBO_5, DQO, C.T., As, Cu, Pb, P_{total}, NO_3-N+NO_2-N y Zn) ; con la excepción de cadmio y mercurio, los cuales presentaron un porcentaje de datos censurados del 93.1% y del 100%, escenario bajo el cual no es factible ningún tratamiento estadístico y sus datos solo son presentados de forma informativa para evaluar el cumplimiento de los ECA para agua y determinar el índice de calidad ICA-RHS.

Aplicación de tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico se realizó en el software de análisis de datos R Studio, empleado también por Quintanilla (2017), en su versión de código R 4.5.1, y adoptando el conjunto de datos por cada parámetro, esto en atención a sus diferentes unidades de medida y diferentes valores en los límites de detección asociados a sus métodos de análisis instrumental.

Cabe indicar, que el método ROS es semiparamétrico (Helsel, 2012), el método MLE es un método paramétrico que consideran una distribución normal, cuadrática o log-normal de los datos y porcentajes de censura moderada a alta; y el método de Kaplan-Meier es un

método no paramétrico que resulta más robusto en conjuntos de datos con presencia de valores atípicos y porcentajes de censura moderada (Quintanilla, 2017).

Para el tratamiento de datos se emplearon los siguientes paquetes de librerías y rutinas:

- Para el método ROS se empleo el paquete "NADA", que fue desarrollado por Lopaka Lee (2020), y contiene los métodos descritos por Dennis Helsel en su publicación "Nondetects and data analysis: Statistics for censored environmental data".

- Para método de Kaplan-Meier se empleó el paquete "Survival", el cual fue desarrollado por Terry Therneau (2009), y contiene diferentes rutinas para análisis de supervivencia.

- Para el método MLE se empleó el paquete "EnvStats", que incluye análisis gráficos y estadísticos para datos ambientales, con enfoque en análisis de concentraciones químicas y parámetros físicos. Incluye rutinas presentadas en la publicación: "EnvStats: An R Package for Environmental Statistics" (Millard, 2013, Springer, ISBN 978-1-4614-8455-4), y otras incluidas en guías de la U.S. EPA.

- Para el método de imputación múltiple (IM), se empleó rutinas básicas del software R siguiendo el algoritmo de imputación múltiple de distribución ajustada propuesto por Herberst et al (2021), con una simplificación en la estimación de parámetros a partir de los datos no censurados (conocidos), a fin de facilitar su implementación.

Los comentarios respecto a la ejecución de las rutinas en R Studio y la obtención de datos imputados se detallan en el Anexo 5 – Estadísticas comparativas estadísticas del tratamiento de datos censurados.

Selección del método de tratamiento de datos censurados

Del análisis de las estadísticas comparativas de esta evaluación exploratoria (Anexo 5), se evidenció que el método de Kaplan-Meier presentaron un mejor ajuste de la mediana y la desviación estándar con respecto a los datos no censurados, seguido por los métodos ROS e IM; mientras que MLE presentó los estadísticos más distantes respecto a los métodos anteriores.

No obstante, los métodos ROS, KM y MLE no contemplan un control de rangos y generan valores imputados en algunos casos por encima del valor del límite de detección, induciendo un sesgo a la derecha para el conjunto de datos obtenido; esto contradice el supuesto de que el valor censurado se encuentra entre un valor extremo inferior posible y un extremo superior justo por debajo del límite censura, que es el caso común de los resultados de análisis en datos ambientales (Helsel, 2012). Por tanto, y con fines de emplear intervalos más realistas y conservadores (valor imputación ≤ LD), se consideran los resultados del método de imputación múltiple.

La base de datos de las mediciones de calidad de agua con los registros originales (de los informes de monitoreo del ANA) y los valores imputados, se presenta en el Anexo 6.

4.1.2.3. Caracterización de los parámetros de calidad de agua

El presente apartado presenta la estadística descriptiva, variación espacial y variación temporal de los datos de calidad de agua en función a los parámetros evaluados, así como su respectiva evaluación con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental para aguas superficiales aprobados por D.S. Nº 004-2017-MINAM para la categoría 3 – Aguas para riego de vegetales y bebida de animales.

Para la interpretación de datos y su relación entre distintos parámetros y estaciones, se tendrá en cuenta la relación de proximidad espacial entre estaciones de monitoreo, lo cual también está relacionado con las distintas características naturales y actividad antrópica de su entorno. Para tal fin, las estaciones son agrupadas según su ubicación en la cuenca en: Cuenca alta (RSura 1, RQuiq 1 y RHuau 1), cuenca media (RHuau 5) y cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3). La ubicación de las estaciones se encuentra presentada en apartado 4.1.1.4 y en el mapa de ubicación de estaciones de monitoreo del Anexo 10.

4.1.2.4. Estadística descriptiva de los datos calidad de agua

La descripción de los principales estadísticos de los datos de calidad por parámetros es presentado en la Tabla 10, a partir de los registros presentados en el Anexo 6 y considerando los valores imputados para los casos de registros con datos censurados por el límite de detección (Ver tratamiento de datos censurados en apartado 4.1.2.2.2).

Por su parte, las pruebas de normalidad para conocer la distribución que presentaron los datos de distintos parámetros se realizó sobre la base de los datos disponibles en la

información general, es decir sin contar el tratamiento de datos censurados para una mayor confiabilidad de la distribución original a partir de las observaciones disponibles.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de parámetros de calidad de agua del río Huaura, periodo 2015-2022, por total de estaciones

Parámetro	Unidad	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fisicoquímicos						
DBO5	mg/l	4.53	2.00	9.13	2.00	69.00
DQO	mg/l	14.04	10.00	21.58	1.00	156.00
OD	mg/l	6.92	7.32	1.46	2.26	9.08
pH	unidad de pH	7.79	7.88	0.66	5.85	8.92
C.E.	µS/cm	391.80	337.80	232.77	55.42	948.10
T	ºC	18.43	19.06	5.41	9.43	28.74
P Total	mg/l	0.234	0.058	0.420	0.004	1.700
NO3-N+NO2-N	mg/L	0.317	0.233	0.373	0.001	1.571
Microbiológicos						
C.T.	NMP/100 ml	781,167	595	4,354,142	0.69	33,000,000
Metales						
Al	mg/l	1.1404	0.2260	3.1227	0.01300	22.5000
As	mg/l	0.0057	0.0047	0.0059	0.00110	0.0460
Cd	mg/l	0.0009	0.0003	0.0012	0.00018	0.0027
Cu	mg/l	0.0038	0.0017	0.0088	0.00002	0.0660
Fe	mg/l	1.9943	0.3575	6.7636	0.02900	50.8300
Mn	mg/l	0.1329	0.0698	0.3235	0.01200	2.4810
Pb	mg/l	0.0059	0.0016	0.0157	0.00002	0.1140
Hg	mg/l	-	-	-	-	-
Zn	mg/l	0.0545	0.0310	0.0946	0.00420	0.6620

Nota. Los guiones (-) indican un valor de 0, dada la totalidad de observaciones de mercurio por debajo del límite de detección de los análisis recuperados.

A continuación se presentan los comentarios respecto a los principales estadísticos, datos censurados y disponibles, valores atípicos identificados, resultados de las pruebas de

normalidad y la variación espacial y temporal de los datos de calidad de agua; esto por cada parámetro evaluado.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)

Las mediciones de DBO_5 en las estaciones de monitoreo del río Huaura presentaron un 51.7% de datos censurados (30 de 58 observaciones), principalmente registrando valores como "<2.0 mg/L", que corresponden a mediciones por debajo del límite de detección del método analítico. Por otra parte, se indica también que no se reportaron datos ausentes. Los estadísticos del tratamiento de datos censurados para DBO_5 se presentan en el Anexo 5.

Adicionalmente, se identificó un valor atípico extremo de 69.0 mg/L en la estación RHuau3 en la campaña de monitoreo 2017-I, el cual se puede asociar a la presencia de vertimientos de la ciudad de Huaura al río del mismo nombre, en las proximidades a la estación indicada (analizado a mayor detalle en discusión de resultados). Por esta razón, y considerando el bajo número de observaciones en las estaciones de monitoreo evaluadas, se considera mantener este valor atípico para los fines de la presente investigación.

Para determinar la distribución de las observaciones se aplican las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk, para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), considerando del conjunto total de 58 observaciones del parámetro DBO_5. Puesto que el número de observaciones válidas (no censuradas) es de 28 mediciones, se consideran prioritarios el estadístico de la prueba Shapiro-Wilk para número de muestras menor a 50 (<50).

Tabla 11

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de DBO_5

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
DBO_5 (mg/L)	0.343	28.0	0.0000	0.396	28.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Demanda química de oxígeno (DQO)

Los datos disponibles (44 observaciones) reportan una media de 17.98 mg/L, mediana de 13.50 mg/L y desviación estándar de 550.91, con valores observados entre 2 y 156 mg/L.

Las mediciones de DQO en las estaciones de monitoreo del río Huaura presentaron un porcentaje de 24.1% de datos censurados (14 de 58 observaciones), los cuales se reportaron en amplia mayoría como "<2.0 mg/L" y en 2 observaciones se reportaron como "<6.0 mg/L", siendo estos valores correspondientes a que el nivel de DQO se encontraba por debajo del límite de detección del método analítico. Por otra parte, se indica también que no se reportaron datos ausentes.

En cuanto a valores atípicos, se identificaron 4 observaciones con valores atípicos (3 moderados y 1 extremo), todas estas reportadas en la estación de monitoreo RHuau3; debido a esta frecuencia en una misma estación de monitoreo, al escaso número de observaciones disponibles y a los objetivos de la presente investigación, se considera pertinente mantener los valores atípicos observados.

Posteriormente se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 12. Dado que las observaciones válidas (no censuradas) son 44 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk de uso frecuente para números de muestras menores a 50 (<50).

Tabla 12

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de DQO

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
DQO (mg/L)	0.290	44.0	0.0000	0.482	44.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Oxígeno disuelto

Los datos disponibles (46 observaciones) reportan una media de 6.92 mg/L, una mediana de 7.32 mg/L y desviación estándar de 1.457 mg/L, con valores observados entre mínimos de 2.26 mg/L y máximos de 9.08 mg/L.

Las mediciones de oxígeno disuelto en las estaciones de monitoreo del río Huaura presentaron un porcentaje de 20.7% de datos ausentes (12 de 58 observaciones), que corresponden a las campañas de monitoreo 2015-I y 2016-I en las cuales no se realizaron mediciones de oxígeno disuelto en ninguna de las estaciones. Por otra parte, se indica que no se reportaron datos censurados.

En cuanto a valores atípicos, se identificaron 3 observaciones con valores atípicos moderados, reportados en las estaciones de monitoreo RHuau3 (en campañas de monitoreo 2020-II y 2022-I) y RHuau2 (en campaña de monitoreo 2022-I). Debido al escaso número de observaciones disponibles y a los objetivos de la presente investigación, se considera pertinente mantener los valores atípicos observados.

Sobre el conjunto de datos se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5%=0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 13. Dado que las observaciones válidas son 46 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk de uso frecuente para números de muestras menores a 50 (<50).

Tabla 13

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de oxígeno disuelto

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
OD (mg/L)	0.130	46.0	0.0504	0.907	46.0	0.0014

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Coliformes termotolerantes

Los datos disponibles (54 observaciones) reportan una media de 839,031 NMP/100 mL, mediana de 1,200 mg/L y desviación estándar de 4,509,980.5 NMP/100 mL, con valores observados entre 2.0 y 33,000,000 NMP/100 mL.

Las mediciones de coliformes termotolerantes en las estaciones de monitoreo del río Huaura presentaron un porcentaje de 6.9% de datos censurados (4 de 58 observaciones), los cuales se reportaron en su totalidad como "<1.8 NMP/100 mL", correspondiendo este valor a que el recuento de coliformes termotolerantes se encontraba por debajo del límite de detección del método analítico. Por otra parte, se indica también que se contaron con datos ausentes para las campañas de monitoreo de 2015-I y 2016-I para la estación RHuau5.

Puesto que las mediciones de coliformes termotolerantes corresponden a una escala logarítmica, para la aplicación de las pruebas de normalidad se realiza una transformación logarítmica base 10 (LOG10) en el software SPSS, con fines de reducir la asimetría de los datos continuos observados.

Luego de esta transformación de los datos, se identifica un valor atípico correspondiente a la estación RHuau3 en la campaña de monitoreo 2015-I. Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantiene este valor para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Bajo esta premisa y con los datos transformados, se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 14. Dado que las observaciones válidas (no censuradas) son 54 mediciones, y corresponden a muestras estratificadas (por estaciones) se considera prioritarios los resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayor a 50 (>50).

Tabla 14

Resultado de pruebas de normalidad para Coliformes termotolerantes

Variable	Kolmogórov-Smirnov [b]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)[a]	0.089	54.0	0.200*	0.962	54.0	0.0870

Nota. (a) Las pruebas de normalidad se aplicaron sobre los datos transformados – Log. base 10. (b) Corrección de significación de Lilliefors. (*) Corresponde a un límite inferior de la significación verdadera.

Como resultado de la prueba Kolmogórov-Smirnov se determina que el valor p (Sig.) es mayor a 0.05 (> 0.05), aceptando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos transformados logarítmicamente para coliformes termotolerantes presentan una distribución normal. Cabe indicar que el resultado de la prueba de Shapiro-Wilk, también indica una distribución normal de los datos transformados.

Potencial de hidrógeno (pH)

Los datos disponibles (51 observaciones) reportan una media de 7.788, mediana de 7.880 y desviación estándar de 0.662, con valores observados entre 5.85 y 8.92 unidades de pH.

Las observaciones del valor de pH en las estaciones de monitoreo del río Huaura presentaron un porcentaje 12.1% de datos ausentes (7 de 58 observaciones), correspondientes a las estaciones RSura 1 y RQuic 1 en las campañas de monitoreo 2019-I y 2022-I, la estación RHuau 1 en las campañas 2016-I y 2019-I, y la estación RHuau 5 en la campaña 2017-I.

Por otra parte, se indica que los datos recopilados no presentaron mediciones con censuras por límites de detección para el parámetro pH, así como tampoco presentaron valores atípicos para el conjunto completo de datos disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 15. Dado que las observaciones válidas son 58 mediciones, y corresponden a muestras estratificadas (por estaciones) se considera prioritarios los resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayor a 50 (>50).

Tabla 15

Resultado de pruebas de normalidad para pH

Variable [a]	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
pH	0.359	58.0	0.0000	0.351	58.0	0.0000

Nota. (a) Corrección de significación de Lilliefors.

Como resultado de la prueba Kolmogórov-Smirnov se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Aluminio (Al)

Los datos disponibles (58 observaciones) reportan una media de 1.14 mg/L, una mediana de 0.23 mg/L y desviación estándar de 3.12 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.01 mg/L y máximos de 22.50 mg/L.

Se cuentan con un total de 58 observaciones disponibles de concentración de aluminio, sin presencia de datos sin censura por límites de detección o datos ausentes. Por otra parte, se identifica un valor atípico para el conjunto total de datos, que corresponde a una medición en la estación RHuau 2 en la campaña de monitoreo 2016-I; debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantiene este valor atípico para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 16. Dado que las observaciones válidas son 58 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk de uso frecuente para números de muestras menores a 50 (<50).

Tabla 16

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Aluminio (Al)

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Al (mg/L)	0.130	46.0	0.0504	0.907	46.0	0.0014

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Arsénico

Los datos disponibles (50 observaciones) reportan una media de 0.00593 mg/L, una mediana de .00510 mg/L y desviación estándar de 0.00631 mg/L, con valores observados entre el valor del límite de detección "< 0.007 mg/L" y máximos de 0.04600 mg/L.

Las observaciones de arsénico en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 13.8% de datos censurados (8 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.007 mg/L" y que corresponde al límite de detección del método del método analítico para concentraciones de arsénico. No se encontraron datos ausentes para este parámetro.

Por otra parte, se identifican tres valores atípicos para el conjunto total de datos, que corresponde a dos mediciones en la estación RHuau 1 (Campañas 2019-II y 2022-I) y una medición en la estación RHuau 2 (Campaña 2016-I); debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 17. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 50 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayor a 50 (>50).

Tabla 17

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Arsénico (As)

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
As (mg/L)	0.277	50.0	0.0000	0.459	50.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Kolmogórov-Smirnov se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Cadmio

Los datos disponibles (4 observaciones) reportan una media de 0.00088 mg/L, una mediana de 0.00032 mg/L y desviación estándar de 0.00122 mg/L, con valores observados entre los valores del límite de detección de "< 0.001 mg/L" a "< 0.0001 mg/L" (según campañas de monitoreo) y valores máximos de 0.00270 mg/L.

Las observaciones de arsénico en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 93.1% de datos censurados (54 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.0001 mg/L" (en 17 casos), "<0.0010 mg/L" (en 28 casos), "<0.0018 mg/L" (en 4 casos) y "<0.001 mg/L" (en 5 casos); estos reportes corresponden al límite de detección del método del método analítico para las concentraciones de cadmio en las distintas campañas de monitoreo. Además, no se encontraron datos ausentes para este parámetro y no se identifican valores atípicos para los datos disponibles.

Debido al significativamente alto porcentaje de datos no disponibles (93.1%), los estadísticos descriptivos para este parámetro son analizados de manera informativa en apartados posteriores, bajo la consideración de los limitados casos con datos disponibles (4 observaciones).

Además, debido a los escases de datos disponibles (4 observaciones) y diferentes valores de límites de detección en distintas campañas de monitoreos para el parámetro "Arsénico", se omitieron las pruebas de normalidad y tratamiento de datos censurados; debido a la baja significancia esperada de estos análisis.

Cobre

Los datos disponibles (48 observaciones) reportan una media de 0.00440 mg/L, una mediana de 0.00217 mg/L y desviación estándar de 0.00955 mg/L, con valores observados entre los valores de límite de detección (de "< 0.002 mg/L" y "< 0.00003 mg/L") hasta máximos de 0.06600 mg/L.

Las observaciones de cobre en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 17.2% de datos censurados (10 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.002 mg/L" y "<0.00003 mg/L", valores que corresponden al límite de detección de los métodos analíticos para concentraciones de arsénico. Además, se indica que no se encontraron datos ausentes para este parámetro.

Por otra parte, se identifica un valor atípico para el conjunto total de datos, que corresponde a una medición en la estación RHuau 2 (Campaña 2016-I); debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantiene el valor atípico identificado para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 18. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 48 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, empleado para números de muestras menores a 50 (<50).

Tabla 18

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Cobre

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Cu (mg/L)	0.338	48.0	0.0000	0.344	48.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Hierro

Los datos disponibles (58 observaciones) reportan una media de 1.994 mg/L, una mediana de 0.358 mg/L y desviación estándar de 6.764 mg/L, con valores observados entre valores mínimos de 0.029 hasta máximos de 50.830 mg/L.

Las mediciones de hierro en las estaciones de río Huaura no presentaron datos censurados o ausentes en el periodo de evaluación. Por otra parte, se identifica un valor atípico extremo correspondiente a la estación RHuau 2 en campaña de monitoreo 2016-I y dos casos de valores atípicos moderados en las estaciones RHuau 1 y RHuau 3 ambas en la campaña de monitoreo 2019-I. Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantiene el valor atípico identificado para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 19. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 58 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayores a 50 (>50).

Tabla 19

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Hierro

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Fe (mg/L)	0.386	58.0	0.0000	0.263	58.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Kolmogórov-Smirnov se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Manganeso

Los datos disponibles (58 observaciones) reportan una media de 0.133 mg/L, una mediana de 0.070 mg/L y desviación estándar de 0.323 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.012 y 2.481 mg/L.

Las mediciones de manganeso en las estaciones de río Huaura no presentaron datos censurados o ausentes en el periodo de evaluación. Por otra parte, se identifica un valor atípico extremo correspondiente a la estación RHuau 2 en campaña de monitoreo 2016-I y dos casos de valores atípicos moderados en las estaciones RHuau 1 en campaña 2022-I y RHuau 3 en campaña 2018-I. Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 20. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 58 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayores a 50 (>50).

Tabla 20

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de manganeso (Mn)

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Mn (mg/L)	0.354	58.0	0.0000	0.279	58.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Kolmogórov-Smirnov se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Plomo (Pb)

Los datos disponibles (42 observaciones) reportan una media de 0.00737 mg/L, una mediana de 0.00250 mg/L y desviación estándar de 0.01740 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.0003 mg/L y máximos de 0.1140 mg/L.

Las observaciones de plomo en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 20.7%% de datos censurados (12 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.0001 mg/L" y "<0.0002 mg/L" , que corresponde al límite de detección del método del método analítico para concentraciones de plomo. No se encontraron datos ausentes para este parámetro.

Por otra parte, se identifican cuatro valores atípicos para el conjunto total de datos, que corresponde a dos mediciones en la estación RHuau 1 (Campañas 2015-I y 2019-II) y a dos mediciones en la estación RHuau 2 (Campañas 2015-I y 2016-I). Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 21. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 42 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, empleado para números de muestras menor a 50 (<50).

Tabla 21

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Plomo

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Pb (mg/L)	0.342	46.0	0.0000	0.382	46.0	0.0000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Conductividad eléctrica (CE)

Los datos disponibles (55 observaciones) reportan una media de 391.80 µS/cm, una mediana de 337.80 µS/cm y desviación estándar de 232.77 µS/cm, con valores observados entre mínimos de 55.42 µS/cm y máximos de 948.10 µS/cm.

Las observaciones de conductividad eléctrica en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 5.2% de datos ausentes (3 de 58 observaciones); no encontrándose datos censurados para este parámetro.

Por otra parte, se identifican seis valores atípicos para el conjunto total de datos, que corresponde a una medición en la estación RSura 1 (Campaña 2020-I) y cinco mediciones en la estación RHuau 3 (Campañas 2019-II, 2020-I, 2020-II, 2021-I y 2022-I). Debido al

escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 22. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 55 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayores a 50 (>50).

Tabla 22

Resultado de pruebas de normalidad para datos de conductividad eléctrica

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
C.E. (µS/cm)	0.148	55.0	0.004	0.910	55.0	0.001

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Temperatura (T)

Los datos disponibles (55 observaciones) reportan una media de 18.43 ºC, una mediana de 19.06 ºC y desviación estándar de 5.41 ºC, con valores observados entre temperaturas mínimas de 9.43 ºC y máximas de 28.74 ºC.

Las observaciones de temperatura en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 5.2% de datos ausentes (3 de 58 observaciones); no encontrándose datos censurados para este parámetro. Se precisa también que no se identificaron valores atípicos de temperatura para el conjunto total de datos disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 23. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 55 mediciones, se consideran

prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Kolmogórov-Smirnov, empleado para números de muestras mayores a 50 (>50).

Tabla 23

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de temperatura

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
T (ºC)	0.144	55.0	0.0060	0.944	55.0	0.0130

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Fósforo total (P_{total})

Los datos disponibles (33 observaciones) reportan una media de 0.323 mg/L, una mediana de 0.104 mg/L y desviación estándar de 0.467 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.012 mg/L y máximos de 1.700 mg/L.

Las observaciones de fósforo total en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 22.4% de datos censurados (13 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.009 mg/L", "<0.01 mg/L", "<0.010 mg/L" y "<0.007 mg/L"; estos reportes corresponden al límite de detección del método del método analítico para concentraciones de fósforo total.

Además, se encontraron también un 20.7% (12 de 58 observaciones) de datos ausentes, que corresponden a las campañas de monitoreo 2019-I y 2019-II donde no se recabaron mediciones de fósforo total para ninguna de las estaciones de monitoreo del río Huaura.

Por otra parte, se identifican tres valores atípicos para el conjunto total de datos, que corresponde a una medición en la estación RHuau 2 (Campañas 2016-I) y a dos mediciones en la estación RHuau 3 (Campañas 2016-I y 2017-I). Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95

(normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 24. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 42 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, empleado para números de muestras menor a 50 (<50).

Tabla 24

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Fósforo total

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
P_{total} (mg/L)	0.321	33.0	0.000	0.671	33.0	0.000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Nitratos + nitritos (Como N)

Los datos disponibles (45 observaciones) reportan una media de 0.372 mg/L, una mediana de 0.282 mg/L y desviación estándar de 0.379 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.009 mg/L y máximos de 1.571 mg/L.

Las observaciones de Nitratos + Nitritos (Como N) en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 13.8% de datos censurados (8 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.055 mg/L" y "<0.006 mg/L"; estos reportes corresponden al límite de detección del método del método analítico para concentraciones de Nitritos-N + Nitratos-N.

Además, se encontraron también un 8.6% (5 de 58 observaciones) de datos ausentes, que corresponden a las campañas de monitoreo 2016-I para todas las estaciones, y en la estación RHuau5 en la campaña 2015-I.

Por otra parte, se identifican un valor atípico extremo para el conjunto total de datos, que corresponde a una medición en la estación RHuau 3 (Campaña 2021-I). Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 25. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 42 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, empleado para números de muestras menor a 50 (<50).

Tabla 25

Resultado de pruebas de normalidad para datos de Nitratos + Nitritos (N)

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
NO3-N+NO2-N (mg/L)	0.207	45.0	0.000	0.787	45.0	0.000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

Mercurio (Hg)

De la recopilación de observaciones de mercurio en las estaciones de estudio en el río Huaura, se indica que la totalidad de observaciones entre el periodo 2015 a 2022 reportaron valores por debajo del límite de detección, los cuales se registraron como "<0.0001 mg/L", "<0.00003 mg/L" y "0.00005 mg/L".

En este sentido, no se cuentan con datos disponibles para algún análisis estadístico sobre las concentraciones de mercurio en el río Huaura.

Zinc (Zn)

Los datos disponibles (48 observaciones) reportan una media de 0.064 mg/L, una mediana de 0.044 mg/L y desviación estándar de 0.101 mg/L, con valores observados entre mínimos de 0.004 mg/L y máximos de 0.662 mg/L.

Las observaciones de zinc en las estaciones de monitoreo cuentan con un porcentaje de 17.2% de datos censurados (10 de 58 observaciones), los cuales fueron reportados como "<0.0100 mg/L" y "<0.008 mg/L" , que corresponde al límite de detección del método del

método analítico para concentraciones de zinc. No se encontraron datos ausentes para este parámetro.

Por otra parte, se identifican dos valores atípicos para el conjunto total de datos, que corresponde a dos mediciones en la estación RHuau 2 (Campañas 2016-I y 2022-I). Debido al escaso número de datos disponibles y acorde a los fines de la presente investigación, se mantienen los valores atípicos identificados para el análisis estadístico de las observaciones disponibles.

Sobre el conjunto total de datos disponibles se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para un nivel de confianza de 95% = 0.95 (normalidad) y error de 5% = 0.05 (a), siendo los resultados presentados en la Tabla 26. Dado que las observaciones válidas (No censuradas) son 48 mediciones, se consideran prioritarios los resultados del estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, empleado para números de muestras menor a 50 (<50).

Tabla 26

Resultado de pruebas de normalidad para mediciones de Zinc

Variable	Kolmogórov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor	Estadístico	gl	p valor
Zn (mg/L)	0.275	48.0	0.000	0.466	48.0	0.000

Nota: (a) Corrección de significación de Lilliefors

Como resultado de la prueba Shapiro-Wilk se determina que el valor p (Sig.) es menor a 0.05 (< 0.05), rechazando la normalidad; por tanto, se señala que el conjunto de datos presenta una distribución no normal.

4.1.2.5. Variabilidad espacial y temporal

Demanda bioquímica de oxígeno

En el río Huaura, durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en la naciente del río (RSura 1 y RQuic 1) presentan niveles bajos o por debajo de los límites de detección de DBO5, mientras que las estaciones RHuau 1, RHuau 2 y especialmente RHuau 3 presentaron una mayor variabilidad y concentraciones medias de DBO5, lo cual se puede relacionar con la presencia de centros poblados y sus vertimientos de aguas residuales municipales, con el consecuente incremento de carga orgánica en estos

tramos del río Huaura. Lo indicado se observa de forma consistente en la Figura 13; donde la estación RHuau 3, ubicada en la proximidad de la ciudad de Huaura, presenta una mayor amplitud del rango intercuartílico con respecto a las demás estaciones de monitoreo.

Tabla 27

Concentraciones de DBO_5 (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	3.00	3.00	3.00	ND	5.00	8.00
2016-I	2.00	2.00	8.00	ND	4.00	20.00
2017-I	2.00	2.00	5.00	2.00	2.00	69.00
2018-I	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2019-I	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2019-II	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00
2020-I	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	9.00
2020-II	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	10.00
2021-I	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	5.00
2022-I	2.00	3.00	2.00	3.00	10.00	7.00
Media	**2.20**	**2.30**	**3.10**	**2.13**	**3.50**	**13.50**

Nota. ND = No determinado.

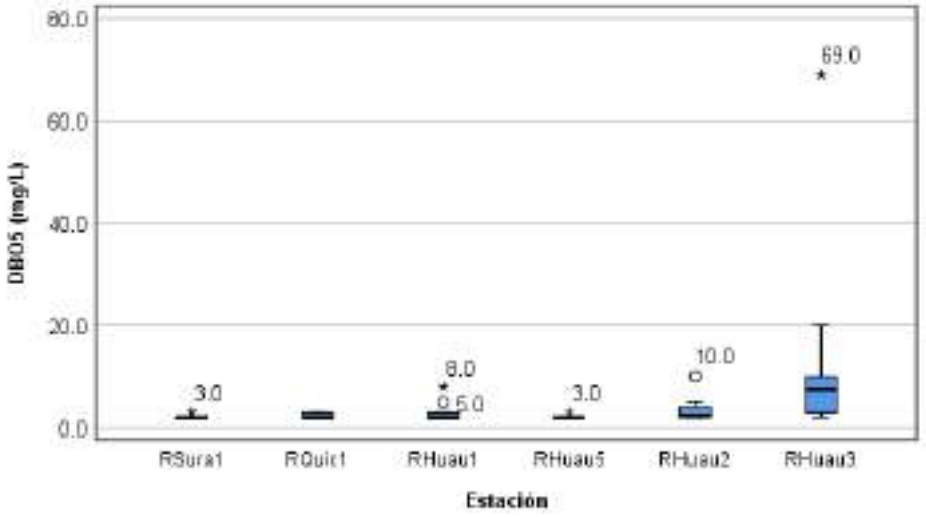


Figura 13

Diagrama de cajas y bigotes para DBO_5, por estación

Tabla 28

Concentraciones medias anuales de DBO_5 (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00
RQuic 1	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	3.00
RHuau 1	3.00	8.00	5.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00
RHuau 5	ND	ND	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00
RHuau 2	5.00	4.00	2.00	2.00	2.50	2.50	2.00	10.00
RHuau 3	8.00	20.00	69.00	2.00	2.50	9.50	5.00	7.00
Media	**4.40**	**7.20**	**13.67**	**2.00**	**2.17**	**3.50**	**2.67**	**4.50**

Nota. ND = No determinado.

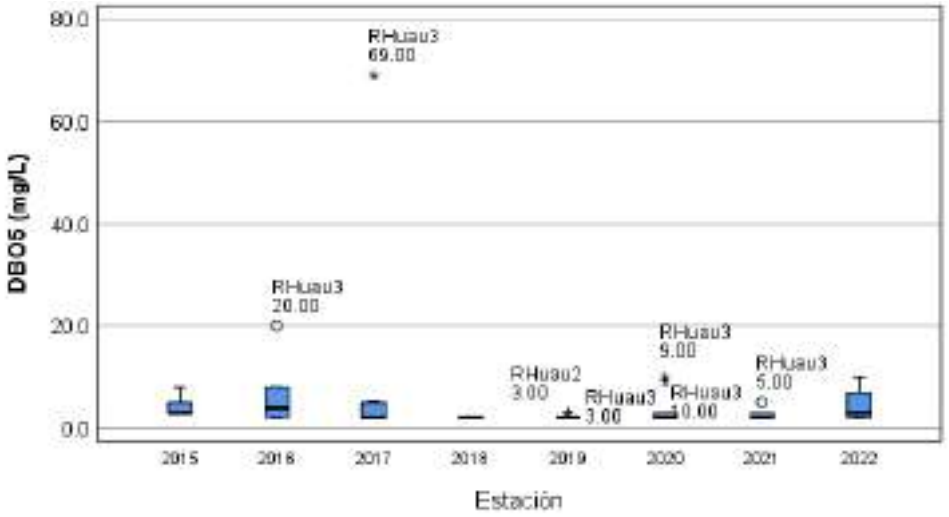


Figura 14

Diagrama de cajas y bigotes para DBO_5, por año

En escala temporal, las medianas de DBO5 se encontraron entre 2.0 y 3.0 mg/L para la mayor parte de años en estudio, con excepción del 2016 que presentó una mediana de 4.0 mg/L; además, se observa que los años 2016 y 2017 presentaron valores atípicos, particularmente en el año 2017 para la estación RHuau3.

La Figura muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de DBO5 según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año.

Demanda química de oxígeno

En cuerpos de agua la demanda química de oxígeno se ve influenciada por factores antrópicos y/o naturales, asociada en parte a los procesos que influyen sobre la DBO, con la cual guarda una relación directa.

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores promedio de DQO de 8.5 a 10.4 mg/l, en la cuenca media (RHuau 5) se reportaron los valores promedio más bajos con 6.8 mg/l, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron niveles promedio de 12.0 a 36.2 mg/l. La estación RHuau 3 ubicada a la altura del antiguo puente Huaura registraron de forma recurrente las concentraciones más altas de DQO por estación. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 29.

La Figura 15 presenta el gráfico de cajas y bigotes de los niveles de DQO por estaciones de monitoreo, donde se observa la estación RHuau 3 con la mayor amplitud del rango intercuartílico y mediana de por encima de los observados en las demás estaciones.

Tabla 29

Concentraciones de DQO (mg/L), por estación y campaña

Año	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015	3.00	3.00	3.00	ND	5.00	8.00
2016	2.00	2.00	8.00	ND	4.00	20.00
2017	2.00	2.00	5.00	2.00	2.00	69.00
2018	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2019	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.50
2020	2.50	2.50	2.00	2.00	2.50	9.50
2021	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	5.00
2022	2.00	3.00	2.00	3.00	10.00	7.00
Media	**2.19**	**2.31**	**3.38**	**2.17**	**3.75**	**15.38**

Nota. ND = No determinado.

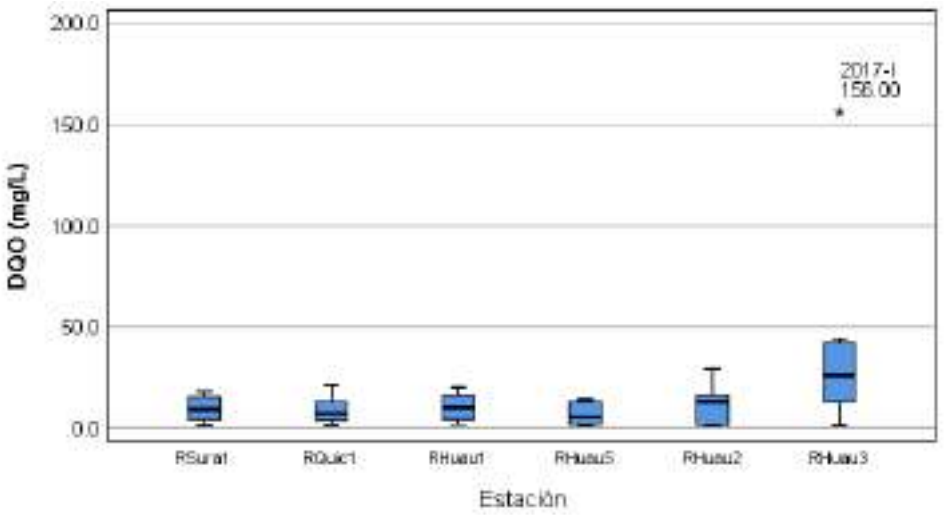


Figura 15

Diagrama de cajas y bigotes para DQO, por estación

Cabe indicar que, aún con una mayor amplitud y media más alta de la estación RHuau 3, se identificó un valor atípico extremo para su propio conjunto de observaciones, el cual fue observado en la campaña de monitoreo 2017-I.

En escala temporal, las concentraciones medias de DQO se encontraron entre 1.69 mg/l (es decir, se estiman por debajo del límite de detección) y 16.49 mg/l en la mayor parte de los años del periodo de estudio, con excepción del año 2017 que reporta una media de DQO de 27.42 mg/l (Ver Tabla 30). Al respecto, se indica que este elevado valor medio se encuentra altamente influenciado por la presencia de un valor atípico extremo en la estación RHuau 3 en el año 2017, aún cuando la mediana en este año es menor a la de otros años con valores medios más bajos.

Asimismo, se señala que en términos de variación temporal, la estación RHuau 3 constituye la principal fuente de valor atípicos con relación a los rangos intercuantiles de las observaciones agrupadas por años.

La Figura 16 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de DBO5 según año de observación.

Tabla 30

Concentraciones medias anuales de DQO (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	8.00	4.87	1.17	1.38	12.50	16.50	4.00	10.00
RQuic 1	8.00	3.57	1.19	1.39	17.00	9.00	6.00	13.00
RHuau 1	8.00	20.00	4.00	3.00	14.00	9.73	8.00	14.00
RHuau 5	ND	ND	1.16	2.00	7.08	9.00	6.00	13.00
RHuau 2	16.00	10.00	1.00	1.33	15.00	8.53	16.00	29.00
RHuau 3	20.00	44.00	156.00	1.02	16.67	39.50	16.00	13.00
Media	**12.00**	**16.49**	**27.42**	**1.69**	**13.71**	**15.38**	**9.33**	**15.33**

Nota. ND = No determinado.

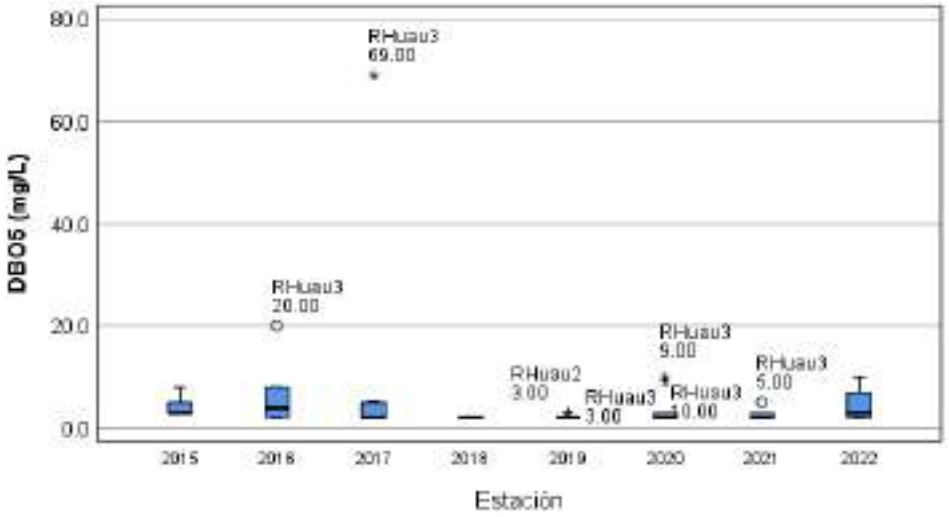


Figura 16

Diagrama de cajas y bigotes para DQO, por año

Oxígeno disuelto

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de oxígeno disuelto de 5.03 a 8.90 mg/l, en la cuenca media (RHuau 5) se reportaron el valor promedio por estación más alto con 7.78 mg/l, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 2.26 a 8.68 mg/l. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 31.

La Figura 17 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de oxígeno disuelto por estaciones de monitoreo, donde se observa la estación RHuau 3 con la mayor amplitud del rango intercuartílico y mediana de por encima de los observados en las demás estaciones.

Tabla 31

Concentraciones de Oxígeno disuelto (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2016-I	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2017-I	6.46	6.87	8.38	7.47	8.65	8.28
2018-I	7.15	7.39	8.90	9.08	7.93	8.41
2019-I	6.71	6.75	7.80	8.37	7.72	7.73
2019-II	6.13	6.13	6.32	7.80	5.92	4.92
2020-I	6.28	6.87	5.03	7.33	7.32	8.39
2020-II	5.44	5.30	6.33	6.95	7.65	2.26
2021-I	7.62	7.59	6.63	7.59	7.69	8.37
2022-I	ND	ND	5.97	7.64	3.08	3.74
Media	**6.54**	**6.70**	**6.92**	**7.78**	**6.99**	**6.51**

Nota. ND = No determinado.

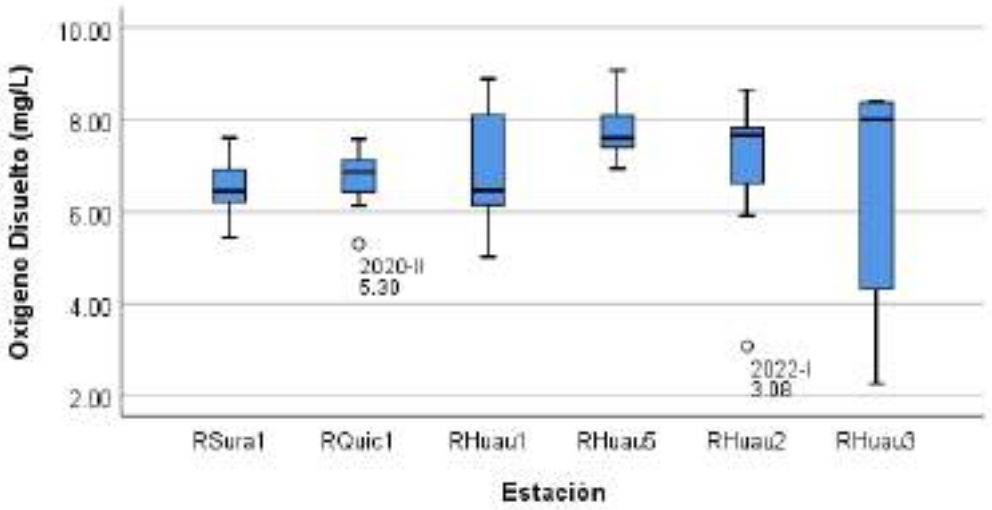


Figura 17

Diagrama de cajas y bigotes para oxígeno disuelto, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de oxígeno disuelto entre 3.08 mg/L y 9.08 mg/L para el periodo 2017-2022, puesto que no se encontraron datos disponibles de este parámetro para los años 2015 y 2016 (Ver Tabla 32). Asimismo, se indica que el año 2022 presentó el promedio anual más bajo con 5.11 mg/L, lo cual puede estar influenciado por la ausencia de datos de las estaciones de la parte alta de la cuenca (RSura 1 y RQuic 1), y dejando una mayor influencia a las estaciones de la parte baja que han presentado observaciones más bajas de oxígeno disuelto comparadas con su promedio histórico.

Tabla 32

Concentraciones medias anuales de DQO (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	ND	ND	6.46	7.15	6.42	5.86	7.62	ND
RQuic 1	ND	ND	6.87	7.39	6.44	6.08	7.59	ND
RHuau 1	ND	ND	8.38	8.90	7.06	5.68	6.63	5.97
RHuau 5	ND	ND	7.47	9.08	8.09	7.14	7.59	7.64
RHuau 2	ND	ND	8.65	7.93	6.82	7.48	7.69	3.08
RHuau 3	ND	ND	8.28	8.41	6.32	5.33	8.37	3.74
Media	**ND**	**ND**	**7.68**	**8.14**	**6.86**	**6.26**	**7.58**	**5.11**

Nota. ND = No determinado.

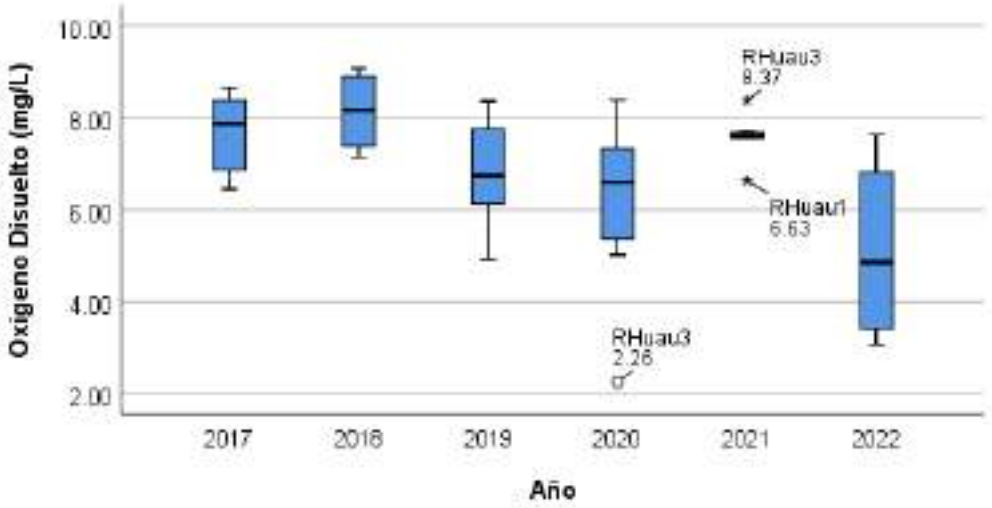


Figura 18

Diagrama de cajas y bigotes para oxígeno disuelto, por año

La Figura 18 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de oxígeno disuelto según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año. El diagrama mostrado reafirma la mayor variabilidad y una mediana más baja para el año 2022, en comparación con los otros años; y además, evidencia en el año 2020 se tuvo una observación atípica para la estación RHuau3, que representa la observación con menor concentración de oxígeno disuelto en todo el periodo de evaluación.

Coliformes termotolerantes

Durante el periodo de estudio, en las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) se observaron concentraciones de coliformes termo tolerantes (C.T.) entre 1.1 (es decir, por debajo del límite de detección de 1.8 NMP/100 mL) a 110,000 NMP/100 mL, en la cuenca media (RHuau 5) se reportaron niveles promedio de 898 NMP/100 mL, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron niveles de C.T. entre 33 y 33,000,000 NMP/100 mL, con medias más altas en comparación con las demás estaciones de monitoreo. La estación RHuau 3 ubicada a la altura del antiguo puente Huaura registraron de forma recurrente las concentraciones más altas de C.T. por estación. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 33.

La Figura 19 presenta el gráfico de cajas y bigotes de los niveles de DQO por estaciones de monitoreo, donde se observa la estación RHuau3 con la mayor amplitud del rango intercuartílico y mediana de por encima de los observados en las demás estaciones. Además, en las estacione RQuic 1 y RHuau 2, se observa un valor atípico por cada estación correspondiente a las campañas de monitoreo 2018-I y 2016-I respectivamente.

Tabla 33

Concentraciones de Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), por estación y campaña

Año	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	33	1.1	46,000	ND	7,900	33,000,000
2016-I	49	7.8	7,000	ND	2,300,000	33,000
2017-I	13	2.0	1,700	1,100	2,400	1,700,000
2018-I	79	170	110,000	170	3,500	220,000
2019-I	110	79	1,700	1,300	5,400	2,800,000
2019-II	2.0	13	11,000	330	130	700
2020-I	1.2	11	490	3,500	4,600	460,000
2020-II	0.9	0.7	1,700	170	490	1,700,000
2021-I	4.0	4.0	7,000	280	33	2,800
2022-I	2.0	2.0	2,400	330	70,000	2,800,000
Media	**29**	**29**	**18,899**	**898**	**239,445**	**4,271,650**

Nota. ND = No determinado.

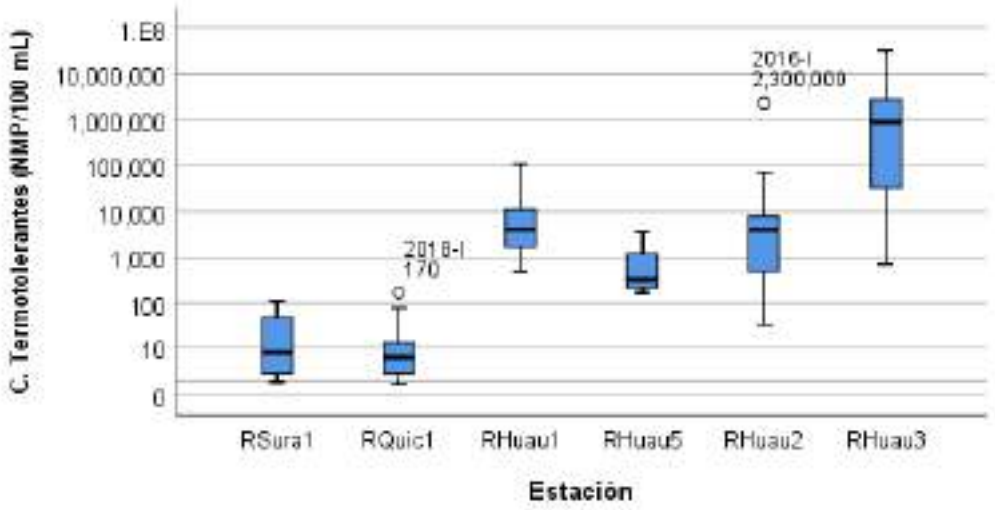


Figura 19

Diagrama de cajas y bigotes para coliformes termotolerantes, por estación

Nota. Eje vertical (Concentración de coliformes termotolerantes) en escala logarítmica base 10.

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de coliformes termotolerantes (C.T.) se encontraron entre 1.1 NMP/100 mL (es decir, se estiman por debajo del límite de detección) y 478,789 NMP/100 mL en la mayor parte de los años del periodo de estudio, con excepción del año 2015 que reporta una media de C.T. de 6, 610,787 NMP/100 mL;

según se detalla en la Tabla 34. Al respecto, se indica que este elevado valor medio en el año 2015 se encuentra altamente influenciado por la presencia de un valor extremo en la estación RHuau 3, los resultados por encima de la media de la estación RHuau 1 y la ausencia de datos en la estación RHuau 5.

La Figura 20 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de DBO5 según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año; siendo el año 2019 el único que cuenta con un valor atípico para su subconjunto de datos, correspondiendo este valor a la estación RHuau3.

Tabla 34

Concentraciones medias anuales de C. Termotolerantes (NMP/100 mL)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	33	49	13	79	56	1.1	4.0	2.0
RQuic 1	1.1	7.8	2.0	170	46	5.8	4.0	2.0
RHuau 1	46,000	7,000	1,700	110,000	6,350	1,095	7,000	2,400
RHuau 5	ND	ND	1,100	170	815	1,835	280	330
RHuau 2	7,900	2,300,000	2,400	3,500	2,765	2,545	33	70,000
RHuau 3	33,000,000	33,000	1,700,000	220,000	1,400,350	1,080,000	2,800	2,800,000
Media	**6,610,787**	**468,011**	**284,203**	**55,653**	**235,064**	**180,914**	**1,687**	**478,789**

Nota. ND = No determinado.

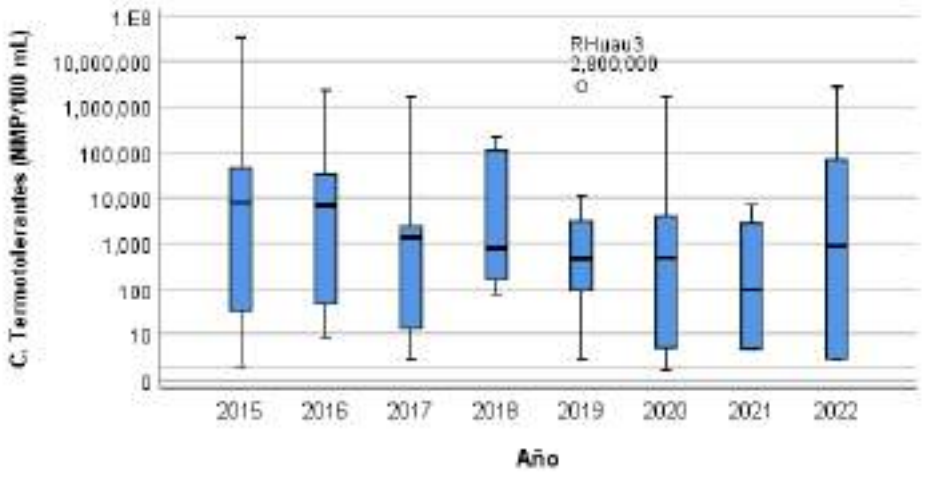


Figura 20

Diagrama de cajas y bigotes para coliformes termotolerantes, por año

Nota. Eje vertical (Concentración de coliformes termotolerantes) en escala logarítmica base 10.

Potencial de hidrógeno (pH)

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de pH de 5.85 a 8.92, en la cuenca media (RHuau 5) se reportaron valores de pH de 6.68 a 8.44, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 6.77 a 8.46.

Dado que el pH es una variable logarítmica, se indica que su promedio aritmético no representan fielmente la media de acidez real del agua; por ello, se aplicó un procedimiento correctivo basado en la obtención del antilogaritmo de cada valor de pH, promediando estos resultados y luego retornando los valores medios a la escala de pH (Sugerido por Pérez y Ramírez, 2008). Esto se realiza con fines de una mejor comparación espacial y temporal de los sistemas acuáticos, debido a la amplitud de valores de pH observados en los datos disponibles con un rango de 5.85 a 8.92.

Los resultados por estación se presentan en la Tabla 35, presentando tanto las medias en su escala logarítmica original como la estimación de pH medios basado en la concentración de iones H^+, a fin de representar mejor la media real desde una perspectiva química.

Tabla 35

Concentraciones de pH, por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	7.38	7.64	7.88	ND	8.26	8.00
2016-I	8.08	8.21	ND	ND	8.11	7.40
2017-I	7.23	7.30	8.24	ND	7.27	6.77
2018-I	5.85	6.72	7.11	7.24	7.15	7.29
2019-I	ND	ND	ND	7.35	6.85	7.21
2019-II	8.19	8.19	8.43	8.28	7.08	7.08
2020-I	8.11	8.07	6.68	8.41	8.36	7.76
2020-II	8.92	8.77	8.44	8.59	8.31	7.82
2021-I	8.72	8.55	8.37	8.46	8.46	7.77
2022-I	ND	ND	7.77	8.29	7.06	7.73
Media	**7.81**	**7.93**	**7.86**	**8.09**	**7.69**	**7.48**
Media [H^+]	**6.72**	**7.44**	**7.38**	**7.76**	**7.34**	**7.31**

Nota. ND = No determinado. Media [H^+] = Media corregida mediante concentración de H^+.

Al comparar las medias aritméticas y medias corregidas, se observa que en todos los casos la media corregida presenta valores más bajos, lo cual se debe a la naturaleza logarítmica de la unidad de pH, donde pequeñas variaciones en la unidad implican grandes diferencias en la concentración de H^+. En los valores de pH observados, las observaciones más bajas tienen una gran influencia en el valor medio corregido de pH, debido a que representan una mayor concentración de H^+.

Por otra parte, la Figura 21 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de pH por estaciones de monitoreo, el cual permite observar una mayor amplitud en la estación RSura 1 y en menor medida, en las estaciones RQuic 1 y RHuau 1; este comportamiento se puede asociar a una mayor variabilidad en la química de las aguas del río Huaura en las partes altas, donde los caudales del río son menores y por tanto más susceptibles a la variación de su química.

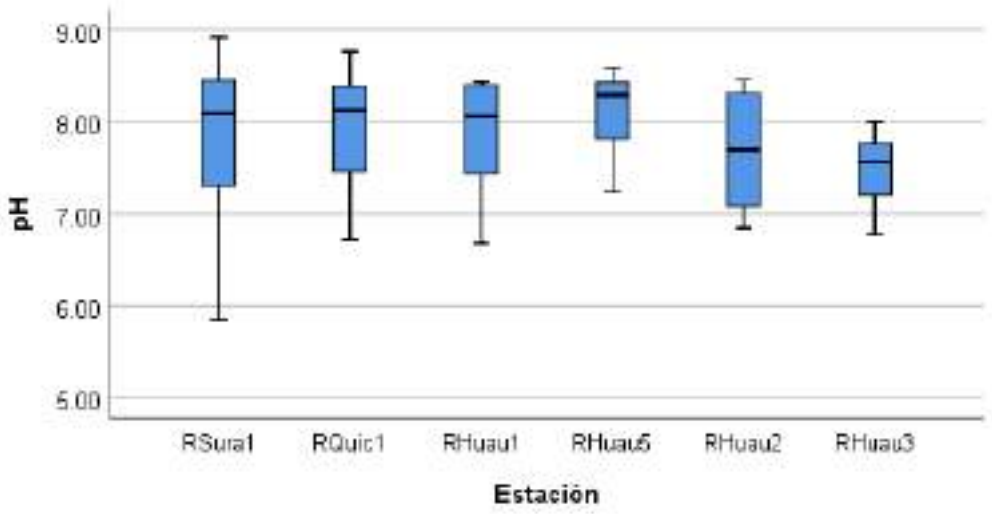


Figura 21

Diagrama de cajas y bigotes para pH, por estación

En escala temporal, los valores medios anuales de pH varían entre 6.89 a 8.39 por promedio aritmético y entre 6.51 a 8.26 para medias corregidas por concentración de H^+, para el periodo 2017-2022 (Ver Tabla 36). Asimismo, se indica que el año 2022 presentó el promedio anual más bajo con 5.11 mg/L, lo cual puede estar influenciado por la ausencia de datos de las estaciones de la parte alta de la cuenca (RSura 1 y RQuic 1), y dejando una mayor influencia a las estaciones de la parte baja que han presentado observaciones más bajas de oxígeno disuelto comparadas con su promedio histórico.

Tabla 36

Valores medios anuales de potencial de hidrógeno (pH)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	7.38	8.08	7.23	5.85	8.19	8.52	8.72	ND
RQuic 1	7.64	8.21	7.30	6.72	8.19	8.42	8.55	ND
RHuau 1	7.88	ND	8.24	7.11	8.43	7.56	8.37	7.77
RHuau 5	ND	ND	ND	7.24	7.81	8.50	8.46	8.29
RHuau 2	8.26	8.11	7.27	7.15	6.96	8.34	8.46	7.06
RHuau 3	8.00	7.40	6.77	7.29	7.14	7.79	7.77	7.73
Media	**7.83**	**7.95**	**7.36**	**6.89**	**7.79**	**8.19**	**8.39**	**7.71**
Media [H^+]	**7.73**	**7.81**	**7.17**	**6.51**	**7.31**	**7.63**	**8.26**	**7.50**

Nota. ND = No determinado. Media [H^+] = Media corregida mediante concentración de H^+.

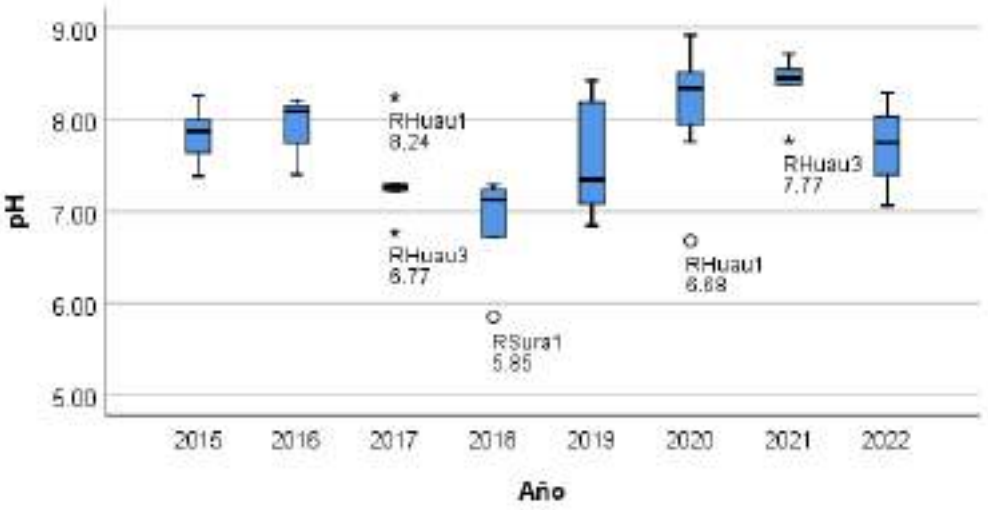


Figura 22

Diagrama de cajas y bigotes para pH, por año

La Figura 22 muestra el diagrama de cajas y bigotes para los valores de pH según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año. El diagrama mostrado evidencia la presencia de valores atípicos de pH para los años 2017, 2018, 2020 y 2021, con mediciones observadas en las estaciones RHuau 1, RHuau 3 y RSura 1 según lo mostrado en el diagrama. Asimismo, se evidencia que no existe una marcada variabilidad con el paso de los años.

Aluminio

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de aluminio de entre 0.01 a 3.98 mg/L y una media de 0.53 mg/L, en la cuenca media (RHuau 5) se reportaron el valor promedio de 0.84 mg/L, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 0.08 a 5.50 mg/L (sin considerar el valor atípico de 22.50 mg/L). Los resultados por estación se presentan en la Tabla 37.

Tabla 37

Concentraciones de Aluminio (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.02	0.10	0.94	ND	0.70	0.39
2016-I	0.02	0.18	0.36	ND	22.50	0.28
2017-I	0.01	0.24	0.92	0.61	0.19	0.79
2018-I	0.11	0.17	0.46	2.49	4.00	2.78
2019-I	0.20	2.38	1.10	2.42	4.62	5.50
2019-II	0.02	0.09	3.98	0.38	0.31	0.08
2020-I	0.02	0.13	0.22	0.27	0.18	0.13
2020-II	0.03	0.11	0.25	0.15	0.30	0.15
2021-I	0.02	0.15	0.30	0.29	0.19	0.08
2022-I	0.03	0.13	3.13	0.11	0.35	0.08
Media	**0.05**	**0.37**	**1.16**	**0.84**	**3.33**	**1.03**

Nota. ND = No determinado.

La Figura presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de aluminio por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos para las estaciones RHuau 5 y RHuau 2, y además, se observan valores de uno a dos valores atípicos por cada estación para su propio subconjunto de datos.

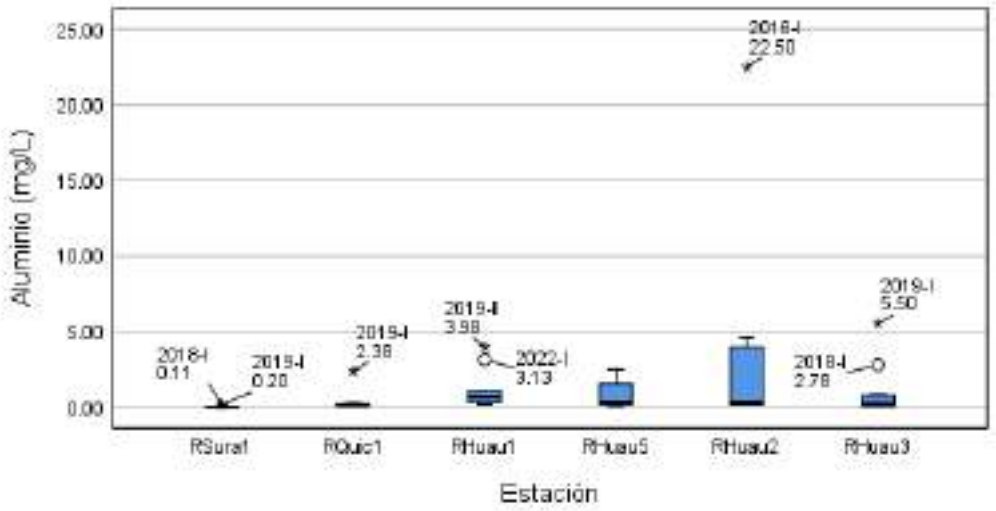


Figura 23

Diagrama de cajas y bigotes para aluminio, por estación de monitoreo

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de arsénico entre 0.16 y 4.67 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 38). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 22.50 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 38

Concentraciones medias anuales de Aluminio (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.02	0.02	0.01	0.11	0.11	0.03	0.02	0.03
RQuic 1	0.10	0.18	0.24	0.17	1.23	0.12	0.15	0.13
RHuau 1	0.94	0.36	0.92	0.46	2.54	0.23	0.30	3.13
RHuau 5	ND	ND	0.61	2.49	1.40	0.21	0.29	0.11
RHuau 2	0.70	22.50	0.19	4.00	2.46	0.24	0.19	0.35
RHuau 3	0.39	0.28	0.79	2.78	2.79	0.14	0.08	0.08
Media	**0.43**	**4.67**	**0.46**	**1.67**	**1.76**	**0.16**	**0.17**	**0.64**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 24 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de aluminio según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año. La figura mostrada evidencia una mayor variabilidad de datos en los años 2018 y 2019, en comparación con los otros años; y además, se observa en el año 2016 y 2022 un valor atípico en cada año para las estaciones RHuau 2 y RHuau 1 respectivamente.

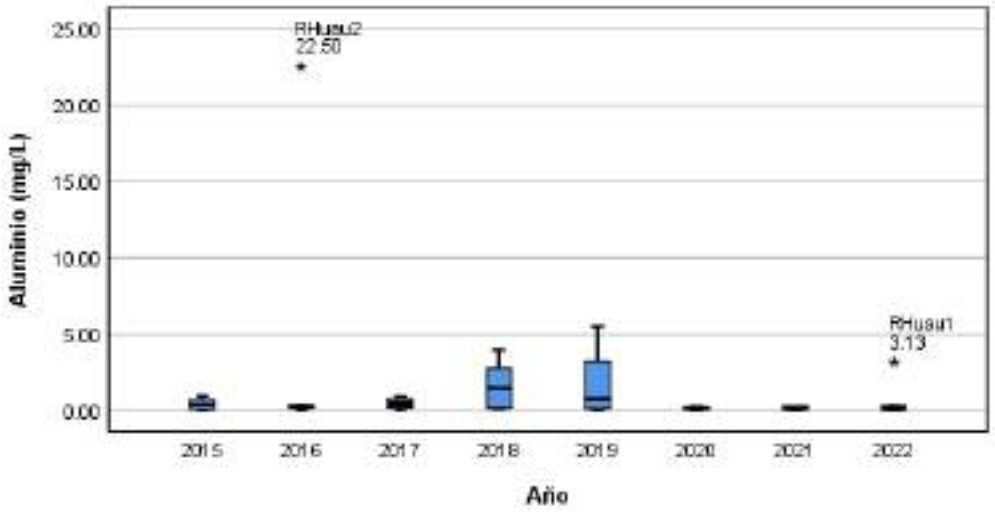


Figura 24

Diagrama de cajas y bigotes para aluminio, por año

Arsénico

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de arsénico de entre 0.0011 a 0.0134 mg/L y una media de 0.0047 mg/L, en la cuenca media (RHuau5) se reportaron el valor promedio de 0.0057 mg/L, y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 0.0033 a 0.0460 mg/L y media de estas estaciones de 0.0072 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 39.

La Figura 25 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de aluminio por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos para las estaciones RHuau 1, RHuau 2 y RHuau 3; y, por otra parte, se identifica un valor atípico del subconjunto de datos de la estación RHuau 2 para la campaña de monitoreo 2016-I donde se reportó una concentración de arsénico de 0.046 mg/L.

Tabla 39

Concentraciones de Arsénico (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.0032	0.0042	0.0080	ND	0.0038	0.0034
2016-I	0.0042	0.0043	0.0046	ND	0.0460	0.0047
2017-I	0.0012	0.0055	0.0090	0.0059	0.0051	0.0059
2018-I	0.0029	0.0027	0.0073	0.0066	0.0078	0.0060
2019-I	0.0030	0.0063	0.0058	0.0063	0.0087	0.0090
2019-II	0.0020	0.0037	0.0126	0.0059	0.0057	0.0042
2020-I	0.0011	0.0025	0.0054	0.0051	0.0042	0.0033
2020-II	0.0025	0.0036	0.0051	0.0051	0.0047	0.0036
2021-I	0.0015	0.0024	0.0060	0.0054	0.0043	0.0034
2022-I	0.0024	0.0038	0.0134	0.0050	0.0052	0.0046
Media	**0.0024**	**0.0039**	**0.0077**	**0.0057**	**0.0095**	**0.0048**

Nota. ND = No determinado.

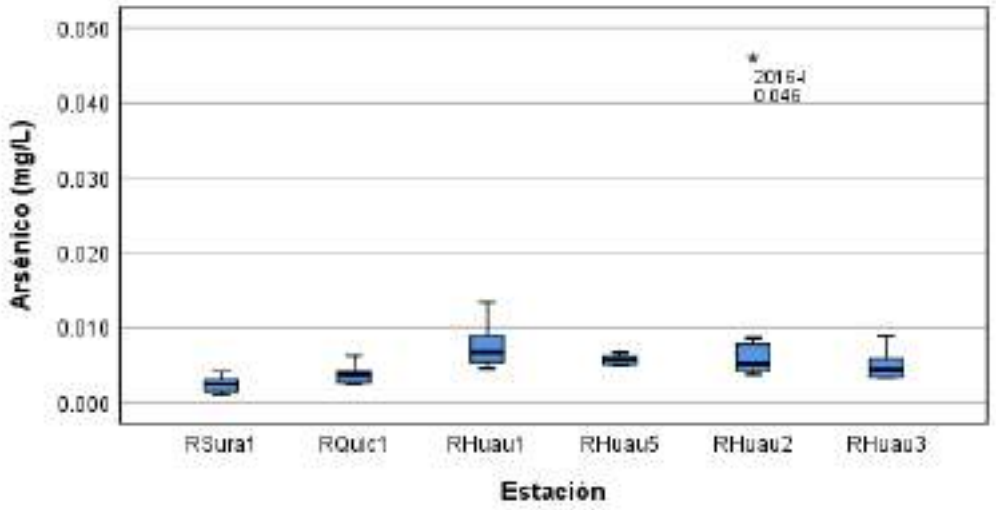


Figura 25

Diagrama de cajas y bigotes para arsénico, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de arsénico entre 0.0038 mg/L y 0.0128 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 40). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 0.0460 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 40

Concentraciones medias anuales de Arsénico (mg/L)

	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.0032	0.0042	0.0012	0.0029	0.0025	0.0018	0.0015	0.0024
RQuic 1	0.0042	0.0043	0.0055	0.0027	0.0050	0.0031	0.0024	0.0038
RHuau 1	0.0080	0.0046	0.0090	0.0073	0.0092	0.0053	0.0060	0.0134
RHuau 5	ND	ND	0.0059	0.0066	0.0061	0.0051	0.0054	0.0050
RHuau 2	0.0038	0.0460	0.0051	0.0078	0.0072	0.0045	0.0043	0.0052
RHuau 3	0.0034	0.0047	0.0059	0.0060	0.0066	0.0035	0.0034	0.0046
Media	**0.0045**	**0.0128**	**0.0054**	**0.0056**	**0.0061**	**0.0039**	**0.0038**	**0.0057**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 26 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de arsénico según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año. La figura mostrada evidencia una mayor variabilidad de datos en el año 2018, y en menor proporción en el 2019 y 2021, en comparación con los otros años. Por otra parte, se observa presencia de valores atípicos de forma puntual para los años 2015, 2016, 2017 y 2022; siendo la estación RHuau 1 la que presenta mayor recurrencia de valores atípicos con respecto a otras estaciones.

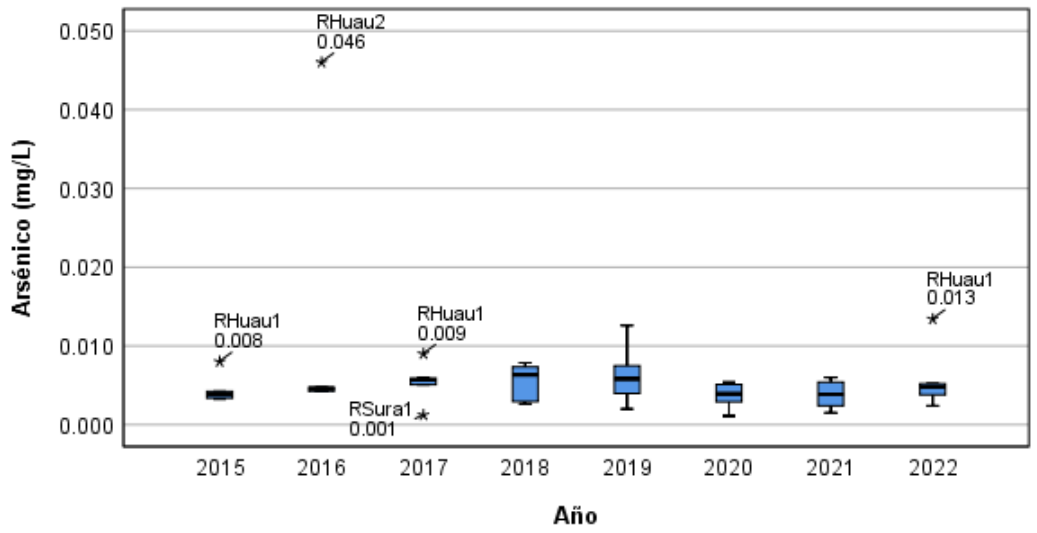


Figura 26

Diagrama de cajas y bigotes para arsénico, por año

Cadmio

Durante el periodo de estudio, las concentraciones de cadmio en las distintas estaciones de monitoreo presentaron en su gran mayoría valores por debajo de los límites de detección. No obstante, solo las estaciones RQuic 1, RHuau 1, RHuau 5 y RHuau 2 presentaron valores por encima del límite de detección (datos disponibles), y estas observaciones fueron en distintas campañas de monitoreo, por lo cual no resulta viable aseverar una variabilidad espacial sobre estas escasas observaciones más allá de demostrar que la presencia de cambio en las estaciones de monitoreo del río Huaura mantuvieron niveles traza de este contaminante. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41

Concentraciones de Cadmio (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	<0.001	<0.001	<0.001	ND	<0.001	<0.001
2016-I	<0.00018	<0.00018	<0.00018	ND	0.00270	<0.00018
2017-I	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
2018-I	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
2019-I	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00018	<0.00001	<0.00001
2019-II	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
2020-I	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
2020-II	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
2021-I	<0.00010	0.00035	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
2022-I	<0.00010	<0.00010	0.00028	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Media*	**ND**	**0.00035**	**0.00028**	**0.00018**	**0.00270**	**ND**

Nota. ND = No determinado. (*) La media no se considera representativa por el reducido número de datos disponibles por estación.

Por las razones expuestas en el párrafo precedente, no resultó factible la generación de diagramas de cajas sobre el reducido número de datos disponibles.

Debido a la escases de observaciones disponibles de concentraciones de cadmio en las estaciones de monitoreo del río Huaura, no resulto posible analizar alguna variabilidad temporal de los datos, así como tampoco representar medias anuales o datos diferentes a los presentados en la Tabla 41.

Cobre

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de cobre entre 0.00002 (es decir, por debajo del LD para cobre) hasta 0.01310 mg/L y una media de 0.00667 mg/L; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de 0.00230 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 0.00070 a 0.06600 mg/L y una media de estas estaciones de 0.01327 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42

Concentraciones de Cobre (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.00110	0.00300	0.00085	ND	0.00093	0.00121
2016-I	0.00147	0.00081	0.01100	ND	0.06600	0.00300
2017-I	0.00002	0.00202	0.00289	0.00417	0.00226	0.01104
2018-I	0.00120	0.00311	0.00214	0.00449	0.00642	0.00461
2019-I	0.00102	0.00428	0.00306	0.00370	0.00837	0.00925
2019-II	0.00040	0.00050	0.01310	0.00150	0.00220	0.00180
2020-I	0.00050	0.00230	0.00070	0.00100	0.00070	0.00200
2020-II	0.00080	0.00100	0.00002	0.00090	0.00160	0.00290
2021-I	0.00060	0.00160	0.00130	0.00170	0.00150	0.00160
2022-I	0.00002	0.00002	0.00590	0.00090	0.00250	0.00280
Media	**0.00071**	**0.00186**	**0.00410**	**0.00230**	**0.00925**	**0.00402**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 27 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de cobre por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos para las estaciones RHuau 1 y RHuau 2; y, por otra parte, se observan medianas cada vez mayores conforme las estaciones se ubican desde la cuenca alta a la baja (izquierda a derecha). Así mismo, se identifica el mayor valor atípico en la estación RHuau 2 en la campaña de monitoreo 2016-I, y valores atípicos para la estación RHuau 3 en campañas 2017-I y 2019-I.

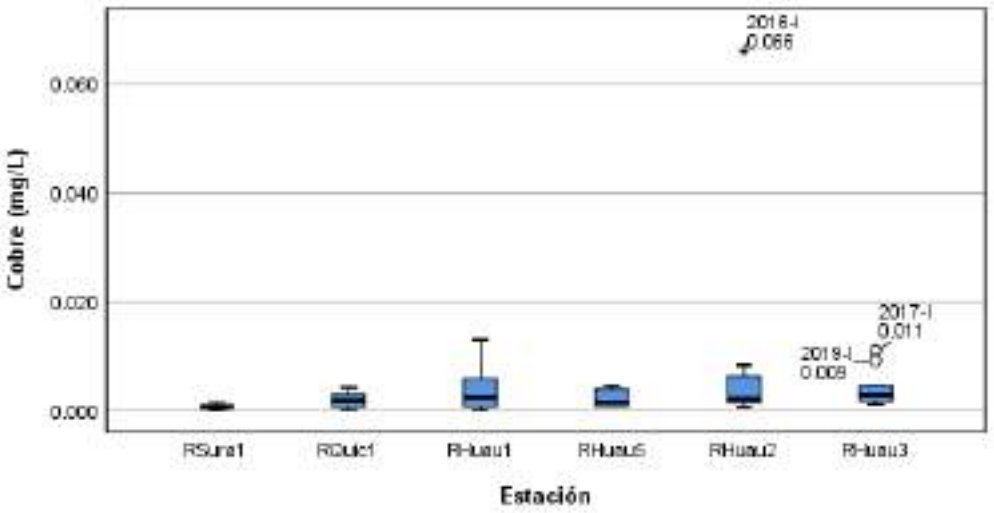


Figura 27

Diagrama de cajas y bigotes para cobre, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de arsénico entre 0.00138 mg/L y 0.01646 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 43). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 0.0660 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 43

Concentraciones medias anuales de cobre (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.00110	0.00147	0.00002	0.00120	0.00071	0.00065	0.00060	0.00002
RQuic 1	0.00300	0.00081	0.00202	0.00311	0.00239	0.00165	0.00160	0.00002
RHuau 1	0.00085	0.01100	0.00289	0.00214	0.00808	0.00036	0.00130	0.00590
RHuau 5	ND	ND	0.00417	0.00449	0.00260	0.00095	0.00170	0.00090
RHuau 2	0.00093	0.06600	0.00226	0.00642	0.00529	0.00115	0.00150	0.00250
RHuau 3	0.00121	0.00300	0.01104	0.00461	0.00553	0.00245	0.00160	0.00280
Media	**0.00142**	**0.01646**	**0.00373**	**0.00366**	**0.00410**	**0.00120**	**0.00138**	**0.00202**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 28 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de arsénico según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en cada año. La figura mostrada evidencia una mayor variabilidad de datos en el año 2016, y en menor proporción en el 2017 y 2019, en comparación con los otros años.

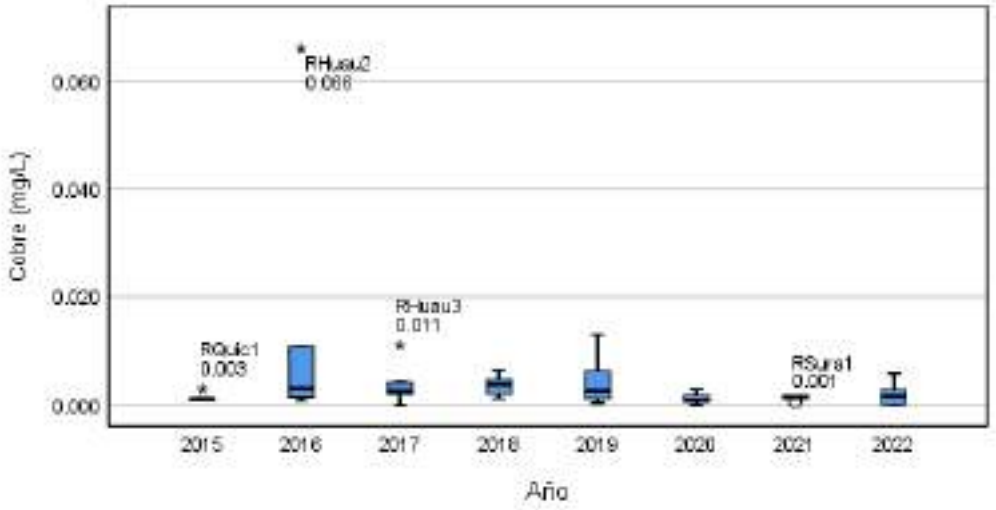


Figura 28

Diagrama de cajas y bigotes para cobre, por año

Hierro

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de hierro entre 0.029 y 7.446 mg/L con una media de 0.932 mg/L; en la cuenca media (RHuau5) se reportó el valor promedio de 1.234 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores de 0.110 a 50.830 mg/L y una media de estas estaciones de 3.892 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 44.

La Figura 29 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de hierro por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos para la estación RHuau 2; donde además se identificó el valor atípico más alto.

Tabla 44

Concentraciones de Hierro (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.029	0.088	1.786	ND	1.144	0.711
2016-I	0.120	0.183	0.383	ND	50.830	0.405
2017-I	0.065	0.133	1.846	0.745	0.249	1.114
2018-I	0.535	0.360	0.892	3.574	5.043	3.425
2019-I	0.538	4.021	1.803	3.470	5.745	6.484
2019-II	0.169	0.105	7.446	0.608	0.478	0.148
2020-I	0.064	0.110	0.316	0.387	0.110	0.191
2020-II	0.137	0.133	0.352	0.212	0.355	0.206
2021-I	0.103	0.122	0.556	0.633	0.270	0.125
2022-I	0.146	0.146	5.272	0.244	0.622	0.181
Media	**0.191**	**0.540**	**2.065**	**1.234**	**6.485**	**1.299**

Nota. ND = No determinado.

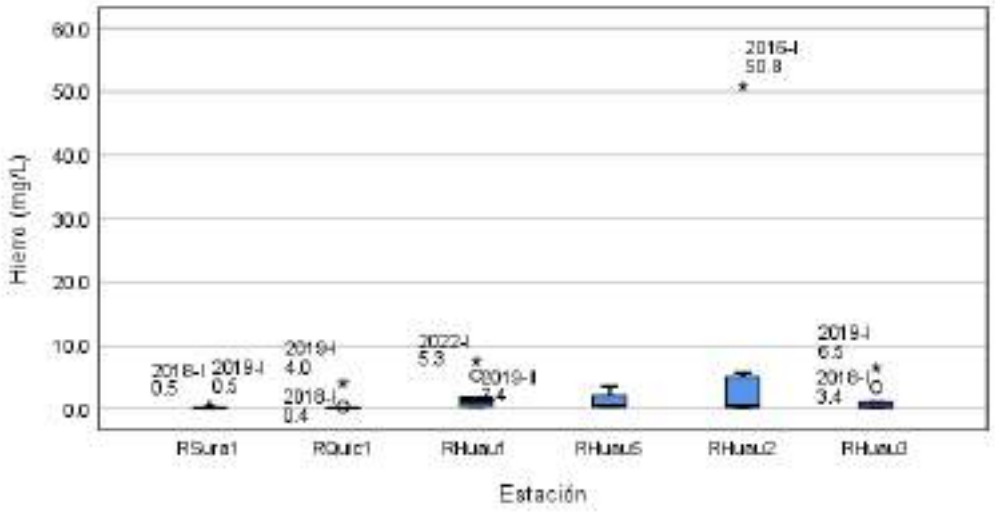


Figura 29

Diagrama de cajas y bigotes para hierro, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de se encuentran entre 0.302 mg/L y 10.384 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 45). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 50.830 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 45

Concentraciones medias anuales de hierro (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.029	0.120	0.065	0.535	0.353	0.101	0.103	0.146
RQuic 1	0.088	0.183	0.133	0.360	2.063	0.122	0.122	0.146
RHuau 1	1.786	0.383	1.846	0.892	4.625	0.334	0.556	5.272
RHuau 5	ND	ND	0.745	3.574	2.039	0.300	0.633	0.244
RHuau 2	1.144	50.830	0.249	5.043	3.112	0.233	0.270	0.622
RHuau 3	0.711	0.405	1.114	3.425	3.316	0.199	0.125	0.181
Media	**0.752**	**10.384**	**0.692**	**2.305**	**2.585**	**0.214**	**0.302**	**1.102**

Nota. ND = No determinado.

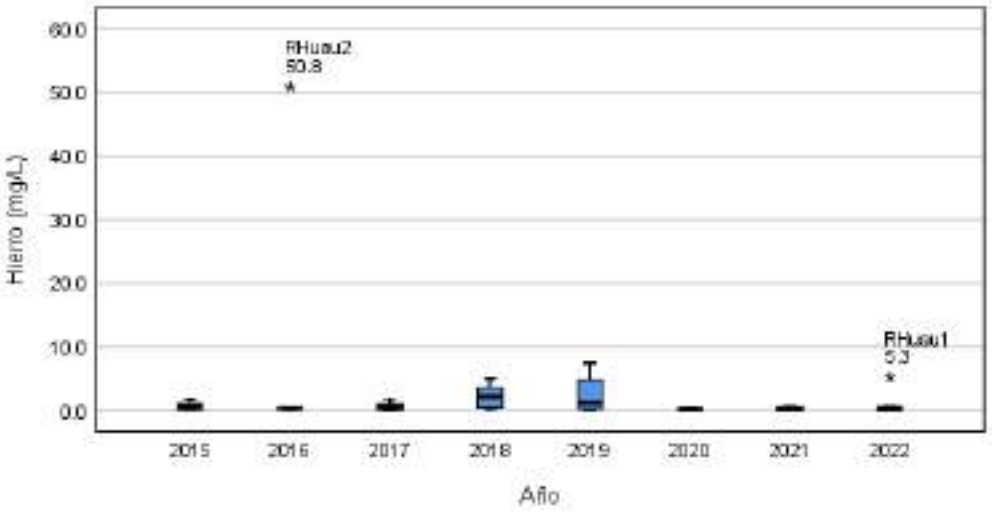


Figura 30

Diagrama de cajas y bigotes para hierro, por año

La Figura 30 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de arsénico según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y presencia de valores atípicos en los años 2016 y 2022. La figura mostrada evidencia mayores rangos intercuartílicos para los años 2018 y 2019, mientras el resto de años se mantienen medianas y rangos comparativamente bajos.

Manganeso

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de hierro entre 0.012 y 0.404 mg/L con una media de 0.107 mg/L; en la cuenca media (RHuau5) se reportó el valor promedio de 0.060 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 0.016 hasta 2.481 mg/L y una media de estas estaciones de 0.201 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 46.

La Figura 31 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de manganeso por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos en las estaciones RHuau 1 y RHuau 2; en esta última se identificó el valor atípico extremo.

Tabla 46

Concentraciones de manganeso (mg/L), por estación y año

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.012	0.043	0.188	ND	0.076	0.084
2016-I	0.026	0.069	0.061	ND	2.481	0.132
2017-I	0.013	0.084	0.143	0.047	0.016	0.099
2018-I	0.322	0.106	0.099	0.123	0.181	0.127
2019-I	0.228	0.250	0.134	0.145	0.214	0.212
2019-II	0.069	0.074	0.182	0.043	0.060	0.050
2020-I	0.032	0.078	0.050	0.026	0.022	0.019
2020-II	0.083	0.064	0.053	0.019	0.025	0.032
2021-I	0.018	0.081	0.115	0.057	0.034	0.025
2022-I	0.071	0.050	0.404	0.018	0.076	0.064
Media	**0.087**	**0.090**	**0.143**	**0.060**	**0.318**	**0.084**

Nota. ND = No determinado.

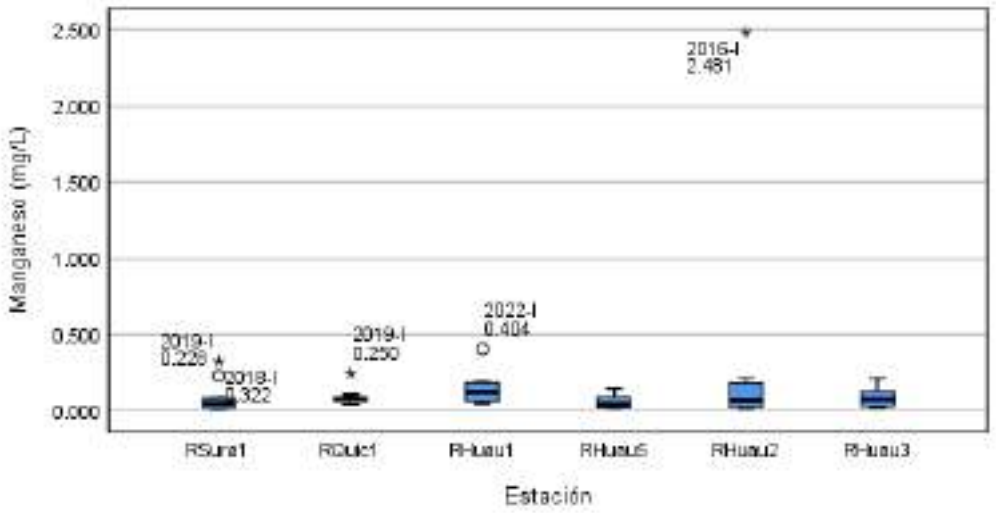


Figura 31

Diagrama de cajas y bigotes para manganeso, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de se encuentran entre 0.042 mg/L y 0.554 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 47). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 2.481 mg/L en la estación RHuau2.

Tabla 47

Concentraciones medias anuales de manganeso (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.012	0.026	0.013	0.322	0.149	0.058	0.018	0.071
RQuic 1	0.043	0.069	0.084	0.106	0.162	0.071	0.081	0.050
RHuau 1	0.188	0.061	0.143	0.099	0.158	0.052	0.115	0.404
RHuau 5	ND	ND	0.047	0.123	0.094	0.022	0.057	0.018
RHuau 2	0.076	2.481	0.016	0.181	0.137	0.023	0.034	0.076
RHuau 3	0.084	0.132	0.099	0.127	0.131	0.026	0.025	0.064
Media	**0.081**	**0.554**	**0.067**	**0.160**	**0.138**	**0.042**	**0.055**	**0.114**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 32 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de manganeso según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia mayores rangos intercuartílicos en el año 2019, con una mediana similar al 2018, mientras el resto de años se mantienen medianas y rangos comparativamente bajos.

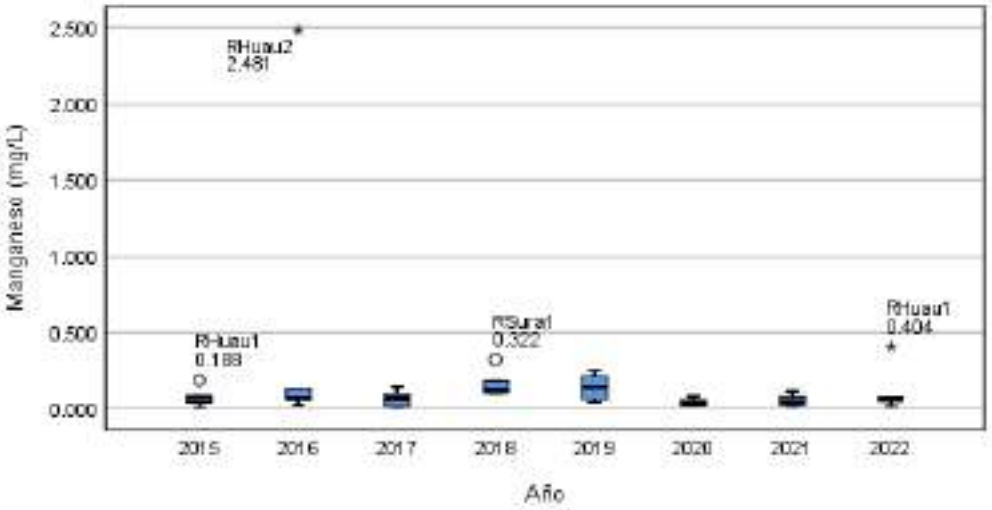


Figura 32

Diagrama de cajas y bigotes para manganeso, por año

Plomo

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de hierro desde 0.00003 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 0.03320 mg/L con una media de 0.00420 mg/L; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de 0.00254 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 0.0002 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 0.11400 mg/L y una media de estas estaciones de 0.00968 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 48.

La Figura 33 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de manganeso por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos en las estaciones RHuau 1 y RHuau 2; además, las estaciones mencionadas son las que presentan los mayores valores reportados en el río Huaura.

Tabla 48

Concentraciones de plomo (mg/L), por estación y año

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.00004	0.00003	0.01900	ND	0.02500	0.00002
2016-I	0.00004	0.00300	0.00500	ND	0.11400	0.00003
2017-I	0.00013	0.00220	0.00355	0.00405	0.00399	0.00475
2018-I	0.00160	0.00170	0.01240	0.00580	0.01080	0.00520
2019-I	0.00140	0.00790	0.01000	0.00550	0.01000	0.00810
2019-II	0.00030	0.00090	0.03320	0.00180	0.00160	0.00015
2020-I	0.00014	0.00090	0.00230	0.00110	0.00015	0.00160
2020-II	0.00040	0.00060	0.00012	0.00016	0.00090	0.00430
2021-I	0.00030	0.00080	0.00340	0.00140	0.00070	0.00040
2022-I	0.00010	0.00120	0.01340	0.00050	0.00150	0.00040
Media	**0.00045**	**0.00192**	**0.01024**	**0.00254**	**0.01686**	**0.00249**

Nota. ND = No determinado.

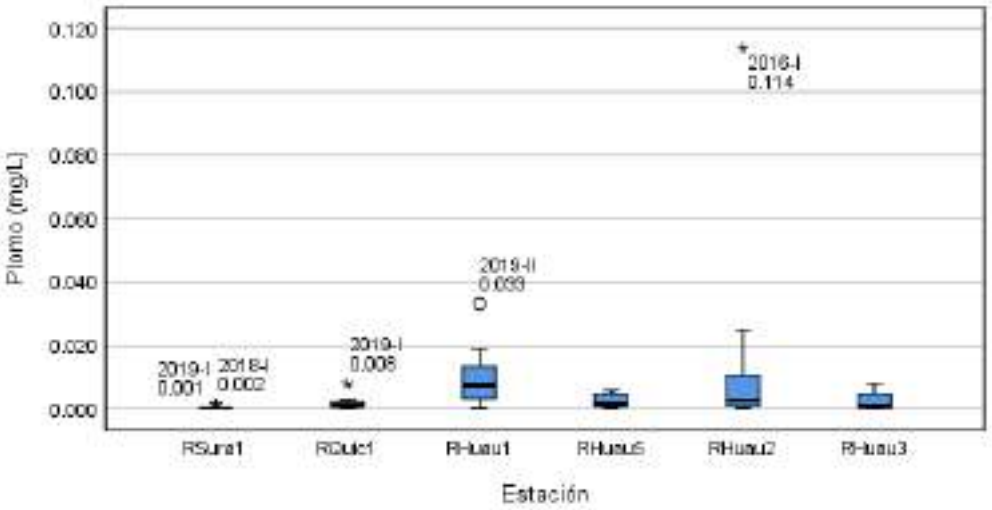


Figura 33

Diagrama de cajas y bigotes para plomo, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de plomo se encuentran entre 0.00106 mg/L y 0.02441 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 49). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 0.11400 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 49

Concentraciones medias anuales de plomo (mg/L)

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.00004	0.00004	0.00013	0.00160	0.00085	0.00027	0.00030	0.00010
RQuic 1	0.00003	0.00300	0.00220	0.00170	0.00440	0.00075	0.00080	0.00120
RHuau 1	0.01900	0.00500	0.00355	0.01240	0.02160	0.00121	0.00340	0.01340
RHuau 5	ND	ND	0.00405	0.00580	0.00365	0.00063	0.00140	0.00050
RHuau 2	0.02500	0.11400	0.00399	0.01080	0.00580	0.00053	0.00070	0.00150
RHuau 3	0.00002	0.00003	0.00475	0.00520	0.00412	0.00295	0.00040	0.00040
Media	**0.00882**	**0.02441**	**0.00311**	**0.00625**	**0.00674**	**0.00106**	**0.00117**	**0.00285**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 34 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de plomo según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia el mayor rango intercuartílico en el 2015, mientras que el año 2016 presentó un reducido rango intercuartílico pero un valor extremo en la estación RHuau 2 (Vilcahuaura).

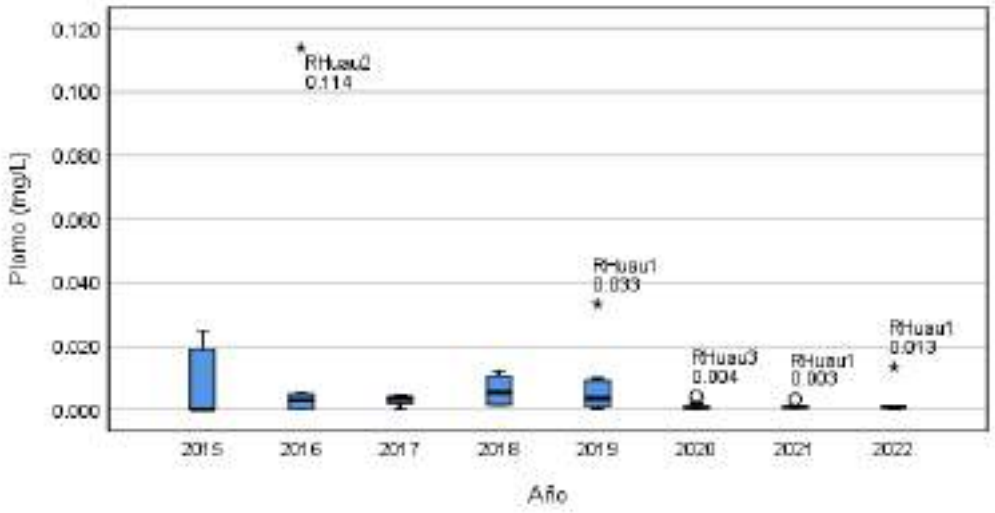


Figura 34

Diagrama de cajas y bigotes para plomo, por año

Conductividad eléctrica

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron niveles de conductividad eléctrica entre 55.42 y 845.30 µS/cm con una media de 254.24 µS/cm; en la cuenca media (RHuau5) se reportó el valor promedio de 400.50 µS/cm; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau2 y RHuau3) se presentaron valores desde 240 µS/cm hasta máximos de 948.10 µS/cm y una media de estas estaciones de 574.03 µS/cm. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 50.

Tabla 50

Niveles de conductividad eléctrica (µS/cm), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	100.00	280.00	310.00	ND	470.00	750.00
2016-I	108.10	406.00	ND	ND	240.00	290.00
2017-I	55.42	298.40	183.70	353.60	392.10	666.00
2018-I	93.21	241.10	266.70	326.20	337.80	402.40
2019-I	81.04	212.70	263.90	302.80	306.00	362.10
2019-II	92.87	260.70	380.90	493.30	582.40	915.00
2020-I	845.30	380.90	297.60	428.01	476.90	880.80
2020-II	96.23	234.10	277.10	341.80	538.50	935.20
2021-I	83.93	404.60	334.70	477.20	516.20	815.40
2022-I	ND	ND	275.20	481.10	655.70	948.10
Media	**172.90**	**302.06**	**287.76**	**400.50**	**451.56**	**696.50**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 35 presenta el gráfico de cajas y bigotes de los niveles de conductividad eléctrica por estaciones de monitoreo, donde se observa que las medianas y los rangos intercuartílicos aumentan conforme las estaciones se ubican hacia la parte baja de la cuenca (de izquierda a derecha).

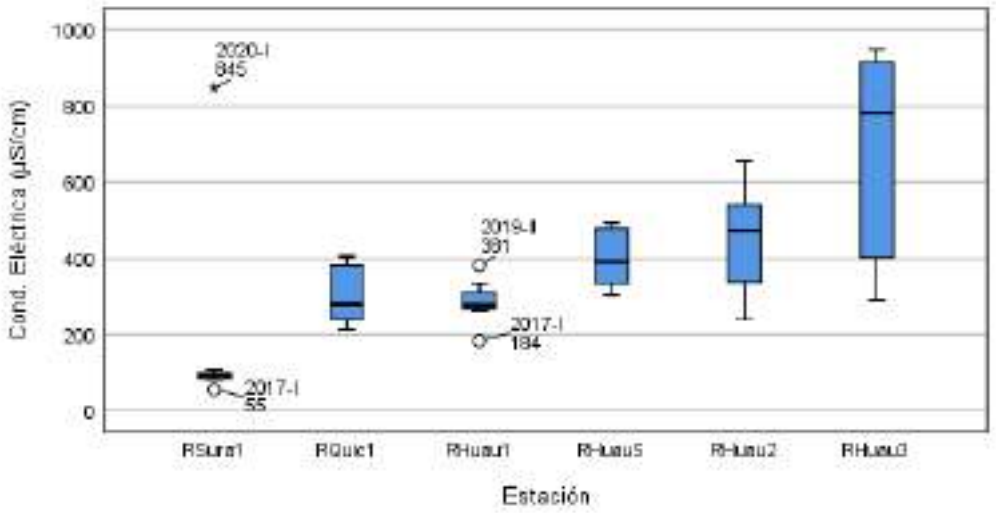


Figura 35

Diagrama de cajas y bigotes para conductividad eléctrica, por estación

En escala temporal, los niveles medios anuales de conductividad eléctrica se encuentran entre 261.03 µS/cm y 590.03 µS/cm para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 51). Los mayores niveles de conductividad eléctrica se observaron en los años más recientes del 2020 al 2022.

Tabla 51

Niveles medios de conductividad eléctrica (µS/cm), por año

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	100.00	108.10	55.42	93.21	86.96	470.77	83.93	ND
RQuic 1	280.00	406.00	298.40	241.10	236.70	307.50	404.60	ND
RHuau 1	310.00	ND	183.70	266.70	322.40	287.35	334.70	275.20
RHuau 5	ND	ND	353.60	326.20	398.05	384.91	477.20	481.10
RHuau 2	470.00	240.00	392.10	337.80	444.20	507.70	516.20	655.70
RHuau 3	750.00	290.00	666.00	402.40	638.55	908.00	815.40	948.10
Media	**382.00**	**261.03**	**324.87**	**277.90**	**354.48**	**477.70**	**438.67**	**590.03**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 36 muestra el diagrama de cajas y bigotes para los niveles de conductividad eléctrica según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia mayores rangos intercuartílicos en los años 2020 y 2022; no obstante, es el año 2019 el que reporta el valor atípico más extremo.

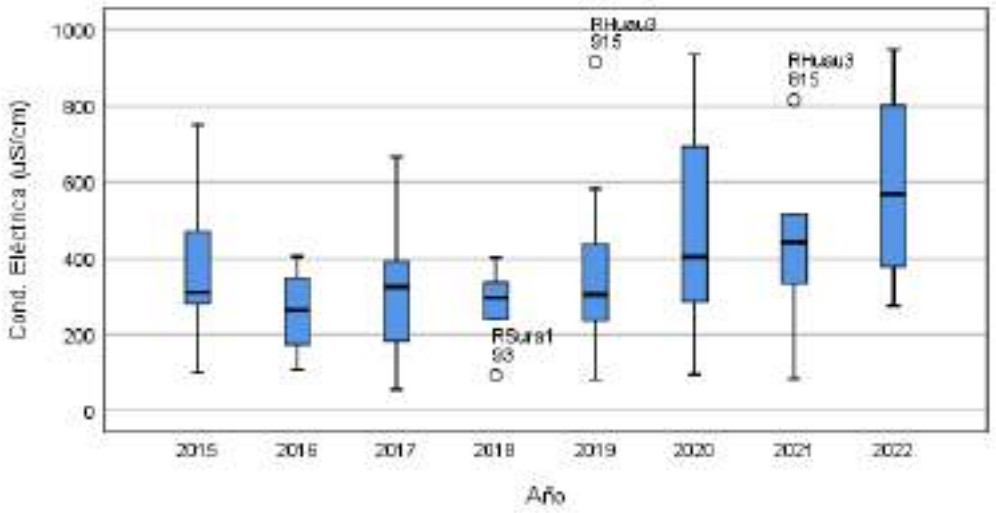


Figura 36

Diagrama de cajas y bigotes para conductividad eléctrica, por año

Temperatura

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron valores de temperatura de 9.43 a 20.50 ºC con una media de 13.69 ºC; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de 21.16 ºC; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 19.06 hasta 28.74 ºC y una media de estas estaciones de 23.74 ºC. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 52.

La Figura 37 presenta el gráfico de cajas y bigotes de los valores de temperatura por estaciones de monitoreo, donde se observa que las medianas y medias aumentan conforme las estaciones se ubican hacia la parte baja de la cuenca (de izquierda a derecha); además de observarse un mayor rango intercuartílico en las estaciones de la parte baja.

Tabla 52

Valores de temperatura (ºC), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	15.90	17.10	14.80	ND	20.80	24.20
2016-I	12.30	13.40	ND	ND	19.80	21.40
2017-I	13.10	11.50	13.57	21.46	19.06	20.31
2018-I	13.90	13.80	13.20	19.01	21.30	25.43
2019-I	10.70	12.00	13.22	20.17	22.40	26.70
2019-II	10.75	12.45	13.35	22.60	27.23	25.82
2020-I	13.20	10.20	11.80	20.83	25.40	21.80
2020-II	16.43	17.13	14.47	21.62	25.39	27.97
2021-I	12.70	9.43	18.71	22.78	24.49	20.60
2022-I	ND	ND	20.50	20.84	25.98	28.74
Media	**13.22**	**13.00**	**14.85**	**21.16**	**23.19**	**24.30**

Nota. ND = No determinado.

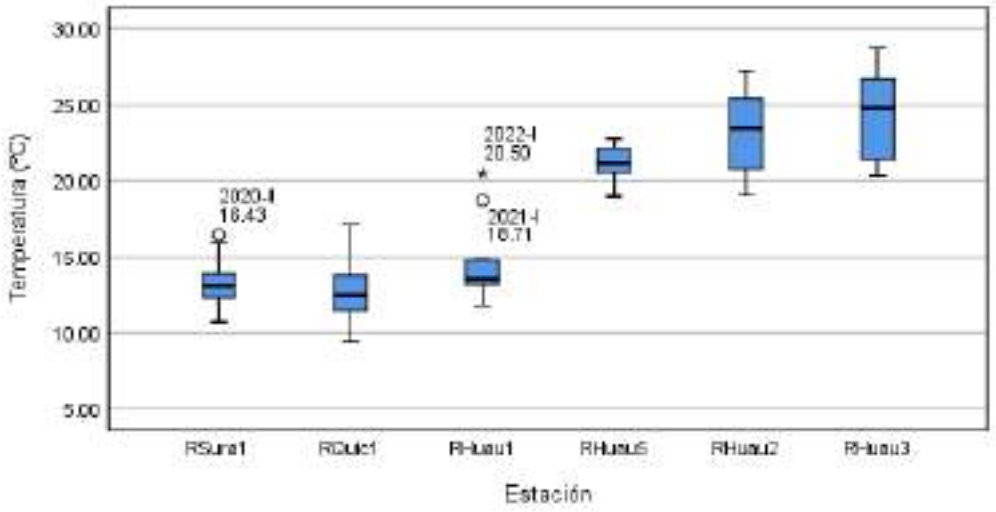


Figura 37

Diagrama de cajas y bigotes para temperatura, por estación

En escala temporal, los valores medios anuales de temperatura se encuentran entre 16.50 y 24.02 ºC para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 53), observándose los años con aguas más frías en 2016 y 2017 y presentando valores más altos de temperatura en el año 2022.

Tabla 53

Valores medios de temperatura (ºC), por año

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	15.90	12.30	13.10	13.90	10.72	14.82	12.70	ND
RQuic 1	17.10	13.40	11.50	13.80	12.23	13.67	9.43	ND
RHuau 1	14.80	ND	13.57	13.20	13.29	13.13	18.71	20.50
RHuau 5	ND	ND	21.46	19.01	21.39	21.23	22.78	20.84
RHuau 2	20.80	19.80	19.06	21.30	24.82	25.40	24.49	25.98
RHuau 3	24.20	21.40	20.31	25.43	26.26	24.89	20.60	28.74
Media	**18.56**	**16.73**	**16.50**	**17.77**	**18.12**	**18.85**	**18.12**	**24.02**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 38 muestra el diagrama de cajas y bigotes para los valores de temperatura según año de observación, permitiendo evaluar la distribución y variabilidad temporal. La figura mostrada evidencia medianas y rangos intercuartílicos relativamente consistentes en el tiempo, con una mediana y valores más altos de temperatura en las mediciones del año 2022.

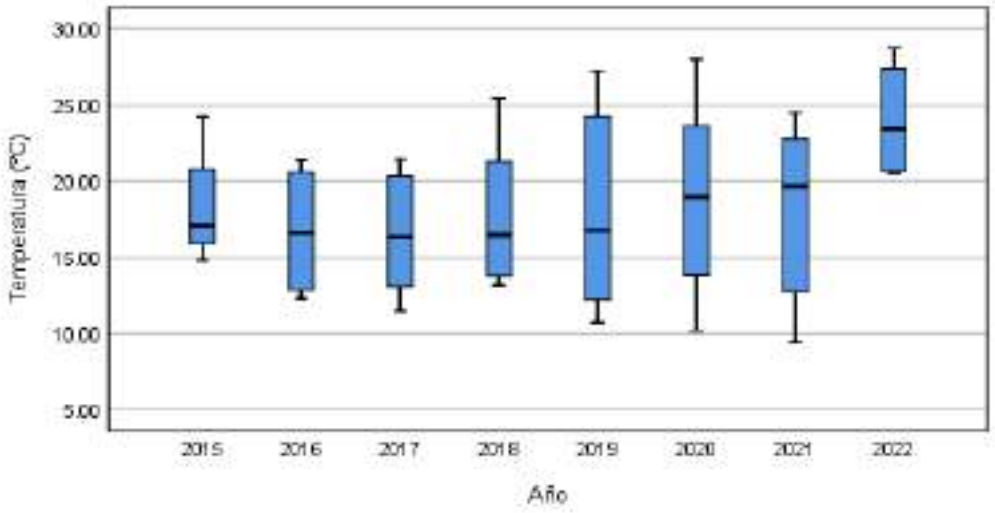


Figura 38

Diagrama de cajas y bigotes para temperatura, por año

Fósforo total

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de fósforo total desde 0.004 mg/L (se espera por debajo del L D) hasta 0.395 mg/L con una media de 0.049 mg/L; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de fósforo de 0.079 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 0.007 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 0.170 mg/L y una media de estas estaciones de 0.569 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 54.

La Figur 39 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de manganeso por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos en las estaciones RHuau 1 y RHuau 2; además, las estaciones mencionadas son las que presentan los mayores valores reportados en el río Huaura.

Tabla 54

Concentraciones medias de fósforo total (mg/L), por estación de monitoreo.

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.007	0.012	0.075	ND	0.070	0.860
2016-I	0.006	0.006	0.060	ND	1.480	1.700
2017-I	0.006	0.041	0.081	0.042	0.052	1.470
2018-I	0.017	0.017	0.106	0.176	0.193	0.213
2019-I	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2019-II	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2020-I	0.007	0.008	0.116	0.107	0.007	0.644
2020-II	0.005	0.008	0.053	0.039	0.040	0.617
2021-I	0.004	0.004	0.004	0.004	0.055	0.198
2022-I	0.068	0.065	0.395	0.104	0.510	0.998
Media	**0.015**	**0.020**	**0.111**	**0.079**	**0.301**	**0.838**

Nota. ND = No determinado.

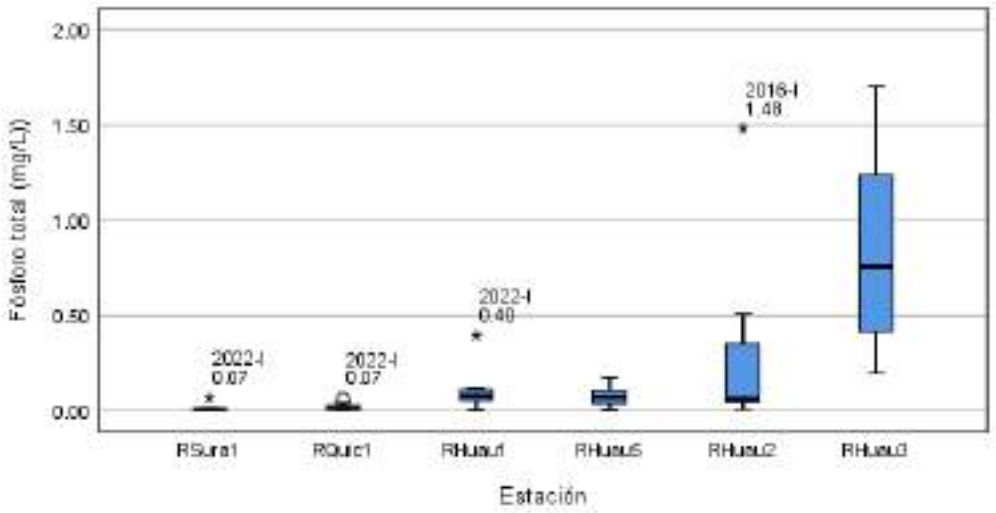


Figura 39

Diagrama de cajas y bigotes para fósforo total, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de fósforo total se encuentran entre 0.120 mg/L y 0.650 mg/L para el periodo 2015-2022, sin datos reportados para el año 2019 (Ver Tabla 55). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia de valores extremos de 1.480 y 1.700 mg/L en las estaciones RHuau 2 y RHuau 3.

Tabla 55

Concentraciones medias de fósforo total (mg/L), por año

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.007	0.006	0.006	0.017	ND	0.006	0.004	0.068
RQuic 1	0.012	0.006	0.041	0.017	ND	0.008	0.004	0.065
RHuau 1	0.075	0.060	0.081	0.106	ND	0.085	0.004	0.395
RHuau 5	ND	ND	0.042	0.176	ND	0.073	0.004	0.104
RHuau 2	0.070	1.480	0.052	0.193	ND	0.024	0.055	0.510
RHuau 3	0.860	1.700	1.470	0.213	ND	0.631	0.198	0.998
Media	**0.205**	**0.650**	**0.282**	**0.120**	**ND**	**0.138**	**0.045**	**0.357**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 40 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de fósforo total según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia el mayor rango intercuartílico en el año 2016.

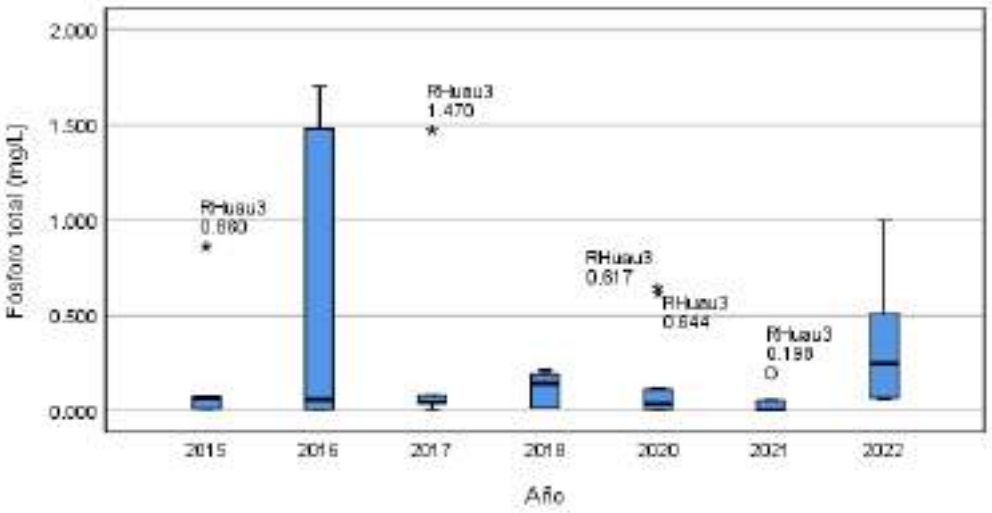


Figura 40

Diagrama de cajas y bigotes para fósforo total, por año

Además, se observa que para la mayor parte de años las concentraciones de fósforo total en la estación RHuau3 presentaron valores atípicos con respecto a las mediciones de fósforo en las demás estaciones en cada año. Lo indicado es congruente con el análisis de variabilidad espacial presentado para este parámetro.

Nitratos + Nitritos (Como N)

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N desde 0.002 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 1.228 mg/L con una media de 0.181 mg/L; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de 0.361 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 0.001 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 1.571 mg/L y una media de estas estaciones de 0.500 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 56.

Tabla 56

Concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.039	0.444	1.228	ND	1.035	1.192
2016-I	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2017-I	0.027	0.131	0.418	0.591	0.713	0.001
2018-I	0.053	0.085	0.187	0.256	0.316	0.471
2019-I	0.033	0.078	0.201	0.260	0.316	0.370
2019-II	0.009	0.126	0.413	0.397	0.003	0.230
2020-I	0.040	0.048	0.195	0.319	0.346	1.481
2020-II	0.002	0.009	0.307	0.282	0.483	0.003
2021-I	0.036	0.037	0.422	0.513	0.467	1.571
2022-I	0.002	0.095	0.233	0.266	0.002	0.003
Media	**0.027**	**0.117**	**0.400**	**0.361**	**0.409**	**0.591**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 41 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos en la estación RHuau 3; la citada estación presenta demás los mayores valores de Nitratos-N + Nitritos-N con respecto a las demás estaciones del río Huaura.

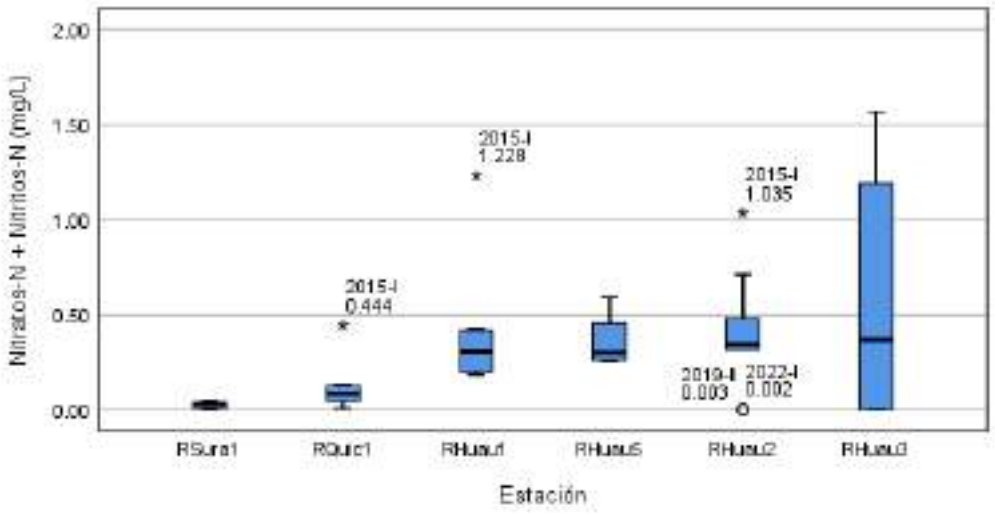


Figura 41

Diagrama de cajas y bigotes para Nitratos-N + Nitritos-N, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de Nitratos-N + Nitritos-N se encuentran entre 0.100 mg/L y 0.788 mg/L para el periodo 2015-2022, con excepción del año 2016 en el cual no se cuentan con observaciones medidas (Ver Tabla 57). El valor medio anual máximo corresponde al año 2015 y presenta los valores comparativamente altos de nitrógeno en las estaciones de la cuenca media y baja.

Tabla 57

Concentraciones medias de Nitratos-N + Nitritos-N (mg/L), por año

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.039	ND	0.027	0.053	0.021	0.021	0.036	0.002
RQuic 1	0.444	ND	0.131	0.085	0.102	0.029	0.037	0.095
RHuau 1	1.228	ND	0.418	0.187	0.307	0.251	0.422	0.233
RHuau 5	ND	ND	0.591	0.256	0.329	0.301	0.513	0.266
RHuau 2	1.035	ND	0.713	0.316	0.159	0.415	0.467	0.002
RHuau 3	1.192	ND	0.001	0.471	0.300	0.742	1.571	0.003
Media	**0.788**	**ND**	**0.314**	**0.228**	**0.203**	**0.293**	**0.508**	**0.100**

Nota. ND = No determinado.

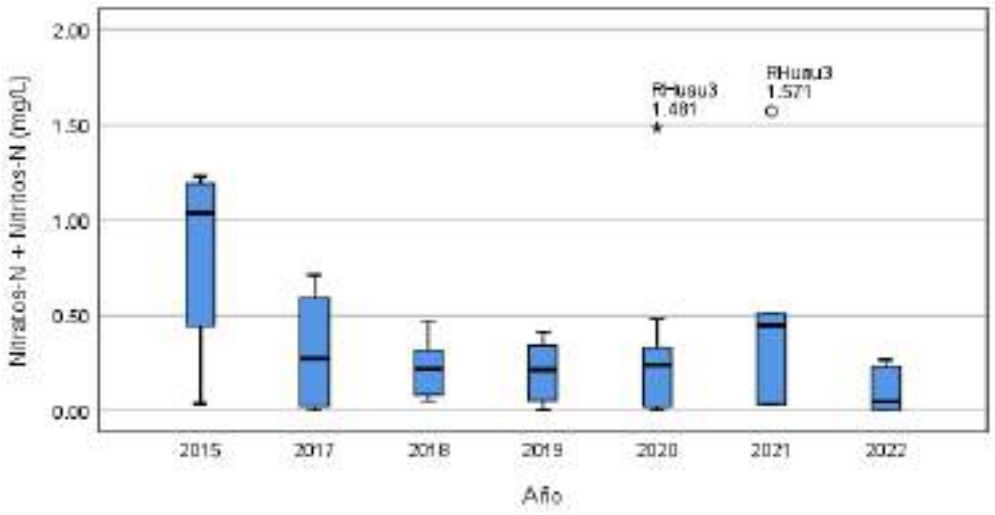


Figura 42

Diagrama de cajas y bigotes para Nitratos-N + Nitritos-N, por año

La Figura 42 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia rangos

intercuartílicos relativamente uniformes, con los mayores rangos en los años 2015, 2017 y 2021; además, la estación RHuau 3 reporta valores extremos para los subconjuntos anuales de datos en el 2020 y 2021, lo cual evidencia una contaminación asociada a esta fuente en específico.

Mercurio

De la recopilación de observaciones de mercurio en las estaciones de estudio en el río Huaura, se indica que la totalidad de observaciones entre el periodo 2015 a 2022 reportaron valores por debajo del límite de detección, los cuales se registraron como "<0.0001 mg/L", "<0.00003 mg/L" y "0.00005 mg/L".

En este sentido, no se cuentan con datos disponibles para algún análisis estadístico sobre las concentraciones de mercurio en el río Huaura.

Zinc

Durante el periodo de estudio, se ha identificado que las estaciones ubicadas en el tramo de cuenca alta del río Huaura (RSura 1, RQuic 1 y RHuau 1) presentaron concentraciones de zinc desde 0.004 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 0.116 mg/L con un valor promedio de 0.045 mg/L; en la cuenca media (RHuau 5) se reportó el valor promedio de 0.030 mg/L; y en el tramo del río en la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) se presentaron valores desde 0.006 mg/L (se espera por debajo del LD) hasta 0.662 mg/L y una media de estas estaciones de 0.078 mg/L. Los resultados por estación se presentan en la Tabla 58.

La Figura 43 presenta el gráfico de cajas y bigotes de las concentraciones de manganeso por estaciones de monitoreo, donde se observa la mayor amplitud de rangos intercuartílicos en la estación RHuau 2; además, de ser la estación mencionada la que reporta los dos valores atípicos para el conjunto total de datos e inclusive con respecto a los datos de la propia estación, lo cual se puede asociar a eventos puntuales durante las campañas de monitoreo que reportaron estas mediciones.

Tabla 58

Concentraciones de zinc (mg/L), por estación y campaña

Campaña	Estación de monitoreo					
	RSura 1	**RQuic 1**	**RHuau 1**	**RHuau 5**	**RHuau 2**	**RHuau 3**
2015-I	0.006	0.057	0.099	ND	0.044	0.057
2016-I	0.005	0.066	0.043	ND	0.662	0.016
2017-I	0.008	0.091	0.058	0.026	0.008	0.026
2018-I	0.007	0.066	0.050	0.069	0.074	0.040
2019-I	0.015	0.089	0.046	0.060	0.097	0.056
2019-II	0.007	0.027	0.100	0.015	0.017	0.012
2020-I	0.006	0.116	0.038	0.035	0.012	0.020
2020-II	0.006	0.035	0.026	0.006	0.006	0.011
2021-I	0.005	0.115	0.045	0.006	0.025	0.012
2022-I	0.015	0.004	0.112	0.022	0.314	0.050
Media	**0.008**	**0.067**	**0.062**	**0.030**	**0.126**	**0.030**

Nota. ND = No determinado.

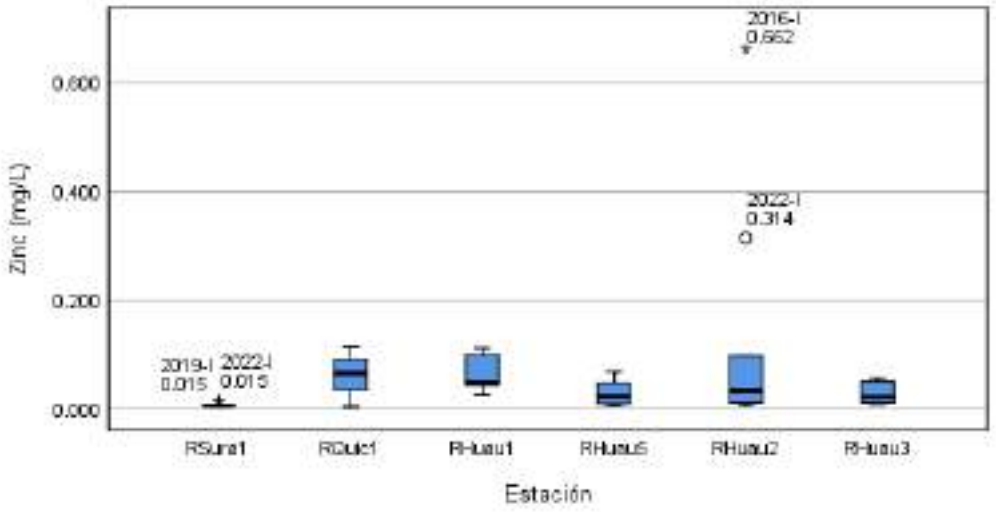


Figura 43

Diagrama de cajas y bigotes para zinc, por estación

En escala temporal, las concentraciones medias anuales de zinc se encuentran entre valores de 0.026 mg/L y 0.158 mg/L para el periodo 2015-2022 (Ver Tabla 59). El valor medio anual máximo corresponde al año 2016 y se encuentra influenciado por la presencia del valor atípico de 0.662 mg/L en la estación RHuau 2.

Tabla 59

Concentraciones medias de zinc (mg/L), por año

Estación	Año							
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
RSura 1	0.006	0.005	0.008	0.007	0.011	0.006	0.005	0.015
RQuic 1	0.057	0.066	0.091	0.066	0.058	0.076	0.115	0.004
RHuau 1	0.099	0.043	0.058	0.050	0.073	0.032	0.045	0.112
RHuau 5	ND	ND	0.026	0.069	0.038	0.021	0.006	0.022
RHuau 2	0.044	0.662	0.008	0.074	0.057	0.009	0.025	0.314
RHuau 3	0.057	0.016	0.026	0.040	0.034	0.016	0.012	0.050
Media	**0.053**	**0.158**	**0.036**	**0.051**	**0.045**	**0.026**	**0.035**	**0.086**

Nota. ND = No determinado.

La Figura 44 muestra el diagrama de cajas y bigotes para las concentraciones de plomo según año de observación, permitiendo evaluar la distribución, variabilidad temporal y la presencia de valores atípicos por año. La figura mostrada evidencia el mayor rango intercuartílico en el 2022, mientras que en diferentes años se observan valores extremos para las estaciones RHuau 2 y RQuic 1.

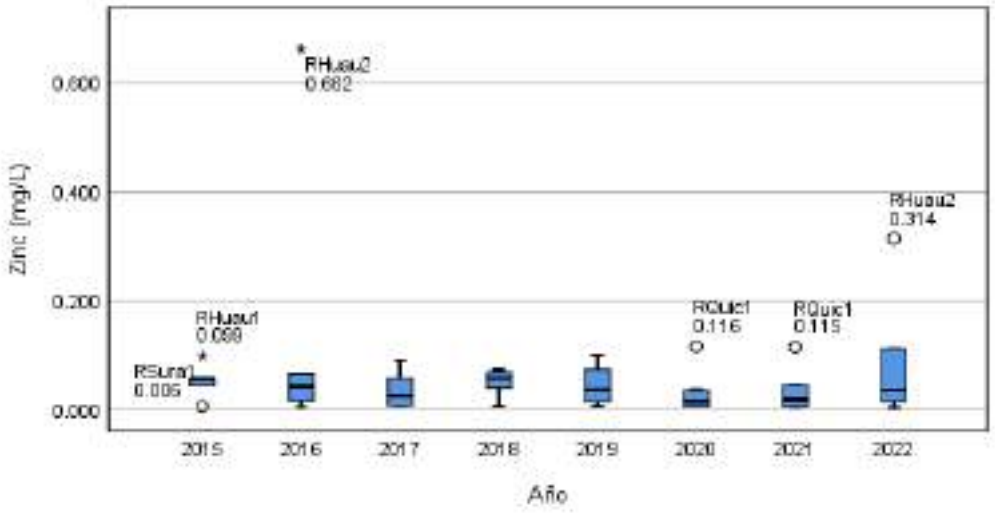


Figura 44

Diagrama de cajas y bigotes para zinc, por año

4.1.2.6. Contexto ambiental y comparación con los ECA Agua vigentes

El presente apartado presenta los resultados de la comparación de los datos históricos de calidad de agua con respecto a los Estándares de calidad ambiental de agua vigentes aprobados por D.S. Nº 004-2017-MINAM, en la categoría 3 – agua para riego de vegetales y bebida de animales, y con aplicación de la subcategoría D1 – aguas para riego restringido; esto considerando los valores más conservadores que establece la normativa para los cuerpos de agua de categoría 3.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

De los resultados presentados, se observa una mayor variabilidad y medias de DBO5 más altas en las estaciones RHuau 1, RHuau 2 y RHuau 3, las cuales se ubican aguas debajo de los centros poblados de Oyón, Sayán y Huaura respectivamente; esta distribución espacial de los resultados observados indica una clara correspondencia con la presencia de fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales municipales.

De la comparación de las observaciones medias anuales con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego y bebida de animales), se identifica que todas las estaciones con excepción de la estación RHuau 3 se encontraron por debajo los valores aceptables (Ver Figura 45).

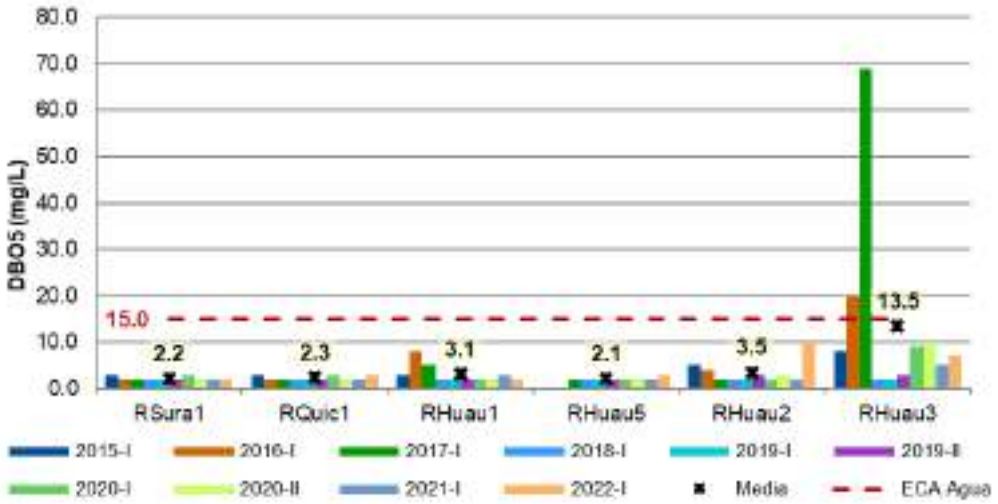


Figura 45

Comparación de niveles de DBO_5 con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Si bien las observaciones que superaron el valor del ECA Agua no se han repetido en los últimos años, si se evidencia que los niveles de DBO5 en la estación RHuau 3 son significativamente mayores a los observados en otras estaciones de monitoreo.

Demanda Química de Oxígeno

De los resultados presentados, se observa una mayor variabilidad y concentración media de DQO más alta en la estación RHuau 3, la cual se ubica colindante a la ciudad de Huaura; esta distribución espacial de los resultados observados indica una clara correspondencia con la presencia de fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales municipales.

De la comparación de las observaciones medias anuales con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego y bebida de animales), se identifica que todas las estaciones con excepción de la estación RHuau 3 se encontraron por debajo los valores aceptables (Ver Figura 46).

Si bien las observaciones que superaron el valor del ECA Agua no se han repetido en los últimos años, si se evidencia que los niveles de DQO en la estación RHuau 3 son significativamente mayores a los observados en otras estaciones de monitoreo.

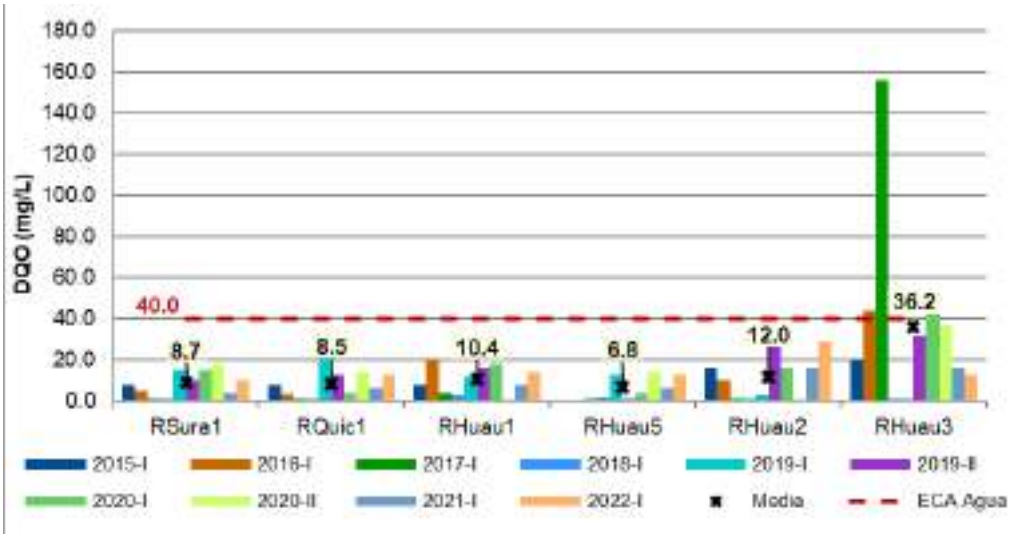


Figura 46

Comparación de niveles de DQO con ECA Agua vigentes

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Oxígeno Disuelto

De los resultados presentados, se observa una mayor variabilidad de los niveles de oxígeno disuelto en la estación RHuau 3, ubicada a la altura de la ciudad de Huaura; esta distribución espacial de los resultados observados indica una clara correspondencia con la presencia de fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales municipales.

De la comparación de las observaciones de oxígeno disuelto con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor mínimo una concentración 4.0 mg/L, se identifica que todas las estaciones con excepción de RHuau 2 y RHuau 3 se encontraron por debajo los valores aceptables (Ver Figura 47).

Si bien las observaciones que excedieron el valor del ECA Agua no han sido frecuentes en la mayor parte de estaciones, si se evidencia que los niveles de OD en RHuau 2 y RHuau 3 excedieron el ECA en los últimos años.

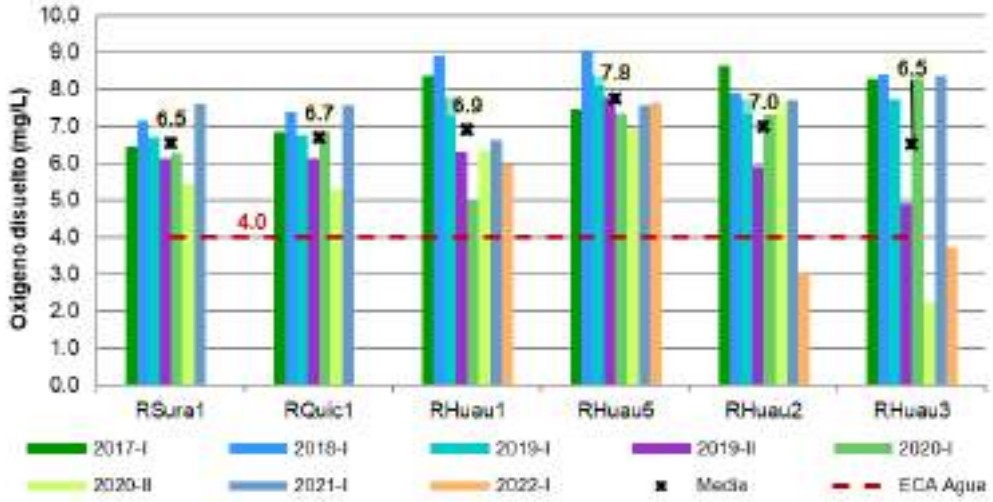


Figura 47

Comparación de niveles de oxígeno disuelto con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Coliformes termotolerantes

De los resultados presentados, se observa los niveles de concentración de coliformes termotolerantes en la estación RHuau 3, ubicada a la altura de la ciudad de Huaura; esta distribución espacial indica una clara correspondencia con la presencia de fuentes contaminantes de vertimientos de aguas residuales municipales.

De la comparación de las observaciones de coliformes termotolerantes con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración 1,000 NMP/100 mL, se identifica que la mayor parte de las estaciones superaron en múltiples observaciones el valor del ECA correspondiente, con excepción de las estaciones RSura 1 y RQuic 1, y la estación RHuau 5 que superó el valor permitido en 3 de 8 observaciones. (Ver Figura 48).

Las observaciones que superaron los ECA agua para coliformes termotolerantes se presentan en distintos años del periodo de estudio, concentrando sus valores más altos en las estaciones RHuau 3 y RHuau 2, seguido de la estación RHuau 1.

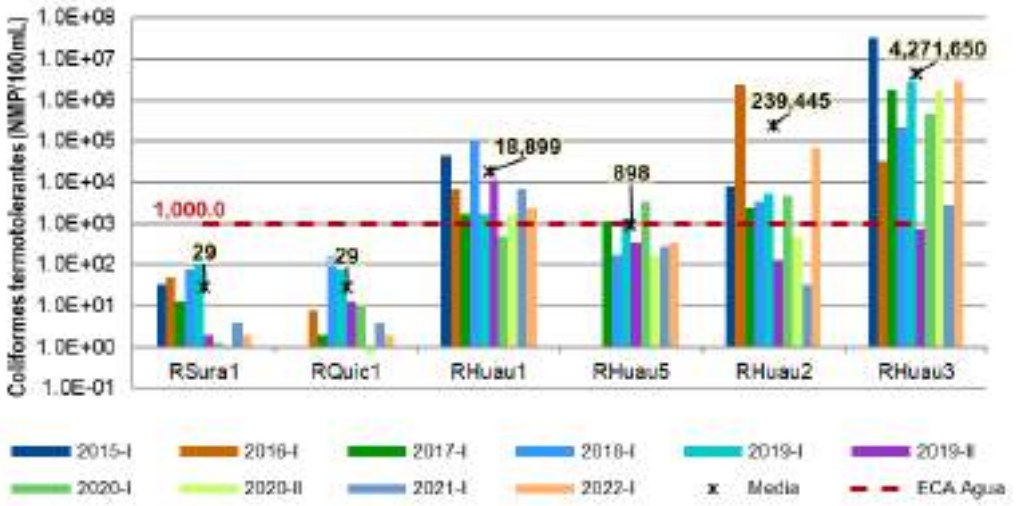


Figura 48

Comparación de niveles de coliformes termotolerantes con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido. Eje vertical (Concentración de coliformes termotolerantes) en escala logarítmica base 10.

Potencial de hidrógeno

De los resultados presentados, se observa una mayor variabilidad los niveles de pH en las estaciones de la parte alta de la cuenca (RSura 1 y RQuic 1), mientras que hacia la parte baja de la cuenca se encontraron medias y medianas por debajo del conjunto total de datos; esta distribución espacial puede asociarse tanto al reducido caudal del río en sus primeros tramos que lo hacen susceptible a variaciones químicas por aportes de sustancias de la escorrentía superficial, como a otros factores antrópicos de actividades que se realicen en la parte alta de la cuenca.

De la comparación de las observaciones de pH con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican que el valor de pH debe encontrarse entre 6.5 y 8.5; se identifica que todas las estaciones RHuau 1, RHuau 2 y RHuau 3 se encontraron dentro del rango establecido en los ECA agua, mientras que las estaciones RSura 1, RQuic 1 y RHuau 5 presentaron valores de pH fuera del rango establecido en los ECA en tres, dos y una observación respectivamente. (Ver Figura 49).

Si bien las observaciones que superaron el valor del ECA Agua no se han repetido en los últimos años, si se evidencia que los niveles de DBO5 en la estación RHuau 3 son significativamente mayores a los observados en otras estaciones de monitoreo.

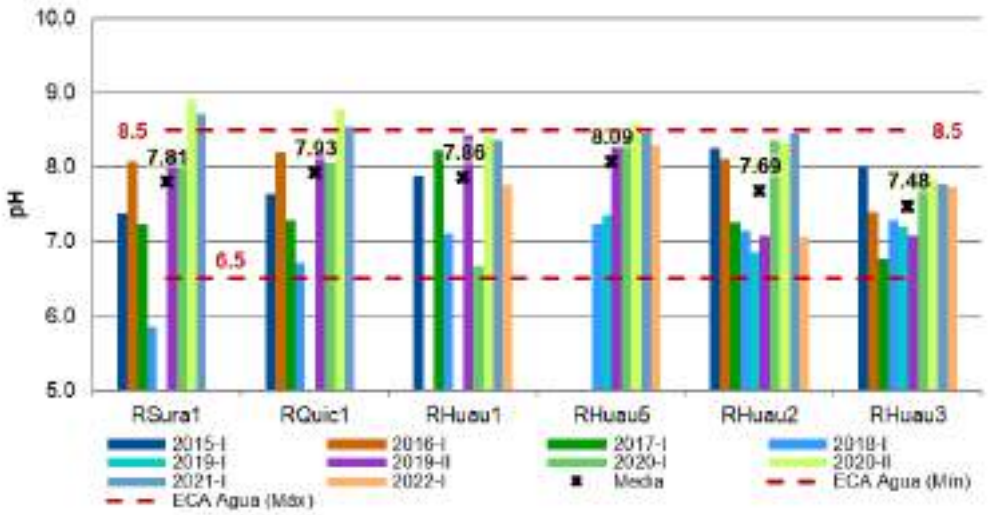


Figura 49

Comparación de valores de pH con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Aluminio

De los resultados presentados, se observa que los mayores valores de aluminio en el río Huaura se encuentran en las estaciones RHuau 1 y RHuau 2, ubicadas en la parte baja de la cuenca, lo cual se puede asociar a una mayor presencia de áreas urbanas en esta zona.

De la comparación de las observaciones de oxígeno disuelto con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 5.0 mg/L, se identifica que todas las estaciones con excepción de RHuau 2 y RHuau 3 se encontraron por debajo los valores aceptables, con al menos una campaña de monitoreo donde se observa superación de los ECAs por cada estación (Ver Figura 50).

En las observaciones que superaron los ECA Agua vigentes no se observó correspondencia entra la campaña de monitoreo y las estaciones donde se tuvieron estas mediciones, más allá de su ubicación en la parte baja de la cuenca. Asimismo, se indica que los valores medios por estaciones se encuentran por debajo del ECA Agua vigente.

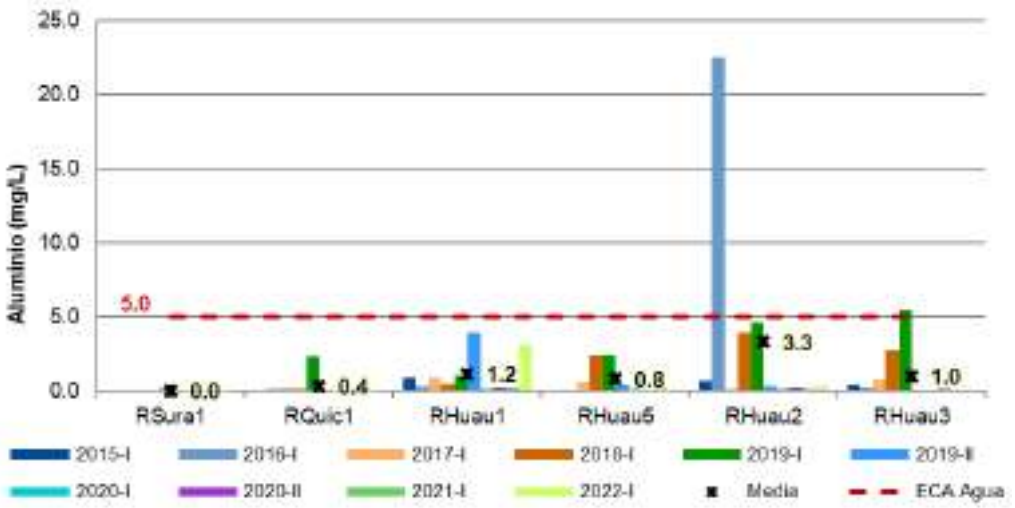


Figura 50

Comparación de niveles de Aluminio con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Arsénico

De los resultados presentados, se señala que la concentración de arsénico presenta sus menores valores en las primeras estaciones de la cuenca alta (RSura 1 y RQuic 1), para luego presentan valores medios más altos hacia la cuenca media y baja; y, además, se reporta un valor atípico de 0.046 mg/L en la estación RHuau 2 en la campaña 2016-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico en relación al emplazamiento de la indicada estación.

De la comparación de las observaciones de arsénico con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 0.100 mg/L, se identifica que todas las estaciones reportaron concentraciones de arsénico por debajo los valores aceptables (Ver Figura 51).

En las observaciones que superaron los ECA Agua vigentes no se observó correspondencia entra la campaña de monitoreo y las estaciones donde se tuvieron estas mediciones, más allá de su ubicación en la parte baja de la cuenca. Asimismo, se indica que los valores medios por estaciones se encuentran por debajo del ECA Agua vigente.

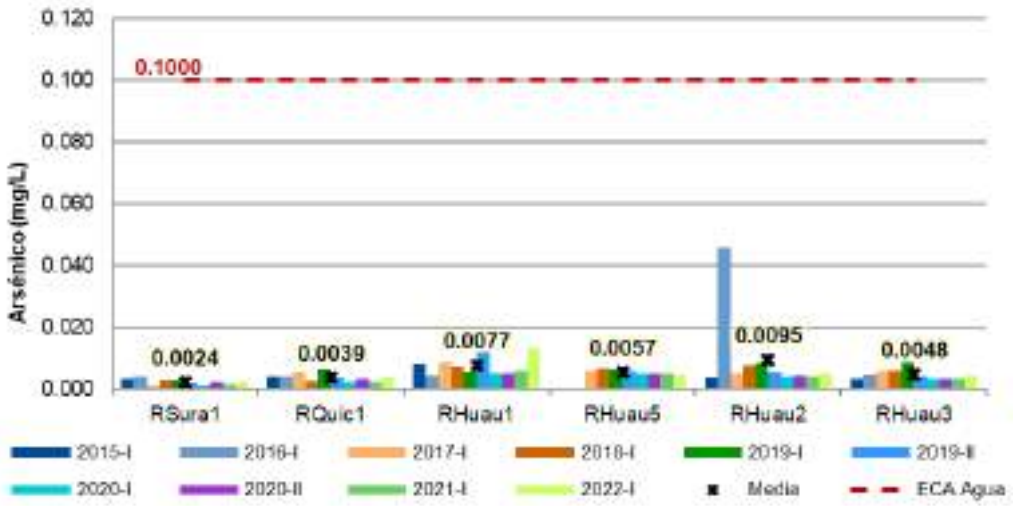


Figura 51

Comparación de niveles de Arsénico con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Cadmio

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de cadmio en el río Huaura se encuentran a nivel de trazas de este contaminante (no observables por encontrarse por debajo del límite de detección), contando con un reducido número de observaciones medibles de este parámetro.

De la comparación de las observaciones disponibles y de los valores de los límites de detección de las mediciones cadmio con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales), que indican como valor máximo una concentración de 0.010 mg/L, se evidencia que los niveles de cadmio en las estaciones de monitoreo del río Huaura se encuentran por debajo del valor de los ECA para agua vigentes (Ver Figura 52).

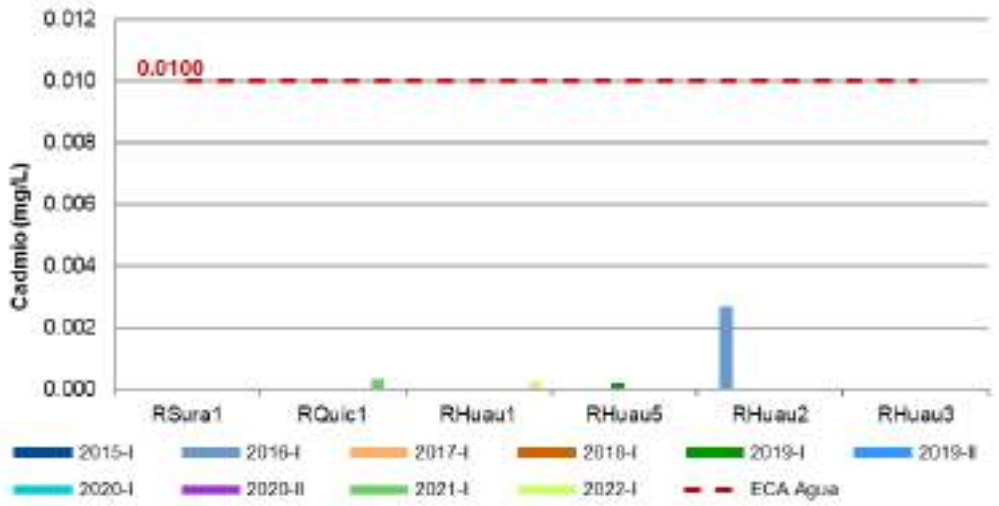


Figura 52

Comparación de niveles de Cadmio con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Cobre

De los resultados presentados, se señala que la concentración de cobre presenta sus menores valores en las primeras estaciones de la cuenca alta (RSura 1 y RQuic 1), para luego presentar valores medios más altos hacia la cuenca media y baja; y, además, se reporta un valor atípico de 0.0660 mg/L en la estación RHuau 2 en la campaña 2016-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico en relación al emplazamiento de la indicada estación.

De la comparación de las observaciones de arsénico con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 0.200 mg/L, se identifica que todas las estaciones reportaron concentraciones de arsénico por debajo los valores aceptables (Ver Figura 53).

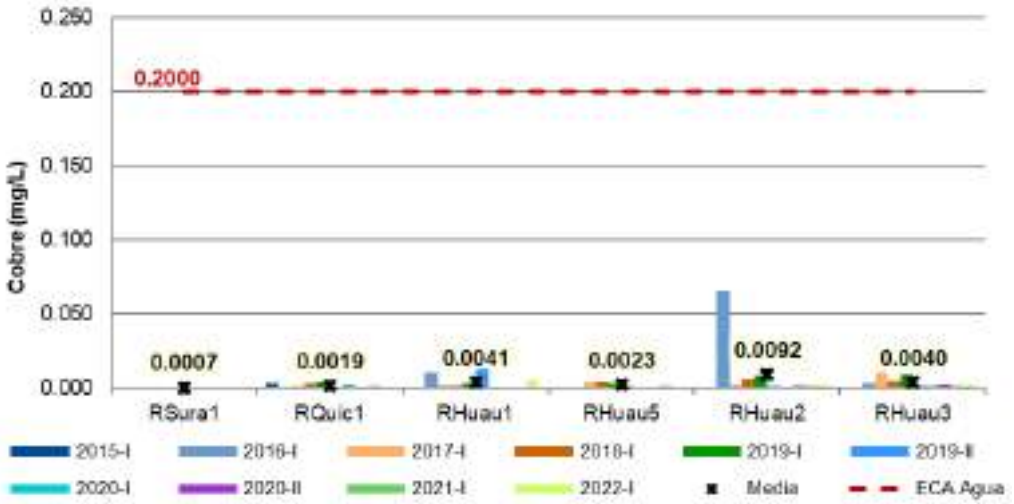


Figura 53

Comparación de niveles de cobre con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Hierro

De los resultados presentados, se señala que la concentración de hierro presenta sus menores valores en las primeras estaciones de la cuenca alta (RSura 1 y RQuic 1), para luego presentar valores medios más altos hacia la cuenca media y baja; y, además, se reporta un valor atípico de 50.830 mg/L en la estación RHuau 2 en la campaña 2016-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico en relación al emplazamiento de la indicada estación.

De la comparación de las observaciones de hierro con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 5.0 mg/L, se identifica la superación del valor aceptable en las estaciones RHuau 1 (Campaña 2019-II), RHuau 2 (Campañas 2016-I, 2018-I y 2019-I) y RHuau 3 (Campaña 2019-I); todas las demás estaciones

reportaron concentraciones de hierro dentro de los límites del ECA para agua (Ver Figura 54).

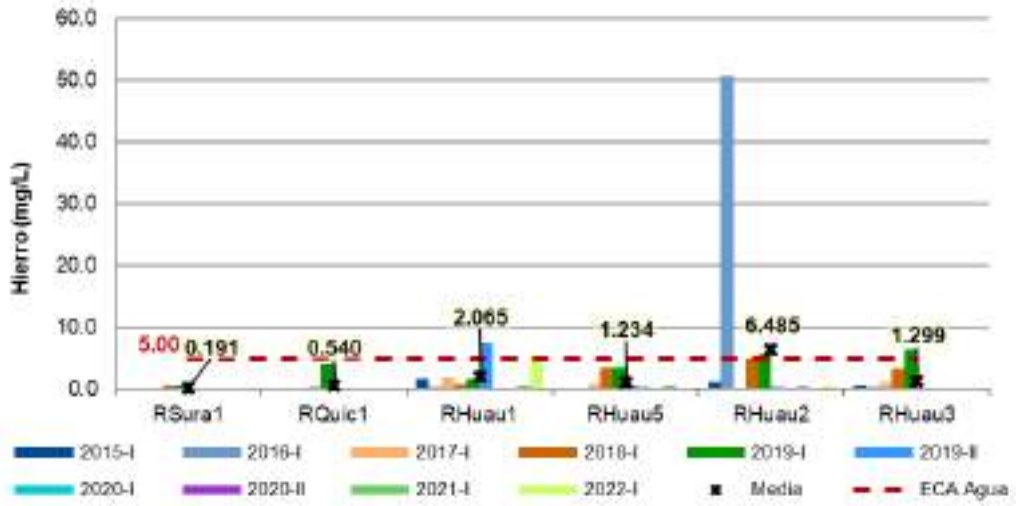


Figura 54

Comparación de niveles de hierro con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Manganeso

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de manganeso no evidenciaron algún patrón por estación o sub cuenca, siendo las estaciones RHuau 1 y RHuau 2 las que presentaron las medias más altas, particularmente la última en mención donde se reportó un valor atípico de 2.481 mg/L en la campaña 2016-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico o natural en relación al emplazamiento de la indicada estación en las fechas del monitoreo.

De la comparación de las observaciones de manganeso con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 0.20 mg/L, se identifica el incumplimiento de este valor en las estaciones RSura 1 (Campañas 2018-I y 2019-I), RQuic 1 (Campaña 2019-I), RHuau 1 (Campaña 2022-I), RHuau 2 (Campañas 2016-I y 2019-I) y RHuau 3 (Campaña 2019-I); siendo la estación RHuau 5 la única que reportó concentraciones de manganeso dentro de los límites del ECA para agua en todo el periodo de estudio (Ver Figura 55).

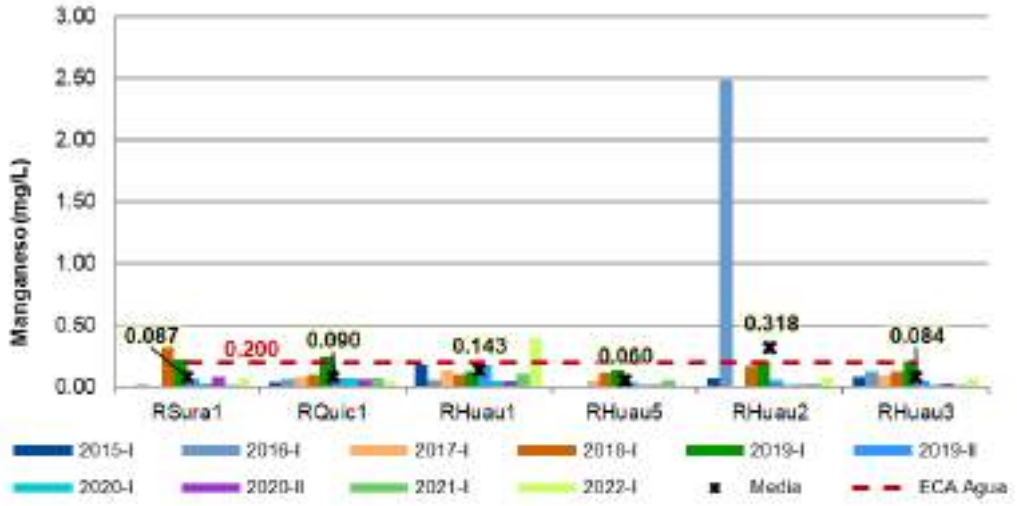


Figura 55

Comparación de niveles de manganeso con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Plomo

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de plomo presentaron sus mayores valores en las estaciones RHuau 1 y RHuau 2, particularmente la última en mención donde se reportó un valor extremo de 0.11400 mg/L en la campaña 2016-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico en relación al emplazamiento de la indicada estación en las fechas del monitoreo, dado que otras estaciones no presentaron valores altos para esa misma campaña.

De la comparación de las observaciones de plomo con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 0.05 mg/L, se identifica el incumplimiento de este valor en la estación RHuau 2 en la medición de la campaña 2016-I; mientras que las demás estaciones reportaron valores dentro de los límites del ECA para agua en todo el periodo de estudio (Ver Figura 56).

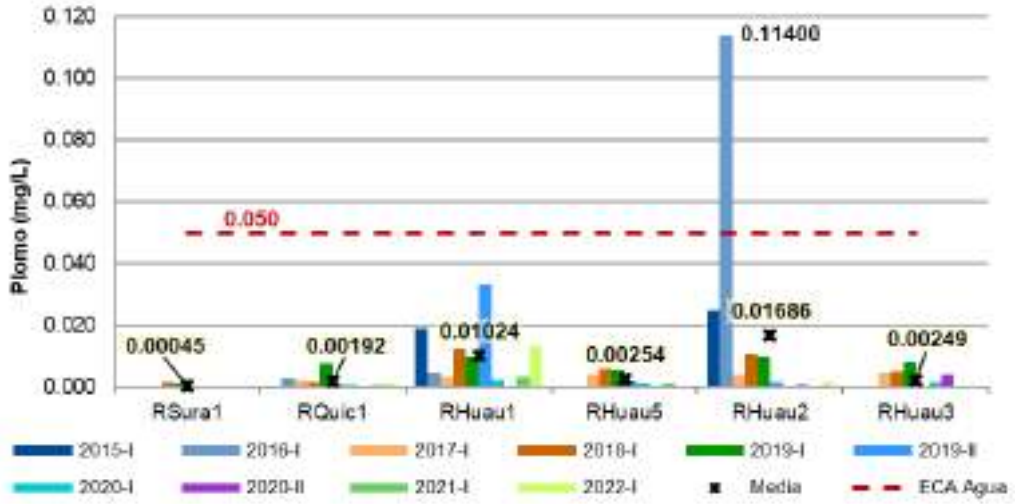


Figura 56

Comparación de niveles de plomo con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Conductividad eléctrica

De los resultados presentados, se señala que los niveles de conductividad eléctrica presentan una tendencia a incrementarse en las estaciones ubicadas en la parte baja del río Huaura, alcanzando los mayores valores en la estación RHuau 3; esto puede asociarse a la acumulación de sólidos en suspensión de la erosión natural de la cuenca así como de las posibles descargas de aguas residuales en el recorrido del río Huaura.

De la comparación de las observaciones de conductividad eléctrica con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 2,500 µS/cm, se identifica que todas las estaciones del río Huaura reportan valores por debajo del ECA agua para este parámetro (Ver figura 57).

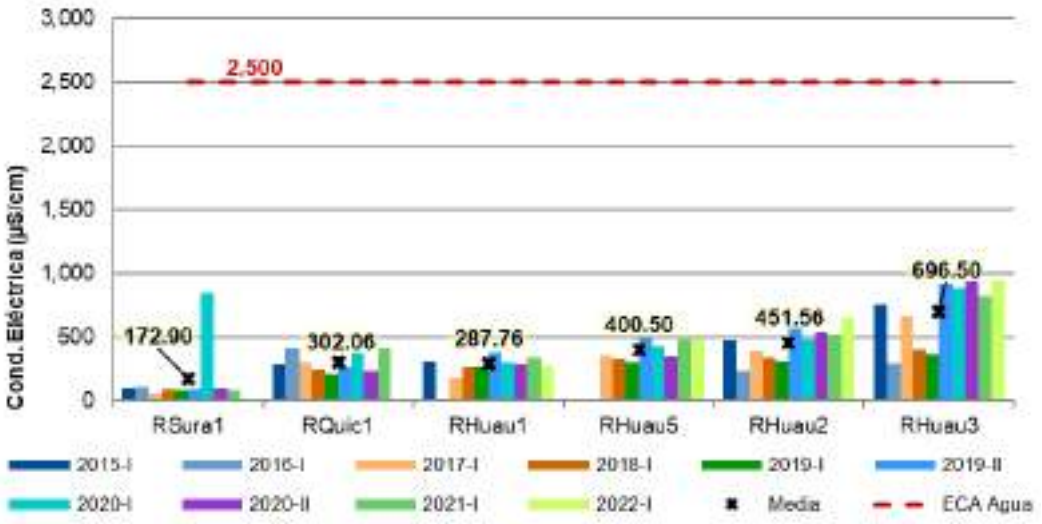


Figura 57

Comparación de conductividad eléctrica con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Temperatura

De los resultados presentados, en los apartados previos se observa una consistencia temporal en los valores de temperatura, cuyos valores aumentan conforme descienden en la cuenca y se ubican las estaciones a una menor altitud, donde las temperaturas ambientales son más cálidas que las estaciones del río ubicadas en las partes altas de la cuenca.

Los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) indican como valor de referencia una diferencia de temperatura menor a 5ºC, lo cual se aplica en los casos que se evalúa la condición de cuerpo receptor de una descarga antropogénica de aguas u otras actividades humanas. Por tanto, no es posible una comparación directa de los valores reportados de temperatura con respecto a los ECA agua vigentes.

Fósforo total

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de fósforo total presentaron sus mayores valores en la estación RHuau 3, la cual se ubica en la parte baja de la cuenca y sus elevados valores en comparación con las demás estaciones evidencian una importante presencia de alguna fuente contaminante antrópica.

Los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) no presentan valores límites para el parámetro de fósforo total, el cual es usualmente regulado en cuerpos de agua de la categoría 4 orientada a la conservación de los ecosistemas acuáticos y que no corresponde a la clasificación del río Huaura.

Nitratos + Nitritos (Como N)

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de Nitratos-N + Nitritos-N presentaron sus mayores valores en las estaciones de la cuenca media y baja, particularmente la última en mención donde se reporta una media de 0.591 mg/L; esta consistencia en las estaciones que reportan los mayores valores de Nitratos-N + Nitritos-N y su ubicación en el río Huaura, evidencian la influencia de actividad antrópicas en la presencia de nutrientes de nitrógeno.

De la comparación de las observaciones de Nitratos-N + Nitritos-N con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 100 mg/L, se identifica que todas las estaciones de monitoreo reportan valores de Nitratos-N + Nitritos-N significativamente por debajo del valor del ECA Agua (Ver Figura 58).

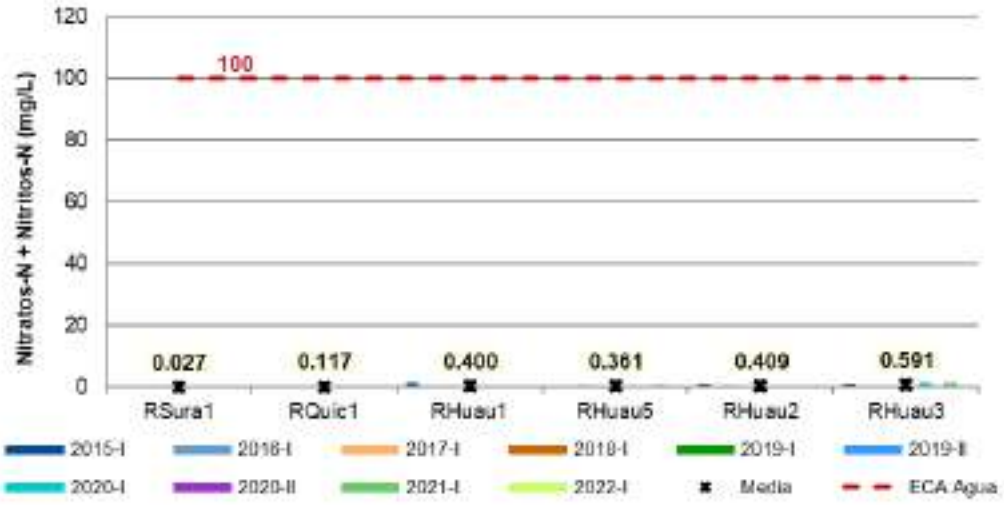


Figura 58

Comparación de niveles de Nitratos + Nitritos (Como N) con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

Mercurio

Las observaciones reportadas por debajo de los límites de detección de mercurio en todas las estaciones y periodo de evaluación, reflejan que las concentraciones de este metal o sus formas químicas se encuentran a nivel de trazas, lo cual evidencia que no existen fuentes antrópicas que alteren las concentraciones esperadas en cuerpos de agua inalterados con respecto a este parámetro.

Asimismo, se precisa que los valores reportados como límites de detección por los métodos analíticos, se encuentran por debajo del 10% del valor de 0.001 mg/L de mercurio que se encuentra establecido por los ECA agua vigentes para la categoría 3 D1 que corresponde al río Huaura. Por tanto, se puede concluir que todas las estaciones del río Huaura presentan niveles de mercurio por debajo de los ECA agua vigentes.

Zinc

De los resultados presentados, se señala que las concentraciones de zinc presentaron sus mayores valores en la estación RHuau 2, con sus mayores mediciones en las campañas 2016-I y 2022-I que podría asociarse a algún evento de origen antropogénico en relación al emplazamiento de la indicada estación en las fechas del monitoreo, dado que otras estaciones no presentaron valores altos en estas campañas.

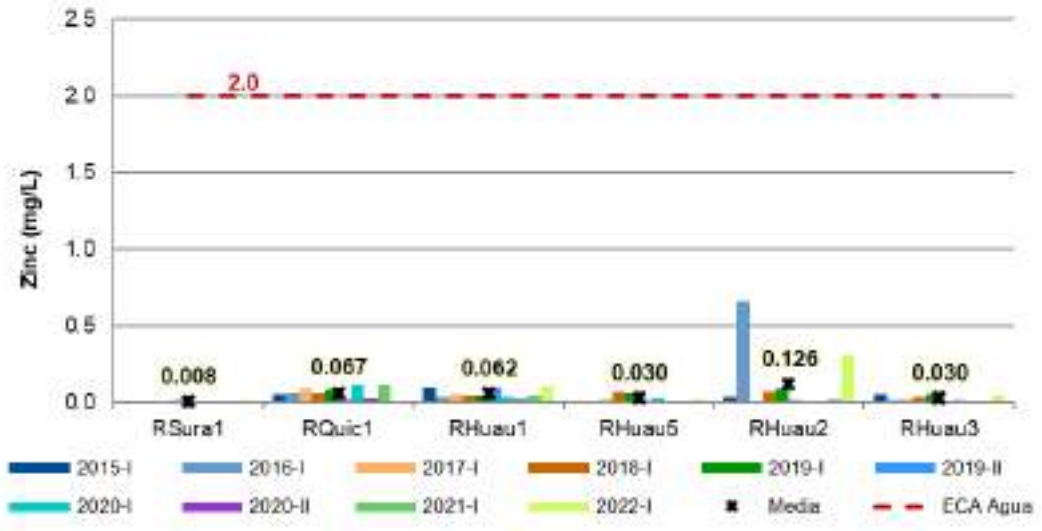


Figura 59

Comparación de niveles de zinc con ECA Agua

Nota. ECA Agua: D.S. Nº 004-2014-MINAM, Categoría 3, subcategoría D1 – Agua para riego restringido.

De la comparación de las observaciones de zinc con los Estándares de calidad ambiental para agua vigentes en cuerpos de agua de Categoría 3 D1 (Agua para riego de vegetales) que indican como valor máximo una concentración de 2.0 mg/L, se identifica que la totalidad de estaciones en el periodo de estudio cumplen con el valor de referencia de los ECA para agua vigentes (Ver Figura 59).

4.1.2.7. Análisis de parámetros que exceden los ECA Agua

El apartado precedente presentó el análisis de excedencias del ECA Agua vigente para cada uno de los 18 parámetros evaluados, para las 6 estación de monitoreo de calidad de agua del río Huaura durante el periodo 2015 – 2022.

La Tabla 60 resumen los parámetros que han superado los ECA Agua vigentes, señalando las frecuencias de casos que evidencian esta superación. De este resumen se puede evidenciar que las estaciones de la cuenca baja (RHuau 2 y RHuau 3) son las que con mayor frecuencia registran el incumplimiento de los ECA Agua vigentes y con el mayor número de parámetros, con 6 y 7 parámetros incumplidos respectivamente.

El Mapa EX01 del Anexo 11 presenta la distribución espacial de los parámetros excedidos por estación.

Tabla 60

Parámetros que exceden los ECA Agua por estación y zona de cuenca

Zona de la cuenca	Código de estación	Referencia ubicación	Categoría cuerpo de agua	Parámetros que exceden de forma frecuente los ECA Agua
Cuenca alta	RSura 1	Cabecera	Cat. 3 – D1	pH (3), Mn (2)
	RQuic 1	Cabecera	Cat. 3 – D1	pH (2), Mn (1)
	RHuau 1	Oyón	Cat. 3 – D1	C.T. (9), Fe (2), Mn (1)
Cuenca media	RHuau 5	Pte. Alco	Cat. 3 – D1	C.T. (3), pH (1)
Cuenca baja	RHuau 2	Vilcahuaura	Cat. 3 – D1	OD (1), C.T. (7), Al (1), Fe (3), Mn (2), Pb (1)
	RHuau 3	Pte. Huaura	Cat. 3 – D1	DBO5 (2), DQO (3), OD (2), C.T. (9), Al (1), Fe (1), Mn (1)

Nota: En paréntesis se mencionan el número de casos por cada parámetro mencionado

El análisis de la frecuencia temporal de datos que exceden el ECA Agua (Tabla 61), evidencia que los coliformes termotolerantes incumplieron el ECA Agua con mayor frecuencia, registrando excedencias en el 100% de los años del periodo de estudio. Le siguen en importancia, las concentraciones de hierro y manganeso que reportaron excedencias en el 50% de los años monitoreados, y también la DQO y pH con excedencias del ECA en el 37.5% de los años evaluados.

Tabla 61

Conteo de parámetros que exceden los ECA Agua por año y total

Parámetro	Año								Nº de años que exceden el ECA	% de años que exceden el ECA
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
DBO5	-	1	1	-	-	-	-	-	2	25.0%
DQO	-	1	1	-	-	1	-	-	3	37.5%
OD	-	-	-	-	-	1	-	2	2	25.0%
C.T.	3	3	4	3	5	5	2	3	8	100.0%
pH	-	-	-	1	-	3	2	-	3	37.5%
Al	-	1	-	-	1	-	-	-	2	25.0%
Fe	-	1	-	1	3	-	-	1	4	50.0%
Mn	-	1	-	1	4		-	1	4	50.0%
Pb	-	1	-	-	-	-	-	-	1	12.5%
Total	**3**	**9**	**6**	**6**	**13**	**10**	**4**	**7**	8	

Nota. El Nº de años representa la cantidad de años en los que al menos una muestra excedió el ECA Agua – Categoría 3, Clase D1, para cada parámetro. Los guiones (-) indican un valor de 0.

En cuanto a la variación temporal de estas excedencias, se indica que el año 2019 presentó el mayor número de datos de calidad de agua que exceden los ECA vigentes, con un total de 13 casos distribuidos en 4 parámetros (C.T., Al, Fe y Mn); no obstante, este año junto al año 2019 presentaron dos campañas de monitoreo a diferencia de otros años (Figura 60).

Al analizar la variación temporal en términos de frecuencia relativa (Figura 61), que normaliza estas diferencias en el número de muestras, se observa que el porcentaje de mediciones de coliformes termotolerantes que supera el ECA varía entre 33.3% y 66.7% del total de mediciones de este parámetro por año. Los demás parámetros que superan el ECA, solo reportan esta excedencia en el rango de 8.3% - 33.3%.

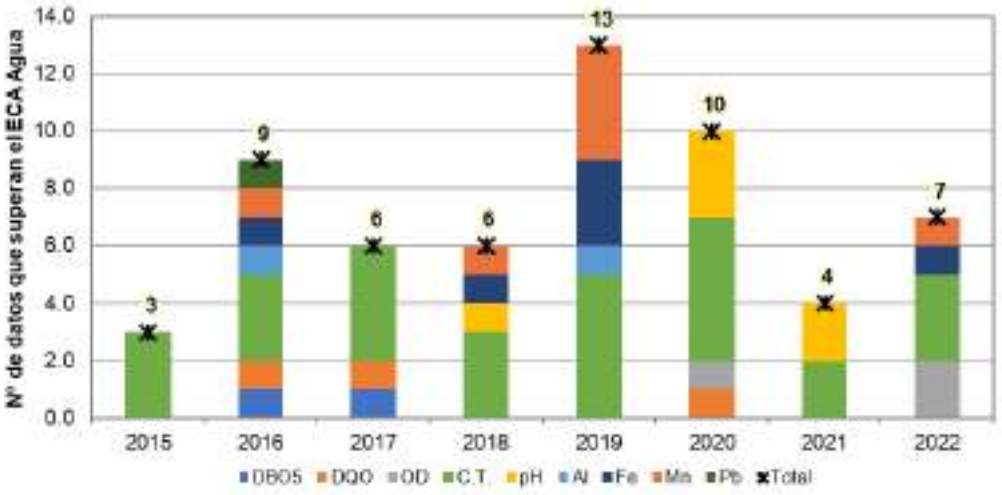


Figura 60

Número de excedencias del ECA Agua por parámetro y año evaluado

Nota. Los valores sobre las barras indican el número total de excedencias registradas por año. Los años 2019 y 2020 registraron 2 campañas de monitoreo; mientras que los demás años, una sola campaña.

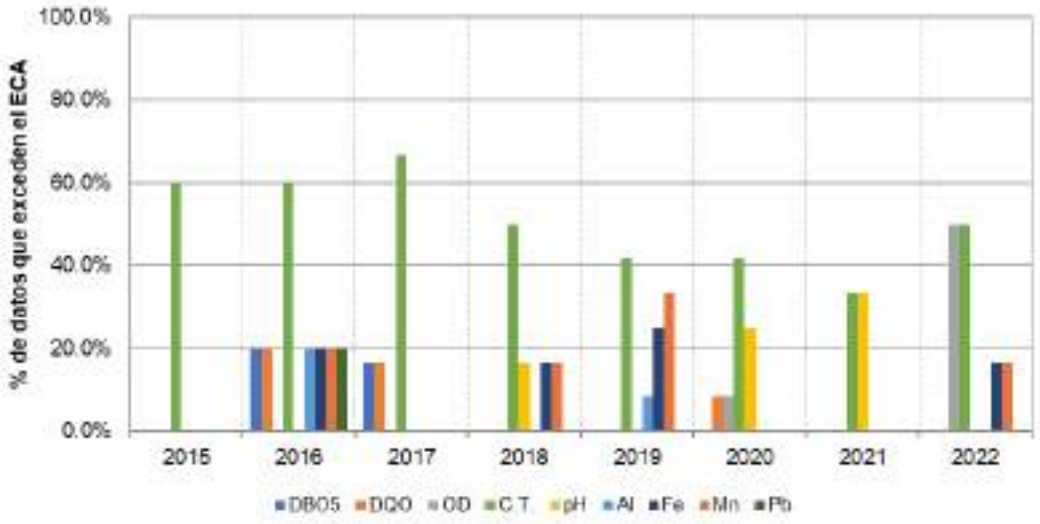


Figura 61

Frecuencia relativa de excedencias del ECA Agua por parámetro y año evaluado

Nota. Los porcentajes representan la proporción de muestras que excedieron el ECA Agua – Cat.3 D1, respecto al total de muestras de cada parámetro y por cada año evaluado.

Además, de la evolución anual del porcentaje de datos que exceden los ECA con respecto al total de datos para los parámetros evaluados en la presente investigación (Figura 62), se evidencia que el año 2016 presenta la mayor proporción de datos reportados que exceden los ECA Agua, con un 11.7% del total de observaciones disponibles; en segundo lugar se ubica el año 2022 con un 7.0% de sus datos disponibles que exceden los ECA Agua.

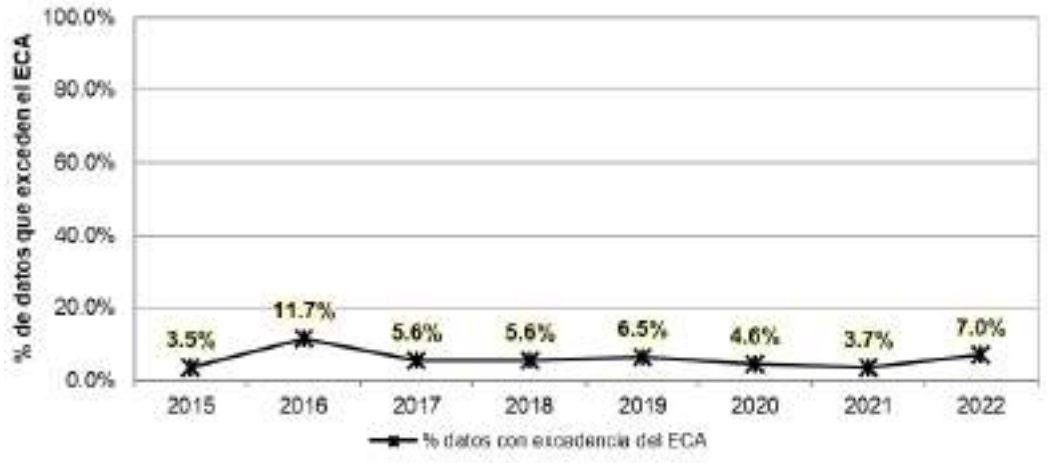


Figura 62

Evolución del porcentaje de datos evaluados que exceden el ECA Agua

Nota. Los porcentajes representan la proporción de muestras que excedieron el ECA Agua – Cat.3 D1, respecto al total de datos evaluados por cada año.

4.1.3. Identificación de posibles tendencias en el índice ICARHS del río Huaura

4.1.3.1. Determinación del índice de calidad de agua

Para la evaluación de tendencias históricas en la calidad del agua, se realizó una completación y agrupamiento de datos de monitoreos para la alcanzar las series mínimas de 4 resultados de monitoreos que precisa el método de cálculo de un valor del ICARHS (ANA, 2020); esto debido a que los registros de monitoreos disponibles solo cuentan con 1 o 2 campañas de monitoreo por año. Por tanto, el horizonte de evaluación considerado para el índice de calidad se plantea según el detalle de la Tabla 62.

En base a los parámetros sistematizados y evaluados en el numeral 4.1.2, se ha calculado el Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS) para cada una de las estaciones de monitoreo del río Huaura que forman parte del ámbito de estudio. Las fichas de cálculo del índice ICARHS se presentan en el Anexo 7.

Tabla 62

Agrupamiento y evaluación de datos históricos para cálculo de ICARHS

Descripción ICARHS	Horizonte de datos para indicador ICARHS									
	2015-I	2016-I	2017-I	2018-I	2019-I	2019-II	2020-I	2020-II	2021-I	2022-I
ICARHS 2018	X	X	X	X						
ICARHS 2019			X	X	X	X				
ICARHS 2020					X	X	X	X		
ICARHS 2021						X	X	X	X	
ICARHS 2022							X	X	X	X

Los resultados del cálculo del índice ICARHS para las estaciones en el tramo de la cuenca alta se presentan en la Tabla 63, donde se observa que el índice ICARHS se encuentra determinado en las estaciones más cercanas a la naciente (RSura 1 y RQuic 1) por el Subíndice 2 relacionado a parámetros físico-químicos y metales; mientras que, en la estación RHuau 1, el ICA-RHS se vincula principalmente al Subíndice 1 (Materia orgánica).

Los resultados del cálculo del índice ICARHS para la estación RHuau 1 de la cuenca media se presenta en la Tabla 64, donde se observa que el índice ICARHS de la única estación en este tramo se encuentra determinado por la influencia de los parámetros asociados a la presencia de materia orgánica del Subíndice 1 (Materia orgánica).

Los resultados del cálculo del índice ICARHS para las estaciones en el tramo del río Huaura en la cuenca baja se presentan en la Tabla 65, donde se observa que el índice ICARHS de las estaciones RHuau 2 y RHuau 3 se encuentran altamente influenciados por los parámetros relacionados al subíndice 1 – materia orgánica.

Tabla 63

Resultados de cálculo de ICARHS para estaciones en cuenca alta

Estación de monitoreo	ICARHS Evaluados	Subíndice 1: Materia orgánica		Subíndice 2: Físico-químico y metales		Índice ICARHS		
		Valor S1	Calificación S1	Valor S1	Calificación S1	Subíndice de peor calificación	Valor Crítico	Calificación Crítica
RSura 1	ICARHS 2018	100	**Excelente**	84	**Bueno**	Subíndice 2	**84**	**Bueno**
	ICARHS 2019	100	**Excelente**	84	**Bueno**	Subíndice 2	**84**	**Bueno**
	ICARHS 2020	100	**Excelente**	85	**Bueno**	Subíndice 2	**85**	**Bueno**
	ICARHS 2021	100	**Excelente**	91	**Bueno**	Subíndice 2	**91**	**Bueno**
	ICARHS 2022	100	**Excelente**	91	**Bueno**	Subíndice 2	**91**	**Bueno**
RQuic 1	ICARHS 2018	100	**Excelente**	100	**Excelente**	Sub1 = Sub2	**100**	**Excelente**
	ICARHS 2019	100	**Excelente**	92	**Bueno**	Subíndice 2	**92**	**Bueno**
	ICARHS 2020	100	**Excelente**	85	**Bueno**	Subíndice 2	**85**	**Bueno**
	ICARHS 2021	100	**Excelente**	91	**Bueno**	Subíndice 2	**91**	**Bueno**
	ICARHS 2022	100	**Excelente**	91	**Bueno**	Subíndice 2	**91**	**Bueno**
RHuau 1	ICARHS 2018	43	**Excelente**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**43**	**Pésimo**
	ICARHS 2019	45	**Excelente**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**45**	**Malo**
	ICARHS 2020	69	**Excelente**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**69**	**Regular**
	ICARHS 2021	65	**Excelente**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**65**	**Regular**
	ICARHS 2022	73	**Excelente**	85	**Bueno**	Subíndice 1	**73**	**Regular**

Tabla 64

Resultados de cálculo de ICA-RHS para estaciones en cuenca media

Estación de monitoreo	ICA-RHS Evaluados	Subíndice 1: Materia orgánica		Subíndice 2: Físico-químico y metales		Índice ICARHS		
		Valor S1	Calificación S1	Valor S1	Calificación S1	Subíndice de peor calificación	Valor Crítico	Calificación Crítica
RHuau 5	ICARHS 2018	85	**Bueno**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**85**	**Bueno**
	ICARHS 2019	83	**Bueno**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**83**	**Bueno**
	ICARHS 2020	81	**Bueno**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**81**	**Bueno**
	ICARHS 2021	83	**Bueno**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**83**	**Bueno**
	ICARHS 2022	83	**Bueno**	92	**Bueno**	Subíndice 1	**83**	**Bueno**

Tabla 65

Resultados de cálculo de ICA-RHS para estaciones en cuenca baja

Estación de monitoreo	ICA-RHS Evaluados	Subíndice 1: Materia orgánica		Subíndice 2: Físico-químico y metales		Índice ICARHS		
		Valor S1	Calificación S1	Valor S1	Calificación S1	Subíndice de peor calificación	Valor Crítico	Calificación Crítica
RHuau 2	ICARHS 2018	39	**Pésimo**	60	**Malo**	Subíndice 1	**39**	**Pésimo**
	ICARHS 2019	73	**Regular**	84	**Bueno**	Subíndice 1	**73**	**Regular**
	ICARHS 2020	74	**Regular**	85	**Bueno**	Subíndice 1	**74**	**Regular**
	ICARHS 2021	81	**Bueno**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**81**	**Bueno**
	ICARHS 2022	43	**Pésimo**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**43**	**Pésimo**
RHuau 3	ICARHS 2018	22	**Pésimo**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**22**	**Pésimo**
	ICARHS 2019	25	**Pésimo**	77	**Regular**	Subíndice 1	**25**	**Pésimo**
	ICARHS 2020	25	**Pésimo**	77	**Regular**	Subíndice 1	**25**	**Pésimo**
	ICARHS 2021	25	**Pésimo**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**25**	**Pésimo**
	ICARHS 2022	23	**Pésimo**	100	**Excelente**	Subíndice 1	**23**	**Pésimo**

4.1.3.2. Resultados del índice de calidad de agua

La Tabla 66 presenta el resumen de los valores obtenidos para el ICARHS para cada una de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Huaura, según los periodos de evaluación del índice ICARHS y los promedios históricos por estación.

Tabla 66

Resumen de valores del índice ICARHS por estación de monitoreo

Descripción (Periodo evaluado)	Estación de monitoreo					
	Cuenca alta			Cuenca media	Cuenca baja	
	RSura 1	RQuic 1	RHuau 1	RHuau 5	RHuau 2	RHuau 3
ICARHS 2018 (2015 - 2018)	84	100	43	85	39	22
ICARHS 2019 (2017 - 2019)	84	92	45	83	73	25
ICARHS 2020 (2019 - 2020)	85	85	69	81	74	25
ICARHS 2021 (2019 - 2021)	91	91	65	83	81	25
ICARHS 2022 (2020 - 2022)	91	91	73	83	43	23
Promedio histórico	**87**	**92**	**59**	**83**	**62**	**24**

De los resultados presentados, se observan que en el tramo del río Huaura en la cuenca alta, las estaciones RSura 1 y RQuic 1 presentaron una calidad ambiental “Buena” en la mayoría de casos, mientras que la estación RHuau 1 presentó una calidad “Pésima” a “Regular”. En el tramo del río Huaura en la cuenca media se tiene la estación RHuau 5, donde se observa una calidad “Buena” en todo el periodo de estudio. Por otra parte, en el tramo del río Huaura en la cuenca baja, la estación RHuau 2 presentó un calidad de “Pésima” a “Buena”; mientras que la estación RHuau 3 presentó una calidad “Pésima” en todo el periodo de estudio.

La distribución espacial de la calidad del agua en los distintos años se presenta en los mapas IC-01 a IC-05 adjuntos en el Anexo 11.

La representación gráfica de la variación temporal del ICARHS y su calificación, para cada estación de monitoreo, se presenta desde la Figura 63 a Figura 68.

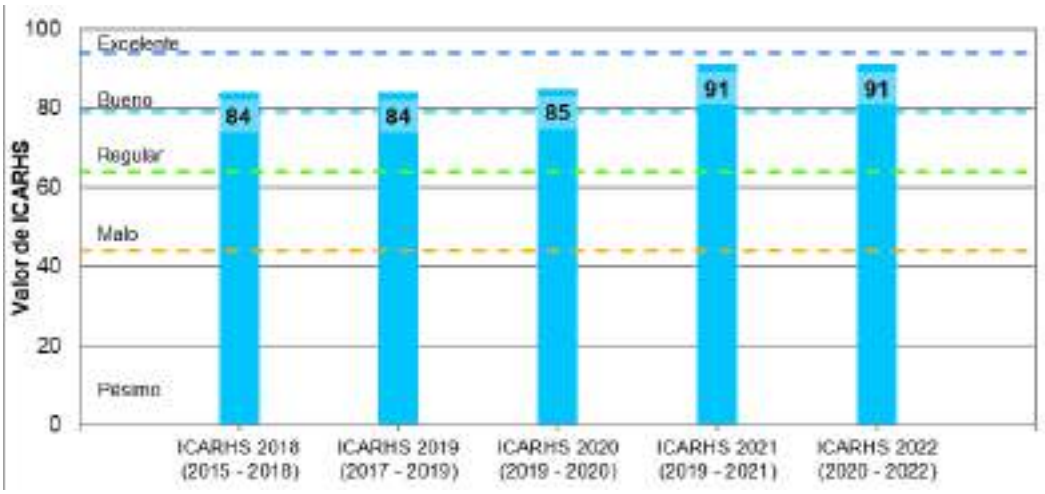


Figura 63

Variación temporal del ICARHS para la estación RSura 1

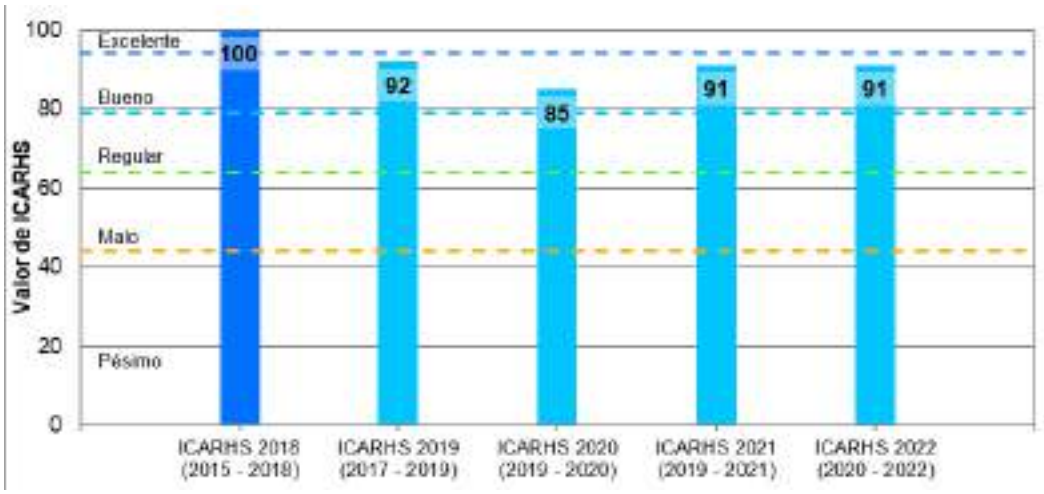


Figura 64

Variación temporal del ICARHS para la estación RQuic 1

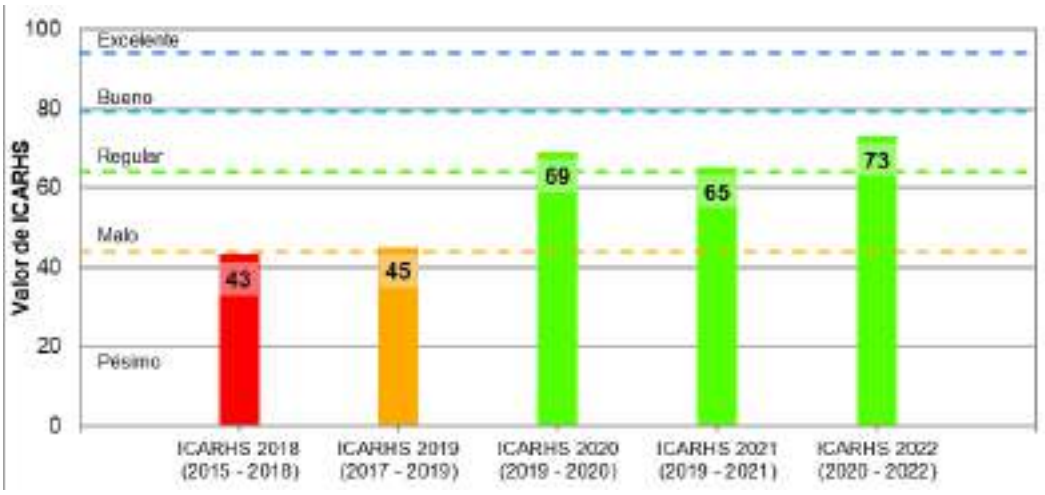


Figura 65

Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 1

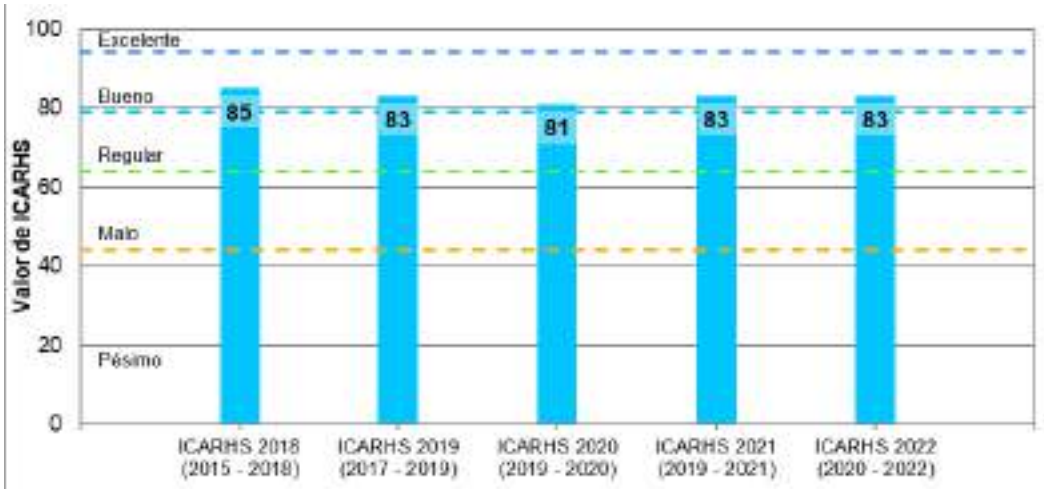


Figura 66

Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 5

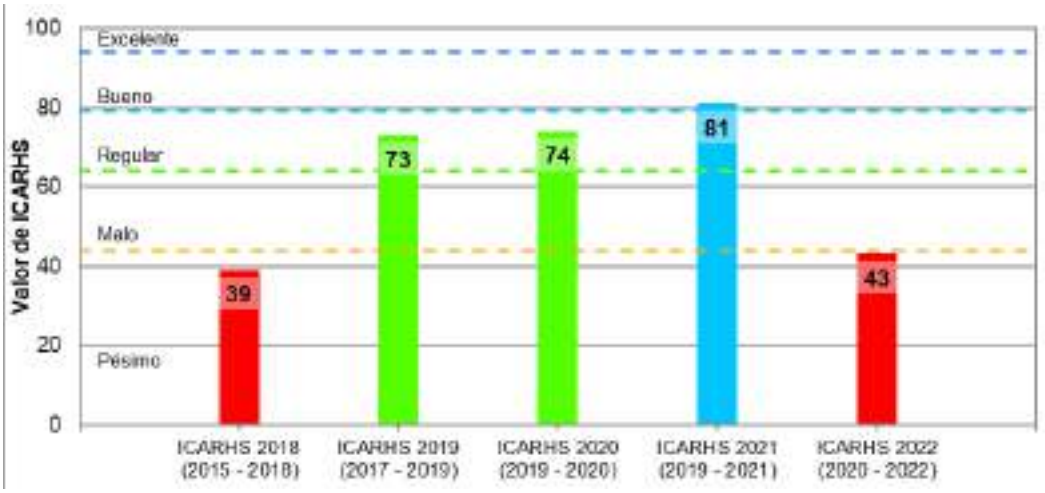


Figura 67

Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 2

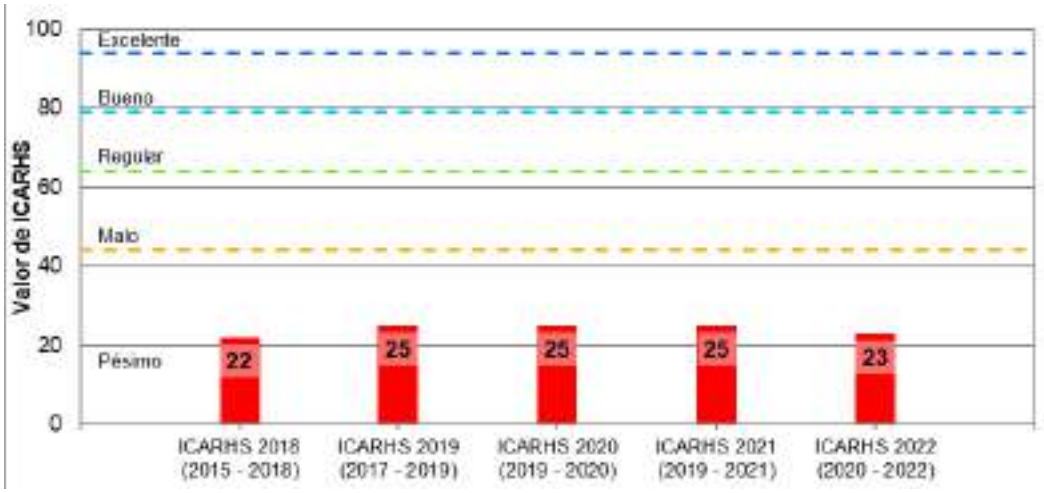


Figura 68

Variación temporal del ICARHS para la estación RHuau 3

4.1.3.3. Análisis de tendencia temporal

Se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Kendall para determinar la presencia de tendencias temporales en las series de valores del ICA-RHS obtenidos, para cada una de las estaciones de monitoreo (n=5 por estación), donde los valores positivos del estadístico S y de la pendiente de Sen indican una tendencia creciente y los valores negativos indican una tendencia decreciente.

Los resultados presentados en la Tabla 67 demuestran que ninguna de las estaciones evaluadas presentan una tendencia estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95% (α=0.05); sin embargo, las estaciones RSura 1 y RHuau 1 (2 de 6 estaciones evaluadas) evidencian tendencias crecientes significativas para un nivel de confianza del 90% (α=0.10), con valores de T_b de 0.894 y 0.800. Además, las pendientes de Sen indican señalan tasas de cambio de +2.04 y +7.88 unidades de ICA-RHS para cada estación respectivamente.

Tabla 67

Resultados de la prueba de tendencias de Mann-Kendall

Zona de la cuenca	Estación de monitoreo	T_b de Kendall	Estad. S	Valor p	Tendencia [a]	Pendiente de Sen [b]
Cuenca alta	RSura 1	0.894	8	0.068	NS / S(+)	+2.04
	RQuic 1	-0.527	-5	0.312	NS / NS	-1.38
	RHuau 1	0.800	8	0.086	NS / S(+)	+7.88
Cuenca media	RHuau 5	-0.359	-3	0.579	NS / NS	-0.25
Cuenca baja	RHuau 2	0.400	4	0.462	NS / NS	+2.50
	RHuau 3	0.120	1	1.000	NS / NS	+0.00

Nota. (a) Formato: α=0.05 / α=0.10; donde NS=No significativa, S(+)=Significativa creciente

(b) Pendiente de Sen en: Unidades de ICARHS/año

4.1.3.4. Distribución espacial de las tendencias

Las tendencias identificadas para las estaciones de monitoreo y valores de ICARHS del 2018 al 2022 se representan espacialmente en la Figura 69 y Figura 70, para los niveles de significancia α=0.05 y α=0.10 respectivamente. Como se observa en estas figuras, las estaciones con tendencia a una mejora de la calidad a un nivel de confianza del 90% se ubican en el tramo del río Huaura ubicado en la parte alta de la cuenca.

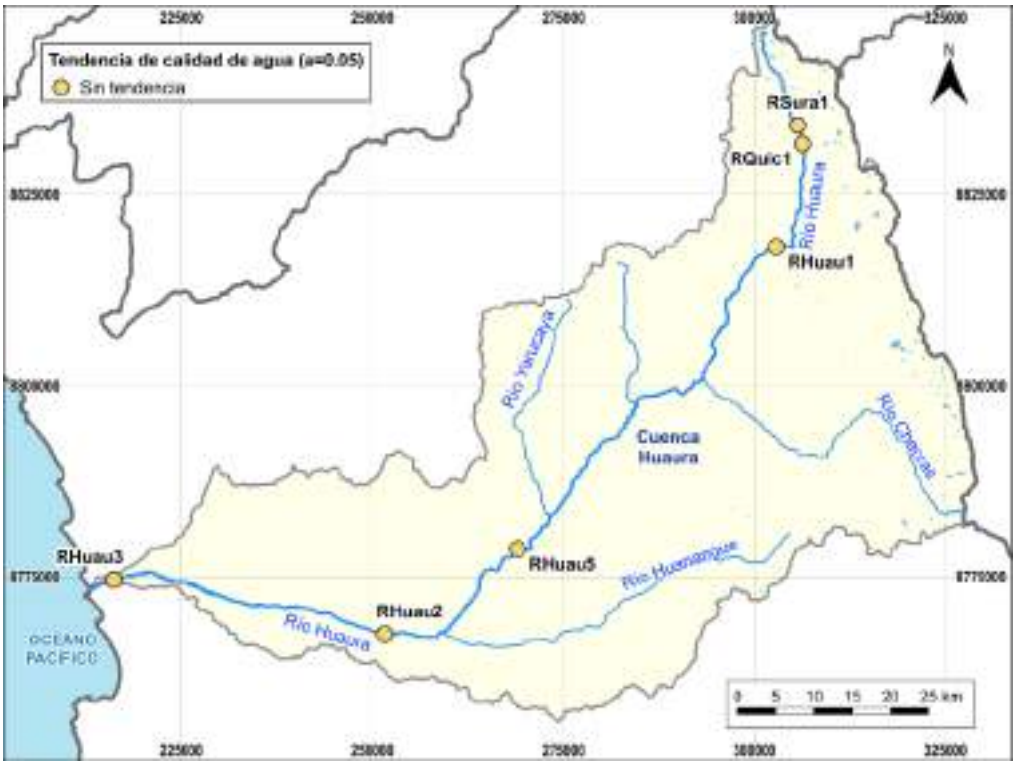


Figura 69

Distribución espacial de tendencias del ICARHS del río Huaura, periodo 2018-2022, para α = 0.05

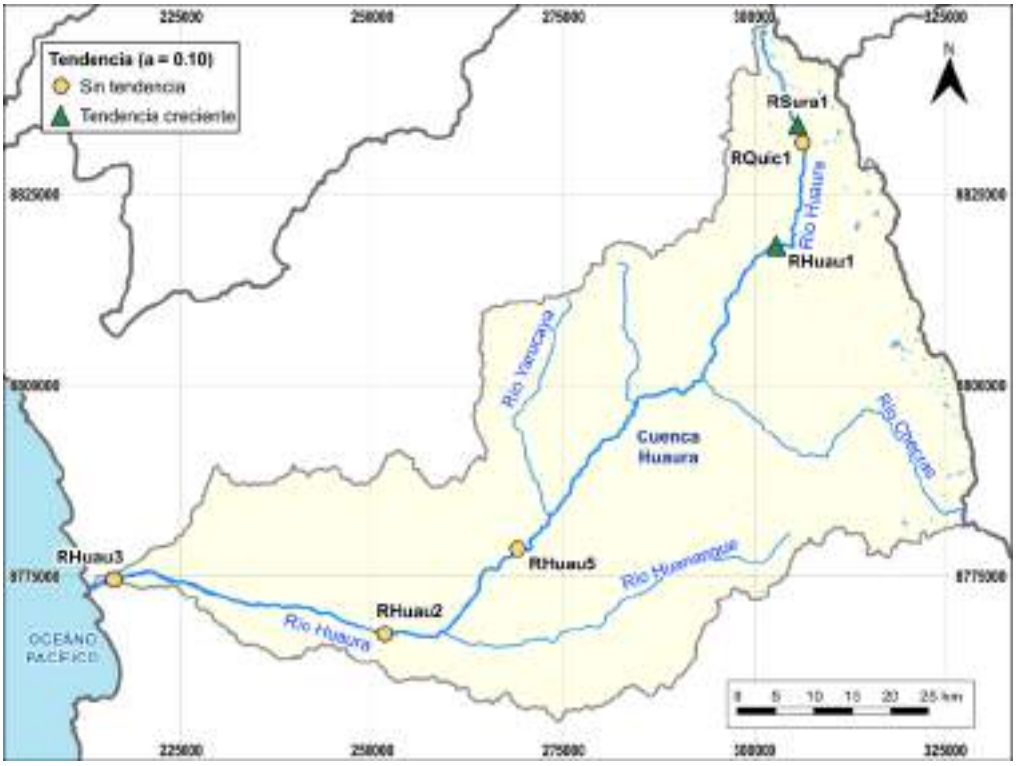


Figura 70

Distribución espacial de tendencias del ICARHS del río Huaura, periodo 2018-2022, para α = 0.10

4.1.4. Relación entre las fuentes contaminantes y la tendencia observada de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura

4.1.4.1. Recopilación de información de fuentes contaminantes

Para la identificación de las fuentes contaminantes relacionadas al curso principal del río Huaura, se realizó una revisión documental de información disponible por entidades sobre fuentes contaminantes, pasivos ambientales y otras presiones de la calidad de los recursos hídricos. Esta información ha sido sistematizada, comparada y consolidada en un único inventario de diagnóstico para los fines de la presente investigación.

Un breve resumen de los registros consultados en cada documento relacionado a fuentes contaminantes y otras intervenciones con relación al río Huaura, es detallado a continuación:

- Inventario de fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura actualizado al 2017 mediante Informe Nº 044-2017-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, elaborado por la Autoridad Local del Agua Huaura y recuperado del Informe Técnico Nº 012-2020-ANA-AAA.CF.-ALA.H/KHR.

- Registro de vertimientos y/o reúsos de aguas residuales de origen poblacional, que se encuentran declaradas en el Registro Único de Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante consulta por acceso a la información pública.

- Autorizaciones de vertimientos y/o reúsos de aguas residuales tratadas, recuperadas del portal institucional del Observatorio del Agua de la Autoridad Nacional del Agua, y consulta por acceso a la información pública.

- Inventario de Pasivos Ambientales Mineros, actualizado al 2022 a escala nacional, elaborado por Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas, y aprobado por Resolución Ministerial Nº 335-2022-MINEM/DM.

- Inventario de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, elaborado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, aprobado por Resolución Directoral Nº 018-2022-OEFA/DSIS.

Las fuentes de información consultadas se detallan en la Matriz de revisión documental presentada en el Anexo 3.

4.1.4.2. Sistematización de información disponible de fuentes contaminantes y otros

Las fuentes contaminantes y otras presiones inventariadas, son clasificadas y segmentadas en función a los criterios de proximidad de las fuentes y de dirección de flujo del río Huaura y sus tributarios, así como el tipo de fuentes y presiones.

4.1.4.2.1. Clasificación de fuentes contaminantes y otras presiones

A partir de las características y tipos de fuentes contaminantes identificados para la cuenca Huaura, así como en función a los objetivos de evaluación de la presente investigación, se presenta en la Figura 71 el esquema de clasificación de las fuentes contaminantes; elaborado tomando como referencia los "Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos", aprobado por R.J. Nº 136-2018-ANA, y la descripción de las fuentes del inventario consultado.

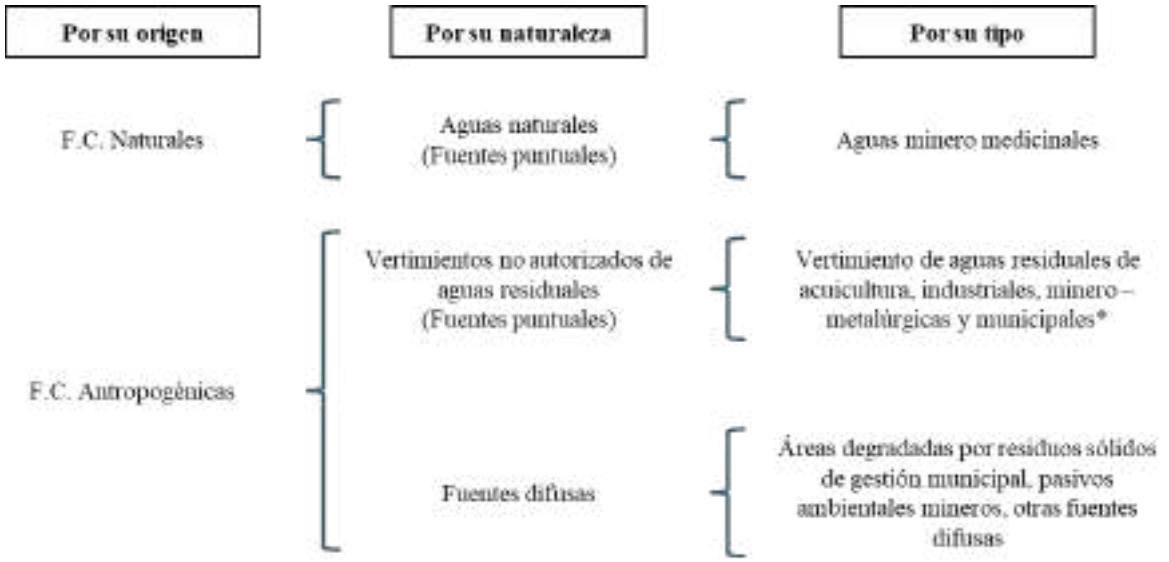


Figura 71

Clasificación de fuentes contaminantes para la cuenca Huaura

Nota. (*) Los vertimientos de aguas residuales municipales incluyen a las aguas residuales domésticas de origen poblacional, bajo un enfoque de gestión y responsabilidad asociada a las competencias municipales de cada jurisdicción político-administrativa.

En el caso de los vertimientos autorizados, se mantiene el sistema de clasificación establecido en las autorizaciones otorgadas por el ANA, que se clasifican según su tipo (industriales y domésticas) y el sector de la actividad (minería y electricidad).

4.1.4.2.2. Relación entre fuentes contaminantes y el río Huaura

La vinculación de las fuentes contaminantes y vertimientos autorizados con respecto al río Huaura se establecen en función a un criterio de proximidad, que determina las categorías de relación "directa" o "indirecta".

Para el caso de fuentes puntuales como aguas naturales, vertimientos no autorizados y autorizados; el criterio de proximidad de identifica a partir del cuerpo receptor que recibe estos vertimientos de aguas residuales o naturales. Aquellas descargas o vertimientos que vierten sus aguas directamente al río Huaura se clasifican como directas, y todas las demás (vierten a lagunas, quebradas o ríos tributarios) son definidas como indirectas.

Por otra parte, la relación de las fuentes difusas con afectación directa al río Huaura se establecen mediante el uso de la herramienta geoespacial de "Unión de atributos por proximidad" en el software QGIS, tomando una distancia máxima de 500 m desde la fuente hasta el eje del río; esta distancia se consideró tomando de referencia los valores límites de distancias de rellenos sanitarios respecto a cuerpos de agua superficiales (MINAM, 2021), en los cuales puede haber influencia por lixiviados al cuerpo de agua debido a la presencia de fuentes contaminantes asociadas a residuos solidos. Complementariamente, se hace un filtro manual descartando aquellas fuentes que aún estando dentro de la distancia indicada, por patrones topográficos de la red de drenaje superficial o por estar asociados a infraestructura hidráulica que no deriva directamente al río Huaura, son excluidos de la categoría de relación directa.

4.1.4.3. Inventario de fuentes contaminantes

El presente inventario se desarrolló sobre la base del Inventario de fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura, elaborado por la ALA Huaura en 2015 y actualizado al 2017; y complementado a partir de los registros recuperados de: 1) Vertimientos de servicios de saneamiento en proceso de adecuación, administrado por el MVCS; 2) Pasivos ambientales mineros, inventariados por el MEM; 3) Áreas degradadas por residuos sólidos, inventariados por la OEFA; y, 4) Otras fuentes identificadas a partir de consultas de otras fuentes institucionales y reconocimiento de campo.

4.1.4.3.1. Vertimientos no autorizados

A partir de la información recabada de la revisión documental, fotointerpretación de imágenes aéreas disponibles en servidores públicos (Google Earth, Bing) y del reconocimiento en campo de los principales puntos de interés en el ámbito de estudio, especialmente en los tramos aguas arriba de las estaciones de monitoreo; se ha identificado un total de 49 vertimientos no autorizados en cuerpos de agua en la cuenca del río Huaura, de los cuales 26 corresponden a vertimientos no autorizados que vierten sus aguas al río Huaura directamente.

El principal tipo de vertimiento no autorizado en el río Huaura corresponden a aguas residuales municipales con el 89.7% del total de vertimientos (Tabla 68), provenientes de las áreas urbanas asentadas en las proximidades de este río y que no cuentan con autorizaciones de vertimiento. Si bien se ha identificado que algunos de estos vertimientos provienen de plantas de tratamiento de aguas residuales, estas no cuentan con la autorización respectiva que garantice el adecuado nivel de tratamiento a sus efluentes. Con menor importancia, se mencionan los vertimientos de aguas residuales industriales y de acuicultura, con 6.9% y 3.4% respectivamente.

Tabla 68

Vertimientos no autorizados identificados en el ámbito de estudio

Descripción	Relación directa al Río Huaura		Cuenca Huaura	
	Nº de casos	**% de casos**	**Nº de casos**	**% de casos**
Vertimiento de aguas residuales de acuicultura	1	3.4%	7	14.3%
Vertimiento de aguas residuales industriales	2	6.9%	2	4.1%
Vertimiento de aguas residuales minero metalúrgicas	-	0.0%	4	8.2%
Vertimiento de aguas residuales municipales	26	89.7%	36	73.5%
No controlado	*23*	*79.3%*	*33*	*67.3%*
En adecuación	*3*	*10.3%*	*3*	*6.1%*
Total	**29**	**100.0%**	**49**	**100.0%**

Nota. Los casos de vertimientos de aguas residuales municipales distinguen dos subcategorías: "En adecuación" para aquellos vertimientos declarados en proceso de adecuación ante el MVCS, y "No controlado" para el resto de los casos. Los guiones (-) indican un valor de 0.

Por otra parte, se hace presente que 4 de los 24 vertimientos de aguas residuales municipales no autorizadas que se descargan al río Huaura, se encuentran en proceso de adecuación inscrita ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; con lo cual se proyecta la implementación de sistemas adecuados de tratamiento y la obtención de su autorización ante la Autoridad Nacional del Agua en el corto a mediano plazo. Estos casos corresponden a: 1) El vertimiento del colector norte de la ciudad de Huacho que descarga en la proximidad a la desembocadura del río Carquín; 2) El vertimiento de la red de alcantarillado de la ciudad de Sayán (Ambos bajo administración de la EPS Aguas de Lima Norte S.A.C); y, 3) Dos vertimientos corresponden al centro poblado de Quiches en la parte alta de la cuenca, bajo administración de la Municipalidad Provincial de Oyón.

Adicionalmente, se indica que de la información proporcionada por el MVCS, se reconoció a nivel de cuenca hidrográfica la presencia adicional de 2 vertimientos en proceso de adecuación que descargan al río Checras y río Huaycho; y 1 reúso de agua residual tratada para riego agrícola en la localidad de Acaray. Dado que estos vertimientos y reúsos no ejercen una presión directa sobre las aguas superficiales del río Huaura, no se ahonda en mayor análisis sobre estas fuentes contaminantes.

4.1.4.3.2. Aguas (o afloramientos) naturales contaminantes

El análisis geoespacial y reconocimiento de campo, evidenciaron que 2 fuentes de aguas minero termales ubicadas aguas debajo del poblado de Churín que descargan sus aguas al río Huaura, representando el 40% de las fuentes contaminantes naturales inventariadas en la cuenca del río Huaura (Tabla 69). Estas aguas son empleadas localmente por actividades turísticas como baños termales.

Tabla 69

Afloramientos de aguas naturales contaminantes de la cuenca Huaura

Descripción	Relación directa al Río Huaura		Cuenca Huaura	
	Nº de casos	% de casos	Nº de casos	% de casos
Aguas minero medicinales	2	40%	5	100%

4.1.4.3.3. Fuentes contaminantes difusas

Del análisis geoespacial del área de estudio, se identificaron 14 fuentes contaminantes difusas que incluyen áreas degradadas por residuos sólidos y pasivos ambientales mineros en las proximidades del río Huaura. Esto representa el 12.4% de las fuentes contaminantes difusas inventariadas por la ALA Huaura.

En el Inventario de pasivos ambientales mineros del MINEM (R.M. Nº 335-2022-MINEM/DM), se identifican un total de 58 pasivos ambientales mineros en el ámbito de la cuenca del río Huaura, conformados por infraestructura (4), labores mineras (29) y residuos mineros (25). Para fines del inventario complementado, se incluyen como fuentes contaminantes a los pasivos ambientales de la categoría de labor minera y residuos mineros (incluye relaves, desmontes y otros residuos); siendo esta selección realizada tomando en cuenta los criterios y tipos de pasivos mineros incluidos originalmente por la ALA Huaura en su inventario de fuentes contaminantes.

Por otra parte, del Inventario de áreas degradadas por residuos sólidos del OEFA (Anexos I y II de la R.D. Nº 018-2022-OEFA/DSIS, actualizado por R. Nº 024-2025-OEFA/DSIS), se identifican 15 áreas ubicadas dentro de la cuenca del río Huaura, de las cuales 4 áreas degradadas por residuos sólidos municipales y de residuos de construcción y demolición, se encuentran directamente vinculados al cauce del río Huaura. Una de estas áreas corresponde al Botadero Sector Moroc ubicada en el distrito de Pachangara, ya se encontraba previamente identificado por el ANA y al 2018 se habían realizado trabajos de recuperación de esta área degradada.

Del cruce y consolidación de la información mencionada anteriormente, se unifican las fuentes contaminantes que comparten emplazamientos en los distintos inventarios consultados, y adicionando aquellos no superpuestos. En total, se consolidan 159 fuentes contaminantes difusas y de estas solo 16 se encuentran en relación directa del río Huaura, según se detalla en la Tabla 70.

Los pasivos ambientales mineros se encontraron ubicados principalmente en la parte alta de la cuenca (en la provincia de Oyón); mientras que las áreas degradadas se ubicaron ampliamente distribuidas a lo largo del recorrido del río Huaura, encontrándose en su mayoría en los distritos de Oyón y Pachangara de la provincia de Oyón y en los distritos de Sayán, Huaura y Hualmay de la provincia de Huaura.

Tabla 70

Fuentes contaminantes difusas de la cuenca del río Huaura

Descripción	Relación directa al Río Huaura		Cuenca Huaura	
	Nº de casos	% de casos	Nº de casos	% de casos
Áreas degradadas por residuos sólidos	11	68.8%	41	25.9%
Pasivo Ambiental Minero	5	31.3%	61	38.6%
Otras fuentes difusas	-	0.0%	56	35.4%
Total	**16**	**100.0%**	**159**	**100.0%**

Nota. Los guiones (-) indican un valor de 0.

4.1.4.3.4. Resumen del inventario de fuentes contaminantes

La sistematización de fuentes contaminantes del área de estudio, permite evidenciar que el principal tipo de fuente contaminante sobre el río Huaura son los vertimientos no autorizados, con un 59.1% de las fuentes contaminantes inventariadas (Tabla 71); particularmente, los vertimientos de aguas residuales municipales provenientes de las poblaciones ubicadas en las proximidades del río Huaura (Tabla 68).

Tabla 71

Resumen del inventario de fuentes contaminantes complementado

Descripción	Relación directa al Río Huaura		Cuenca Huaura	
	Nº de casos	% de casos	Nº de casos	% de casos
Vertimientos no autorizados	26	59.1%	49	23.1%
Aguas (o afloramientos) naturales	2	4.5%	5	2.4%
Fuentes contaminantes difusas	16	36.4%	159	74.5%
Total	**44**	**100.0%**	**213**	**100.0%**

La distribución espacial de fuentes contaminantes inventariadas para el conjunto de la cuenca del río Huaura se presentan en el mapa FC-01 del Anexo 11.

4.1.4.3.5. Segmentación de fuentes contaminantes por estación de monitoreo

Un aspecto a considerar en el análisis de calidad de agua, y en general del análisis territorial para la gestión de recursos hídricos, es la naturaleza unidireccional de las interrelaciones e interdependencias entre los actores y usos del agua en una cuenca. Esto se debe a que, lo que ocurre aguas arriba casi siempre tiene algún efecto en los usos y usuarios de agua ubicados aguas abajo, mientras que, lo que ocurre aguas abajo difícilmente puede tener influencia en los recursos naturales situados aguas arriba. (Dourojeanni, y Chávez, 2002).

Por tanto, con la finalidad de identificar que fuentes contaminantes pueden tener influencia en cada tramo monitoreado del río Huaura o los tributarios que aportan sus aguas en este tramo, se determinan las subcuencas de aporte o drenaje aguas arriba de cada estación de monitoreo mediante las herramientas de análisis espacial del software QGIS; lo cual permite subdividir la cuenca del río Huaura en franjas de aporte con punto de análisis hidrológico en cada estación de monitoreo, y agregando un último subgrupo denominado "desembocadura", para incluir a aquellas fuentes contaminantes ubicadas aguas debajo de la estación de monitoreo en la parte más baja del río Huaura con datos disponibles (RHuau3).

Del análisis descrito, se evidencia que el mayor número de fuentes contaminantes se ubica en el tramo entre la estación RHuau 3 y la desembocadura del río Huaura (Sin datos de calidad de agua); por otra parte, en el tramo del río Huaura con datos obtenidos del monitoreo, se evidencia que las estaciones RHuau 1, RHuau 5 y RHuau 2 presentan un total de 7 fuentes contaminantes con influencia directa con el río Huaura (Tabla 72).

Asimismo, dado que la mayor parte de vertimientos no autorizados inventariados por el ALA Huaura cuentan con datos de caudales, se ha estimado los volúmenes anuales de vertimientos no autorizados de cada vertimiento y se han acumulados estas cifras según cada estación de monitoreo vinculada.

Con este análisis de volúmenes se ha podido identificar una mayor variabilidad entre estaciones respecto a solo considerar el número de vertimientos no autorizados; en particular se identifica que el tramo final del río Huaura (entre RHuau 3 y desembocadura), recibe el 70% del volumen de los vertimientos no autorizados inventariados por el ALA Huaura. En cuanto al tramo del río con datos de calidad de agua, los tramos de los ríos

aguas arriba de las estaciones RHuau 1 y RHuau 3 son los que presentan los volúmenes más altos de vertimientos en el tramo de estudio (Ver Tabla 73).

Tabla 72

Número de fuentes contaminantes por tipo y por estación vinculada

Estación vinculada	Nº vertimientos no autorizados	Nº fuentes difusas	Nº fuentes naturales	Total fuentes contaminantes
RSura 1	-	1	-	1
RQuic 1	-	2	-	2
RHuau 1	5	3	-	8
RHuau 5	4	1	2	7
RHuau 2	4	4	-	8
RHuau 3	5	3	-	8
Desembocadura*	8	2	-	10
Total	**26**	**16**	**2**	**44**

Nota. (*) el tramo "desembocadura" no cuenta con estaciones o datos de calidad de agua en el periodo de estudio. Los guiones (-) indican un valor de 0.

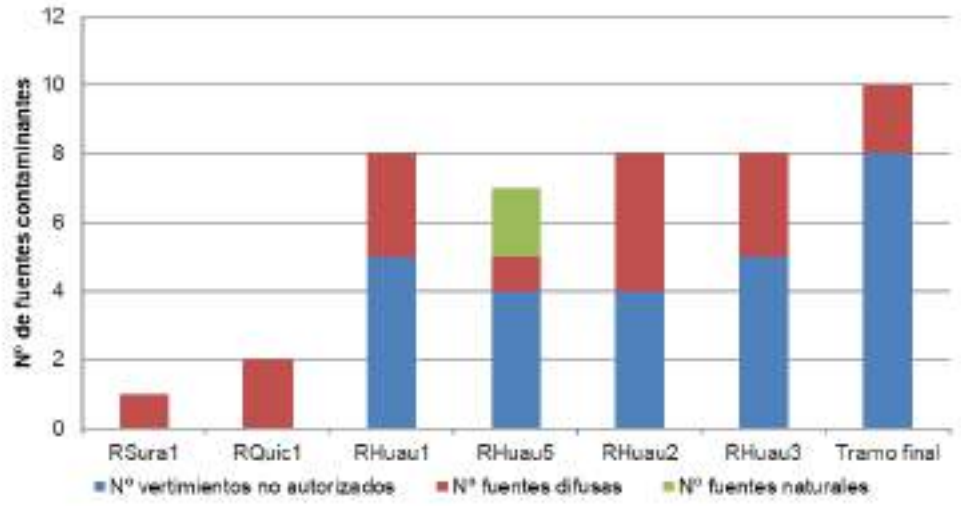


Figura 72

Distribución de fuentes contaminantes por estación de monitoreo vinculada

Tabla 73

Volúmenes de vertimientos no autorizados por estación vinculada

Estación de monitoreo	Volumen de vertimientos no autorizados (miles de m3/año)	% del volumen de vertimientos no autorizados
RSura 1	-	0.0%
RQuic 1	-	0.0%
RHuau 1	1,182.600	12.3%
RHuau 5	227.059	2.4%
RHuau 2	558.187	5.8%
RHuau 3	892.469	9.3%
Desembocadura	6,748.704	70.2%
Total	**9,609.019**	**100.0%**

Nota. (*) el tramo "desembocadura" no cuenta con estaciones o datos de calidad de agua en el periodo de estudio. Los guiones (-) indican un valor de 0.

4.1.4.4. Otras presiones sobre la calidad de recursos hídricos

Vertimientos autorizados

De acuerdo con el Registro de autorizaciones de vertimientos y/o reúsos de aguas residuales tratadas vigentes emitidas por la Autoridad Nacional del Agua, que se presentan en el Anexo 8, se señala que en la cuenca del río Huaura se cuentan con un total de 9 autorizaciones vigentes durante el periodo 2015-2022. Además, de contarse con 2 reúsos de aguas residuales para fines de riego y 3 vertimientos autorizados en la zona litoral con vertimientos hacia el mar; ambos fuera de la cuenca hidrológica del río Huaura.

Los 9 registros correspondientes a vertimientos autorizados dentro de la cuenca, comprendieron un total de 23 puntos de vertimiento o descarga (una autorización puede contener más de un punto de vertimiento de la misma actividad o proyecto) y durante el periodo de estudio (2015 a 2022) se estima que en la cuenca se ha vertido un promedio de 35,890,431 m^3 de efluentes tratados por año, constituido casi en su totalidad por efluentes industriales (99.5%). Los vertimientos identificados influyen efluentes de tipo industrial y doméstico proveniente de actividades de minería y de electricidad, descargados principalmente de forma continua.

La Tabla 74 presenta el detalle de las autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas y el número de puntos de vertimientos autorizados, mientras que la Tabla 75 presenta los volúmenes autorizados por tipo de efluente y sector de la actividad que los genera, expresada en promedios anuales considerando los volúmenes autorizados con respecto al periodo 2015-2022.

Tabla 74

Vertimientos autorizados en el ámbito de la cuenca del río Huaura

Entidad responsable	Resolución directoral [a]	Nº de puntos de vertimiento	Cuerpo receptor	Periodo de vigencia [b]
Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	129-2019-ANA-DCERH	2	Río Patón	2015-2022
	228-2016-ANA-DGCRH	1	Laguna Añilcocha	2015-2019
Compañía Minera Raura S.A.	143-2021-ANA-DCERH	1	Laguna Rupahuay	2015-2022
Obras Civiles y Mineras S.A.C.	173-2017-ANA-DGCRH	2	Río Pampahuay	2017-2019
Empresa Minera Los Quenuales S.A.	080-2021-ANA-DCERH	1	Qda. Quenacocha	2015-2022
	134-2020-ANA-DCERH	1	Qda. Yarahuayno	2015-2022
	212-2014-ANA-DGCRH	1	Río Checras	2015-2022
	212-2014-ANA-DGCRH	1	Qda. Yarahuayno	2015-2020
Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	063-2013-ANA-DGCRH	2	Qda. Mayo Punco	2015
	144-2020-ANA-DCERH	1	Qda. Mayo Punco	2017-2022
Minera CRC S.A.C.	158-2021-ANA-DCERH	1	Qda. Mayo Punco	2015-2022
Empresa de Generación Eléctrica Cheves S.A.	024-2014-ANA-DGCRH	2	Río Huaura	2015
	237-2013-ANA-DGCRH	4	Río Huaura	2015-2016
	236-2013-ANA-DGCRH	3	Río Checras	2015-2016
Total		**23**		

Nota: (a) Las resoluciones indicadas corresponden a la renovación u otorgamiento más reciente con respecto al periodo de estudio 2015 a 2022. (b) Se indica el periodo de años durante los cuales los puntos de vertimiento estuvieron autorizados, con respecto al periodo de estudio 2015 a 2022.

Tabla 75

Volumen de vertimientos autorizados por sector y tipo de efluente

Sector Competente	Efluentes industriales	Efluentes domésticos	Total efluentes tratados	
	m3/año	m3/año	m3/año	%
Minería	34,634,570	176,358	34,810,928	97.0%
Electricidad	1,073,520	5,983	1,079,503	3.0%
Subtotal	**35,708,090**	**182,341**	**35,890,431**	**100.0%**
%	**99.5%**	**0.5%**	**100.0%**	

Asimismo, la Figura 73 presenta la variación temporal de los volúmenes autorizados de vertimientos de aguas residuales tratadas durante el periodo de estudio (expresado en miles de m^3 para simplificar la escala); siendo que esta variación se asocia a que las entidades responsables (principalmente mineras formales) realizan modificaciones en sus procesos operativos y/o infraestructura, lo cual resulta en casos de modificación, cese o nuevos puntos de vertimiento o de sus caudales a lo largo del periodo de estudio.

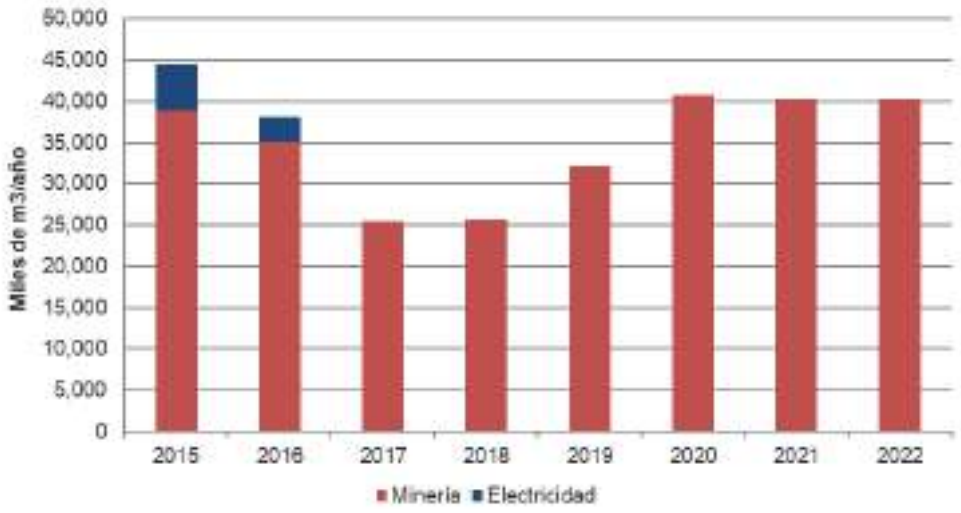


Figura 73

Variación temporal de los volúmenes de vertimientos autorizados de la cuenca del río Huaura, por sector.

Con respecto al río Huaura, se precisa que solo recibió las descargas de efluentes tratados de las actividades para la construcción de la Central Hidroeléctrica Chéves durante el periodo 2015 a 2016; mientras que los demás vertimientos autorizados realizaron sus descargas en tributarios y lagunas de la cuenca alta del río Huaura.

4.1.4.5. Análisis de correlación entre fuentes contaminantes y la calidad de los recursos hídricos superficiales

El análisis para determinar la correlación entre las fuentes contaminantes y la calidad del agua en el río Huaura, se empleó en base a los siguientes atributos:

- Fuentes contaminantes: Número total, número de fuentes contaminantes por tipo (vertimientos no autorizados y fuentes difusas), y el volumen de vertimientos no autorizados; según estaciones de monitoreo vinculadas (Ver apartado 4.1.4.3.5).
- Calidad de agua del río Huaura: Promedio histórico del ICARHS de cada estación de monitoreo evaluada (Ver apartado 4.1.3.2).

El tipo de fuentes contaminantes denominado como "Aguas (afloramientos) naturales", no ha sido considerado para evaluar correlaciones dada su limitada cantidad de datos (2 casos), que los casos identificados se vinculan a una única estación de monitoreo, y debido a que el origen de estas fuentes se encuentra en las características físicas propias de la cuenca.

Por otra parte, los vertimientos autorizados se realizaron principalmente en cuerpos de agua tributarios del río Huaura, que no formaron parte del alcance de estudio de la presente investigación. Esto es concordante con las recomendaciones de la ANA (2016a), donde el impacto de un vertimiento deben realizarse directamente sobre los cuerpos receptores.

Finalmente, se precisa que los resultados del análisis de correlación se presentan en la contrastación de la hipótesis específica 3 (Ver apartado 4.2.2.3).

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Contrastación de hipótesis general

Hipótesis específicas a contrastar

- **Hipótesis nula (H0)**: La calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022 no se ha deteriorado.
- **Hipótesis alternativa (H1)**: La calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022 se ha deteriorado.

Los resultados presentados en la Tabla 67 del ítem 4.1.3.3 evidencian que las estaciones RQuic 1 y RHuau 5 (33.3% de las estaciones evaluadas) poseen una pendiente de Sen negativa de -1.38 y -0.25 unidades de ICA-RHS/año respectivamente, lo cual implica que en estos tramos del río Huaura la calidad ambiental del recurso hídrico se ha deteriorado; no obstante, se precisa también que estas variaciones con tendencia positiva son no significativas a un nivel de confianza $\alpha = 0.10$ (ver Contrastación de hipótesis específica 2, ítem 4.2.2.2).

Por otra parte, las estaciones RSura 1, RHuau 1 y RHuau 2 (50% de las estaciones evaluadas) presentan una pendiente de Sen positiva de +2.04, +7.88 y +2.50 unidades de ICA-RHS/año respectivamente; lo cual implica una recuperación en la calidad ambiental del recurso hídrico en estos tramos. Asimismo, la estación RHuau 3 obtiene un valor de la pendiente de Sen de +0.00 unidades de ICA-RHS/año, lo que implica que no se evidencian un deterioro o recuperación en la calidad del recurso hídrico.

En base a lo expuesto, donde solo el 33.3% de las estaciones presentan una tendencia con pendiente de Sen negativa (deterioro) y que a su vez, esta tendencia es no significativa; se determina que no hay indicios suficientes para rechazar la hipótesis nula, lo cual implica que no hay un deterioro significativo en la calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales del río Huaura en el periodo 2015-2022.

4.2.2. Contrastación de hipótesis específicas

4.2.2.1. Contrastación de hipótesis específica 1

Hipótesis específicas a contrastar

- **Hipótesis nula (H0)**: Los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en los recursos hídricos del río Huaura, no son continuos en el periodo 2015-2022.
- **Hipótesis alternativa (H1)**: Los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en los recursos hídricos del río Huaura, son continuos en el periodo 2015-2022.

Regla de decisión

De la revisión bibliográfica en materia de calidad de aguas en el Perú, se ha encontrado información muy escasa respecto la evaluación de la frecuencia y/o continuidad de la superación de los estándares de calidad ambiental u otros valores de referencia en periodos multianuales, y/o su impacto en los ecosistemas; por lo cual, se amplió la revisión a una escala internacional.

Un criterio de protección propuesto por la U.S. EPA para los casos de excedencias de los valores de referencia para los parámetros de calidad de agua, establece que los ecosistemas acuáticos poseen suficiente resiliencia para recuperarse de casos en los cuales se supere el criterio de protección (Para nuestro caso, los valores del ECA Agua) hasta una vez cada 3 años; siendo que superaciones con mayor frecuencia implican que el cuerpo de agua se encuentra sometido a presiones constante (Mebane, 2022).

Esta frecuencia considerada por la U.S. EPA se corresponde con una probabilidad de ocurrencia de la superación del ECA del 33.3% por cada año; por lo cual, se adopta este valor de referencia para establecer cuando la superación del ECA (de forma anual) es considerada continua o no continua (ocasional), para el periodo de 8 años de estudio de la presente investigación.

Por tanto, se establece como regla de decisión:

- Frecuencia relativa (h_i) < 33.3%, no se rechaza la H0 (la excedencia del ECA no es continua)
- Frecuencia relativa (h_i) > 33.3%, se rechaza la H0 (la excedencia del ECA es continua)

Tabla 76

Resumen de frecuencia de excedencia anual del ECA

Parámetro	Nº de años que exceden del ECA (f_i)	% de años que exceden el ECA (h_i)	Regla de decisión	Decisión
DBO5	2	25.0%	Valor h_i < 33.3%, no se rechaza la H0 Valor h_i > 33.3%, se rechaza la H0	No se rechaza la H0
DQO	3	37.5%		Se rechaza la H0
OD	2	25.0%		No se rechaza la H0
C.T.	8	100.0%		Se rechaza la H0
pH	3	37.5%		Se rechaza la H0
Al	2	25.0%		No se rechaza la H0
Fe	4	50.0%		Se rechaza la H0
Mn	4	50.0%		Se rechaza la H0
Pb	1	12.5%		No se rechaza la H0

Nota. El Nº de años representa la cantidad de años en los que al menos una muestra excedió el ECA Agua – Categoría 3, Clase D1, para cada parámetro. Los guiones (-) indican un valor de 0.

Interpretación

Los resultados presentados en la Tabla 76 evidencian que la frecuencia de excedencia anual del ECA Agua para los parámetros DQO, coliformes termotolerantes, pH, hierro y manganeso es superior al 33.3%; rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que implica que estos parámetros exceden los valores del ECA de forma continua en el periodo de estudio.

Por otra parte, los parámetros DBO5, oxígeno disuelto, aluminio y plomo presentan una excedencia anual menor al 33.3%, no rechazando la hipótesis nula e implicando que estas superaciones del ECA Agua son eventos discontinuos y esporádicos.

4.2.2.2. Contrastación de hipótesis específica 2

Hipótesis específicas a contrastar

- **Hipótesis nula (H0)**: La variación de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022, no presentan una tendencia significativa.
- **Hipótesis alternativa (H1)**: La variación de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022, no presentan una tendencia significativa.

Nivel de significancia

Tradicionalmente, en la investigación y estadística se emplean valores de significancia de $\alpha=0.05$ o $\alpha=0.01$ para la contrastación de hipótesis; no obstante, existen otros casos donde la investigación representa una primera aproximación (enfoque exploratorio) para identificar valores de interés para posteriores investigaciones, donde se pueden establecer niveles de $\alpha=0.10$ o $\alpha=0.20$ (Helsel et al, 2020).

En este sentido, y considerando la escasa continuidad de los monitoreos y el pequeño tamaño de las muestras de valores obtenidos de índices de calidad ambiental de los recursos hídricos (principal indicador de la variable independiente), se establece un nivel de significancia más permisivo de $\alpha=0.10$ para la contrastación de la hipótesis específica 3.

En línea con lo expuesto, se adoptó:

- Nivel de confianza: 0.90 (90%)
- Error (α): 0.10 (10%)

Prueba estadística

La hipótesis específica Nº 2 es evaluada mediante el test no paramétrico de Mann-Kendall, sobre los valores del índice de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales (ICA-RHS) para cada una de las estaciones de monitoreo que comprenden la muestra de estudio.

Como regla de decisión, corresponde:

- Valor p > 0.10, no se rechaza la H0
- Valor p < 0.10, se rechaza la H0

Tabla 77

Resumen de prueba estadística de Mann-Kendall para α=0.10

Estación de monitoreo	T_b de Kendall	Valor p	Regla de decisión	Decisión
RSura 1	0.894	0.068	Valor p > 0.10, no se rechaza la H0	Se rechaza la H0
RQuic 1	-0.527	0.312		No se rechaza la H0
RHuau 1	0.800	0.086	Valor p < 0.10, se rechaza la H0	Se rechaza la H0
RHuau 5	-0.359	0.579		No se rechaza la H0
RHuau 2	0.400	0.462		No se rechaza la H0
RHuau 3	0.120	1.000		No se rechaza la H0

Nota. Los valores positivos de Tb de Kendall indican una dirección creciente en la tendencia, y los valores negativos indican una dirección decreciente.

Interpretación

Los resultados de la prueba estadística de Mann-Kendall son detallados en el apartado 4.1.3.3 (resumen en la Tabla 77), de los cuales se obtiene que las estaciones RSura 1 y RHuau 1 obtienen un valor p = 0.068 y 0.086 respectivamente (p < 0.10), rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa que evidencia que existe una tendencia significativa y creciente en la variación del ICA-RHS en el periodo 2015 - 2022; mientras que las demás estaciones de estudio no rechazan la hipótesis nula, lo cual implica que en estas estaciones no existe una tendencia estadísticamente significativa en la variación del ICA-RHS para el periodo de estudio.

Además, el nivel de significancia más permisivo adoptado de α=0.10 se ve reforzado por los altos valores de Tau de Kendall de 0.894 y 0.800, obtenidos para las estaciones RSura 1 y RHuau 1 respectivamente; toda vez que, valores de Tau iguales o superiores a 0.7 se corresponden a una correlación lineal “Fuerte” con coeficientes de correlación de 0.9 o mayor (Helsel et al., 2020; pp. 217).

4.2.2.3. Contrastación de hipótesis específica 3

Hipótesis específicas a contrastar

- **Hipótesis nula (H0)**: No existe una relación directa entre las fuentes contaminantes inventariadas y la calidad de los recursos hídricos del río Huaura.
- **Hipótesis alternativa (H1)**: Existe una relación directa entre las fuentes contaminantes inventariadas y la calidad de los recursos hídricos del río Huaura.

Nivel de significancia

Se adoptó:

- Nivel de confianza: 0.95 (95%)
- Error (α): 0.95 (5%)

Prueba estadística

Se empleó correlación bivariada de Spearman (no paramétrica) para contrastar la hipótesis específica Nº 3, utilizando como variables independientes el número de fuentes contaminantes, cantidad y volumen de vertimientos no autorizados, así como el número de fuentes contaminantes difusas por subcuenca de aporte; y, como variable dependiente, los valores promedio del ICARHS por estación de monitoreo. Se empleó un método de correlación no paramétrico debido al reducido número de muestras.

Como regla de decisión, se adoptó:

- Valor $p > 0.05$, no se rechaza la H0
- Valor $p < 0.05$, se rechaza la H0

Tabla 78

Correlación de valores promedio de ICA-RHS y fuentes contaminantes

Correlación			Valor promedio de ICA-RHS	Nº total de fuentes contaminantes	Nº de vertimientos no autorizados	Nº de fuentes contaminantes difusas	Volumen de vertimientos no autorizados
Rho de Spearman	Valor promedio de ICA-RHS	r	1.000	-0.880*	-0.956**	-0.618	-0.928**
		p	.	0.021	0.003	0.191	0.008
		N	6	6	6	6	6
	Nº total de fuentes contaminantes	r	-0.880*	1.000	0.889*	0.844*	0.924**
		p	0.021	.	0.018	0.035	0.008
		N	6	6	6	6	6
	Nº de vertimientos no autorizados	r	-0.956**	0.889*	1.000	0.554	0.970**
		p	0.003	0.018	.	0.254	0.001
		N	6	6	6	6	6
	Nº de fuentes contaminantes difusas	r	-0.618	0.844*	0.554	1.000	0.672
		p	0.191	0.035	0.254	.	0.144
		N	6	6	6	6	6
	Volumen de vertimientos no autorizados	r	-0.928**	-0.924**	0.970**	0.672	1.000
		p	0.008	0.008	0.001	0.144	.
		N	6	6	6	6	6

Nota. r = Coeficiente de correlación de Spearman; p = Significancia (Bilateral); N = Número de datos. (*) La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). (**) La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Interpretación

Los resultados de la prueba de correlación, entre el número de fuentes contaminantes y la calidad de los recursos hídricos (Tabla 78) obtienen un coeficiente r = -0.880 y un valor p = 0.021 ($p < 0.05$), rechazando la hipótesis nula e implicando que existe una relación significativa entre estas variables. El coeficiente r indica que esta correlación es negativa considerable ($r < -0.75, > -0.90$).

Por otra parte, se analiza la correlación de la calidad de los recursos hídricos respecto a los tipos de fuentes contaminantes: vertimientos no autorizados y fuentes contaminantes difusas (Tabla 78), de lo cual se evidencia lo siguiente:

- La correlación de la calidad del agua con respecto al número de vertimientos no autorizados obtiene un coeficiente r = -0.956 y un valor p = 0.003 ($p < 0.05$) (Tabla 78), aceptando la hipótesis alternativa de que existe una relación entre estas variables en el nivel $\alpha=0.05$ y alcanzando el nivel de significancia $\alpha=0.01$; además, el valor de $r < -0.90$ evidencia una correlación negativa muy fuerte.

- La correlación de la calidad del agua con respecto al número de fuentes contaminantes difusas obtiene un coeficiente r = -0.618 y un valor p = 0.191 ($p > 0.05$) (Tabla 78), no rechazando la hipótesis nula e implicando que no existe una relación significativa entre estas variables.

- La correlación de la calidad del agua con respecto al volumen anual de vertimientos no autorizados presenta un coeficiente r = -0.928 y un valor p = 0.008 ($p < 0.10$), aceptando la hipótesis alternativa de que existe una relación entre estas variables en el nivel $\alpha=0.05$ y alcanzando el nivel de significancia $\alpha=0.01$; además, el valor de $r < -0.90$ evidencia una correlación negativa muy fuerte.

De los resultados presentados, se evidencia que existe una correlación directa y negativa entre el número total de fuentes contaminantes con respecto a la calidad del agua, en el nivel de confianza 95%. Además, se identifica que el tipo de fuentes contaminantes categorizado como: vertimientos no autorizados (evaluado en número y en volumen de vertimiento) evidencian una correlación negativa muy fuerte ($r < -0.90$), alcanzando una significancia del nivel de confianza del 99% ($\alpha=0.01$).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Excedencia de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua

5.1.1. Análisis espaciotemporal de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Del análisis espacial de los parámetros evaluados, se encontró que las mayores concentraciones de DBO5, DQO, coliformes termotolerantes, conductividad eléctrica, fósforo total y nitratos + nitritos (como N), junto con las mediciones más bajas de oxígeno disuelto; se encontraron en la estación RHuau 3 (Puente Huaura), que a su vez es la estación final del río Huaura con datos disponibles. Asimismo, la mencionada estación reportó al menos uno de los valores atípicos para todo el conjunto de datos de los parámetros antes mencionados.

En líneas generales, las concentraciones de los parámetros antes descritos alcanzan sus valores más altos (o más bajos en el caso de oxígeno disuelto) en la estación de monitoreo RHuau 3 (Vilcahuaura), seguido de RHuau 2 (Vilcahuaura) y RHuau 1 (Oyón), donde se observó una tendencia espacial a una mayor concentración mientras las estaciones descienden a lo largo del recorrido del río Huaura (Ver distribución espacial en mapa EX 01 en Anexo 11).

Las elevadas concentraciones de DBO5 y déficits de oxígeno disuelto son indicativos de la presencia de materia orgánica en las aguas, generalmente aportadas por aguas residuales de origen poblacional; lo cual resulta siendo confirmado por la presencia de elevadas cargas de coliformes termotolerantes (Roldán y Ramírez, 2008; Henry y Heinke, 1996).

Las concentraciones de oxígeno disuelto observadas en las estaciones RHuau 1 (Oyón) y RHuau 5 (Pte. Alco), en el rango de 5.03 a 9.08 mg/L; son consistentes con las mediciones obtenidas por Cuellar et al (2019) en ubicaciones cercanas durante 2010 y 2011, donde encontraron medias de 6.08 mg/L (cerca de Oyón) a 9.23 mg/L (Churín, aguas debajo de confluencia con río Checras).

En cuanto a la parte baja, las concentraciones de coliformes termotolerantes en RHuau 2 (Vilcahuaura) en el rango de 33.0 – 2,300,000 NMP/100 mL y en RHuau 3 (Pte. Huaura) con rango de 700.0 – 33,000,000 NMP/100 mL; son comparables con las mediciones tomadas por López y Polo (2024) en agosto y setiembre de 2023, donde obtuvieron

mediciones de C.T. de 2,200 a 13,000 NMP/100 mL en RHuau 2 y de 170,000 a 92,000,000 NMP/100 mL en RHuau 3. En comparación temporal, los resultados de López y Polo permiten señalar que la contaminación en cuanto a materia orgánica y patógenos en las estaciones de la parte baja del río Huaura se mantienen continuas en años posteriores al periodo 2015-2022 evaluado.

Asimismo, los resultados en la estación RHuau 3 (Pte. Huaura), con oxígeno disuelto en el rango de 2.26 a 8.41 mg/L y DBO5 de 2 a 69 mg/L; guardan relación con lo reportado por Maldonado (2021) en el mar frente a la desembocadura el río Huaura, donde encontró niveles de oxígeno disuelto de 2.98 a 4.00 mg/L y DBO5 de 2.10 a 7.56 mg/L, evidenciando además que existe una relación entre el deterioro de la calidad de agua con la disponibilidad del recurso pesquero.

Esta distribución espacial de los parámetros indicadores de contaminación del agua, reflejan que el deterioro de la calidad del agua del río Huaura no solo se limita a las ubicaciones de las estaciones de monitoreo; sino que la carga contaminante es transportada y en algunas zonas se va incrementando conforme el río Huaura desciende por la cuenca hasta llega al mar frente a las costas de Carquín.

Sobre la variabilidad temporal de estos parámetros indicadores de contaminación orgánica, no se observa una tendencia o comportamiento en particular. Los años con mayores valores de DBO5 y DQO el 2017; para coliformes termotolerantes se tuvieron los valores más altos en 2015, seguido de 2016 y 2022; mientras que las menores concentraciones de oxígeno disuelto presentaron el mayor rango y medianas más bajas en el año 2022.

Por otra parte, en los valores de pH se observó una leve tendencia a la alcalinidad en base a las medias y medianas de todas las estaciones. Las estaciones de la parte alta presentaron medias históricas de 7.86 a 8.09 unidades de pH, mientras que las estaciones de la parte baja reportaron medias históricas de 7.48 a 7.69 unidades de pH. Cabe indicar, las estaciones más altas (RSura 1 y RQuic 1, ambas en cabecera de cuenca) mostraron rangos más amplios que otras estaciones, particularmente la estación RSura 1 (Ver Figura 21). Sobre su evolución temporal, no se observó ningún patrón especifico, con intervalos generalmente por encima de 7.00; con excepción del año 2018, que reportó comparativamente valores medios de pH más bajos, con una media histórica de 6.89 unidades de pH (Ver Figura 22).

En cuanto a las concentraciones de metales, el análisis espacial reveló una tendencia de la estación RHuau 2 (Vilcahuaura) a presentar mayores concentraciones de aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc; le sigue en esta mayor presencia de metales la estación RHuau 1 (Oyón), en los parámetros de arsénico, cobre, manganeso, plomo, y en menor grado el zinc.

En cuanto a las variaciones temporales de la concentración de metales, se señala que los años 2018 y 2019 presentaron significativamente una mayor mediana de aluminio; las medias de concentraciones de arsénico fueron mayores en 2019, para el cobre fueron en 2016, para el hierro, manganeso y plomo fueron en 2018 y 2019 (sin considerar valor atípico extremo), la de plomo fue 2018 (sin considerar valor atípico), y para el zinc se observó la media más alta en 2018. Cabe resaltar, que el análisis temporal evidenció que la estación RHuau 2 (Vilcahuaura) concentró la presencia de valores extremos (atípicos) en 2016 para aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc.

Los resultados de estos análisis motivaron una mayor evaluación del entorno de la estación RHuau 2 (Vilcahuaura), lo cual derivó en la inclusión de una fuente contaminante adicional al inventario de la ALA Huaura en 2015, respecto al vertimiento no autorizado de la Empresa Agraria azucarera Andahuasi S.A.A. y cuyo análisis se discute en el apartado 5.4.

En la estación RHuau 1 (Oyón), las concentraciones de metales fueron: hierro 0.316-7.446 mg/L, cobre 0.00002-0.01310 mg/L [3] y zinc 0.026-0.112 mg/L. Estos valores son comparables con los de Cuellar et al. (2019), quienes reportaron concentraciones medias de 0.84, 0.20 y 0.45 mg/L para hierro, cobre y zinc, respectivamente, en una ubicación cercana durante 2010-2011. Los rangos de hierro y zinc de Cuellar et al. coinciden con los registros históricos de RHuau 1 (2015-2022); no obstante, las mayores concentraciones de cobre en el periodo 2010-2011 sugieren cambios en las actividades antrópicas aguas arriba del punto RHuau 1, patrón consistente con las demás estaciones evaluadas por estos autores.

Un aspecto evaluado superficialmente en la presente investigación es la influencia de los tributarios de la cuenca cuando confluyen al curso principal del río Huaura, debido a que no solo aportan caudal sino también cargas contaminantes. Cuellar et al. (2019) evidenciaron este fenómeno al tomar muestras aguas arriba de la confluencia del río

[3] El valor mínimo de cobre (0.00002 mg/L) corresponde al valor imputado para análisis estadístico; el valor original fue reportado como <0.00003 mg/L.

Huaura y en el río Patón, además de una estación aguas abajo cercana a RHuau 1. Los autores reportaron, concentraciones medias de zinc en el río Patón (0.64 mg/L) eran mas altas que las del río Huaura aguas arriba (0.20 mg/L), mientras que la estación aguas debajo de la confluencia reportó valores intermedios de 0.45 mg/L durante 2010 y 2011. Este patrón de dilución y mezcla constituye un factor relevante para evaluar la relación entre las fuentes contaminantes distribuidas espacialmente y la calidad de agua del río Huaura.

5.1.2. Análisis del cumplimiento de los ECA Agua

El análisis de cumplimiento de los ECA vigentes (D.S. Nº 004-2017-MINAM) para los datos históricos de calidad de agua del río Huaura, evidenció un total de 58 excedencias del ECA distribuidas en 07 parámetros (DBO5, DQO, oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, pH, aluminio, hierro, manganeso y plomo) durante el periodo 2015 a 2022. Los casos de excedencias se reportaron en el 100% de los años, con al menos un parámetro que incumplió el ECA.

El análisis espacial de estas excedencias del ECA Agua, determinó que en las estaciones del río Huaura en la parte alta de la cuenca reportaron un 34.5% de los casos de excedencias, la estación de la parte media reportó el 6.9% de los casos, y las estaciones de la parte baja reportaron el 58.6% de los casos.

Las estaciones RSura 1 y RQuic 1 en la cabecera de cuenca, así como RHuau 5 (Pte. Alco) en la parte media; presentaron el menor número de casos de excedencia del ECA Agua, con 5, 3 y 4 casos respectivamente, y en conjunto comprenden el 20.7% de los casos de excedencias del río Huaura. Los parámetros que presentaron excedencias en las primeras estaciones fueron el pH y el manganeso; mientras que la estación RHuau 5 (Pte. Alco) excedió los ECA Agua principalmente en coliformes termotolerantes, y en menor grado por el pH.

La estación RHuau 1 (Oyón) reportó el mayor número de excedencias del ECA Agua en la parte alta de la cuenca, con el 20.1% del total de casos, de los cuales el 75% corresponden a excedencias de coliformes termotolerantes, seguido del hierro con 16.7% y manganeso con 8.3%. Lo indicado evidencia un fuerte deterioro asociado a las poblaciones entre RQuic 1 y RHuau 1, así como la afluencia del río Patón que puede aportar otras cargas contaminantes.

Las estaciones RHuau 2 (Vilcahuaura) y RHuau 3 (Pte. Huaura), representan las estaciones con la mayor proporción de casos de excedencias, con el 25.9% y el 32.8% de los casos totales. En la estación RHuau 2 las excedencias se reportaron principalmente en coliformes termotolerantes, seguido en importancia por el hierro y manganeso; mientras que la estación RHuau 3 reportó excedencias también concentradas en coliformes termotolerantes, seguido en número de casos por DBO5, DQO y oxígeno disuelto.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por López y Polo (2024), que en 2023 tomaron muestras en las estaciones RHuau 2 (Vilcahuaura) y RHuau 3 (Pte. Huaura), evidenciando el incumplimiento de los ECA Agua para pH en RHuau 3 y coliformes termotolerantes en ambas estaciones.

Asimismo, Sucapuca (2022) reportó que la calidad de aguas del río Crucero en Puno exceden los ECA Agua para categoría 3, en los parámetros de pH, oxígeno disuelto, aluminio, manganeso, plomo, coliformes termotolerantes y DBO. Cabe indicar, que el río Crucero en el tramo estudiado, también presenta áreas pobladas asentadas en su proximidad y cuenta con el vertimiento de una PTAR municipal.

5.2. Variación de los índices de calidad ambiental de río Huaura

Los datos disponibles de calidad de agua en las estaciones de monitoreo del río Huaura permitieron determinar el índice ICARHS y su tendencia, contando con estaciones desde la parte alta de la cuenca en el distrito de Oyón hasta el tramo que llega a la zona urbana de Huacho y Huaura, a 3.5 km aproximadamente antes de su desembocadura en el océano Pacífico, en los distritos de Huaura y Carquín (el río es el límite natural que divide ambos distritos).

A nivel de todas las estaciones con datos disponibles, se determinó que la calidad del río Huaura varía desde pésima hasta excelente en el periodo 2015-2022, con valores del ICARHS en el rango desde 22 hasta 100 (unidades adimensionales), que corresponden a una calificación de Pésimo a Excelente respectivamente.

Tendencia espacial de los índices de calidad de agua

Si consideramos la distribución espacial de las estaciones de monitoreo (Tabla 66 y Figura 74), se evidencia que el río Huaura alcanza sus mejores condiciones de calidad en el tramo más próximo a su naciente, donde las estaciones RSura 1 y RQuic 1 presentan un valor

promedio de ICARHS de 87 y 92, alcanzando una calificación de Bueno; no obstante, en su descenso por la cuenca alta, la estación RHuau 1 (aguas debajo de la localidad de Oyón y luego de la confluencia con el río Patón) reporta un valor promedio del ICARHS de 59, calificado como de Malo, y presentando un rango amplio entre sus valores históricos desde 42 hasta 73, que corresponden a una calificación de "Pésimo" a "Regular" .

Dentro de la cuenca media, el río Huaura cuenta con una sola estación (RHuau 5 – Pte. Alco) que reporta un valor promedio del ICARHS de 83, con una calificación "Buena", siendo esta calificación consistente en los distintos subperiodos de cálculo del índice de calidad. Esto representa una recuperación de la calidad del agua que se puede asociar a los procesos de autodepuración y por el aporte de aguas con bajas cargas contaminantes.

El tramo del río Huaura de la cuenca baja evidencia un descenso en su calidad conforme se aproxima a su desembocadura, siendo evidente que desde una calificación continua de "Regular" en la estación RHuau 5 (Pte. Alco), los valores del ICARHS decaen progresivamente en la estación RHuau 2 (Vilcahuaura) con un valor promedio histórico de 62 y calificado como "Malo", para finalmente alcanzar los valores más bajos del ICARHS en el río Huaura en la estación RHuau 3 (aguas abajo del puente Huaura de la Antigua Panamericana Norte), con un valor promedio del ICARHS de 24 y calificado como "Pésimo". Cabe indicar que la estación RHuau 2 (Vilcahuaura) presenta un rango amplio de su calidad, con calificaciones desde "Pésimo" hasta "Bueno", lo cual contrasta con la estación RHuau 3 que mantiene una calificación de "Pésimo" en todo el periodo evaluado.

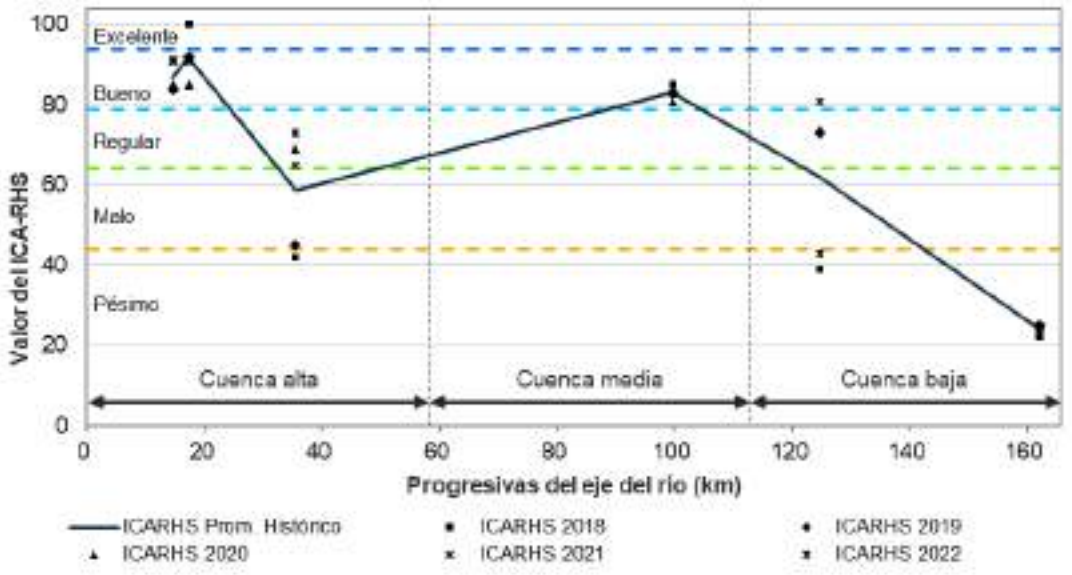


Figura 74

Evolución espacial del índice ICARHS a lo largo del río Huaura.

Nota. El lado izquierdo (Km 0) representa la naciente del río Huaura, el lado derecho representa la desembocadura en el océano Pacífico.

Esta relación entre los valores del ICARHS y la zona de la cuenca donde se ubican las estaciones de monitoreo, pueden ser explicadas por la mayor presencia de actividades antrópicas en las partes más bajas de la cuenca, particularmente al encontrarse en la zona costera del Perú donde se asientan las mayores áreas pobladas.

Una relación similar entre los valores de índices de calidad de aguas y las zonas de una cuenca la encontró Velarde (2019) al evaluar el índice ICA-PE (de metodología de cálculo similar al ICARHS) en las estaciones de monitoreo en la cuenca Quilca-Chili en Arequipa, donde también encontró que las estaciones de la zona alta de la cuenca presentaron las mejores calificaciones del índice de calidad empleado, con un rango de calificación de Buena a Excelente; mientras que en la zona media de la cuenca obtuvo calificaciones de Pobre a Bueno y en la zona baja calificaciones de Regular a Bueno. Al describir estos resultados, Velarde señaló una mayor presencia de actividades antrópicas y fuentes de impactos en las estaciones de la zona media, y en menor grado en la zona baja.

Esta diferencia entre las peores calificaciones del índice de calidad encontradas por Velarde en los ríos de la zona media de la cuenca Quilca-Chili, en contraste con las peores calificaciones obtenidas para el río Huaura en la parte baja, pueden asociarse a las diferencias geográficas y demográficas que existente entre ambas cuencas; esto debido a que la geografía de la región Arequipa (donde se ubica la cuenca Quilca-Chili) ha

favorecido un mayor asentamiento de la población y actividades económicas en las zonas media de la cuenca, lo cual difiere de la mayor parte de las otras cuencas de la vertiente del Pacífico, donde la mayoría de sus ciudades se asientan en la zona costera y próxima a la desembocadura de ríos, como es el caso de Huacho y Huaura u otras ciudades importantes como Lima con el río Rímac, Barranca con el río Pativilca, Chimbote con el río Lacramarca, entre otros.

Por otra parte, Gil *et al.* (2018), también evaluó la calidad de las aguas en distintas estaciones ubicadas a lo largo del río Guarapiche en Venezuela, encontrando que la estación Palmonagas ubicada en la parte más baja de la cuenca, fue la estación que reportó el peor estado de calidad de agua con una calificación de Pobre a No apta para consumo humano, que comprenden las calificaciones más negativas de la metodología del índice de calidad de agua empleado por este autor.

Tanto los resultados obtenidos en la presente investigación, como las conclusiones de los autores mencionados, permiten confirmar que existe una relación espacial entre la ubicación de las estaciones a lo largo del recorrido de los ríos y el estado de la calidad de sus aguas, la cual tiende empeorar conforme los ríos alcanzan la parte baja de una cuenca y/o las áreas de mayor presencia antrópica.

Tendencia temporal de los índices de calidad de agua

Las limitaciones de información de calidad de agua disponibles fueron el factor condicionante para evaluar la variación temporal del ICARHS, restringiendo este análisis a 5 subperiodos de estudio (Ver agrupamiento de datos en Tabla 62) y obteniendo los valores del ICARHS para solo los años 2018 a 2022.

En cuanto a la variación temporal de los valores del ICARHS obtenidos, se ha observado que las estaciones en cabecera de cuenca RSura 1 y RQuic 1 presentan una baja variabilidad en el periodo de estudio, manteniendo sus calificaciones como “Bueno” y para la estación RQuic 1 el ICARHS 2018 (subperiodo de datos de 2015 a 2018) alcanzó una calificación de excelente. De igual manera, las estaciones RHuau 5 (Pte. Alco) y RHuau 3 (Huaura) presentaron valores del ICARHS similares en todo el horizonte temporal, manteniendo sus calificaciones de “Bueno” y “Pésimo” respectivamente. Entre las estaciones indicadas, solo en la estación RSura 1 se evidenció una tendencia creciente significativa a un nivel exploratorio (α=0.10) mediante la prueba de Mann-Kendall, lo cual

confirma el incremento lento pero continuo en el valor del ICARHS desde 84 hasta 91 (ver Figura 63), y que implica que a futuro pueda alcanzar una calificación de Excelente o como mínimo mantener su calificación de “Bueno”.

Por otra parte, las estaciones RHuau 1 (Oyón) y RHuau 2 (Vilcahuaura) presentaron la mayor variabilidad temporal entre los ICARHS determinados. La estación RHuau 1 ubicada aguas debajo de la localidad de Oyón, presentó calificaciones del ICARHS entre “Pésimo” para el ICARHS 2018 (subperiodo 2015-2018) y “Regular” en los 3 últimos subperiodos: ICARHS 2020, 2021 y 2022 (Ver Figura 65); siendo que esta mejora en su calidad es confirmada por la prueba de Mann-Kendall, que valida una tendencia estadísticamente significativa a un nivel exploratorio (α=0.10). En cuanto a la estación RHuau 2, ubicada aguas debajo de Sayán y Vilcahuaura, el valor del ICARHS para el 2018 señaló una calificación de “Pésima” y progresivamente mejoró su calidad, alcanzando en el 2021 una calificación “Buena”; no obstante, el valor del ICARHS en 2022 se volvió a reducir a una calificación “Pésima”.

En relación análisis de tendencias sobre el índice ICARHS, se determinó que solo el 33.3% de las estaciones evaluadas presentan una tendencia significativa y creciente, mientras que el 66.7% de las estaciones no presentan ninguna tendencia significativa. Cabe indicar, ambas estaciones con tendencia creciente (RSura 1 y RHuau 1), se encontraron en la zona alta de la cuenca del río Huaura.

Resultados similares fueron obtenidos por Bouza (2006), quien evaluó las tendencias en un índice de calidad de aguas (en su caso, el Índice de calidad general de España) en un periodo de 25 años y encontró que de 36 estaciones de monitoreo en el río Ebro de España, un 58.7% de las estaciones no presentaron una tendencia, mientras que un 40.8% presentaron algún tipo de tendencia (mayormente positiva) y en un 0.48% de los datos no fue posible el estudio de tendencias por falta de datos.

Esta falta de tendencias en un alto porcentaje de estaciones de monitoreo, puede asociarse a las condiciones cambiantes del entorno del cuerpo de agua donde se ubica la estación, principalmente asociadas a los cambios continuos del territorio por el crecimiento poblacional, ampliación de frontera agrícola, ejecución de proyectos de infraestructura y otras actividades antrópicas, lo cual no necesariamente implica presiones siempre crecientes sobre los recursos hídricos. Lo expuesto será abordado a mayor detalle en el apartado 5.4.

5.3. Relación entre la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura y sus fuentes contaminantes

Los resultados de las pruebas de correlación entre el valor promedio del ICARHS para las estaciones de monitoreo evaluadas y el número de fuentes contaminantes vinculadas a cada estación (Ver apartado 4.2.2.3), evidencian que existe una media correlación negativa entre ambas variables y estadísticamente significativas al nivel de confianza de 95%. El nivel de correlación considerable puede asociarse a que todas las fuentes contaminantes no tienen un mismo efecto sobre la calidad del agua del río Huaura.

Para evaluar mejor esta relación, Henry y Heinke (1996) señalan que es necesario conocer el tipo, cantidad u otras características de la fuente contaminante; aun cuando estos autores reconocen la existencia de fuentes puntuales y no puntuales en la contaminación del agua; en su obra "Ingeniería ambiental", estudian esta problemática prioritariamente desde del impacto de las aguas residuales (fuentes puntuales), de origen urbano e industrial, en los ambientes acuáticos. En este mismo sentido, Roldán y Ramírez (2008), explican que diferentes tipos de contaminantes y actividades de origen, pueden tener efectos diferentes en los cuerpos de agua naturales.

Considerando lo expuesto, se realizaron pruebas de correlación complementarias entre el valor de promedio del ICARHS y el número de fuentes contaminantes según su tipo, y además se evaluó también la relación con respecto al volumen anual de vertimientos no autorizados. Se omitieron en este análisis a las fuentes contaminantes de origen natural, por ser características propias de la cuenca, y tener un bajo conteo asociado a una única estación.

Los resultados de estas pruebas complementarias evidenciaron que el número y el volumen de vertimientos no autorizados presentaron una fuerte correlación negativa con respecto al valor promedio del ICARHS, con valor del coeficiente de Spearman de -0.956 y -0.928 respectivamente, alcanzando en ambos casos el nivel de confianza del 99%. Por otra parte, el número de fuentes contaminantes difusas no evidenció tener ninguna correlación con el índice de calidad de agua evaluado.

Estos resultados evidencian que los vertimientos no autorizados representan la principal fuente de deterioro de la calidad del río Huaura en el periodo 2015-2022, puesto que las aguas residuales de vertimientos descargan su carga contaminante de forma directa en las

aguas del río, lo cual no sucede con las fuentes difusas. Cabe indicar, la mayor parte de los vertimientos no autorizados en el río Huaura son municipales (89.7% de los vertimientos), y en menor medida los vertidos de actividades de acuicultura e industriales.

La evidencia presentada en el ámbito del río Huaura es consistente con lo indicado por la ANA (2016b), que manifiesta que la principal causa de la contaminación de los recursos hídricos en el Perú, lo constituyen los vertimientos de aguas residuales; y también es acorde a lo indicado por Aquino (2017), quien precisa que los vertimientos de aguas residuales municipales propias de las actividades antrópicas en las ciudades, son los principales fuentes de contaminación de los recursos hídricos.

Por otra parte, el análisis espacial pone en manifiesto que las estaciones más próximas a las principales áreas pobladas en proximidad al río Huaura, son las que presentan el mayor número de fuentes contaminantes y deterioro de la calidad de sus aguas, lo cual se puede apreciar en los mapas IN-01 a IN-03 del Anexo 11. Esta relación espacial se encuentra mejor representada en los resultados obtenidos por Sucapuca (2022), quién evaluó muestras del río Crucero aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento de la PTAR del poblado del mismo nombre, evidenciando que los valores del índice ICA-PE en estaciones aguas arriba se encontraron en el rango de 71.96 a 95.37, mientras que las estaciones aguas abajo presentaron valores del ICA-PE de 42.28 a 58.64.

Similares relaciones en la distribución espacial entre los índices de calidad de agua y fuentes contaminantes o presencia de actividades antrópicas, fueron observadas por: Velarde (2019) en distintas estaciones de monitoreo de la cuenca Quilca-Chili en Arequipa y por Gil-Marín et al. (2018) en el río Guarapiche en Venezuela, por citar algunos.

Si bien, se carece de información respecto a las variaciones o evolución temporal de las fuentes contaminantes del río Huaura; los registros de autorizaciones de vertimientos proporcionados por la ANA, por ejemplo, brindan un indicativo de que las presiones sobre los recursos hídricos del río Huaura son fluctuantes en el tiempo, y no necesariamente implican presiones siempre crecientes. Un caso que evidencia lo señalado, es la ejecución de obras del proyecto de la Central Hidroeléctrica Cheves, que entre el 2013 y el 2016 generaron vertimientos por sus campamentos temporales, pero una vez terminadas las obras, se retiraron estas instalaciones y los vertimientos cesaron.

Otro hallazgo en esta misma línea, es la variación del volumen anual de vertimientos autorizados de actividades y proyectos mineros en tributarios del río Huaura, el cual no presenta una tendencia incremental con los años; sino que es variable según las necesidades de estos proyectos mineros (Ver Figura 73, apartado 4.1.4.4).

Por otra parte, se trae a colación la presencia de valores atípicos en las concentraciones de metales de la estación RHuau 2 (Vilcahuaura) en los monitoreos del 2016, los cuales son parámetros no frecuentes en vertimientos de aguas residuales municipales según la bibliografía especializada. Asimismo, la cartografía de fuentes contaminantes en base al inventario del ALA Huaura de 2015, no reportaba ninguna fuente de origen industrial o de otro tipo que se pudiera relacionar con el hallazgo mencionado. Debido a lo expuesto, se ahondó en el entorno y tramos previos del río Huaura a esta estación mediante el reconocimiento de campo, evaluación cartográfica y revisión documental; esto permitió identificar el vertimiento no autorizado de tipo industrial por parte de la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A., el cual fue objeto de sanción por parte de la ANA (Resolución Directoral Nº 287-2022-ANA-AAA.CF), y cuyos vertimientos puedan estar asociados a las mediciones atípicas y medias de los parámetros de metales por encima de otras estaciones evaluadas.

Por lo antes expuesto, se evidencia la fuerte relación negativa que existe principalmente entre los vertimientos no autorizados (fuentes contaminantes puntuales) y la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022, tanto en términos del índice ICARHS como en las mediciones de parámetros indicadores de contaminación.

5.4. Discusión complementaria sobre las limitaciones de información disponible

De acuerdo con Bouza (2006), la evaluación de tendencias de la calidad de agua en series temporales afronta una complejidad innata a este tipo de datos, entre los cuales menciona la estacionalidad de las mediciones, la influencia del caudal del cuerpo de agua, la presencia de datos ausentes por imposibilidad de los monitoreos previstos (por condiciones climáticas, accesibilidad, falta de fondos, etc.) o por pérdida de muestras, entre otros; lo cual conlleva muchas veces a contar con series de datos incompletas.

La realidad descrita no es ajena a la información que se logró recabar para la presente investigación. En primera instancia, el río Huaura no ha contado con un programa continuo

de vigilancia de la calidad de sus recursos hídricos sino hasta el año 2013, con el primer monitoreo participativo de la cuenca del río Huaura ejecutado por la Autoridad Nacional del Agua; no obstante, los monitoreos de los años 2013 y 2014 solo contaron 3 y 4 estaciones de monitoreo respectivamente, razón por la cual no se incluyó estos años en el periodo de estudio de la presente investigación a fin de permitir una mejor evaluación comparativa entre estaciones con un periodo más uniforme de datos.

Esta limitación en la información histórica en calidad de aguas tampoco es exclusiva del ámbito de la cuenca Huaura, puesto que los monitoreos de vigilancia de la calidad de recursos hídricos ejecutados por el ANA, a través de sus administraciones descentralizadas en las distintas cuencas del país, tampoco es continua. Es así que, por ejemplo, Salazar (2020) solo contó con información disponible desde el año 2015 al 2019 (6 años) para evaluar el impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua en el río Tarma en Junín; mientras que Velarde (2019), evaluó la calidad de agua en los ríos de la cuenca Quilca Chili en Arequipa a partir de monitoreos del periodo 2011 a 2017 (8 años). En todos estos casos, se observa la limitada ventana de información de calidad de aguas con la que se cuenta en el Perú, especialmente si lo contrastamos con países más desarrollados donde se tienen monitoreos de calidad en periodos históricos superiores, como los analizados por Bouza (2006) en el río Ebro en España, con un periodo de datos de 1981 al 2005 (25 años).

En segunda instancia, hubieron campañas de monitoreo donde no se tomaron mediciones de algunos parámetros como el oxígeno disuelto, pH y fósforo total con 20.7%, 12.1% y 20.7% de datos ausentes con respecto al total de monitoreos por estaciones. Asimismo, se hace presente que la red de estaciones de monitoreo del río Huaura cuenta con una estación denominada “RHuau 4”, que se ubica cerca de la desembocadura; sin embargo, el registro de datos de esta estación solo cuenta con 3 campañas de monitoreo el periodo de estudio, lo cual conllevo descartar estos datos de la muestra de la presente investigación.

Como tercer punto, se señala no se pudo evaluar la influencia de la estacionalidad de las lluvias o la variación del caudal sobre las tendencias obtenidas, debido a que los monitoreos históricos disponibles no mantienen una estacionalidad respecto a las fechas de su ejecución y a que en estos monitoreos no se toman mediciones de caudales; solo los años 2019 y 2020 cuentan con campañas de monitoreo en época de avenidas y época de

estiaje, mientras que en otras campañas de monitoreo solo se realizaron un monitoreo al año, contándose en total con monitoreos 4 en época de avenidas y 6 en época de estiaje.

Lo descrito en el punto anterior toma particular interés cuando se toma en cuenta que la concentración de una determinada sustancia depende del volumen de agua en el cual se encuentra diluida. Esto resulta concordante con las dinámicas observadas por Erazo (2021), quien evidenció que junto a las alteraciones antrópicas, las características físico químicas del agua también guardaron relación con el comportamiento pluvial en el ámbito de las fuentes de agua evaluadas; resultados similares en cuanto a estacionalidad en las características del agua y el valor de los índices de calidad durante año hidrológico, fueron encontradas por Caho et al. (2017), Sucapuca (2022) y Velarde (2019).

En este sentido, se toma en consideración lo sugerido por Velarde (2019), quien menciona que el uso del indicador CCME WQI de Canadá (y metodologías derivadas) debería contar con al menos cuatro mediciones por año para evaluar la estacionalidad de la calidad del agua, siendo posible un número menor de muestras por año siempre que se cuente con un buen entendimiento de las presiones antrópicas y condiciones hidrológicas en la zona de estudio, con al menos una muestra por temporada (húmeda y seca). Estas consideraciones evidencian la limitación encontrada frente a la posibilidad de evaluar estacionalidades y a contar con una evaluación más precisa de las tendencias observadas a lo largo del periodo de estudio.

Por otra parte, la información recabada sobre fuentes contaminantes también contó con la limitante de solo disponerse de un inventario realizado en 2013 y actualizado hasta el 2015, lo cual no permitió evaluar alguna correlación entre la variación temporal de la calidad de los recursos hídricos del río Huaura y la evolución de las fuentes contaminantes existentes en el periodo 2015-2022.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye:

- En relación al objetivo general, se ha determinado que la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura durante el periodo 2015-2022 presentó un valor promedio del índice ICARHS de 68 puntos ("Regular"), con una marcada variabilidad espacial según los tramos en la cuenca. Las estaciones en cabecera de cuenca mantuvieron una calidad "Buena" a "Excelente" (84 – 100 puntos), en contraste con la estación agua debajo de Oyón con una calidad "Mala" a "Regular" (43 a 73 puntos); la parte media obtuvo un valor promedio de 83 puntos (calidad "Buena"); y, en la parte baja de la cuenca, se observó un deterioro progresivo con valor promedio de 62 puntos en RHuau 2 – Vilcahuaura (calidad "Mala") y 24 puntos en RHuau 3 – Pte. Huaura (calidad "Pésima"). Esta distribución espacial refleja el impacto de las actividades antrópicas a lo largo del recorrido del río Huaura, concentrándose los deterioros de calidad en los tramos del río próximos a los principales centros poblados. En escala temporal, el índice ICARHS se mantuvo en el rango de 62 a 67 puntos (Calidad "Regular" a "Buena"), sin una tendencia generalizada de cambio en el periodo evaluado.

- Con respecto al objetivo específico 1, se evidenció que el principal parámetro de calidad de agua que supera el ECA Agua en el río Huaura son los Coliformes termotolerantes, con una frecuencia de excedencia en el 100% de los años en al menos una estación de monitoreo durante el periodo 2015-2022; le siguen importancia los parámetros de DQO, pH, hierro y manganeso, en frecuencias de excedencias en el rango de 37.5% - 50% de los años evaluados. Del análisis espacial se reportó que las estaciones de la parte baja del río Huaura (RHuau 2 - Vilcahuaura y RHuau 3 – Pte. Huaura) reportaron el 58.6% de los casos de excedencias, y seguidos en importancia por la estación RHuau 1 (Aguas debajo de Oyón) con el 20.7% de los casos. La evaluación de la variabilidad temporal reveló que el año 2016 presenta el mayor porcentaje de casos de excedencias de los ECA, con un 11.7% de las muestras evaluadas, siendo que los demás años se encontraron en el rango de 3.5 a 7.0%.

- En cuanto al objetivo específico 2, se observó un deterioro de la calidad del agua inverso a la distancia desde su naciente, con una reducción de 68 puntos en el ICARHS a lo largo del recorrido del río Huaura; siendo que se obtuvo valores de 87 a 92 puntos en las estaciones de cabecera (RSura 1 y RQuic 1), y en la última estación de la parte baja se alcanzan los 24 puntos (RHuau 3 - Pte. Huaura). El análisis de tendencias temporales mediante la prueba de Mann-Kendall (periodo 2018 – 2022 del ICARHS), reveló tendencias crecientes estadísticamente significativas a nivel exploratorio (α=0.10) únicamente en RSura 1 y RHuau 1 (33% de las estaciones), mientras que las 04 estaciones restantes no presentaron tendencias significativas; solo se observaron mejoras leves en RHuau 2 y decrecimientos leves en RQuic 1 y RHuau 5. Este comportamiento diferenciado en el índice ICARHS implica que las dinámicas de la calidad del agua se relacionan con el entorno específico de cada estación y no responden a un patrón generalizado a nivel de cuenca.

- Sobre el objetivo específico 3, la correlación de Spearman demostró que el número total de fuentes contaminantes presenta una asociación negativa considerable con el valor del ICARHS ($r = -0.880$), estadísticamente significativa al 95% ($p = 0.021$). Adicionalmente, la separación por tipo de fuente contaminante evidenció correlaciones altamente significativas ($\alpha = 0.01$), donde: el número de vertimientos no autorizados alcanzó la asociación más fuerte ($r = -0.956$ y $p = 0.003$), seguido por el volumen anual de vertimientos no autorizados ($r = -0.928$ y $p = 0.008$), mientras que las fuentes difusas no presentaron una correlación significativa ($p = 0.191$). Estos resultados evidencian que los vertimientos no autorizados (fuentes puntuales) representaron la principal fuente de deterioro de la calidad del agua en el río Huaura.

En términos generales, la calidad de agua del río Huaura se encuentra determinada por la distribución espacial de las actividades antrópicas y la capacidad de autodepuración del sistema fluvial. Los vertimientos no autorizados constituyeron el principal factor de deterioro, concentrándose los impactos más severos en los tramos próximos a los principales centros urbanos: Oyón en la parte alta, Sayán y Vilcahuaura en el límite de la parte media-baja, y Huacho, Santa María, Hualmay y Huaura en la parte baja de la cuenca;

siendo esta última el sector más crítico de deterioro (RHuau 3, con calidad “Pésima”). De forma notable, el tramo medio entre Oyón y Sayán evidenció una recuperación de la calidad del agua (RHuau 5, con calidad “Buena”), demostrando la capacidad de autodepuración en zonas con baja presión antrópica.

6.2. Recomendaciones

En relación a los resultados obtenidos en la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones para el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos del río Huaura:

- Fortalecer los mecanismos de fiscalización y control de los vertimientos no autorizados y otros tipos de fuentes contaminantes en el ámbito de la cuenca del río Huaura, particularmente en la parte baja de la cuenca. El análisis correlacional evidenció que estos vertimientos constituyen la principal causa de deterioro de la calidad del recuro hídrico. Además, el análisis temporal reveló la ausencia de mejoras significativas en la mayor parte de las estaciones, solo identificando una recuperación parcial de la calidad del recurso hídrico aguas debajo de Oyón (RHuau 1, con calidad “Pésima” a “Regular”), entre el 2018 y 2022 (Figura 70, Pág. 175); lo cual implica que las presiones constantes limitan la recuperación natural del recurso hídrico.

- Incrementar los esfuerzos de vigilancia de la calidad de los recursos hídricos del río Huaura por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), contemplando una frecuencia mínima de 2 monitoreos al año (temporada húmeda y seca), lo que permitirá una mejor evaluación de la variabilidad temporal de la calidad del agua, compensando así las fluctuaciones naturales propias de los sistemas hidrológicos y posibles resultados aislados. Esto debido a que, una mayor disponibilidad de datos favorecerá un mayor uso de análisis estadísticos en investigaciones futuras, como es el caso de la evaluación de tendencias, que requieren de series completas y registros de mayor temporalidad para obtener mejores resultados. Además, se sugiere la señalización mediante hitos de las estaciones en campo para facilitar su identificación y estudios posteriores.

- Profundizar en la evaluación de la calidad de los recursos hídricos de los diferentes cuerpos de agua de la cuenca, a fin de comprender mejor la interrelación entre el

sistema hidrológico del río Huaura y los efectos de las actividades antrópicas que se desarrollan en diferentes zonas de la cuenca. Con base a la distribución espacial de fuentes contaminantes y otras presiones antrópicas, se considera de interés realizar evaluaciones en los ríos Patón y río Checras (principales tributarios del río Huaura en la parte alta de la cuenca), los cuales se encuentran expuestos a una mayor presencia de otro tipo de actividades como la minería y la piscicultura.

- Realizar actualizaciones periódicas sobre la presencia de fuentes contaminantes del río Huaura, que permitan comprender mejor la relación entre los efectos de estas fuentes y los cambios temporales en la calidad del recurso hídrico.

- Concientizar a los gobiernos locales, empresas privadas, prestadores de servicios de saneamiento y demás actores involucrados, para que articulen esfuerzos con la ANA y sus órganos desconcentrados (ALA Huaura, AAA Cañete Fortaleza), con fines de mejorar y proteger la calidad de los recursos hídricos del río Huaura. En este contexto, se considera esencial: 1) la creación del "Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Huaura" como principal ente articulador de la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca; y 2) la ejecución de los proyectos de inversión que permitan el tratamiento adecuado de las aguas residuales de las ciudades de Huacho, Huaura y Sayán, prioritariamente.

- Fomentar la investigación continua sobre los recursos hídricos en el ámbito de la cuenca del río Huaura, y los efectos de las actividades antrópicas en su calidad. Se propone un mayor uso del índice ICARHS, como una herramienta que permite un mejor entendimiento del estado situacional de la calidad del agua, para la sociedad civil y los tomadores de decisiones involucrados en la gestión integrada de los recursos hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquino, Pavel. (2017). Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible de las aguas residuales". Primera Edición, junio 2017. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). Lima, Perú.

Arévalo, C.; Aroca, D. (2023). Variación temporal de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos asociados a impactos antrópicos en ciénega de mallorquín, Atlántico. Proyecto de investigación, Universidad Libre Seccional Barranquilla, Facultad de Ciencias Exactas Naturales, Programa de Microbiología. Barranquilla, Colombia.

Autoridad Nacional del Agua, (2010). Evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura, aprobada mediante Resolución Directoral Nº 078-2011-ANA-DCPRH, del 30 de junio de 2011.

Autoridad Nacional del Agua, (2016a). "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 010-2016-ANA, del 11 de enero de 2016.

Autoridad Nacional del Agua, (2016b). "Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos", aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 042-2016-ANA, del 16 de febrero de 2016.

Autoridad Nacional del Agua, (2016c). "Glosario de Términos sobre Recursos Hídricos", aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 180-2016-ANA, del 07 de julio de 2016.

Autoridad Nacional del Agua, (2018). "Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos", aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 136-2018-ANA, del 24 de abril de 2018.

Autoridad Nacional del Agua, (2020). "Metodología del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)", aprobada mediante Resolución Jefatural Nº 084-2020-ANA, del 13 de mayo de 2020.

Bouza, R., (2006). Estudio y evolución espacio-temporal de tendencias en datos históricos de calidad de aguas. Aplicación a la cuenca Hidrográfica del río Ebro (1981-2005). Tesis para optar el Grado de Doctor en Química Analítica, Universidad de Sevilla, Facultad de Química. Sevilla, España.

Caho, C.; López, E. (2017). Determinación del índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. Revista Producción + Limpia, Julio – diciembre de 2017 Vol.13 Nº 2, 35-49, DOI: 10.22507/pml.v12n2a3. Universidad Sergio Arboleda. Bogotá, Colombia.

Castro, M.; Almeida, J.; Ferrer, J.; y Díaz, D., (2014). Indicadores de la Calidad del agua: Evolución y tendencias a nivel global. Revista Ingeniería Solidaria, vol. 10, Nº 17, pp. 111-124, enero – diciembre, 2014. doi: http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811. Universidad Cooperativa de Colombia. Bogotá, Colombia.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, (2023). Informe de análisis prospectivo: Perú: Retos y desafíos globales al 2050. Documento de trabajo. Cuarta Edición, marzo 2023. Lima, Perú.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, (2022). Perú 2050: Tendencias globales y regionales. Documento de trabajo. Segunda Edición, enero 2022. Lima, Perú.

Cuellar, J.; Manrique, N.; Huertas, N.; Airahuacho, F.; Cárdenas, J. (2019). Monitoreo químico – microbiológico del agua de la cuenca alta del río Huaura. Revista Infinitum… Vol. 9 Nº 01. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A., y Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Publicación de CEPAL Serie Recursos Naturales y Desarrollo.

Erazo, D. (2021). Evaluación de la variación espacio-temporal de la calidad del agua para los ríos Piendamó y Las Piedras, ubicados en el departamento del Cauca. Trabajo de investigación para optar el Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Popayán, Colombia.

Espinoza, F. (2020). Evaluación mediante el índice de calidad de agua (ICA) del río Santa con vertimientos de aguas servidas domésticas, para la conservación del ambiente acuático. Sector Huaraz – Jangas, Ancash 2019. Tesis para optar el grado de maestro en Ciencias e Ingeniería con Mención en Ingeniería de Recursos Hídricos, Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Escuela de Postgrado, Huaraz, Perú.

Figueroa, T. (2014). Índices de calidad de agua como herramienta para la evaluación de aguas superficiales: Caso de estudio río Lluta. Seminario de Título para optar el Título de Químico Ambiental, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, Santiago de Chile, Chile.

Gil, J.; Vizcaino, C.; Montaño, N. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del río Guarapiche, Monagas, Venezuela". Revista Anales Científicos Nº 79: Pág. 111 – 119. Universidad de Oriente (UDO), Departamento de Ingeniería Agrícola, Monaga, Venezuela.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, (2010). "Estudio Geoambiental de la Cuenca del río Huaura". Boletín Nº 41 Serie C. Lima, Perú.

Helsel, D. R., Hirsch, R. M., Ryberg, K. R., Archfield, S. A., y Gilroy, E. J. (2020). *Statistical methods in water resources* (Técnicas y Métodos del Servicio Geológico de Estados Unidos, libro 4, cap. A3). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.3133/tm4a3

Helsel, D. (2012). *Statistic for censored environmental data using Minitab and R* (2ª ed.), John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, Estados Unidos. https://doi.org/10.1002/9781118162729

Henry, G. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería ambiental*. (2a ed.). Editorial Prentice Hall. México. ISBN: 970-17-0266-2.

Herbers, J., Miller, R., Walther, A., Schindler, Schimidt, K., Gao, W., y Rupprecht, F. (2021). How to deal with non-detectable and outlying values in biomarker research: Best practices and recommendations for univariate imputation approaches. Revista Comprehensive Psychoneuroendocrinology, volumen 7, Agosto 2021, Nº 100052. https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100052, Amsterdam, Netherlands.

Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente. (13 de octubre de 2005). Normas Legales, Diario Oficial El Peruano, 15 de octubre de 2005.

Ley Nº 29338, Ley de Recursos Hídricos. (30 de marzo de 2009). Normas Legales, Diario Oficial El Peruano, 31 de marzo de 2009.

López, A.; Polo, M. (2024). Evaluación de la calidad del agua e impacto ambiental en la cuenca baja del río Huaura, 2023. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, , Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú,

Maldonado, V. (2021). "Impacto de la calidad de aguas y su efecto final en el recurso

Mebane, C. (2022). *The Capacity of Freshwater Ecosystems to Recover from Exceedances of Aquatic Life Criteria*. Environmental Toxicology and Chemistry, Volumen 41, Nº 12, 1 de diciembre de 2022, Pág. 2887–2910, https://doi.org/10.1002/etc.5471

Ministerio del Ambiente, MINAM, (2011a). "Compendio de la Legislación Ambiental Peruana". Volumen V, Primera Edición, enero de 2011. Lima, Perú.

Ministerio del Ambiente, MINAM, (2011b). "Plan Nacional de Acción Ambiental. PLANAA – Perú 2011-2021". Aprobado mediante Decreto Supremo Nº 014-2011-MINAM, del 09 de julio de 2011.

Ministerio del Ambiente, MINAM, (2021). "Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales". Aprobado mediante Decreto Supremo Nº 165-2021-MINAM, del 07 de setiembre de 2021.

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, MINAGRI, (2015). "Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos", aprobada mediante Decreto Supremo Nº 006-2015-MINAGRI, del 11 de mayo de 2015.

Ministerio de Agricultura del Perú, MINAG, (2010). "Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos", aprobada mediante Decreto Supremo Nº 001-2010-AG, del 23 marzo de 2010.

Municipalidad Provincial de Huaura, MPV, (2014). "Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huacho 2013-2022", aprobado por Ordenanza Municipal Nº 004-2014-MPH, de fecha 07 de marzo de 2014. Consultado en febrero de 2024 y recuperado de: https://eudora.vivienda.gob.pe/observatorio/PDU_MUNICIPALIDADES/HUACHO/PDU%20-%20VOLUMEN%20II.pdf

Ocala, J.; Laqui, W., (2017). "Fuentes contaminantes en la cuenca del lago Titicaca: Un aporte al conocimiento de las causas que amenazan la calidad del agua del maravilloso lago Titicaca". Primera Edición, marzo 2017. Autoridad Nacional del Agua. Lima, Perú. Consultado en setiembre de 2024 y recuperado de: https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/636

Organización de las Naciones Unidades para la Alimentación y la Agricultura, FAO, (2020). *Recursos de agua dulce internos renovables per cápita (metros cúbicos)*. Recuperado de: https://datos.bancomundial.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC?end=2020&most_recent_value_desc=true&start=1961&view=chart

Organización Meteorológica Mundial, OMM, (2012). "*Glosario Hidrológico Internacional*", Publicaciones UNESCO, Series WMO Nº 385, Ginebra, Suiza. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862

Pérez, R.; Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2ª ed.). Editorial Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.

Polanco, C. (2006). Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones, Revista Gestión y Ambiente, Vol. 9, Nº 2, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Ramos-Herrera, S.; Broca-Martínez, L.; Laines-Canepa, J.; Carrera-Velueta, J. (2012). "Tendencia de la calidad del agua en ríos de Tabasco". Revista Académica

Ingeniería, vol. 16, núm. 3, setiembre-diciembre 2012, pp.207-2017. Universidad de Yucatán. Ciudad de Mérida, México.

Sierra, C. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y Diagnóstico*. (1era Edición). Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

Solanes, M., y Jouravlev, A., (2005). Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe. Publicación de CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructura.

Sucapuca, R., (2022). Evaluación de la calidad del agua del río Crucero, aplicando el ICA-PE y CCME-WQI en proximidades de la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Facultar de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión. Juliaca, Perú.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS, (2022). "Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras 2022". Primera edición, junio 2022. Lima, Perú.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2017). *El proceso de la investigación científica: incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. (5ta Edición). Ciudad de México, México.

Vargas, B.; y Salazar, R. (2012). "*Efecto del cobre y cadmio sobre la respuesta innata del pez Colossoma macropomum*". Revista de Toxicología, Vol.29 Nº 2, julio – diciembre, 2012, pp. 90-94. Asociación Española de Toxicología. Pamplona, España.

Vásconez, M.; Mancheno, A.; Álvarez, C.; Prehn, C.; Cevallos, C.; y Ortiz, L. (2019). "Cuencas Hidrográficas", Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

Velarde, A. (2019). "Determinación del Índice de calidad de agua de la cuenca Quilca-Chili en el periodo 2011 al 2017 empleando la metodología CCME WQI". Tesis para optar el grado de Maestro en Medio Ambiente y Sistemas Integrados de Gestión, Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tabla 79

Matriz de consistencia de la investigación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MÉTODOS
Problema general	**Objetivos generales**	**Hipótesis general**	**Diseño metodológico**
¿Cuál es la variación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura, en el periodo 2015-2022?	Evaluar la variación espacial y temporal de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022.	La calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022 se ha deteriorado.	Diseño no experimental – Longitudinal de tendencia Enfoque Mixto (Cualitativo – cuantitativo) Nivel Descriptivo relacional Tipo Básica
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis específicas**	**Diseño y análisis estadístico**
¿Cuáles son los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el río Huaura, y cómo es su variación espacial y temporal en el periodo 2015-2022?	Determinar cuáles son los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el río Huaura, y cómo es su variación espacial y temporal en el periodo 2015-2022.	Los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua en los recursos hídricos del río Huaura, son consistentes en el periodo 2015-2022.	Estadística descriptiva y diferencial Población (N =7) y muestra (n=6) **Técnicas de recolección:** Revisión documental y verificación en campo **Técnicas de procesamiento:**
¿Existente una tendencia en la variación temporal de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022?	Identificar posibles tendencias en los índices de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura en el periodo 2015-2022.	La variación de los índices de calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura evaluados en el periodo 2015-2022, presentan una tendencia significativa.	Determinación de Índices de calidad de agua Análisis de tendencia en series temporales mediante test de Mann-Kendall, con el Software R Studio.
¿Cuál es la relación entre las fuentes contaminantes inventariadas y la tendencia observada de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura?	Identificar la relación entre las fuentes contaminantes inventariadas y la tendencia observada de la calidad ambiental de los recursos hídricos del río Huaura.	Existe una relación directa entre las fuentes contaminantes inventariadas y la calidad de los recursos hídricos del río Huaura.	Análisis geoespacial mediante sistemas información geográfica, con software QGIS. Análisis correlacional mediante Spearman en software SPSS.

Anexa 2. Documentos de respuesta a solicitudes de acceso a la información de entidades públicas

Entidad: Autoridad Local del Agua (ALA) Huaura

- Carta Nº 0157-2022-ANA-AAA. CF-ALA.H, Informes de monitoreos 2015 a 2018
- Carta Nº 0181-2022-ANA-AAA. CF-ALA-H, Informes de monitoreos 2019 a 2021
- Carta Nº 0405-2024-ANA-AAA. CF-ALA-H, Informes de monitoreos 2021 a 2022
- Carta N° 0352-2025-ANA-AAA.CF-ALA.H, Registro de vertimientos autorizados
- Carta N° 0391-2025-ANA-AAA.CF-ALA.H, Antecedentes de fuentes contaminantes por la M.D. de Huaura

Entidad: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)

- Memorándum N° 843-2025-VIVIENDA/VMCS-DGAA, Padrón de vertimientos y reúsos declarados en el Registro Único del Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP)
- Memorándum N° 887-2025-VIVIENDA/VMCS-DGAA, Antecedentes de fuentes contaminantes (Oyón y otros sectores del río Huaura)

Entidad: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

- Carta N° 03512-2025-OEFA/RAI, Antecedentes de fuentes contaminantes (Oyón y otros sectores del río Huaura)

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

ANA
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
"Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú"

CUT: 120887-2022

Huacho, 02 de agosto de 2022

CARTA N° 0157-2022-ANA-AAA.CF-ALA.H

Señor
Guillermo Eduardo Becerra Fonseca
Calle Albaricoques N° 468, Urb. Naranjal
Independencia.-

Asunto : Respuesta a Solicitud de Información

Referencia : Solicitud de Acceso a la Información Pública – Formulario N° 003

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez dar atención al documento de la referencia, con el cual solicita los resultados de monitoreo de la calidad de agua superficial en la Cuenca del Río Huaura correspondiente a los años 2015, 2016, 2017, y 2018.

Sobre el particular, se precisa que se comparten cuatro (04) informes técnicos resultantes de los trabajos de monitoreos de calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura en los años del 2015 al 2018, los cuales pueden ser descargados en los links o enlaces que se detallan en el Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01.
Monitoreos de Calidad de Agua Superficial en la Cuenca del Rio Huaura

Actividad	Año	Informe Técnico	Enlaces de descarga
III Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura.	2015	N° 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/EqFEQFELLnNCuG42yh3KenIBrAsahbu3OsZuh2p4DnI87w?e=U8R49c
IV Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura.	2016	N° 027-2016-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/EvclRCK7dMBLiAyBEs8P6hcBBOPL2s7ivQgW5e7fRaZw?e=LiIsOAa
V Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura.	2017	N° 068-2017-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/ErkfbxFJs89tI25oZZhQL2BB43FxyyFxDM5FS1OlKWXLg?e=OsAcnR
VI Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura.	2018	N° 068-2018-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/Eo2WONTO5VpOq1EMLfmBF94B0ZR9G-algPpngaMUlhyXbQ?e=7PsGkn

Av. La Paz Norte N° 165 - Huacho - Lima
T: 252 1305
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/mvdagi

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S.070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url:http://sged.ana.gob.pe/Consultas e ingresando la siguiente clave: C6A1E89A.

Siempre con el pueblo

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

ANA
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
"Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú"

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

JORGE LUIS CAHUAS SERVALLI
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA HUAURA

Av. La Paz Norte N° 165 - Huacho - Lima
T: 252 1909
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S.070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url:http://cloged.ana.gob.pe/consultas e ingresando la siguiente clave: C6516B9A.

Siempre con el pueblo

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

ANA
Autoridad Nacional del Agua

Firmado digitalmente por CAHUAS SERVALLO Jorge Luis FAU 20520712865 hard
Motivo: Doy mi visto del documento
Fecha: 02/09/2022

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
"Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú"

CUT: 138136-2022

Huacho, 01 de septiembre de 2022

CARTA N° 0181-2022-ANA-AAA.CF-ALA.H

Señor
Guillermo Eduardo Becerra Fonseca
Calle Albaricoques N° 488, Urb. Naranjal
edu.becerra.92@gmail.com
Independencia.-

Asunto : Respuesta a Solicitud de Información

Referencia : Solicitud de Acceso a la Información Pública – Formulario N° 003

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, para saludarlo cordialmente y a la vez dar atención al documento de la referencia, con el cual solicita copia digital de los informes técnicos de los monitoreos de calidad de agua superficial en la cuenca del río Huaura, correspondiente a los años 2019, 2020 y 2021.

Sobre el particular, se precisa que se comparten cinco (5) informes técnicos resultantes de los trabajos de monitoreos de calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura en los años del 2019 al 2021, los cuales pueden ser descargados en los links o enlaces que se detallan en el Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01.
Monitoreos de Calidad de Agua Superficial en la Unidad Hidrográfica Huaura 13756

Actividad	Año	Informe Técnico	Enlaces de descarga
VII Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura.	2019	N° 008-2019-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/Ejdfq9LESwxMpLI3AP7x8kBfyfMlq5_eq9NAGZNSSSIHVA?e=LSXc1Y
VIII Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura.		N° 046-2019-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	
IX Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura.	2020	N° 012-2020-ANA-AAA.CF-ALA.H-KHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/EmUAMN1zoCFKjkn1GgaWsnkBaKLJZZc0eQNpv8snGNeBMQ?e=XMIRI4
X Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura.		N° 0007-2021-ANA-AAA.CF-ALA.H-KYHR	
XI Monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura.	2021	N° 0064-2021-ANA-AAA.CF-ALA.H-KYHR	https://autoridad-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/khuaman_ana_gob_pe/EvEVQUVlf0BKrjsY7_sCxrEBgyFf0krgbGmpvHAiK6QKA?e=Fbl4Ca

Av. La Paz Norte N° 385 - Huacho - Lima
T: 232 1509
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url:http://siged.ana.gob.pe/consultas e ingresando la siguiente clave : 0823A4E6

Siempre con el pueblo

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

JORGE LUIS CAHUAS SERVALLI
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA HUAURA

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

ANA
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CUT: 154647-2024

Huacho, 14 de agosto de 2024

CARTA N° 0405-2024-ANA-AAA.CF-ALA.H

Señor
Becerra Fonseca Guillermo Eduardo
Jr. Albarricones N° 488 – Urb. El Naranjal
Celular N° 980084459, Correo Electrónico: edubecerra.92@gmail.com
Independencia.-

Asunto : Respuesta a Solicitud de Información

Referencia : Solicitud de Acceso a la Información Pública – Formulario N° 003

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, para saludarla cordialmente y a la vez dar atención al documento de la referencia, con el cual solicita copia digital de los informes técnicos de los monitoreos participativos de la Calidad del Agua Superficial en la cuenca del Rio Huaura, de los años 2022 y 2023.

Sobre el particular, se comparten dos (02) informes técnicos resultantes de los trabajos de monitoreos de calidad del agua superficial en la cuenca del rio Huaura en los últimos años, lo que se adjuntan según el siguiente Cuadro N° 01.

Cuadro N° 01.

Año	Informe Técnico
2021-I	0084-2021-ANA-AAA-CFALA.H/KYHR
2022-I	0008-2023-ANA-AAA-CFALA.H/KYHR

Sin más detalle, es propicio la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

ALEXANDER GONZALES BARBOZA
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA HUAURA

AGB/Mprb

Av. La Paz Norte N° 185 - Huacho - Lima
T: 232 1509
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de https://sigad.ana.gob.pe/consultas e ingresando la siguiente clave: 3446780

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

Firmado digitalmente por GONZALES BARBOZA Alexander FAU 20520711865 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 29/08/2025

ANA
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CUT: 177940-2025

Huacho, 28 de agosto de 2025

CARTA N° 0352-2025-ANA-AAA.CF-ALA.H

Sr.
Becerra Fonseca Guillermo Eduardo
edu.becerra.92@gmail.com
Jr. Albaricoques – 488 Naranjal
Independencia.-

Asunto : Remito Información

Referencia : Formato N° 3140-2025

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez informarle según lo establecido en el artículo 7° de la Ley N° 27806 "Ley de Transparencia y acceso a la Información Pública donde establece que: *"Toda persona tiene derecho a solicitar y recibir información de cualquier entidad de la Administración Pública. En ningún caso se exige expresión de causa para el ejercicio de este derecho."*, por consiguiente, la Administración Local de Agua detalla lo siguiente:

Sobre el particular, se remite información del registro de autorizaciones de vertimientos y/o reúsos de aguas residuales tratadas emitidas en el periodo 2015-2024, en el ámbito de la Cuenca del rio Huaura, por lo cual adjuntamos el cuadro de las autorizaciones vigentes, indicando la unidad operativa y el administrado de las autorizaciones. Así mismo hacerle la acotación que las resoluciones indicadas en el cuadro se encuentran de acceso público en el portal de la Autoridad Nacional del Agua

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE
ALEXANDER GONZALES BARBOZA
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA HUAURA

AGB/Yanela O.

Calle "A" S/N - Lotizadora Amparo Cardenas - Huacho (Referencia a espalda de la agencia de envios shalom) - Lima
T: 981288372
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de:https://sisged.ana.gob.pe/consultas e ingresando la siguiente clave : 21F889F9

Ponle Punche Perú

PERU | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

Firmado digitalmente por GONZALES BARBOZA Alexander FAU 20131380718 hard
Motivo: Doy V° B° a la(el) del documento
Fecha: 11/09/2025

ANA
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CUT: 191534-2025

Huacho, 11 de septiembre de 2025

CARTA N° 0391-2025-ANA-AAA.CF-ALA.H

Sr.
Becerra Fonseca Guillermo Eduardo
gbecerra92@outlook.com
Jr. Albaricoques – 488 Naranjal
Independencia.-

Asunto : Remito Información de acceso a la información publica

Referencia : Formulario AIP D 3462-2025

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez informarle según lo establecido en el articulo 7° de la Ley N° 27806 "Ley de Transparencia y acceso a la Información Pública donde establece que: *"Toda persona tiene derecho a solicitar y recibir información de cualquier entidad de la Administración Pública. En ningún caso se exige expresión de causa para el ejercicio de este derecho."*, por consiguiente, la Administración Local de Agua detalla lo siguiente:

Sobre el particular, se remite el Informe Técnico N° 012-2018-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR de fecha 20.07.2028 correspondiente al Informe Final del Proceso Administrativo Sancionador contra la Municipalidad Distrital de Huaura, así mismo se adjunta los anexos detallados en el presente informe.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE
ALEXANDER GONZALES BARBOZA
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA HUAURA

AGB/Yanela O.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de https://tdgad.ana.gob.pe/consultas e ingresando la siguiente clave : 6SDAA2PB

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Viceministerio de Construcción y Saneamiento | Dirección General de Asuntos Ambientales

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

MEMORÁNDUM N° 843-2025-VIVIENDA/VMCS-DGAA

A : **MANUEL ALEJANDRO FARFAN BARRETO**
Responsable de Acceso a la Información Pública
AIP Transparencia y Acceso a la Información
Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental – AIP

Asunto : Solicitud de Acceso a la Información Pública.

Referencia : Formulario virtual N° 00009117-2025
Hoja de trámite N° 00163356-2025

Fecha : San Isidro,27 de agosto del 2025

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, en relación con el documento de la referencia, a través del cual se traslada a esta Dirección General la solicitud de acceso a la información pública presentada por el ciudadano BECERRA FONSECA, GUILLERMO EDUARDO, mediante la cual requiere:

Solicito padrón de puntos de vertimientos y reúsos declarados en el Registro Único del Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP), que incluya los números de fichas RUPAP, coordenadas de puntos de vertimientos o reúsos, caudal, localidad atendida y operador / entidad a cargo, entre otros; esto en el ámbito de las provincias de Huaura y Oyón, y el distrito de Ihuari en la provincia de Huaral, departamento de Lima.

Al respecto, conforme al artículo 10° de la Ley N° 27806[1], Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, establece que "Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida (…), siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control".

Asimismo, cabe precisar que de acuerdo con las atribuciones conferidas por la Ley N° 30156, Ley de Organizaciones y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el MVCS tiene competencias en materia de Vivienda, Construcción, Saneamiento, Urbanismo y Desarrollo Urbano, Bienes Estatales y Propiedad Urbana. Siendo que, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales conduce los procesos de evaluación y aprobación de estudios ambientales en el ámbito de competencia del sector, en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

En ese marco, se precisa que la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental (DEIA) de esta Dirección General, con base en los criterios de búsqueda definidos en la solicitud, ha proporcionado información a la cual puede acceder a través del siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1_OF4XDsdzk5pPOugMQDC2AEHc-ocFttb?usp=drive_link

La presente información se remite en atención a lo dispuesto por la Ley N.° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, y su reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 007-2024-JUS.

---

[1] **Ley N° 27806 Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública**
Artículo 10.- Información de acceso público.
Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima

Atentamente,

FIRMA DIGITAL
VIVIENDA
Firmado digitalmente por: CANCHARI MEDINA Maribel FAU 20504743307 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 2025/08/27 14:20:17-0500

MARIBEL CANCHARI MEDINA
Directora General
Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

MCM/edrofimt

MEMORÁNDUM N° 887-2025-VIVIENDA/VMCS-DGAA

A : **MANUEL ALEJANDRO FARFÁN BARRETO**
Responsable de Acceso a la Información Pública
AIP Transparencia y Acceso a la Información
Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental – AIP

Asunto : Respuesta de acceso a la información pública.

Referencia : Formulario virtual N° 00009150-2025
Hoja de trámite N° 00165964-2025

Fecha : San Isidro, 05 de septiembre del 2025

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, en relación con el documento de la referencia, a través del cual se traslada a esta Dirección General la solicitud de acceso a la información pública presentada por el ciudadano BECERRA FONSECA, GUILLERMO EDUARDO, mediante la cual requiere:

Copia de documentos de atención a la denuncia ambiental comunicada por OEFA mediante el Oficio N° 1735-2020-OEFA-DPEF-SEFA referido a "Acciones realizadas en atención a la presunta afectación ambiental que se estaría generando a los cuerpos de agua a consecuencia del vertimiento de aguas residuales provenientes de las PTAR N° 1 y PTAR N° 2 en la localidad de Oyón, distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima."; el cual se hace mención en el Informe Anual de Atención de Denuncias Ambientales durante el año 2020 (Informe N° 009-2021/DGAA-DGA-rmvega).

Al respecto, en el artículo 10° de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobada por Ley N° 27806[1], se establece que "Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida (…), siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control".

Por otra parte, cabe precisar de acuerdo con las atribuciones conferidas por la Ley N° 30156, Ley de Organizaciones y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el MVCS tiene competencias en materia de Vivienda, Construcción, Saneamiento, Urbanismo y Desarrollo Urbano, Bienes Estatales y Propiedad Urbana. Siendo que, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales conduce los procesos de evaluación y aprobación de estudios ambientales en el ámbito de competencia del sector, en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

En ese contexto, y de acuerdo con lo informado por la Dirección de Gestión Ambiental (DGA) de esta Dirección General, se cumple con remitir la información solicitada conforme a los parámetros requeridos señalando que mediante Oficio N° 2144-2020-DGAA- de fecha 15 de octubre de 2020, la DGA solicitó a la Municipalidad Provincial de Oyón información relacionada con la presunta afectación ambiental comunicada por el OEFA.

En respuesta, la Municipalidad Provincial de Oyón remitió, mediante Oficio N° 464-2020-ALC-MPO de fecha 30 de octubre de 2020, información sobre las acciones ejecutadas y previstas en el marco de sus competencias.

Con base a la información suministrada, se iniciaron dos expedientes de supervisión ambiental documental de carácter orientativo.

[1] Artículo 10.- Información de acceso público. Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida si se refiere a la contenida en documentos escritos, fotografías, grabaciones, soporte magnético o digital, o en cualquier otro formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control.

- Expediente N° 529-2021-DGAA/DGA-SUP, respecto de la PTAR 1 – Quichas.
- Expediente N° 530-2021-DGAA/DGA-SUP, respecto de la PTAR 2 – Pishgopuqio.

Ambos procesos culminaron con la emisión de los siguientes informes de Supervisión Nº 00000020-2021/DGAA/DGA referido a la PTAR 1 – Localidad de Quichas, y el Informe de Supervisión Nº 00000023-2021/DGAA/DGA, referido a la PTAR 2 – Localidad de Pishgopuqio, remitidos a la Municipalidad Provincial de Oyon mediante las Cartas Nº 00002945-2021/DGAA/DGA y Nº 00003225-2021/DGAA/DGA, respectivamente.

En ese sentido, se adjuntan las copias digitales de los documentos que forman parte de la atención a la denuncia ambiental mencionada, los cuales se encuentran disponibles en el siguiente enlace institucional:

https://drive.google.com/drive/folders/1sBmUUTgqyKN_54EKJ1TFXqbF4-sHmuMr

La presente respuesta se formula en cumplimiento de lo dispuesto por la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, y su Reglamento.

Atentamente,

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: CANCHARI MEDINA Maribel FAU 20545163301 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 2025/09/05 12:20:52-0500
VIVIENDA

MARIBEL CANCHARI MEDINA
Directora General
Dirección General de Asuntos Ambientales
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

MCM/alc/mt

Lima, 4 de setiembre del 2025
2025-E025-108713

CARTA N° 03512-2025-OEFA/RAI

Señor

GUILLERMO EDUARDO BECERRA FONSECA
gbecerra52@outlook.com

Referencia : Solicitud de acceso a la información pública de fecha 25.08.2025 (Expediente N° 2025-E01-108713)

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted, en atención al documento de la referencia, mediante el cual requiere que se le brinde la siguiente información:

> *[SIC] Solicito copia de Oficio N° 1735-2020-OEFA-DPEF-SEFA y documentos anexos, con relación a la atención de una denuncia ambiental relacionada con los vertimientos de aguas residuales de las PTAR de la localidad de Oyón, dist. y prov. de Oyón, Lima."*

Sobre el particular, es preciso señalar que la información solicitada es de carácter público de conformidad a lo establecido en el Artículo 10° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019 JUS.

En ese sentido, la Dirección de Políticas y Estrategias en Fiscalización Ambiental (en adelante, la DPEF) remitió la copia digitalizada del Oficio N° 1735-2020-OEFA-DPEF-SEFA y sus anexos, tal como lo solicita en su pedido.

Bajo ese contexto, a través del siguiente enlace podrá acceder a la información remitida por la DPEF, como área poseedora de la información:

https://drive.google.com/drive/folders/1BYKRGT8gIV3WdO36-guhZnM5DQVgsP5U?usp=sharing

Se pone a su disposición lo indicado sin costo alguno al correo electrónico consignado en su solicitud, conforme a lo estipulado en el numeral 30.4 del Artículo 30° del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 007-2024-PCM.

Atentamente,

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) puede ser verificada en: https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml

Oefa

Firmado digitalmente por: LEVANO CANO Angelo Alberto FAU 20502386756 soft
Cargo: Responsable de Acceso a la Información Pública (RAI)
Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha/Hora: 04/09/2020 12:21:10

AAT

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) puede ser verificada en: https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml

Anexo 3. Matriz de revisión documental

Tabla 80

Matriz de revisión documental de la investigación

Nº	TÍTULO	AÑO	AUTORES	RESUMEN	APORTES A LA INVESTIGACIÓN
1	Informe Técnico Nº 007-2013-ANA-DGCRH-VIG/PAPD, Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial de la cuenca del río Huaura	2013	Autoridad Nacional del Agua	Evalúa el estado de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura, a partir de los resultados del primer monitoreo ejecutado del 25 al 30 de noviembre de 2013 durante la época de avenida. Se evaluaron 18 estaciones de monitoreo en la cuenca, con 1 estación ubicada en el río Huaura donde se identificó una carga de coliformes totales que superó el ECA Agua - Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2013-I
2	Informe Técnico Nº 035-2014-ANA-DGCRH-VIG/PDPA, Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del río Huaura	2014	Autoridad Nacional del Agua	Evalúa el estado de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura, a partir de los resultados del segundo monitoreo ejecutado desde el 03 al 08 de marzo de 2014 durante la época de avenida. Se evaluaron 19 estaciones de monitoreo en la cuenca, de las cuales 2 estaciones se ubican en el río Huaura y presentaron valores de pH, aluminio, hierro, manganeso y coliformes termotolerantes por encima de los ECA Agua - Cat.3	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2014-I
3	Informe Técnico Nº 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, Resultado del Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua del río Huaura - 2015	2015	Administración Local de Agua Huaura	El informe evalúa la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura, a partir de los resultados del tercer monitoreo participativo ejecutado desde el 26 al 31 de octubre de 2015 durante la época de estiaje. Se muestrearon 24 estaciones de monitoreo en la cuenca, con 4 estaciones ubicadas en el río Huaura y se encontraron valores de nitritos, hierro, C.T., DBO, DQO, fosfatos y manganeso por encima de los ECA Agua – Cat. 3	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2015-I
4	Informe Técnico Nº 027-2016-ANA-AAA.CF.-ALA H/KHR, Resultados del monitoreo participativo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura - 2016	2016	Administración Local de Agua Huaura	El informe evalúa la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Huaura, a partir de los resultados del cuarto monitoreo participativo ejecutado desde el 20 de junio al 27 de julio de 2016, durante la época de estiaje. Se muestrearon 23 estaciones de monitoreo en la cuenca, con 3 estaciones ubicadas en el río Huaura. Se encontraron valores de C.T., aluminio, hierro, manganeso, plomo, DBO, QDO y Aceites y grasas que superaron los ECA Agua – Cat. 3	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2016-I

Nº	TÍTULO	AÑO	AUTORES	RESUMEN	APORTES A LA INVESTIGACIÓN
5	Informe Técnico Nº 066-2017-ANA-AAA.CF.-ALA H/KHR, Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial en la Cuenca del río Huaura - 2017	2017	Administración Local de Agua Huaura	El informe evalúa la calidad de los cuerpos de agua naturales en la cuenca del río Huaura, partir de los resultados del quinto monitoreo participativo ejecutado desde el 21 al 26 de agosto del 2017, en época de estiaje, con 24 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se monitorearon 3 estaciones, donde se encontraron valores de coliformes termotolerantes, DBO y DQO por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2017-I
6	Informe Técnico Nº 066-2018-ANA-AAA.CF.-ALA H/KHR, Informe de Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial en la Cuenca del río Huaura - 2018	2018	Administración Local de Agua Huaura	El informe evalúa la calidad de los cuerpos de agua naturales en la cuenca del río Huaura, partir de los resultados del sexto monitoreo participativo ejecutado desde el 09 al 13 de abril del 2018, en época de avenida y con 27 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se muestrearon 5 estaciones, donde se encontraron concentraciones de Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y hierro total por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2018-I
7	Informe Técnico Nº 008-2019-ANA-AAA.CF.-ALA H/KHR, Informe de Resultados del Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial en la cuenca del río Huaura - 2019	2019	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del 7mo monitoreo participativo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 25 al 29 de marzo de 2019 durante la época de avenida y se muestrearon 27 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 5 estaciones, donde se encontraron concentraciones de Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, hierro, manganeso, aluminio, DBO y DQO por encima de los ECA Agua - Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2019-I
8	Informe Técnico Nº 046-2019-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, Informe de Resultados del Segundo Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial en la Cuenca del río Huaura - 2019	2019	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del 8vo monitoreo participativo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 21 al 25 de octubre de 2019 durante la época de estiaje y se evaluaron 25 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 4 estaciones, donde se encontraron concentraciones de Hierro, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2019-II

Nº	TÍTULO	AÑO	AUTORES	RESUMEN	APORTES A LA INVESTIGACIÓN
9	Informe Técnico Nº 012-2020-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, Resultados del Primer Monitoreo de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Huaura - 2020	2020	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del 9no monitoreo participativo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 26 de mayo al 01 de junio del 2020 durante la época de estiaje y se muestrearon 21 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 4 estaciones, donde se encontraron concentraciones de DQO, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* por encima de los ECA Agua – Cat. 3. Además, presenta como anexo la actualización al 2017 del inventario de fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2020-I e Inventario de fuentes contaminantes del río Huaura, actualizado al 2017
10	Informe Técnico Nº 0007-2021-ANA-AAA.CF-ALA.H/KYHR, X Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Huaura 13756	2021	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del décimo monitoreo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 09 al 13 de noviembre de 2020 durante la temporada de avenida y se muestrearon 25 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 4 estaciones, donde se encontraron valores de pH, oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2020-II
11	Informe Técnico Nº 0064-2021-ANA-AAA.CF-ALA.H/KYHR, XI Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Huaura 13756	2021	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del 11vo monitoreo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 24 al 28 de mayo de 2021 durante la temporada de estiaje y se muestrearon 26 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 4 estaciones, donde se encontraron valores de pH, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2021-I
12	Informe Técnico Nº 0008-2023-ANA-AAA.CF-ALA.H/KYHR, XII Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Huaura 13756	2023	Administración Local de Agua Huaura	El informe presenta y evalúa los resultados del 12vo monitoreo participativo de calidad de los recursos hídricos en la cuenca del río Huaura, realizado del 30 de noviembre al 06 de diciembre de 2022 durante la temporada de avenida y se muestrearon 25 estaciones de monitoreo en la cuenca. En el río Huaura se evaluaron 4 estaciones, donde se encontraron concentraciones de Manganeso, hierro, oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* por encima de los ECA Agua – Cat. 3.	Datos de monitoreo de la calidad de agua en el río Huaura del periodo 2022-I

Nº	TÍTULO	AÑO	AUTORES	RESUMEN	APORTES A LA INVESTIGACIÓN
13	Monitoreo químico – microbiológico del agua de la cuenca alta del río Huaura	2019	Cuellar J.; Chinga, N.; Llanos, N.; Airahuacho, F.; Legua, J.	El artículo en mención evaluó 12 parámetros químicos y microbiológicos ubicados en el río Huaura y principales tributarios en la zona de cuenca Alta, mediante 8 campañas de monitoreo entre agosto de 2010 y diciembre de 2011. Se encontraron niveles de zinc, hierro, manganeso, arsénico, coliformes termotolerantes y C. totales que superaron los límites establecidos por los entonces vigentes Estándares de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto supremo Nº 002-2008-MINAM.	Antecedentes históricos de la calidad de aguas en la zona alta del río Huaura, para fines de discusión de los resultados de la presente investigación.
14	Registro Único de Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP) de prestadores de servicios de saneamiento	2025	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Información solicitada de vertimientos y reúsos de aguas residuales de los prestadores de servicios de saneamiento de las provincias de Huaura, Oyón y Huaral, acogidas al RUPAP para su adecuación ambiental. Incluye ubicación, responsables, caudales, entre otros.	Registro de vertimientos y/o reúsos en proceso de adecuación, en el ámbito de la cuenca del río Huaura
15	Registro de autorizaciones de vertimientos y reúsos de aguas residuales (RAVER)	2025	Autoridad Nacional del Agua	Información solicitada de vertimientos y reúsos de aguas residuales autorizados y vigentes en el periodo 2015-2022, en el ámbito de la cuenca hidrográfica del río Huaura. Incluye ubicación, responsables, unidad fiscalizable, sector de la actividad, volúmenes autorizados, plazos de vigencia y resoluciones de autorización emitidas.	Registro de vertimientos y/o reúsos autorizados, en el ámbito de la cuenca del río Huaura
16	Inventario de Pasivos Ambientales Mineros, aprobado por R.M. Nº 335-2022-MINEM-DM	2022	Ministerio de Energía y Minas	Información de pasivos ambientales mineros a nivel nacional, actualizado al 2022. Incluye ubicación, responsables, tipo de pasivo ambiental, entre otros.	Registro de vertimientos y/o reúsos autorizados, en el ámbito de la cuenca del río Huaura
17	Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, aprobado por R.D. Nº 018-2022-OEFA/DSIS	2022	Ministerio de Energía y Minas	Información de áreas degradadas por residuos sólidos a nivel nacional, actualizado al 2022. Incluye ubicación, responsables, tipo de residuos, entre otros.	Registro de vertimientos y/o reúsos autorizados, en el ámbito de la cuenca del río Huaura

Anexo 4. Fichas de inspección de campo

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Surasaca (Río Huaura en parte alta)
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RSura 1
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Surasaca, 400 m aguas arriba de la confluencia con río Quichas
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde el C.P. Quichas, 2.5 km por Carretera a Raura (LM-599) hasta el represamiento del río Quichas. Se toma el desvío de trocha carrozable de lado izquierdo del represamiento por 900 m hasta piscigranja sector Gazuna, luego 150 m hacia el noreste en camino de herradura (a pie).
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Zona de cabecera de cuenca del río Huaura
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río con tramo uniforme de 100 m en valle encañonado, antes de salir a zona de valle plano donde se bifurca en varios brazos para unirse al río Quichas. La estación se ubica 15 m aguas arriba de bocatoma de concreto.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Oyón	Oyón	Lima

Localidad:	C.P. Quichas, piscigranjas sector Gazuna

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	305,662 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,834,058 m	Altitud:	4,199	(m s.n.m.)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 12/10/2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Quichas (Río Huaura en parte alta)
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RQuic 1
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Quichas, aguas debajo de la minería de carbón, antes de comunidad campesina Quichas
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde el C.P. Quichas, 1.0 km por Carretera a Raura (LM-599) hasta la altura de corralones sector Rumiatuna. La estación se ubica a 12 m a pie de la carretera.
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Zona de cabecera de cuenca del río Huaura
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río con tramo poco serpenteante en valle acolinado, con presencia de orillas y cauce rocoso. El lecho mayor en la margen izquierda es herbáceo y hacia la margen derecha se observa matorral arbustivo.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Oyón	Oyón	Lima

Localidad:	C.P. Quichas, sector Rumiatuna

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	306,334 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,831,644 m	Altitud:	4,060	(m s.n.m.)

Nota: La ubicación oficial de la estación se ubica en 306,292 m Este, 8'831,662 m Norte. Por posibles variaciones del cauce del río el muestreo se ubica 45 m al este de las coordenadas oficiales, en las coordenadas brindadas en la presente ficha.

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 12/10/2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Huaura
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RHuau 1
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Huaura, aguas abajo del centro poblado Viroc
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde el C.P. Viroc, se sigue el tramo serpenteante de la carretera en dirección a Churín (PE-18), desciendiendo hasta la parte baja del valle. La estación se encuentra a 10 m de la carretera, por la margen izquierda.
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Estación en cuenca alta, aguas debajo de principales centros poblados.
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río con tramo poco serpenteante en valle encañonado, con cauce mayor a 10 m y riberas medianamente empinadas. La estación se ubica a 45 m aguas arriba de un puente de madera que cruza el río.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Oyón	Oyón	Lima

Localidad:	C.P. Viroc

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	302,857 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,818,159 m	Altitud:	3,211	(m s.n.m.)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 12/10/2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Huaura
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RHuau 5
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Huaura, altura del puente Alco.
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde Sayán se toma la carretera a Churín (PE-18) hasta llegar al puente Alco, a 15.4 km de Sayán (Aprox. 20 min en auto). La estación se ubica en el río por debajo del puente, accesible desde pie de carretera con seguridad por pendiente empinada.
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Estación de control en cuenca media.
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río con tramo poco serpenteante en valle mesoandino, las riberas del río son empinadas a muy empinadas, con tramos de ribera rocosa y otras con presencia de vegetación de carrizales. Hacia la margen derecha se ubica la bocatoma rústica del canal de derivación Tres Montones.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Sayán	Huaura	Lima

Localidad:	Caserío Alco

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	268,993 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,778,586 m	Altitud:	964	(m s.n.m.)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 12/10/2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Huaura
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RHuau 2
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Huaura, aguas debajo de la bocatoma Canal de Derivación Quípico, Vilcahuaura
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde Sayán se toma la carretera a Huaura (PE-18) hasta la altura de la Bocatoma Quípico a 8.8 km (Aprox. 12 min en auto), donde se toma un desvío de trocha carrozable que sigue la margen derecha del río Huaura, aproximadamente por 500 m en dirección de la corriente del río.
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Estación de control en cuenca baja.
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río de cauce trenzado en tramo de baja pendiente y del valle Huaura. Hacia ambas márgenes se encuentran obras de defensa ribereña de enrocado, y atrás de estas obras se encuentran campos de cultivos, principalmente caña de azucar.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Sayán	Huaura	Lima

Localidad:	C.P. Vilcahuaura, Caserío El Platanal

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	251,618 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,774,569 m	Altitud:	595	(m s.n.m.)

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 23/10/2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:	Río Huaura
Clasificación del cuerpo de agua: (Categorizado de acuerdo con la R.J. Nº 056-2018-ANA)	Categoría 3
Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero: (Código Pfaffstätter)	Unidad Hidrográfica 13756 - Cuenca Huaura

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: (Según lo indicado en el ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)	RHuau 3
Descripción: (Origen / Ubicación)	Río Huaura, aguas abajo del puente Huaura.
Accesibilidad: (Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)	Desde la ciudad de Huaura, se dirige hacia el sector de Carquín Chico y Hualmay por vías locales hasta llegar a la bocatoma del canal de derivación Carquín. La estación se ubica aguas abajo de la bocatoma, a 250 m aguas debajo de las coordenadas oficiales, por accesibilidad.
Representatividad: (Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna o mar, que el punto de monitoreo representa)	Estación de control en cuenca baja.
Finalidad del monitoreo: (Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, otros)	Vigilancia de la calidad del agua y evaluación del impacto de fuentes contaminantes
Reconocimiento del entorno: (Indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo)	Río de cauce estrecho, poco serpenteante y cauce medianamente profundo, la ribera izquierda presenta un menor desnivel y pendiente poco empinada mientras que la margen derecha se forman acantilados de varios metros de altura. Presencia de infraestructura urbana e hidráulica.

UBICACIÓN

Distrito:	**Provincia:**	**Departamento:**
Huaura	Huaura	Lima

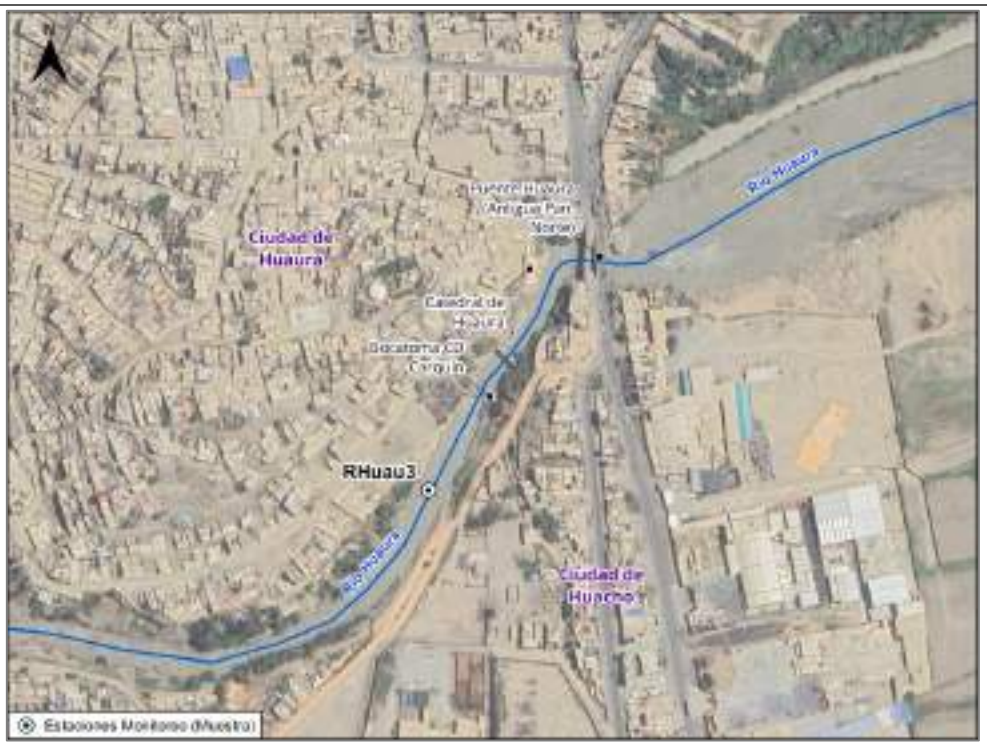
Localidad:	Ciudad de Huaura, límite con la ciudad de Huacho

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: [X] Proyección UTM [ ] Geográficas

Norte / Latitud:	215,983 m	Zona:	18 S	(17, 18 o 19 para UTM)
Este / Longitud:	8,774,388 m	Altitud:	54	(m s.n.m.)

Nota: La ubicación oficial de la estación se ubica en 216,130 m Este, 8'774,569 m Norte. Por accesibilidad el muestreo se realiza 250 m aguas debajo de las coordenadas oficiales, en las coordenadas brindadas en la presente ficha.

Croquis de ubicación del punto de monitoreo



Toma fotográfica:



Elaborado por: Guillermo Eduardo Becerra Fonseca Fecha: 23/10/2025

Anexo 5. Estadística comparativa del tratamiento de datos censurados

Descripción de la ejecución de rutinas en R Studio

El presente anexo detalla los resultados de estadísticas comparativas del tratamiento de datos censurados mediante imputación por valores generados bajo los métodos de Regresión lineal robusta (ROS), Kaplan-Meier (KM), estimación de máxima verosimilitud (MLE) e Imputación múltiple con control de rangos (IM); todos estos ejecutados bajo rutinas específicas del software R versión 4.5.1.

Las rutinas y paquetes estadísticos empleados son los descritos en el apartado 4.1.2.2.2 del Informe final de la investigación y emplearon los paquetes NADA, Survival y EnvStats, además de rutinas básicas del software R.

Para el tratamiento de los datos censurados se organizan archivos de importación (en formato .csv) incluyendo para cada parámetro un total de 4 columnas donde se incluyó: 1) número de orden (numérico); 2) valores medidos (numérico) y censurados (expresados como NA); 3) la condición de si el dato es censurado o no (expresado como “TRUE” o “FALSE”); y, 4) el valor del límite de detección del análisis instrumental (numérico).

Cabe indicar que para el tratamiento de estos datos, se omitieron los valores atípicos a fin de una mejor confiabilidad y aproximación de los valores censurados, dada la distancia entre los valores atípicos y el límite de detección que genera la censura.

Posteriormente se corrieron las rutinas programadas en R Studio, el cual generó los cuadros de estadísticas comparativas de cada método de imputación y una tabla en formato csv que incluyó columnas con los valores imputados según cada método empleado; esto para cada parámetro.

Resultados de estadísticas comparativas

Tabla 81

Estadísticas comparativas por método de imputación para DQO

Variable	Método	Media (mg/L)	Mediana (mg/L)	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
DQO (mg/l)	ROS	11.43	11.00	7.04	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	11.81	9.50	6.29	No	No
	MLE (a)	12.64	11.16	8.92	No	No
	IM (b)	9.91	9.00	7.84	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 61.50, varianza between: 0.00

Tablan 82

Estadísticas comparativas por método de imputación para C.T.

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
C.T. (NMP/100 mL)	ROS	215,925.8	490.0	659,721.7	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	215,959.0	490.0	659,710.6	No	No
	MLE (a)	225,383.5	775.9	660,420.6	No	No
	IM (b)	215,924.7	490.0	659,722.0	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 4.3523E+11, varianza between: 0.00.

Tabla 83

Estadísticas comparativas por método de imputación para Arsénico

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
As (mg/l)	ROS	0.00473	0.00500	0.00216	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.00482	0.00507	0.00184	No	No
	MLE (a)	0.00485	0.00500	0.00207	No	No
	IM (b)	0.00467	0.00484	0.00192	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 0.000004, varianza between: 0.000000.

Tabla 84

Estadísticas comparativas por método de imputación para Cobre

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
Cu (mg/l)	ROS	0.00279	0.00180	0.00284	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.00285	0.00170	0.00277	No	No
	MLE (a)	0.00325	0.00200	0.00372	No	No
	IM (b)	0.00266	0.00170	0.00288	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 0.0000083, varianza between: 0.000000.

Tabla 85

Estadísticas comparativas por método de imputación para plomo

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
Pb (mg/l)	ROS	0.00319	0.00160	0.00359	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.00305	0.00140	0.00325	No	No
	MLE (a)	0.00372	0.00165	0.00448	No	No
	IM (b)	0.00276	0.00140	0.00344	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 0.000012, varianza between: 0.000000.

Tabla 86

Estadísticas comparativas por método de imputación para fósforo total

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
P_{total} (mg/l)	ROS	0.169	0.060	0.255	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.156	0.053	0.228	No	No
	MLE (a)	0.200	0.070	0.283	No	No
	IM (b)	0.142	0.053	0.235	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 0.055412, varianza between: 0.000000.

Tabla 87

Estadísticas comparativas por método de imputación para Nitratos-N + Nitritos-N

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
NO3-N+NO2-N (mg/l)	ROS	0.312	0.245	0.330	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.327	0.232	0.312	No	No
	MLE (a)	0.395	0.258	0.519	No	No
	IM (b)	0.293	0.232	0.333	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within: 0.110567, varianza between: 0.000000.

Tabla 88

Estadísticas comparativas por método de imputación para zinc

Variable	Método	Media	Mediana	Desv. Estándar	Control de rango	Incerti-dumbre
Zn (mg/l)	ROS	0.0430	0.0350	0.0333	No	No
	Kaplan-Meier (KM)	0.0426	0.0268	0.0302	No	No
	MLE (a)	0.0459	0.0365	0.0366	No	No
	IM (b)	0.0390	0.0266	0.0330	Sí	Sí

Nota: (a) MLE asume distribución de datos log-normal. (b) Nº de imputaciones: 5, varianza within 0.001091, varianza between: 0.000000.

Evaluación de los datos generados

Del análisis de estadísticas comparativas y revisión de los datos generados por los distintos métodos de tratamiento aplicados, se señala que los métodos ROS, KM y MLE sin control de rangos generan valores imputados, en algunos casos, por encima del valor del límite de detección, induciendo un sesgo a la derecha para el conjunto de datos obtenido. Por otra parte, el método de imputación múltiple en base al algoritmo descrito por Herbertst et al (2021), contempla un control de rangos al generar los valores aleatorios de una distribución ajustada considerando el límite de detección y los valores de los datos no censurados.

Lo indicado se ejemplifica en la Figura 75, para el caso del Zinc y similar para otros parámetros, donde los valores generados por ROS, KM y MLE presentan valores por encima del LD, y, aunque mantienen los estadísticos del conjunto de datos en valores similares, sus observaciones pueden generar sesgos al evaluar los datos por temporalidad o estación de muestreo. Asimismo, estos valores contradicen el supuesto de que el valor censurado se encuentra entre un valor extremo inferior posible y un extremo superior justo por debajo del límite censura, que es el caso común de los resultados de análisis en datos ambientales (Helsel, 2012). Por lo expuesto, se seleccionaron los datos únicamente generados por el método de Imputación múltiple.

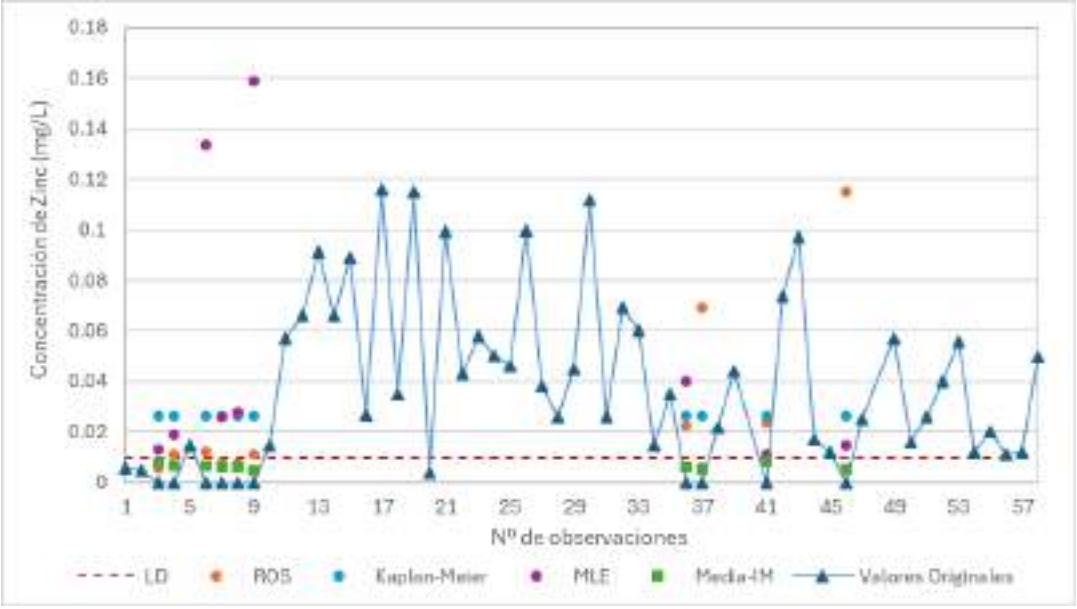


Figura 75

Dispersión de observaciones de Zinc vs valores imputados

Nota. Las observaciones de datos censurados por debajo del Límite de detección (LD), se visualizan como 0 (ausencia de datos). Los valores imputados por ROS, KM, MLE e IM, solo se generan para los casos de datos censurados.

Anexa 6. Base de datos de resultados de calidad de agua

Tabla 89

Valores observados y valores imputados por imputación múltiple (IM)

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
1	2015	2015-I	RSura 1	Al	0.022	mg/L	No	0.022
2	2016	2016-I	RSura 1	Al	0.022	mg/L	No	0.022
3	2017	2017-I	RSura 1	Al	0.013	mg/L	No	0.013
4	2018	2018-I	RSura 1	Al	0.110	mg/L	No	0.110
5	2019	2019-I	RSura 1	Al	0.201	mg/L	No	0.201
6	2019	2019-II	RSura 1	Al	0.020	mg/L	No	0.020
7	2020	2020-I	RSura 1	Al	0.020	mg/L	No	0.020
8	2020	2020-II	RSura 1	Al	0.030	mg/L	No	0.030
9	2021	2021-I	RSura 1	Al	0.021	mg/L	No	0.021
10	2022	2022-I	RSura 1	Al	0.030	mg/L	No	0.030
11	2015	2015-I	RQuic 1	Al	0.097	mg/L	No	0.097
12	2016	2016-I	RQuic 1	Al	0.180	mg/L	No	0.180
13	2017	2017-I	RQuic 1	Al	0.237	mg/L	No	0.237
14	2018	2018-I	RQuic 1	Al	0.173	mg/L	No	0.173
15	2019	2019-I	RQuic 1	Al	2.383	mg/L	No	2.383
16	2019	2019-II	RQuic 1	Al	0.086	mg/L	No	0.086
17	2020	2020-I	RQuic 1	Al	0.132	mg/L	No	0.132
18	2020	2020-II	RQuic 1	Al	0.108	mg/L	No	0.108
19	2021	2021-I	RQuic 1	Al	0.151	mg/L	No	0.151
20	2022	2022-I	RQuic 1	Al	0.134	mg/L	No	0.134
21	2015	2015-I	RHuau 1	Al	0.941	mg/L	No	0.941
22	2016	2016-I	RHuau 1	Al	0.362	mg/L	No	0.362
23	2017	2017-I	RHuau 1	Al	0.921	mg/L	No	0.921
24	2018	2018-I	RHuau 1	Al	0.458	mg/L	No	0.458
25	2019	2019-I	RHuau 1	Al	1.099	mg/L	No	1.099
26	2019	2019-II	RHuau 1	Al	3.982	mg/L	No	3.982
27	2020	2020-I	RHuau 1	Al	0.215	mg/L	No	0.215
28	2020	2020-II	RHuau 1	Al	0.251	mg/L	No	0.251
29	2021	2021-I	RHuau 1	Al	0.295	mg/L	No	0.295
30	2022	2022-I	RHuau 1	Al	3.125	mg/L	No	3.125
31	2017	2017-I	RHuau 5	Al	0.610	mg/L	No	0.610
32	2018	2018-I	RHuau 5	Al	2.485	mg/L	No	2.485
33	2019	2019-I	RHuau 5	Al	2.424	mg/L	No	2.424
34	2019	2019-II	RHuau 5	Al	0.383	mg/L	No	0.383
35	2020	2020-I	RHuau 5	Al	0.269	mg/L	No	0.269
36	2020	2020-II	RHuau 5	Al	0.147	mg/L	No	0.147
37	2021	2021-I	RHuau 5	Al	0.293	mg/L	No	0.293
38	2022	2022-I	RHuau 5	Al	0.112	mg/L	No	0.112
39	2015	2015-I	RHuau 2	Al	0.698	mg/L	No	0.698

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
40	2016	2016-I	RHuau 2	Al	22.500	mg/L	No	22.500
41	2017	2017-I	RHuau 2	Al	0.192	mg/L	No	0.192
42	2018	2018-I	RHuau 2	Al	4.002	mg/L	No	4.002
43	2019	2019-I	RHuau 2	Al	4.624	mg/L	No	4.624
44	2019	2019-II	RHuau 2	Al	0.305	mg/L	No	0.305
45	2020	2020-I	RHuau 2	Al	0.184	mg/L	No	0.184
46	2020	2020-II	RHuau 2	Al	0.296	mg/L	No	0.296
47	2021	2021-I	RHuau 2	Al	0.193	mg/L	No	0.193
48	2022	2022-I	RHuau 2	Al	0.354	mg/L	No	0.354
49	2015	2015-I	RHuau 3	Al	0.385	mg/L	No	0.385
50	2016	2016-I	RHuau 3	Al	0.275	mg/L	No	0.275
51	2017	2017-I	RHuau 3	Al	0.788	mg/L	No	0.788
52	2018	2018-I	RHuau 3	Al	2.778	mg/L	No	2.778
53	2019	2019-I	RHuau 3	Al	5.501	mg/L	No	5.501
54	2019	2019-II	RHuau 3	Al	0.078	mg/L	No	0.078
55	2020	2020-I	RHuau 3	Al	0.128	mg/L	No	0.128
56	2020	2020-II	RHuau 3	Al	0.154	mg/L	No	0.154
57	2021	2021-I	RHuau 3	Al	0.082	mg/L	No	0.082
58	2022	2022-I	RHuau 3	Al	0.084	mg/L	No	0.084
59	2015	2015-I	RSura 1	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00325
60	2016	2016-I	RSura 1	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00419
61	2017	2017-I	RSura 1	As	0.00123	mg/L	No	0.00123
62	2018	2018-I	RSura 1	As	0.00294	mg/L	No	0.00294
63	2019	2019-I	RSura 1	As	0.00300	mg/L	No	0.00300
64	2019	2019-II	RSura 1	As	0.00200	mg/L	No	0.00200
65	2020	2020-I	RSura 1	As	0.00110	mg/L	No	0.00110
66	2020	2020-II	RSura 1	As	0.00250	mg/L	No	0.00250
67	2021	2021-I	RSura 1	As	0.00150	mg/L	No	0.00150
68	2022	2022-I	RSura 1	As	0.00240	mg/L	No	0.00240
69	2015	2015-I	RQuic 1	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00422
70	2016	2016-I	RQuic 1	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00426
71	2017	2017-I	RQuic 1	As	0.00551	mg/L	No	0.00551
72	2018	2018-I	RQuic 1	As	0.00266	mg/L	No	0.00266
73	2019	2019-I	RQuic 1	As	0.00625	mg/L	No	0.00625
74	2019	2019-II	RQuic 1	As	0.00370	mg/L	No	0.00370
75	2020	2020-I	RQuic 1	As	0.00250	mg/L	No	0.00250
76	2020	2020-II	RQuic 1	As	0.00360	mg/L	No	0.00360
77	2021	2021-I	RQuic 1	As	0.00240	mg/L	No	0.00240
78	2022	2022-I	RQuic 1	As	0.00380	mg/L	No	0.00380
79	2015	2015-I	RHuau 1	As	0.00800	mg/L	No	0.00800
80	2016	2016-I	RHuau 1	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00459
81	2017	2017-I	RHuau 1	As	0.00899	mg/L	No	0.00899
82	2018	2018-I	RHuau 1	As	0.00733	mg/L	No	0.00733
83	2019	2019-I	RHuau 1	As	0.00576	mg/L	No	0.00576

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
84	2019	2019-II	RHuau 1	As	0.01260	mg/L	No	0.01260
85	2020	2020-I	RHuau 1	As	0.00540	mg/L	No	0.00540
86	2020	2020-II	RHuau 1	As	0.00510	mg/L	No	0.00510
87	2021	2021-I	RHuau 1	As	0.00600	mg/L	No	0.00600
88	2022	2022-I	RHuau 1	As	0.01340	mg/L	No	0.01340
89	2017	2017-I	RHuau 5	As	0.00592	mg/L	No	0.00592
90	2018	2018-I	RHuau 5	As	0.00663	mg/L	No	0.00663
91	2019	2019-I	RHuau 5	As	0.00630	mg/L	No	0.00630
92	2019	2019-II	RHuau 5	As	0.00590	mg/L	No	0.00590
93	2020	2020-I	RHuau 5	As	0.00510	mg/L	No	0.00510
94	2020	2020-II	RHuau 5	As	0.00510	mg/L	No	0.00510
95	2021	2021-I	RHuau 5	As	0.00540	mg/L	No	0.00540
96	2022	2022-I	RHuau 5	As	0.00500	mg/L	No	0.00500
97	2015	2015-I	RHuau 2	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00381
98	2016	2016-I	RHuau 2	As	0.04600	mg/L	No	0.04600
99	2017	2017-I	RHuau 2	As	0.00507	mg/L	No	0.00507
100	2018	2018-I	RHuau 2	As	0.00784	mg/L	No	0.00784
101	2019	2019-I	RHuau 2	As	0.00865	mg/L	No	0.00865
102	2019	2019-II	RHuau 2	As	0.00570	mg/L	No	0.00570
103	2020	2020-I	RHuau 2	As	0.00420	mg/L	No	0.00420
104	2020	2020-II	RHuau 2	As	0.00470	mg/L	No	0.00470
105	2021	2021-I	RHuau 2	As	0.00430	mg/L	No	0.00430
106	2022	2022-I	RHuau 2	As	0.00520	mg/L	No	0.00520
107	2015	2015-I	RHuau 3	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00337
108	2016	2016-I	RHuau 3	As	<0.007	mg/L	Sí	0.00473
109	2017	2017-I	RHuau 3	As	0.00585	mg/L	No	0.00585
110	2018	2018-I	RHuau 3	As	0.00603	mg/L	No	0.00603
111	2019	2019-I	RHuau 3	As	0.00896	mg/L	No	0.00896
112	2019	2019-II	RHuau 3	As	0.00420	mg/L	No	0.00420
113	2020	2020-I	RHuau 3	As	0.00330	mg/L	No	0.00330
114	2020	2020-II	RHuau 3	As	0.00360	mg/L	No	0.00360
115	2021	2021-I	RHuau 3	As	0.00340	mg/L	No	0.00340
116	2022	2022-I	RHuau 3	As	0.00460	mg/L	No	0.00460
117	2015	2015-I	RSura 1	C.E.	100.00	uS/cm	No	100.00
118	2016	2016-I	RSura 1	C.E.	108.10	uS/cm	No	108.10
119	2017	2017-I	RSura 1	C.E.	55.42	uS/cm	No	55.42
120	2018	2018-I	RSura 1	C.E.	93.21	uS/cm	No	93.21
121	2019	2019-I	RSura 1	C.E.	81.04	uS/cm	No	81.04
122	2019	2019-II	RSura 1	C.E.	92.87	uS/cm	No	92.87
123	2020	2020-I	RSura 1	C.E.	845.30	uS/cm	No	845.30
124	2020	2020-II	RSura 1	C.E.	96.23	uS/cm	No	96.23
125	2021	2021-I	RSura 1	C.E.	83.93	uS/cm	No	83.93
126	2022	2022-I	RSura 1	C.E.	ND	uS/cm	No	ND
127	2015	2015-I	RQuic 1	C.E.	280.00	uS/cm	No	280.00

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
128	2016	2016-I	RQuic 1	C.E.	406.00	uS/cm	No	406.00
129	2017	2017-I	RQuic 1	C.E.	298.40	uS/cm	No	298.40
130	2018	2018-I	RQuic 1	C.E.	241.10	uS/cm	No	241.10
131	2019	2019-I	RQuic 1	C.E.	212.70	uS/cm	No	212.70
132	2019	2019-II	RQuic 1	C.E.	260.70	uS/cm	No	260.70
133	2020	2020-I	RQuic 1	C.E.	380.90	uS/cm	No	380.90
134	2020	2020-II	RQuic 1	C.E.	234.10	uS/cm	No	234.10
135	2021	2021-I	RQuic 1	C.E.	404.60	uS/cm	No	404.60
136	2022	2022-I	RQuic 1	C.E.	ND	uS/cm	No	ND
137	2015	2015-I	RHuau 1	C.E.	310.00	uS/cm	No	310.00
138	2016	2016-I	RHuau 1	C.E.	ND	uS/cm	No	ND
139	2017	2017-I	RHuau 1	C.E.	183.70	uS/cm	No	183.70
140	2018	2018-I	RHuau 1	C.E.	266.70	uS/cm	No	266.70
141	2019	2019-I	RHuau 1	C.E.	263.90	uS/cm	No	263.90
142	2019	2019-II	RHuau 1	C.E.	380.90	uS/cm	No	380.90
143	2020	2020-I	RHuau 1	C.E.	297.60	uS/cm	No	297.60
144	2020	2020-II	RHuau 1	C.E.	277.10	uS/cm	No	277.10
145	2021	2021-I	RHuau 1	C.E.	334.70	uS/cm	No	334.70
146	2022	2022-I	RHuau 1	C.E.	275.20	uS/cm	No	275.20
147	2017	2017-I	RHuau 5	C.E.	353.60	uS/cm	No	353.60
148	2018	2018-I	RHuau 5	C.E.	326.20	uS/cm	No	326.20
149	2019	2019-I	RHuau 5	C.E.	302.80	uS/cm	No	302.80
150	2019	2019-II	RHuau 5	C.E.	493.30	uS/cm	No	493.30
151	2020	2020-I	RHuau 5	C.E.	428.01	uS/cm	No	428.01
152	2020	2020-II	RHuau 5	C.E.	341.80	uS/cm	No	341.80
153	2021	2021-I	RHuau 5	C.E.	477.20	uS/cm	No	477.20
154	2022	2022-I	RHuau 5	C.E.	481.10	uS/cm	No	481.10
155	2015	2015-I	RHuau 2	C.E.	470.00	uS/cm	No	470.00
156	2016	2016-I	RHuau 2	C.E.	240.00	uS/cm	No	240.00
157	2017	2017-I	RHuau 2	C.E.	392.10	uS/cm	No	392.10
158	2018	2018-I	RHuau 2	C.E.	337.80	uS/cm	No	337.80
159	2019	2019-I	RHuau 2	C.E.	306.00	uS/cm	No	306.00
160	2019	2019-II	RHuau 2	C.E.	582.40	uS/cm	No	582.40
161	2020	2020-I	RHuau 2	C.E.	476.90	uS/cm	No	476.90
162	2020	2020-II	RHuau 2	C.E.	538.50	uS/cm	No	538.50
163	2021	2021-I	RHuau 2	C.E.	516.20	uS/cm	No	516.20
164	2022	2022-I	RHuau 2	C.E.	655.70	uS/cm	No	655.70
165	2015	2015-I	RHuau 3	C.E.	750.00	uS/cm	No	750.00
166	2016	2016-I	RHuau 3	C.E.	290.00	uS/cm	No	290.00
167	2017	2017-I	RHuau 3	C.E.	666.00	uS/cm	No	666.00
168	2018	2018-I	RHuau 3	C.E.	402.40	uS/cm	No	402.40
169	2019	2019-I	RHuau 3	C.E.	362.10	uS/cm	No	362.10
170	2019	2019-II	RHuau 3	C.E.	915.00	uS/cm	No	915.00
171	2020	2020-I	RHuau 3	C.E.	880.80	uS/cm	No	880.80

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
172	2020	2020-II	RHuau 3	C.E.	935.20	uS/cm	No	935.20
173	2021	2021-I	RHuau 3	C.E.	815.40	uS/cm	No	815.40
174	2022	2022-I	RHuau 3	C.E.	948.10	uS/cm	No	948.10
175	2015	2015-I	RSura 1	C.T.	33.00	NMP/100mL	No	33.00
176	2016	2016-I	RSura 1	C.T.	49.00	NMP/100mL	No	49.00
177	2017	2017-I	RSura 1	C.T.	13.00	NMP/100mL	No	13.00
178	2018	2018-I	RSura 1	C.T.	79.00	NMP/100mL	No	79.00
179	2019	2019-I	RSura 1	C.T.	110.00	NMP/100mL	No	110.00
180	2019	2019-II	RSura 1	C.T.	2.00	NMP/100mL	No	2.00
181	2020	2020-I	RSura 1	C.T.	<1.8	NMP/100mL	Sí	1.23
182	2020	2020-II	RSura 1	C.T.	<1.8	NMP/100mL	Sí	0.88
183	2021	2021-I	RSura 1	C.T.	4.00	NMP/100mL	No	4.00
184	2022	2022-I	RSura 1	C.T.	2.00	NMP/100mL	No	2.00
185	2015	2015-I	RQuic 1	C.T.	<1.8	NMP/100mL	Sí	1.07
186	2016	2016-I	RQuic 1	C.T.	7.80	NMP/100mL	No	7.80
187	2017	2017-I	RQuic 1	C.T.	2.00	NMP/100mL	No	2.00
188	2018	2018-I	RQuic 1	C.T.	170.00	NMP/100mL	No	170.00
189	2019	2019-I	RQuic 1	C.T.	79.00	NMP/100mL	No	79.00
190	2019	2019-II	RQuic 1	C.T.	13.00	NMP/100mL	No	13.00
191	2020	2020-I	RQuic 1	C.T.	11.00	NMP/100mL	No	11.00
192	2020	2020-II	RQuic 1	C.T.	<1.8	NMP/100mL	Sí	0.69
193	2021	2021-I	RQuic 1	C.T.	4.00	NMP/100mL	No	4.00
194	2022	2022-I	RQuic 1	C.T.	2.00	NMP/100mL	No	2.00
195	2015	2015-I	RHuau 1	C.T.	46,000.00	NMP/100mL	No	46,000.00
196	2016	2016-I	RHuau 1	C.T.	7,000.00	NMP/100mL	No	7,000.00
197	2017	2017-I	RHuau 1	C.T.	1,700.00	NMP/100mL	No	1,700.00
198	2018	2018-I	RHuau 1	C.T.	110,000.00	NMP/100mL	No	110,000.00
199	2019	2019-I	RHuau 1	C.T.	1,700.00	NMP/100mL	No	1,700.00
200	2019	2019-II	RHuau 1	C.T.	11,000.00	NMP/100mL	No	11,000.00
201	2020	2020-I	RHuau 1	C.T.	490.00	NMP/100mL	No	490.00
202	2020	2020-II	RHuau 1	C.T.	1,700.00	NMP/100mL	No	1,700.00
203	2021	2021-I	RHuau 1	C.T.	7,000.00	NMP/100mL	No	7,000.00
204	2022	2022-I	RHuau 1	C.T.	2,400.00	NMP/100mL	No	2,400.00
205	2017	2017-I	RHuau 5	C.T.	1,100.00	NMP/100mL	No	1,100.00
206	2018	2018-I	RHuau 5	C.T.	170.00	NMP/100mL	No	170.00
207	2019	2019-I	RHuau 5	C.T.	1,300.00	NMP/100mL	No	1,300.00
208	2019	2019-II	RHuau 5	C.T.	330.00	NMP/100mL	No	330.00
209	2020	2020-I	RHuau 5	C.T.	3,500.00	NMP/100mL	No	3,500.00
210	2020	2020-II	RHuau 5	C.T.	170.00	NMP/100mL	No	170.00
211	2021	2021-I	RHuau 5	C.T.	280.00	NMP/100mL	No	280.00
212	2022	2022-I	RHuau 5	C.T.	330.00	NMP/100mL	No	330.00
213	2015	2015-I	RHuau 2	C.T.	7,900.00	NMP/100mL	No	7,900.00
214	2016	2016-I	RHuau 2	C.T.	2,300,000.00	NMP/100mL	No	2,300,000.00
215	2017	2017-I	RHuau 2	C.T.	2,400.00	NMP/100mL	No	2,400.00

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
216	2018	2018-I	RHuau 2	C.T.	3,500.00	NMP/100mL	No	3,500.00
217	2019	2019-I	RHuau 2	C.T.	5,400.00	NMP/100mL	No	5,400.00
218	2019	2019-II	RHuau 2	C.T.	130.00	NMP/100mL	No	130.00
219	2020	2020-I	RHuau 2	C.T.	4,600.00	NMP/100mL	No	4,600.00
220	2020	2020-II	RHuau 2	C.T.	490.00	NMP/100mL	No	490.00
221	2021	2021-I	RHuau 2	C.T.	33.00	NMP/100mL	No	33.00
222	2022	2022-I	RHuau 2	C.T.	70,000.00	NMP/100mL	No	70,000.00
223	2015	2015-I	RHuau 3	C.T.	33,000,000.00	NMP/100mL	No	33,000,000.00
224	2016	2016-I	RHuau 3	C.T.	33,000.00	NMP/100mL	No	33,000.00
225	2017	2017-I	RHuau 3	C.T.	1,700,000.00	NMP/100mL	No	1,700,000.00
226	2018	2018-I	RHuau 3	C.T.	220,000.00	NMP/100mL	No	220,000.00
227	2019	2019-I	RHuau 3	C.T.	2,800,000.00	NMP/100mL	No	2,800,000.00
228	2019	2019-II	RHuau 3	C.T.	700.00	NMP/100mL	No	700.00
229	2020	2020-I	RHuau 3	C.T.	460,000.00	NMP/100mL	No	460,000.00
230	2020	2020-II	RHuau 3	C.T.	1,700,000.00	NMP/100mL	No	1,700,000.00
231	2021	2021-I	RHuau 3	C.T.	2,800.00	NMP/100mL	No	2,800.00
232	2022	2022-I	RHuau 3	C.T.	2,800,000.00	NMP/100mL	No	2,800,000.00
233	2015	2015-I	RSura 1	Cd	<0.001	mg/L	Sí	
234	2016	2016-I	RSura 1	Cd	<0.00018	mg/L	Sí	
235	2017	2017-I	RSura 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
236	2018	2018-I	RSura 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
237	2019	2019-I	RSura 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
238	2019	2019-II	RSura 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
239	2020	2020-I	RSura 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
240	2020	2020-II	RSura 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
241	2021	2021-I	RSura 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
242	2022	2022-I	RSura 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
243	2015	2015-I	RQuic 1	Cd	<0.001	mg/L	Sí	
244	2016	2016-I	RQuic 1	Cd	<0.00018	mg/L	Sí	
245	2017	2017-I	RQuic 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
246	2018	2018-I	RQuic 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
247	2019	2019-I	RQuic 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
248	2019	2019-II	RQuic 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
249	2020	2020-I	RQuic 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
250	2020	2020-II	RQuic 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
251	2021	2021-I	RQuic 1	Cd	0.00035	mg/L	No	0.00035
252	2022	2022-I	RQuic 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
253	2015	2015-I	RHuau 1	Cd	<0.001	mg/L	Sí	
254	2016	2016-I	RHuau 1	Cd	<0.00018	mg/L	Sí	
255	2017	2017-I	RHuau 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
256	2018	2018-I	RHuau 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
257	2019	2019-I	RHuau 1	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
258	2019	2019-II	RHuau 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
259	2020	2020-I	RHuau 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
260	2020	2020-II	RHuau 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
261	2021	2021-I	RHuau 1	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
262	2022	2022-I	RHuau 1	Cd	0.00028	mg/L	No	0.00028
263	2017	2017-I	RHuau 5	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
264	2018	2018-I	RHuau 5	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
265	2019	2019-I	RHuau 5	Cd	0.00018	mg/L	No	0.00018
266	2019	2019-II	RHuau 5	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
267	2020	2020-I	RHuau 5	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
268	2020	2020-II	RHuau 5	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
269	2021	2021-I	RHuau 5	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
270	2022	2022-I	RHuau 5	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
271	2015	2015-I	RHuau 2	Cd	<0.001	mg/L	Sí	
272	2016	2016-I	RHuau 2	Cd	0.00270	mg/L	No	0.00270
273	2017	2017-I	RHuau 2	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
274	2018	2018-I	RHuau 2	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
275	2019	2019-I	RHuau 2	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
276	2019	2019-II	RHuau 2	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
277	2020	2020-I	RHuau 2	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
278	2020	2020-II	RHuau 2	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
279	2021	2021-I	RHuau 2	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
280	2022	2022-I	RHuau 2	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
281	2015	2015-I	RHuau 3	Cd	<0.001	mg/L	Sí	
282	2016	2016-I	RHuau 3	Cd	<0.00018	mg/L	Sí	
283	2017	2017-I	RHuau 3	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
284	2018	2018-I	RHuau 3	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
285	2019	2019-I	RHuau 3	Cd	<0.00001	mg/L	Sí	
286	2019	2019-II	RHuau 3	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
287	2020	2020-I	RHuau 3	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
288	2020	2020-II	RHuau 3	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
289	2021	2021-I	RHuau 3	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
290	2022	2022-I	RHuau 3	Cd	<0.00010	mg/L	Sí	
291	2015	2015-I	RSura 1	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00110
292	2016	2016-I	RSura 1	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00147
293	2017	2017-I	RSura 1	Cu	<0.00003	mg/L	Sí	0.00002
294	2018	2018-I	RSura 1	Cu	0.00120	mg/L	No	0.00120
295	2019	2019-I	RSura 1	Cu	0.00102	mg/L	No	0.00102
296	2019	2019-II	RSura 1	Cu	0.00040	mg/L	No	0.00040
297	2020	2020-I	RSura 1	Cu	0.00050	mg/L	No	0.00050
298	2020	2020-II	RSura 1	Cu	0.00080	mg/L	No	0.00080
299	2021	2021-I	RSura 1	Cu	0.00060	mg/L	No	0.00060
300	2022	2022-I	RSura 1	Cu	<0.0003	mg/L	Sí	0.00002
301	2015	2015-I	RQuic 1	Cu	0.00300	mg/L	No	0.00300
302	2016	2016-I	RQuic 1	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00081
303	2017	2017-I	RQuic 1	Cu	0.00202	mg/L	No	0.00202

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
304	2018	2018-I	RQuic 1	Cu	0.00311	mg/L	No	0.00311
305	2019	2019-I	RQuic 1	Cu	0.00428	mg/L	No	0.00428
306	2019	2019-II	RQuic 1	Cu	0.00050	mg/L	No	0.00050
307	2020	2020-I	RQuic 1	Cu	0.00230	mg/L	No	0.00230
308	2020	2020-II	RQuic 1	Cu	0.00100	mg/L	No	0.00100
309	2021	2021-I	RQuic 1	Cu	0.00160	mg/L	No	0.00160
310	2022	2022-I	RQuic 1	Cu	<0.0003	mg/L	Sí	0.00002
311	2015	2015-I	RHuau 1	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00085
312	2016	2016-I	RHuau 1	Cu	0.01100	mg/L	No	0.01100
313	2017	2017-I	RHuau 1	Cu	0.00289	mg/L	No	0.00289
314	2018	2018-I	RHuau 1	Cu	0.00214	mg/L	No	0.00214
315	2019	2019-I	RHuau 1	Cu	0.00306	mg/L	No	0.00306
316	2019	2019-II	RHuau 1	Cu	0.01310	mg/L	No	0.01310
317	2020	2020-I	RHuau 1	Cu	0.00070	mg/L	No	0.00070
318	2020	2020-II	RHuau 1	Cu	<0.0003	mg/L	Sí	0.00002
319	2021	2021-I	RHuau 1	Cu	0.00130	mg/L	No	0.00130
320	2022	2022-I	RHuau 1	Cu	0.00590	mg/L	No	0.00590
321	2017	2017-I	RHuau 5	Cu	0.00417	mg/L	No	0.00417
322	2018	2018-I	RHuau 5	Cu	0.00449	mg/L	No	0.00449
323	2019	2019-I	RHuau 5	Cu	0.00370	mg/L	No	0.00370
324	2019	2019-II	RHuau 5	Cu	0.00150	mg/L	No	0.00150
325	2020	2020-I	RHuau 5	Cu	0.00100	mg/L	No	0.00100
326	2020	2020-II	RHuau 5	Cu	0.00090	mg/L	No	0.00090
327	2021	2021-I	RHuau 5	Cu	0.00170	mg/L	No	0.00170
328	2022	2022-I	RHuau 5	Cu	0.00090	mg/L	No	0.00090
329	2015	2015-I	RHuau 2	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00093
330	2016	2016-I	RHuau 2	Cu	0.06600	mg/L	No	0.06600
331	2017	2017-I	RHuau 2	Cu	0.00226	mg/L	No	0.00226
332	2018	2018-I	RHuau 2	Cu	0.00642	mg/L	No	0.00642
333	2019	2019-I	RHuau 2	Cu	0.00837	mg/L	No	0.00837
334	2019	2019-II	RHuau 2	Cu	0.00220	mg/L	No	0.00220
335	2020	2020-I	RHuau 2	Cu	0.00070	mg/L	No	0.00070
336	2020	2020-II	RHuau 2	Cu	0.00160	mg/L	No	0.00160
337	2021	2021-I	RHuau 2	Cu	0.00150	mg/L	No	0.00150
338	2022	2022-I	RHuau 2	Cu	0.00250	mg/L	No	0.00250
339	2015	2015-I	RHuau 3	Cu	<0.002	mg/L	Sí	0.00121
340	2016	2016-I	RHuau 3	Cu	0.00300	mg/L	No	0.00300
341	2017	2017-I	RHuau 3	Cu	0.01104	mg/L	No	0.01104
342	2018	2018-I	RHuau 3	Cu	0.00461	mg/L	No	0.00461
343	2019	2019-I	RHuau 3	Cu	0.00925	mg/L	No	0.00925
344	2019	2019-II	RHuau 3	Cu	0.00180	mg/L	No	0.00180
345	2020	2020-I	RHuau 3	Cu	0.00200	mg/L	No	0.00200
346	2020	2020-II	RHuau 3	Cu	0.00290	mg/L	No	0.00290
347	2021	2021-I	RHuau 3	Cu	0.00160	mg/L	No	0.00160

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
348	2022	2022-I	RHuau 3	Cu	0.00280	mg/L	No	0.00280
349	2015	2015-I	RSura 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
350	2016	2016-I	RSura 1	DBO_5	<3.00	mg/L	Sí	2.00
351	2017	2017-I	RSura 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
352	2018	2018-I	RSura 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
353	2019	2019-I	RSura 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
354	2019	2019-II	RSura 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
355	2020	2020-I	RSura 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
356	2020	2020-II	RSura 1	DBO_5	2.00	mg/L	No	2.00
357	2021	2021-I	RSura 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
358	2022	2022-I	RSura 1	DBO_5	2.00	mg/L	No	2.00
359	2015	2015-I	RQuic 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
360	2016	2016-I	RQuic 1	DBO_5	<3.00	mg/L	Sí	2.00
361	2017	2017-I	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
362	2018	2018-I	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
363	2019	2019-I	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
364	2019	2019-II	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
365	2020	2020-I	RQuic 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
366	2020	2020-II	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
367	2021	2021-I	RQuic 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
368	2022	2022-I	RQuic 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
369	2015	2015-I	RHuau 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
370	2016	2016-I	RHuau 1	DBO_5	8.00	mg/L	No	8.00
371	2017	2017-I	RHuau 1	DBO_5	5.00	mg/L	No	5.00
372	2018	2018-I	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
373	2019	2019-I	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
374	2019	2019-II	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
375	2020	2020-I	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
376	2020	2020-II	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
377	2021	2021-I	RHuau 1	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
378	2022	2022-I	RHuau 1	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
379	2017	2017-I	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
380	2018	2018-I	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
381	2019	2019-I	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
382	2019	2019-II	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
383	2020	2020-I	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
384	2020	2020-II	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
385	2021	2021-I	RHuau 5	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
386	2022	2022-I	RHuau 5	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
387	2015	2015-I	RHuau 2	DBO_5	5.00	mg/L	No	5.00
388	2016	2016-I	RHuau 2	DBO_5	4.00	mg/L	No	4.00
389	2017	2017-I	RHuau 2	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
390	2018	2018-I	RHuau 2	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
391	2019	2019-I	RHuau 2	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
392	2019	2019-II	RHuau 2	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
393	2020	2020-I	RHuau 2	DBO_5	2.00	mg/L	No	2.00
394	2020	2020-II	RHuau 2	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
395	2021	2021-I	RHuau 2	DBO_5	2.00	mg/L	No	2.00
396	2022	2022-I	RHuau 2	DBO_5	10.00	mg/L	No	10.00
397	2015	2015-I	RHuau 3	DBO_5	8.00	mg/L	No	8.00
398	2016	2016-I	RHuau 3	DBO_5	20.00	mg/L	No	20.00
399	2017	2017-I	RHuau 3	DBO_5	69.00	mg/L	No	69.00
400	2018	2018-I	RHuau 3	DBO_5	2.00	mg/L	No	2.00
401	2019	2019-I	RHuau 3	DBO_5	<2.00	mg/L	Sí	2.00
402	2019	2019-II	RHuau 3	DBO_5	3.00	mg/L	No	3.00
403	2020	2020-I	RHuau 3	DBO_5	9.00	mg/L	No	9.00
404	2020	2020-II	RHuau 3	DBO_5	10.00	mg/L	No	10.00
405	2021	2021-I	RHuau 3	DBO_5	5.00	mg/L	No	5.00
406	2022	2022-I	RHuau 3	DBO_5	7.00	mg/L	No	7.00
407	2015	2015-I	RSura 1	DQO	8.00	mg/L	No	8.00
408	2016	2016-I	RSura 1	DQO	<6.0	mg/L	Sí	4.87
409	2017	2017-I	RSura 1	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.17
410	2018	2018-I	RSura 1	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.38
411	2019	2019-I	RSura 1	DQO	15.00	mg/L	No	15.00
412	2019	2019-II	RSura 1	DQO	10.00	mg/L	No	10.00
413	2020	2020-I	RSura 1	DQO	15.00	mg/L	No	15.00
414	2020	2020-II	RSura 1	DQO	18.00	mg/L	No	18.00
415	2021	2021-I	RSura 1	DQO	4.00	mg/L	No	4.00
416	2022	2022-I	RSura 1	DQO	10.00	mg/L	No	10.00
417	2015	2015-I	RQuic 1	DQO	8.00	mg/L	No	8.00
418	2016	2016-I	RQuic 1	DQO	<6.0	mg/L	Sí	3.57
419	2017	2017-I	RQuic 1	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.19
420	2018	2018-I	RQuic 1	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.39
421	2019	2019-I	RQuic 1	DQO	21.00	mg/L	No	21.00
422	2019	2019-II	RQuic 1	DQO	13.00	mg/L	No	13.00
423	2020	2020-I	RQuic 1	DQO	4.00	mg/L	No	4.00
424	2020	2020-II	RQuic 1	DQO	14.00	mg/L	No	14.00
425	2021	2021-I	RQuic 1	DQO	6.00	mg/L	No	6.00
426	2022	2022-I	RQuic 1	DQO	13.00	mg/L	No	13.00
427	2015	2015-I	RHuau 1	DQO	8.00	mg/L	No	8.00
428	2016	2016-I	RHuau 1	DQO	20.00	mg/L	No	20.00
429	2017	2017-I	RHuau 1	DQO	4.00	mg/L	No	4.00
430	2018	2018-I	RHuau 1	DQO	3.00	mg/L	No	3.00
431	2019	2019-I	RHuau 1	DQO	12.00	mg/L	No	12.00
432	2019	2019-II	RHuau 1	DQO	16.00	mg/L	No	16.00
433	2020	2020-I	RHuau 1	DQO	18.00	mg/L	No	18.00
434	2020	2020-II	RHuau 1	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.45

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
435	2021	2021-I	RHuau 1	DQO	8.00	mg/L	No	8.00
436	2022	2022-I	RHuau 1	DQO	14.00	mg/L	No	14.00
437	2017	2017-I	RHuau 5	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.16
438	2018	2018-I	RHuau 5	DQO	2.00	mg/L	No	2.00
439	2019	2019-I	RHuau 5	DQO	13.00	mg/L	No	13.00
440	2019	2019-II	RHuau 5	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.16
441	2020	2020-I	RHuau 5	DQO	4.00	mg/L	No	4.00
442	2020	2020-II	RHuau 5	DQO	14.00	mg/L	No	14.00
443	2021	2021-I	RHuau 5	DQO	6.00	mg/L	No	6.00
444	2022	2022-I	RHuau 5	DQO	13.00	mg/L	No	13.00
445	2015	2015-I	RHuau 2	DQO	16.00	mg/L	No	16.00
446	2016	2016-I	RHuau 2	DQO	10.00	mg/L	No	10.00
447	2017	2017-I	RHuau 2	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.00
448	2018	2018-I	RHuau 2	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.33
449	2019	2019-I	RHuau 2	DQO	3.00	mg/L	No	3.00
450	2019	2019-II	RHuau 2	DQO	27.00	mg/L	No	27.00
451	2020	2020-I	RHuau 2	DQO	16.00	mg/L	No	16.00
452	2020	2020-II	RHuau 2	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.06
453	2021	2021-I	RHuau 2	DQO	16.00	mg/L	No	16.00
454	2022	2022-I	RHuau 2	DQO	29.00	mg/L	No	29.00
455	2015	2015-I	RHuau 3	DQO	20.00	mg/L	No	20.00
456	2016	2016-I	RHuau 3	DQO	44.00	mg/L	No	44.00
457	2017	2017-I	RHuau 3	DQO	156.00	mg/L	No	156.00
458	2018	2018-I	RHuau 3	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.02
459	2019	2019-I	RHuau 3	DQO	<2.00	mg/L	Sí	1.33
460	2019	2019-II	RHuau 3	DQO	32.00	mg/L	No	32.00
461	2020	2020-I	RHuau 3	DQO	42.00	mg/L	No	42.00
462	2020	2020-II	RHuau 3	DQO	37.00	mg/L	No	37.00
463	2021	2021-I	RHuau 3	DQO	16.00	mg/L	No	16.00
464	2022	2022-I	RHuau 3	DQO	13.00	mg/L	No	13.00
465	2015	2015-I	RSura 1	Fe	0.029	mg/L	No	0.029
466	2016	2016-I	RSura 1	Fe	0.120	mg/L	No	0.120
467	2017	2017-I	RSura 1	Fe	0.065	mg/L	No	0.065
468	2018	2018-I	RSura 1	Fe	0.535	mg/L	No	0.535
469	2019	2019-I	RSura 1	Fe	0.538	mg/L	No	0.538
470	2019	2019-II	RSura 1	Fe	0.169	mg/L	No	0.169
471	2020	2020-I	RSura 1	Fe	0.064	mg/L	No	0.064
472	2020	2020-II	RSura 1	Fe	0.137	mg/L	No	0.137
473	2021	2021-I	RSura 1	Fe	0.103	mg/L	No	0.103
474	2022	2022-I	RSura 1	Fe	0.146	mg/L	No	0.146
475	2015	2015-I	RQuic 1	Fe	0.088	mg/L	No	0.088
476	2016	2016-I	RQuic 1	Fe	0.183	mg/L	No	0.183
477	2017	2017-I	RQuic 1	Fe	0.133	mg/L	No	0.133
478	2018	2018-I	RQuic 1	Fe	0.360	mg/L	No	0.360

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
479	2019	2019-I	RQuic 1	Fe	4.021	mg/L	No	4.021
480	2019	2019-II	RQuic 1	Fe	0.105	mg/L	No	0.105
481	2020	2020-I	RQuic 1	Fe	0.110	mg/L	No	0.110
482	2020	2020-II	RQuic 1	Fe	0.133	mg/L	No	0.133
483	2021	2021-I	RQuic 1	Fe	0.122	mg/L	No	0.122
484	2022	2022-I	RQuic 1	Fe	0.146	mg/L	No	0.146
485	2015	2015-I	RHuau 1	Fe	1.786	mg/L	No	1.786
486	2016	2016-I	RHuau 1	Fe	0.383	mg/L	No	0.383
487	2017	2017-I	RHuau 1	Fe	1.846	mg/L	No	1.846
488	2018	2018-I	RHuau 1	Fe	0.892	mg/L	No	0.892
489	2019	2019-I	RHuau 1	Fe	1.803	mg/L	No	1.803
490	2019	2019-II	RHuau 1	Fe	7.446	mg/L	No	7.446
491	2020	2020-I	RHuau 1	Fe	0.316	mg/L	No	0.316
492	2020	2020-II	RHuau 1	Fe	0.352	mg/L	No	0.352
493	2021	2021-I	RHuau 1	Fe	0.556	mg/L	No	0.556
494	2022	2022-I	RHuau 1	Fe	5.272	mg/L	No	5.272
495	2017	2017-I	RHuau 5	Fe	0.745	mg/L	No	0.745
496	2018	2018-I	RHuau 5	Fe	3.574	mg/L	No	3.574
497	2019	2019-I	RHuau 5	Fe	3.470	mg/L	No	3.470
498	2019	2019-II	RHuau 5	Fe	0.608	mg/L	No	0.608
499	2020	2020-I	RHuau 5	Fe	0.387	mg/L	No	0.387
500	2020	2020-II	RHuau 5	Fe	0.212	mg/L	No	0.212
501	2021	2021-I	RHuau 5	Fe	0.633	mg/L	No	0.633
502	2022	2022-I	RHuau 5	Fe	0.244	mg/L	No	0.244
503	2015	2015-I	RHuau 2	Fe	1.144	mg/L	No	1.144
504	2016	2016-I	RHuau 2	Fe	50.830	mg/L	No	50.830
505	2017	2017-I	RHuau 2	Fe	0.249	mg/L	No	0.249
506	2018	2018-I	RHuau 2	Fe	5.043	mg/L	No	5.043
507	2019	2019-I	RHuau 2	Fe	5.745	mg/L	No	5.745
508	2019	2019-II	RHuau 2	Fe	0.478	mg/L	No	0.478
509	2020	2020-I	RHuau 2	Fe	0.110	mg/L	No	0.110
510	2020	2020-II	RHuau 2	Fe	0.355	mg/L	No	0.355
511	2021	2021-I	RHuau 2	Fe	0.270	mg/L	No	0.270
512	2022	2022-I	RHuau 2	Fe	0.622	mg/L	No	0.622
513	2015	2015-I	RHuau 3	Fe	0.711	mg/L	No	0.711
514	2016	2016-I	RHuau 3	Fe	0.405	mg/L	No	0.405
515	2017	2017-I	RHuau 3	Fe	1.114	mg/L	No	1.114
516	2018	2018-I	RHuau 3	Fe	3.425	mg/L	No	3.425
517	2019	2019-I	RHuau 3	Fe	6.484	mg/L	No	6.484
518	2019	2019-II	RHuau 3	Fe	0.148	mg/L	No	0.148
519	2020	2020-I	RHuau 3	Fe	0.191	mg/L	No	0.191
520	2020	2020-II	RHuau 3	Fe	0.206	mg/L	No	0.206
521	2021	2021-I	RHuau 3	Fe	0.125	mg/L	No	0.125
522	2022	2022-I	RHuau 3	Fe	0.181	mg/L	No	0.181

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
523	2015	2015-I	RSura 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
524	2016	2016-I	RSura 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
525	2017	2017-I	RSura 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
526	2018	2018-I	RSura 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
527	2019	2019-I	RSura 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
528	2019	2019-II	RSura 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
529	2020	2020-I	RSura 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
530	2020	2020-II	RSura 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
531	2021	2021-I	RSura 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
532	2022	2022-I	RSura 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
533	2015	2015-I	RQuic 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
534	2016	2016-I	RQuic 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
535	2017	2017-I	RQuic 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
536	2018	2018-I	RQuic 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
537	2019	2019-I	RQuic 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
538	2019	2019-II	RQuic 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
539	2020	2020-I	RQuic 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
540	2020	2020-II	RQuic 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
541	2021	2021-I	RQuic 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
542	2022	2022-I	RQuic 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
543	2015	2015-I	RHuau 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
544	2016	2016-I	RHuau 1	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
545	2017	2017-I	RHuau 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
546	2018	2018-I	RHuau 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
547	2019	2019-I	RHuau 1	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
548	2019	2019-II	RHuau 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
549	2020	2020-I	RHuau 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
550	2020	2020-II	RHuau 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
551	2021	2021-I	RHuau 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
552	2022	2022-I	RHuau 1	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
553	2017	2017-I	RHuau 5	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
554	2018	2018-I	RHuau 5	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
555	2019	2019-I	RHuau 5	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
556	2019	2019-II	RHuau 5	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
557	2020	2020-I	RHuau 5	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
558	2020	2020-II	RHuau 5	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
559	2021	2021-I	RHuau 5	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
560	2022	2022-I	RHuau 5	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
561	2015	2015-I	RHuau 2	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
562	2016	2016-I	RHuau 2	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
563	2017	2017-I	RHuau 2	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
564	2018	2018-I	RHuau 2	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
565	2019	2019-I	RHuau 2	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
566	2019	2019-II	RHuau 2	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
567	2020	2020-I	RHuau 2	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
568	2020	2020-II	RHuau 2	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
569	2021	2021-I	RHuau 2	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
570	2022	2022-I	RHuau 2	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
571	2015	2015-I	RHuau 3	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
572	2016	2016-I	RHuau 3	Hg	<0.0001	mg/L	Sí	
573	2017	2017-I	RHuau 3	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
574	2018	2018-I	RHuau 3	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
575	2019	2019-I	RHuau 3	Hg	<0.00003	mg/L	Sí	
576	2019	2019-II	RHuau 3	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
577	2020	2020-I	RHuau 3	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
578	2020	2020-II	RHuau 3	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
579	2021	2021-I	RHuau 3	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
580	2022	2022-I	RHuau 3	Hg	<0.00005	mg/L	Sí	
581	2015	2015-I	RSura 1	Mn	0.0120	mg/L	No	0.012
582	2016	2016-I	RSura 1	Mn	0.0260	mg/L	No	0.026
583	2017	2017-I	RSura 1	Mn	0.0128	mg/L	No	0.013
584	2018	2018-I	RSura 1	Mn	0.3216	mg/L	No	0.322
585	2019	2019-I	RSura 1	Mn	0.2283	mg/L	No	0.228
586	2019	2019-II	RSura 1	Mn	0.0691	mg/L	No	0.069
587	2020	2020-I	RSura 1	Mn	0.0321	mg/L	No	0.032
588	2020	2020-II	RSura 1	Mn	0.0831	mg/L	No	0.083
589	2021	2021-I	RSura 1	Mn	0.0182	mg/L	No	0.018
590	2022	2022-I	RSura 1	Mn	0.0705	mg/L	No	0.071
591	2015	2015-I	RQuic 1	Mn	0.0430	mg/L	No	0.043
592	2016	2016-I	RQuic 1	Mn	0.0690	mg/L	No	0.069
593	2017	2017-I	RQuic 1	Mn	0.0841	mg/L	No	0.084
594	2018	2018-I	RQuic 1	Mn	0.1061	mg/L	No	0.106
595	2019	2019-I	RQuic 1	Mn	0.2503	mg/L	No	0.250
596	2019	2019-II	RQuic 1	Mn	0.0738	mg/L	No	0.074
597	2020	2020-I	RQuic 1	Mn	0.0777	mg/L	No	0.078
598	2020	2020-II	RQuic 1	Mn	0.0641	mg/L	No	0.064
599	2021	2021-I	RQuic 1	Mn	0.0808	mg/L	No	0.081
600	2022	2022-I	RQuic 1	Mn	0.0500	mg/L	No	0.050
601	2015	2015-I	RHuau 1	Mn	0.1880	mg/L	No	0.188
602	2016	2016-I	RHuau 1	Mn	0.0610	mg/L	No	0.061
603	2017	2017-I	RHuau 1	Mn	0.1433	mg/L	No	0.143
604	2018	2018-I	RHuau 1	Mn	0.0994	mg/L	No	0.099
605	2019	2019-I	RHuau 1	Mn	0.1335	mg/L	No	0.134
606	2019	2019-II	RHuau 1	Mn	0.1823	mg/L	No	0.182
607	2020	2020-I	RHuau 1	Mn	0.0501	mg/L	No	0.050
608	2020	2020-II	RHuau 1	Mn	0.0531	mg/L	No	0.053
609	2021	2021-I	RHuau 1	Mn	0.1152	mg/L	No	0.115
610	2022	2022-I	RHuau 1	Mn	0.4042	mg/L	No	0.404

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
611	2017	2017-I	RHuau 5	Mn	0.0474	mg/L	No	0.047
612	2018	2018-I	RHuau 5	Mn	0.1230	mg/L	No	0.123
613	2019	2019-I	RHuau 5	Mn	0.1447	mg/L	No	0.145
614	2019	2019-II	RHuau 5	Mn	0.0426	mg/L	No	0.043
615	2020	2020-I	RHuau 5	Mn	0.0257	mg/L	No	0.026
616	2020	2020-II	RHuau 5	Mn	0.0185	mg/L	No	0.019
617	2021	2021-I	RHuau 5	Mn	0.0569	mg/L	No	0.057
618	2022	2022-I	RHuau 5	Mn	0.0181	mg/L	No	0.018
619	2015	2015-I	RHuau 2	Mn	0.0760	mg/L	No	0.076
620	2016	2016-I	RHuau 2	Mn	2.4810	mg/L	No	2.481
621	2017	2017-I	RHuau 2	Mn	0.0161	mg/L	No	0.016
622	2018	2018-I	RHuau 2	Mn	0.1809	mg/L	No	0.181
623	2019	2019-I	RHuau 2	Mn	0.2142	mg/L	No	0.214
624	2019	2019-II	RHuau 2	Mn	0.0596	mg/L	No	0.060
625	2020	2020-I	RHuau 2	Mn	0.0219	mg/L	No	0.022
626	2020	2020-II	RHuau 2	Mn	0.0249	mg/L	No	0.025
627	2021	2021-I	RHuau 2	Mn	0.0344	mg/L	No	0.034
628	2022	2022-I	RHuau 2	Mn	0.0760	mg/L	No	0.076
629	2015	2015-I	RHuau 3	Mn	0.0840	mg/L	No	0.084
630	2016	2016-I	RHuau 3	Mn	0.1320	mg/L	No	0.132
631	2017	2017-I	RHuau 3	Mn	0.0992	mg/L	No	0.099
632	2018	2018-I	RHuau 3	Mn	0.1271	mg/L	No	0.127
633	2019	2019-I	RHuau 3	Mn	0.2117	mg/L	No	0.212
634	2019	2019-II	RHuau 3	Mn	0.0496	mg/L	No	0.050
635	2020	2020-I	RHuau 3	Mn	0.0192	mg/L	No	0.019
636	2020	2020-II	RHuau 3	Mn	0.0318	mg/L	No	0.032
637	2021	2021-I	RHuau 3	Mn	0.0245	mg/L	No	0.025
638	2022	2022-I	RHuau 3	Mn	0.0644	mg/L	No	0.064
639	2015	2015-I	RSura 1	OD	ND	mg/L	No	ND
640	2016	2016-I	RSura 1	OD	ND	mg/L	No	ND
641	2017	2017-I	RSura 1	OD	6.46	mg/L	No	6.46
642	2018	2018-I	RSura 1	OD	7.15	mg/L	No	7.15
643	2019	2019-I	RSura 1	OD	6.71	mg/L	No	6.71
644	2019	2019-II	RSura 1	OD	6.13	mg/L	No	6.13
645	2020	2020-I	RSura 1	OD	6.28	mg/L	No	6.28
646	2020	2020-II	RSura 1	OD	5.44	mg/L	No	5.44
647	2021	2021-I	RSura 1	OD	7.62	mg/L	No	7.62
648	2022	2022-I	RSura 1	OD	ND	mg/L	No	ND
649	2015	2015-I	RQuic 1	OD	ND	mg/L	No	ND
650	2016	2016-I	RQuic 1	OD	ND	mg/L	No	ND
651	2017	2017-I	RQuic 1	OD	6.87	mg/L	No	6.87
652	2018	2018-I	RQuic 1	OD	7.39	mg/L	No	7.39
653	2019	2019-I	RQuic 1	OD	6.75	mg/L	No	6.75
654	2019	2019-II	RQuic 1	OD	6.13	mg/L	No	6.13

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
655	2020	2020-I	RQuic 1	OD	6.87	mg/L	No	6.87
656	2020	2020-II	RQuic 1	OD	5.30	mg/L	No	5.30
657	2021	2021-I	RQuic 1	OD	7.59	mg/L	No	7.59
658	2022	2022-I	RQuic 1	OD	ND	mg/L	No	ND
659	2015	2015-I	RHuau 1	OD	ND	mg/L	No	ND
660	2016	2016-I	RHuau 1	OD	ND	mg/L	No	ND
661	2017	2017-I	RHuau 1	OD	8.38	mg/L	No	8.38
662	2018	2018-I	RHuau 1	OD	8.90	mg/L	No	8.90
663	2019	2019-I	RHuau 1	OD	7.80	mg/L	No	7.80
664	2019	2019-II	RHuau 1	OD	6.32	mg/L	No	6.32
665	2020	2020-I	RHuau 1	OD	5.03	mg/L	No	5.03
666	2020	2020-II	RHuau 1	OD	6.33	mg/L	No	6.33
667	2021	2021-I	RHuau 1	OD	6.63	mg/L	No	6.63
668	2022	2022-I	RHuau 1	OD	5.97	mg/L	No	5.97
669	2017	2017-I	RHuau 5	OD	7.47	mg/L	No	7.47
670	2018	2018-I	RHuau 5	OD	9.08	mg/L	No	9.08
671	2019	2019-I	RHuau 5	OD	8.37	mg/L	No	8.37
672	2019	2019-II	RHuau 5	OD	7.80	mg/L	No	7.80
673	2020	2020-I	RHuau 5	OD	7.33	mg/L	No	7.33
674	2020	2020-II	RHuau 5	OD	6.95	mg/L	No	6.95
675	2021	2021-I	RHuau 5	OD	7.59	mg/L	No	7.59
676	2022	2022-I	RHuau 5	OD	7.64	mg/L	No	7.64
677	2015	2015-I	RHuau 2	OD	ND	mg/L	No	ND
678	2016	2016-I	RHuau 2	OD	ND	mg/L	No	ND
679	2017	2017-I	RHuau 2	OD	8.65	mg/L	No	8.65
680	2018	2018-I	RHuau 2	OD	7.93	mg/L	No	7.93
681	2019	2019-I	RHuau 2	OD	7.72	mg/L	No	7.72
682	2019	2019-II	RHuau 2	OD	5.92	mg/L	No	5.92
683	2020	2020-I	RHuau 2	OD	7.32	mg/L	No	7.32
684	2020	2020-II	RHuau 2	OD	7.65	mg/L	No	7.65
685	2021	2021-I	RHuau 2	OD	7.69	mg/L	No	7.69
686	2022	2022-I	RHuau 2	OD	3.08	mg/L	No	3.08
687	2015	2015-I	RHuau 3	OD	ND	mg/L	No	ND
688	2016	2016-I	RHuau 3	OD	ND	mg/L	No	ND
689	2017	2017-I	RHuau 3	OD	8.28	mg/L	No	8.28
690	2018	2018-I	RHuau 3	OD	8.41	mg/L	No	8.41
691	2019	2019-I	RHuau 3	OD	7.73	mg/L	No	7.73
692	2019	2019-II	RHuau 3	OD	4.92	mg/L	No	4.92
693	2020	2020-I	RHuau 3	OD	8.39	mg/L	No	8.39
694	2020	2020-II	RHuau 3	OD	2.26	mg/L	No	2.26
695	2021	2021-I	RHuau 3	OD	8.37	mg/L	No	8.37
696	2022	2022-I	RHuau 3	OD	3.74	mg/L	No	3.74
697	2015	2015-I	RSura 1	P_{Total}	<0.009	mg/L	Sí	0.007
698	2016	2016-I	RSura 1	P_{Total}	<0.01	mg/L	Sí	0.006

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
699	2017	2017-I	RSura 1	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.006
700	2018	2018-I	RSura 1	P $_{Total}$	0.017	mg/L	No	0.017
701	2019	2019-I	RSura 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
702	2019	2019-II	RSura 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
703	2020	2020-I	RSura 1	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.007
704	2020	2020-II	RSura 1	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.005
705	2021	2021-I	RSura 1	P $_{Total}$	<0.007	mg/L	Sí	0.004
706	2022	2022-I	RSura 1	P $_{Total}$	0.068	mg/L	No	0.068
707	2015	2015-I	RQuic 1	P $_{Total}$	0.012	mg/L	No	0.012
708	2016	2016-I	RQuic 1	P $_{Total}$	<0.01	mg/L	Sí	0.006
709	2017	2017-I	RQuic 1	P $_{Total}$	0.041	mg/L	No	0.041
710	2018	2018-I	RQuic 1	P $_{Total}$	0.017	mg/L	No	0.017
711	2019	2019-I	RQuic 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
712	2019	2019-II	RQuic 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
713	2020	2020-I	RQuic 1	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.008
714	2020	2020-II	RQuic 1	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.008
715	2021	2021-I	RQuic 1	P $_{Total}$	<0.007	mg/L	Sí	0.004
716	2022	2022-I	RQuic 1	P $_{Total}$	0.065	mg/L	No	0.065
717	2015	2015-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.075	mg/L	No	0.075
718	2016	2016-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.060	mg/L	No	0.060
719	2017	2017-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.081	mg/L	No	0.081
720	2018	2018-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.106	mg/L	No	0.106
721	2019	2019-I	RHuau 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
722	2019	2019-II	RHuau 1	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
723	2020	2020-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.116	mg/L	No	0.116
724	2020	2020-II	RHuau 1	P $_{Total}$	0.053	mg/L	No	0.053
725	2021	2021-I	RHuau 1	P $_{Total}$	<0.007	mg/L	Sí	0.004
726	2022	2022-I	RHuau 1	P $_{Total}$	0.395	mg/L	No	0.395
727	2017	2017-I	RHuau 5	P $_{Total}$	0.042	mg/L	No	0.042
728	2018	2018-I	RHuau 5	P $_{Total}$	0.176	mg/L	No	0.176
729	2019	2019-I	RHuau 5	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
730	2019	2019-II	RHuau 5	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
731	2020	2020-I	RHuau 5	P $_{Total}$	0.107	mg/L	No	0.107
732	2020	2020-II	RHuau 5	P $_{Total}$	0.039	mg/L	No	0.039
733	2021	2021-I	RHuau 5	P $_{Total}$	<0.007	mg/L	Sí	0.004
734	2022	2022-I	RHuau 5	P $_{Total}$	0.104	mg/L	No	0.104
735	2015	2015-I	RHuau 2	P $_{Total}$	0.070	mg/L	No	0.070
736	2016	2016-I	RHuau 2	P $_{Total}$	1.480	mg/L	No	1.480
737	2017	2017-I	RHuau 2	P $_{Total}$	0.052	mg/L	No	0.052
738	2018	2018-I	RHuau 2	P $_{Total}$	0.193	mg/L	No	0.193
739	2019	2019-I	RHuau 2	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
740	2019	2019-II	RHuau 2	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
741	2020	2020-I	RHuau 2	P $_{Total}$	<0.010	mg/L	Sí	0.007
742	2020	2020-II	RHuau 2	P $_{Total}$	0.040	mg/L	No	0.040

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
743	2021	2021-I	RHuau 2	P $_{Total}$	0.055	mg/L	No	0.055
744	2022	2022-I	RHuau 2	P $_{Total}$	0.510	mg/L	No	0.510
745	2015	2015-I	RHuau 3	P $_{Total}$	0.860	mg/L	No	0.860
746	2016	2016-I	RHuau 3	P $_{Total}$	1.700	mg/L	No	1.700
747	2017	2017-I	RHuau 3	P $_{Total}$	1.470	mg/L	No	1.470
748	2018	2018-I	RHuau 3	P $_{Total}$	0.213	mg/L	No	0.213
749	2019	2019-I	RHuau 3	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
750	2019	2019-II	RHuau 3	P $_{Total}$	ND	mg/L	No	ND
751	2020	2020-I	RHuau 3	P $_{Total}$	0.644	mg/L	No	0.644
752	2020	2020-II	RHuau 3	P $_{Total}$	0.617	mg/L	No	0.617
753	2021	2021-I	RHuau 3	P $_{Total}$	0.198	mg/L	No	0.198
754	2022	2022-I	RHuau 3	P $_{Total}$	0.998	mg/L	No	0.998
755	2015	2015-I	RSura 1	Pb	<0.0001	mg/L	Sí	0.00004
756	2016	2016-I	RSura 1	Pb	<0.0001	mg/L	Sí	0.00004
757	2017	2017-I	RSura 1	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00013
758	2018	2018-I	RSura 1	Pb	0.00160	mg/L	No	0.00160
759	2019	2019-I	RSura 1	Pb	0.00140	mg/L	No	0.00140
760	2019	2019-II	RSura 1	Pb	0.00030	mg/L	No	0.00030
761	2020	2020-I	RSura 1	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00014
762	2020	2020-II	RSura 1	Pb	0.00040	mg/L	No	0.00040
763	2021	2021-I	RSura 1	Pb	0.00030	mg/L	No	0.00030
764	2022	2022-I	RSura 1	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00010
765	2015	2015-I	RQuic 1	Pb	<0.0001	mg/L	Sí	0.00003
766	2016	2016-I	RQuic 1	Pb	0.00300	mg/L	No	0.00300
767	2017	2017-I	RQuic 1	Pb	0.00220	mg/L	No	0.00220
768	2018	2018-I	RQuic 1	Pb	0.00170	mg/L	No	0.00170
769	2019	2019-I	RQuic 1	Pb	0.00790	mg/L	No	0.00790
770	2019	2019-II	RQuic 1	Pb	0.00090	mg/L	No	0.00090
771	2020	2020-I	RQuic 1	Pb	0.00090	mg/L	No	0.00090
772	2020	2020-II	RQuic 1	Pb	0.00060	mg/L	No	0.00060
773	2021	2021-I	RQuic 1	Pb	0.00080	mg/L	No	0.00080
774	2022	2022-I	RQuic 1	Pb	0.00120	mg/L	No	0.00120
775	2015	2015-I	RHuau 1	Pb	0.01900	mg/L	No	0.01900
776	2016	2016-I	RHuau 1	Pb	0.00500	mg/L	No	0.00500
777	2017	2017-I	RHuau 1	Pb	0.00355	mg/L	No	0.00355
778	2018	2018-I	RHuau 1	Pb	0.01240	mg/L	No	0.01240
779	2019	2019-I	RHuau 1	Pb	0.01000	mg/L	No	0.01000
780	2019	2019-II	RHuau 1	Pb	0.03320	mg/L	No	0.03320
781	2020	2020-I	RHuau 1	Pb	0.00230	mg/L	No	0.00230
782	2020	2020-II	RHuau 1	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00012
783	2021	2021-I	RHuau 1	Pb	0.00340	mg/L	No	0.00340
784	2022	2022-I	RHuau 1	Pb	0.01340	mg/L	No	0.01340
785	2017	2017-I	RHuau 5	Pb	0.00405	mg/L	No	0.00405
786	2018	2018-I	RHuau 5	Pb	0.00580	mg/L	No	0.00580

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
787	2019	2019-I	RHuau 5	Pb	0.00550	mg/L	No	0.00550
788	2019	2019-II	RHuau 5	Pb	0.00180	mg/L	No	0.00180
789	2020	2020-I	RHuau 5	Pb	0.00110	mg/L	No	0.00110
790	2020	2020-II	RHuau 5	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00016
791	2021	2021-I	RHuau 5	Pb	0.00140	mg/L	No	0.00140
792	2022	2022-I	RHuau 5	Pb	0.00050	mg/L	No	0.00050
793	2015	2015-I	RHuau 2	Pb	0.02500	mg/L	No	0.02500
794	2016	2016-I	RHuau 2	Pb	0.11400	mg/L	No	0.11400
795	2017	2017-I	RHuau 2	Pb	0.00399	mg/L	No	0.00399
796	2018	2018-I	RHuau 2	Pb	0.01080	mg/L	No	0.01080
797	2019	2019-I	RHuau 2	Pb	0.01000	mg/L	No	0.01000
798	2019	2019-II	RHuau 2	Pb	0.00160	mg/L	No	0.00160
799	2020	2020-I	RHuau 2	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00015
800	2020	2020-II	RHuau 2	Pb	0.00090	mg/L	No	0.00090
801	2021	2021-I	RHuau 2	Pb	0.00070	mg/L	No	0.00070
802	2022	2022-I	RHuau 2	Pb	0.00150	mg/L	No	0.00150
803	2015	2015-I	RHuau 3	Pb	<0.0001	mg/L	Sí	0.00002
804	2016	2016-I	RHuau 3	Pb	<0.0001	mg/L	Sí	0.00003
805	2017	2017-I	RHuau 3	Pb	0.00475	mg/L	No	0.00475
806	2018	2018-I	RHuau 3	Pb	0.00520	mg/L	No	0.00520
807	2019	2019-I	RHuau 3	Pb	0.00810	mg/L	No	0.00810
808	2019	2019-II	RHuau 3	Pb	<0.0002	mg/L	Sí	0.00015
809	2020	2020-I	RHuau 3	Pb	0.00160	mg/L	No	0.00160
810	2020	2020-II	RHuau 3	Pb	0.00430	mg/L	No	0.00430
811	2021	2021-I	RHuau 3	Pb	0.00040	mg/L	No	0.00040
812	2022	2022-I	RHuau 3	Pb	0.00040	mg/L	No	0.00040
813	2015	2015-I	RSura 1	pH	7.38	-	No	7.38
814	2016	2016-I	RSura 1	pH	8.08	-	No	8.08
815	2017	2017-I	RSura 1	pH	7.23	-	No	7.23
816	2018	2018-I	RSura 1	pH	5.85	-	No	5.85
817	2019	2019-I	RSura 1	pH	ND	-	No	ND
818	2019	2019-II	RSura 1	pH	8.19	-	No	8.19
819	2020	2020-I	RSura 1	pH	8.11	-	No	8.11
820	2020	2020-II	RSura 1	pH	8.92	-	No	8.92
821	2021	2021-I	RSura 1	pH	8.72	-	No	8.72
822	2022	2022-I	RSura 1	pH	ND	-	No	ND
823	2015	2015-I	RQuic 1	pH	7.64	-	No	7.64
824	2016	2016-I	RQuic 1	pH	8.21	-	No	8.21
825	2017	2017-I	RQuic 1	pH	7.30	-	No	7.30
826	2018	2018-I	RQuic 1	pH	6.72	-	No	6.72
827	2019	2019-I	RQuic 1	pH	ND	-	No	ND
828	2019	2019-II	RQuic 1	pH	8.19	-	No	8.19
829	2020	2020-I	RQuic 1	pH	8.07	-	No	8.07
830	2020	2020-II	RQuic 1	pH	8.77	-	No	8.77

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
831	2021	2021-I	RQuic 1	pH	8.55	-	No	8.55
832	2022	2022-I	RQuic 1	pH	ND	-	No	ND
833	2015	2015-I	RHuau 1	pH	7.88	-	No	7.88
834	2016	2016-I	RHuau 1	pH	ND	-	No	ND
835	2017	2017-I	RHuau 1	pH	8.24	-	No	8.24
836	2018	2018-I	RHuau 1	pH	7.11	-	No	7.11
837	2019	2019-I	RHuau 1	pH	ND	-	No	ND
838	2019	2019-II	RHuau 1	pH	8.43	-	No	8.43
839	2020	2020-I	RHuau 1	pH	6.68	-	No	6.68
840	2020	2020-II	RHuau 1	pH	8.44	-	No	8.44
841	2021	2021-I	RHuau 1	pH	8.37	-	No	8.37
842	2022	2022-I	RHuau 1	pH	7.77	-	No	7.77
843	2017	2017-I	RHuau 5	pH	ND	-	No	ND
844	2018	2018-I	RHuau 5	pH	7.24	-	No	7.24
845	2019	2019-I	RHuau 5	pH	7.35	-	No	7.35
846	2019	2019-II	RHuau 5	pH	8.28	-	No	8.28
847	2020	2020-I	RHuau 5	pH	8.41	-	No	8.41
848	2020	2020-II	RHuau 5	pH	8.59	-	No	8.59
849	2021	2021-I	RHuau 5	pH	8.46	-	No	8.46
850	2022	2022-I	RHuau 5	pH	8.29	-	No	8.29
851	2015	2015-I	RHuau 2	pH	8.26	-	No	8.26
852	2016	2016-I	RHuau 2	pH	8.11	-	No	8.11
853	2017	2017-I	RHuau 2	pH	7.27	-	No	7.27
854	2018	2018-I	RHuau 2	pH	7.15	-	No	7.15
855	2019	2019-I	RHuau 2	pH	6.85	-	No	6.85
856	2019	2019-II	RHuau 2	pH	7.08	-	No	7.08
857	2020	2020-I	RHuau 2	pH	8.36	-	No	8.36
858	2020	2020-II	RHuau 2	pH	8.31	-	No	8.31
859	2021	2021-I	RHuau 2	pH	8.46	-	No	8.46
860	2022	2022-I	RHuau 2	pH	7.06	-	No	7.06
861	2015	2015-I	RHuau 3	pH	8.00	-	No	8.00
862	2016	2016-I	RHuau 3	pH	7.40	-	No	7.40
863	2017	2017-I	RHuau 3	pH	6.77	-	No	6.77
864	2018	2018-I	RHuau 3	pH	7.29	-	No	7.29
865	2019	2019-I	RHuau 3	pH	7.21	-	No	7.21
866	2019	2019-II	RHuau 3	pH	7.08	-	No	7.08
867	2020	2020-I	RHuau 3	pH	7.76	-	No	7.76
868	2020	2020-II	RHuau 3	pH	7.82	-	No	7.82
869	2021	2021-I	RHuau 3	pH	7.77	-	No	7.77
870	2022	2022-I	RHuau 3	pH	7.73	-	No	7.73
871	2015	2015-I	RSura 1	T	15.90	ºC	No	15.90
872	2016	2016-I	RSura 1	T	12.30	ºC	No	12.30
873	2017	2017-I	RSura 1	T	13.10	ºC	No	13.10

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
874	2018	2018-I	RSura 1	T	13.90	ºC	No	13.90
875	2019	2019-I	RSura 1	T	10.70	ºC	No	10.70
876	2019	2019-II	RSura 1	T	10.75	ºC	No	10.75
877	2020	2020-I	RSura 1	T	13.20	ºC	No	13.20
878	2020	2020-II	RSura 1	T	16.43	ºC	No	16.43
879	2021	2021-I	RSura 1	T	12.70	ºC	No	12.70
880	2022	2022-I	RSura 1	T	ND	ºC	No	ND
881	2015	2015-I	RQuic 1	T	17.10	ºC	No	17.10
882	2016	2016-I	RQuic 1	T	13.40	ºC	No	13.40
883	2017	2017-I	RQuic 1	T	11.50	ºC	No	11.50
884	2018	2018-I	RQuic 1	T	13.80	ºC	No	13.80
885	2019	2019-I	RQuic 1	T	12.00	ºC	No	12.00
886	2019	2019-II	RQuic 1	T	12.45	ºC	No	12.45
887	2020	2020-I	RQuic 1	T	10.20	ºC	No	10.20
888	2020	2020-II	RQuic 1	T	17.13	ºC	No	17.13
889	2021	2021-I	RQuic 1	T	9.43	ºC	No	9.43
890	2022	2022-I	RQuic 1	T	ND	ºC	No	ND
891	2015	2015-I	RHuau 1	T	14.80	ºC	No	14.80
892	2016	2016-I	RHuau 1	T	ND	ºC	No	ND
893	2017	2017-I	RHuau 1	T	13.57	ºC	No	13.57
894	2018	2018-I	RHuau 1	T	13.20	ºC	No	13.20
895	2019	2019-I	RHuau 1	T	13.22	ºC	No	13.22
896	2019	2019-II	RHuau 1	T	13.35	ºC	No	13.35
897	2020	2020-I	RHuau 1	T	11.80	ºC	No	11.80
898	2020	2020-II	RHuau 1	T	14.47	ºC	No	14.47
899	2021	2021-I	RHuau 1	T	18.71	ºC	No	18.71
900	2022	2022-I	RHuau 1	T	20.50	ºC	No	20.50
901	2017	2017-I	RHuau 5	T	21.46	ºC	No	21.46
902	2018	2018-I	RHuau 5	T	19.01	ºC	No	19.01
903	2019	2019-I	RHuau 5	T	20.17	ºC	No	20.17
904	2019	2019-II	RHuau 5	T	22.60	ºC	No	22.60
905	2020	2020-I	RHuau 5	T	20.83	ºC	No	20.83
906	2020	2020-II	RHuau 5	T	21.62	ºC	No	21.62
907	2021	2021-I	RHuau 5	T	22.78	ºC	No	22.78
908	2022	2022-I	RHuau 5	T	20.84	ºC	No	20.84
909	2015	2015-I	RHuau 2	T	20.80	ºC	No	20.80
910	2016	2016-I	RHuau 2	T	19.80	ºC	No	19.80
911	2017	2017-I	RHuau 2	T	19.06	ºC	No	19.06
912	2018	2018-I	RHuau 2	T	21.30	ºC	No	21.30
913	2019	2019-I	RHuau 2	T	22.40	ºC	No	22.40
914	2019	2019-II	RHuau 2	T	27.23	ºC	No	27.23
915	2020	2020-I	RHuau 2	T	25.40	ºC	No	25.40
916	2020	2020-II	RHuau 2	T	25.39	ºC	No	25.39
917	2021	2021-I	RHuau 2	T	24.49	ºC	No	24.49

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
918	2022	2022-I	RHuau 2	T	25.98	ºC	No	25.98
919	2015	2015-I	RHuau 3	T	24.20	ºC	No	24.20
920	2016	2016-I	RHuau 3	T	21.40	ºC	No	21.40
921	2017	2017-I	RHuau 3	T	20.31	ºC	No	20.31
922	2018	2018-I	RHuau 3	T	25.43	ºC	No	25.43
923	2019	2019-I	RHuau 3	T	26.70	ºC	No	26.70
924	2019	2019-II	RHuau 3	T	25.82	ºC	No	25.82
925	2020	2020-I	RHuau 3	T	21.80	ºC	No	21.80
926	2020	2020-II	RHuau 3	T	27.97	ºC	No	27.97
927	2021	2021-I	RHuau 3	T	20.60	ºC	No	20.60
928	2022	2022-I	RHuau 3	T	28.74	ºC	No	28.74
929	2015	2015-I	RSura 1	Zn	0.006	mg/L	No	0.006
930	2016	2016-I	RSura 1	Zn	0.005	mg/L	No	0.005
931	2017	2017-I	RSura 1	Zn	<0.0100	mg/L	Sí	0.008
932	2018	2018-I	RSura 1	Zn	<0.0100	mg/L	Sí	0.007
933	2019	2019-I	RSura 1	Zn	0.015	mg/L	No	0.015
934	2019	2019-II	RSura 1	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.007
935	2020	2020-I	RSura 1	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.006
936	2020	2020-II	RSura 1	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.006
937	2021	2021-I	RSura 1	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.005
938	2022	2022-I	RSura 1	Zn	0.015	mg/L	No	0.015
939	2015	2015-I	RQuic 1	Zn	0.057	mg/L	No	0.057
940	2016	2016-I	RQuic 1	Zn	0.066	mg/L	No	0.066
941	2017	2017-I	RQuic 1	Zn	0.091	mg/L	No	0.091
942	2018	2018-I	RQuic 1	Zn	0.066	mg/L	No	0.066
943	2019	2019-I	RQuic 1	Zn	0.089	mg/L	No	0.089
944	2019	2019-II	RQuic 1	Zn	0.027	mg/L	No	0.027
945	2020	2020-I	RQuic 1	Zn	0.116	mg/L	No	0.116
946	2020	2020-II	RQuic 1	Zn	0.035	mg/L	No	0.035
947	2021	2021-I	RQuic 1	Zn	0.115	mg/L	No	0.115
948	2022	2022-I	RQuic 1	Zn	0.004	mg/L	No	0.004
949	2015	2015-I	RHuau 1	Zn	0.099	mg/L	No	0.099
950	2016	2016-I	RHuau 1	Zn	0.043	mg/L	No	0.043
951	2017	2017-I	RHuau 1	Zn	0.058	mg/L	No	0.058
952	2018	2018-I	RHuau 1	Zn	0.050	mg/L	No	0.050
953	2019	2019-I	RHuau 1	Zn	0.046	mg/L	No	0.046
954	2019	2019-II	RHuau 1	Zn	0.100	mg/L	No	0.100
955	2020	2020-I	RHuau 1	Zn	0.038	mg/L	No	0.038
956	2020	2020-II	RHuau 1	Zn	0.026	mg/L	No	0.026
957	2021	2021-I	RHuau 1	Zn	0.045	mg/L	No	0.045
958	2022	2022-I	RHuau 1	Zn	0.112	mg/L	No	0.112
959	2017	2017-I	RHuau 5	Zn	0.026	mg/L	No	0.026
960	2018	2018-I	RHuau 5	Zn	0.069	mg/L	No	0.069
961	2019	2019-I	RHuau 5	Zn	0.060	mg/L	No	0.060

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
962	2019	2019-II	RHuau 5	Zn	0.015	mg/L	No	0.015
963	2020	2020-I	RHuau 5	Zn	0.035	mg/L	No	0.035
964	2020	2020-II	RHuau 5	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.006
965	2021	2021-I	RHuau 5	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.006
966	2022	2022-I	RHuau 5	Zn	0.022	mg/L	No	0.022
967	2015	2015-I	RHuau 2	Zn	0.044	mg/L	No	0.044
968	2016	2016-I	RHuau 2	Zn	0.662	mg/L	No	0.662
969	2017	2017-I	RHuau 2	Zn	<0.0100	mg/L	Sí	0.008
970	2018	2018-I	RHuau 2	Zn	0.074	mg/L	No	0.074
971	2019	2019-I	RHuau 2	Zn	0.097	mg/L	No	0.097
972	2019	2019-II	RHuau 2	Zn	0.017	mg/L	No	0.017
973	2020	2020-I	RHuau 2	Zn	0.012	mg/L	No	0.012
974	2020	2020-II	RHuau 2	Zn	<0.008	mg/L	Sí	0.006
975	2021	2021-I	RHuau 2	Zn	0.025	mg/L	No	0.025
976	2022	2022-I	RHuau 2	Zn	0.314	mg/L	No	0.314
977	2015	2015-I	RHuau 3	Zn	0.057	mg/L	No	0.057
978	2016	2016-I	RHuau 3	Zn	0.016	mg/L	No	0.016
979	2017	2017-I	RHuau 3	Zn	0.026	mg/L	No	0.026
980	2018	2018-I	RHuau 3	Zn	0.040	mg/L	No	0.040
981	2019	2019-I	RHuau 3	Zn	0.056	mg/L	No	0.056
982	2019	2019-II	RHuau 3	Zn	0.012	mg/L	No	0.012
983	2020	2020-I	RHuau 3	Zn	0.020	mg/L	No	0.020
984	2020	2020-II	RHuau 3	Zn	0.011	mg/L	No	0.011
985	2021	2021-I	RHuau 3	Zn	0.012	mg/L	No	0.012
986	2022	2022-I	RHuau 3	Zn	0.050	mg/L	No	0.050
987	2015	2015-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	<0.055	mg/L	Sí	0.039
988	2016	2016-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	ND	mg/L	No	ND
989	2017	2017-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.027	mg/L	No	0.027
990	2018	2018-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.053	mg/L	No	0.053
991	2019	2019-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.033	mg/L	No	0.033
992	2019	2019-II	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.009	mg/L	No	0.009
993	2020	2020-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.040	mg/L	No	0.040
994	2020	2020-II	RSura 1	NO3-N+NO2-N	<0.006	mg/L	Sí	0.002
995	2021	2021-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	0.036	mg/L	No	0.036
996	2022	2022-I	RSura 1	NO3-N+NO2-N	<0.006	mg/L	Sí	0.002
997	2015	2015-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.444	mg/L	No	0.444
998	2016	2016-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	ND	mg/L	No	ND
999	2017	2017-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.131	mg/L	No	0.131
1000	2018	2018-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.085	mg/L	No	0.085

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
1001	2019	2019-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.078	mg/L	No	0.078
1002	2019	2019-II	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.126	mg/L	No	0.126
1003	2020	2020-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.048	mg/L	No	0.048
1004	2020	2020-II	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.009	mg/L	No	0.009
1005	2021	2021-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.037	mg/L	No	0.037
1006	2022	2022-I	RQuic 1	NO3-N+NO2-N	0.095	mg/L	No	0.095
1007	2015	2015-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	1.228	mg/L	No	1.228
1008	2016	2016-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	ND	mg/L	No	ND
1009	2017	2017-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.418	mg/L	No	0.418
1010	2018	2018-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.187	mg/L	No	0.187
1011	2019	2019-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.201	mg/L	No	0.201
1012	2019	2019-II	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.413	mg/L	No	0.413
1013	2020	2020-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.195	mg/L	No	0.195
1014	2020	2020-II	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.307	mg/L	No	0.307
1015	2021	2021-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.422	mg/L	No	0.422
1016	2022	2022-I	RHuau 1	NO3-N+NO2-N	0.233	mg/L	No	0.233
1017	2017	2017-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.591	mg/L	No	0.591
1018	2018	2018-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.256	mg/L	No	0.256
1019	2019	2019-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.260	mg/L	No	0.260
1020	2019	2019-II	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.397	mg/L	No	0.397
1021	2020	2020-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.319	mg/L	No	0.319
1022	2020	2020-II	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.282	mg/L	No	0.282
1023	2021	2021-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.513	mg/L	No	0.513
1024	2022	2022-I	RHuau 5	NO3-N+NO2-N	0.266	mg/L	No	0.266
1025	2015	2015-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	1.035	mg/L	No	1.035
1026	2016	2016-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	ND	mg/L	No	ND
1027	2017	2017-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.713	mg/L	No	0.713
1028	2018	2018-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.316	mg/L	No	0.316
1029	2019	2019-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.316	mg/L	No	0.316
1030	2019	2019-II	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	<0.006	mg/L	Sí	0.003
1031	2020	2020-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.346	mg/L	No	0.346
1032	2020	2020-II	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.483	mg/L	No	0.483
1033	2021	2021-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	0.467	mg/L	No	0.467

Id	Año	Campaña	Estación monitoreo	Parámetro	Valor observado	Unidad	Dato censu-rado	Valores imputados (IM)
1034	2022	2022-I	RHuau 2	NO3-N+NO2-N	< 0.006	mg/L	Sí	0.002
1035	2015	2015-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	1.192	mg/L	No	1.192
1036	2016	2016-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	ND	mg/L	No	ND
1037	2017	2017-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	< 0.006	mg/L	Sí	0.001
1038	2018	2018-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	0.471	mg/L	No	0.471
1039	2019	2019-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	0.370	mg/L	No	0.370
1040	2019	2019-II	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	0.230	mg/L	No	0.230
1041	2020	2020-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	1.481	mg/L	No	1.481
1042	2020	2020-II	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	< 0.006	mg/L	Sí	0.003
1043	2021	2021-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	1.571	mg/L	No	1.571
1044	2022	2022-I	RHuau 3	NO3-N+NO2-N	<0 .006	mg/L	Sí	0.003

Nota: Recopilado de Informes de monitoreo de la Autoridad Local del Agua, según Anexo 3.

Anexo 7. Fichas de Cálculo del índice ICARHS

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RSura 1
	Cuerpo de Agua	Río Surasaca
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	84
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	84
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	<3.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	8.0	<6.0	<2.00	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	6.5	7.2	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	33	49	13	79	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.4	8.1	7.2	5.9	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0220	0.0220	0.0130	0.1100	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	<0.007	<0.007	0.0012	0.0029	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.002	<0.002	<0.00003	0.0012	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.0290	0.1200	0.0653	0.5352	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0120	0.0260	0.0128	0.3216	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0001	<0.0001	<0.0002	0.0016	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.054
Factores de cálculo	**F1**	0.00	25.00
	F2	0.00	6.25
	F3	0.00	5.10
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	84
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RSura 1
	Cuerpo de Agua	Río Surasaca
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	84
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	**Subíndice 2**
	Valor ICA-RHS	**84**
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	<2.00	15.0	10.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.5	7.2	6.7	6.1	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	13	79	110	2	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.2	5.9	ND	8.2	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0130	0.1100	0.2010	0.0200	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0012	0.0029	0.0030	0.0020	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.00003	0.0012	0.0010	0.0004	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.0653	0.5352	0.5375	0.1690	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0128	0.3216	0.2283	0.0691	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0002	0.0016	0.0014	0.0003	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	3
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.058
Factores de cálculo	**F1**	0.00	25.00
	F2	0.00	9.38
	F3	0.00	5.50
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	84
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RSura 1
	Cuerpo de Agua	Río Surasaca
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	85
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	85
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	3.0	2.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	15.0	10.0	15.0	18.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.7	6.1	6.3	5.4	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	110	2	<1.8	<1.8	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	8.2	8.1	8.9	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.2010	0.0200	0.0200	0.0300	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0030	0.0020	0.0011	0.0025	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0010	0.0004	0.0005	0.0008	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.5375	0.1690	0.0640	0.1370	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.2283	0.0691	0.0321	0.0831	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0014	0.0003	<0.0002	0.0004	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.006
Factores de cálculo	**F1**	0.00	25.00
	F2	0.00	6.25
	F3	0.00	0.59
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	85
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RSura 1
	Cuerpo de Agua	Río Surasaca
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	91
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	91
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	3.0	2.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	10.0	15.0	18.0	4.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.1	6.3	5.4	7.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	2	<1.8	<1.8	4	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.2	8.1	8.9	8.7	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0200	0.0200	0.0300	0.0210	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0020	0.0011	0.0025	0.0015	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0004	0.0005	0.0008	0.0006	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.1690	0.0640	0.1370	0.1030	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0691	0.0321	0.0831	0.0182	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0003	<0.0002	0.0004	0.0003	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.002
Factores de cálculo	**F1**	0.00	12.50
	F2	0.00	6.25
	F3	0.00	0.23
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	91
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RSura 1
	Cuerpo de Agua	Río Surasaca
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	91
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	91
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	2.0	<2.00	2.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	15.0	18.0	4.0	10.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.3	5.4	7.6	ND	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	<1.8	<1.8	4	2	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.1	8.9	8.7	ND	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0200	0.0300	0.0210	0.0300	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0011	0.0025	0.0015	0.0024	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0005	0.0008	0.0006	<0.0003	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.0640	0.1370	0.1030	0.1460	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0321	0.0831	0.0182	0.0705	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0002	0.0004	0.0003	<0.0002	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.002
Factores de cálculo	**F1**	0.00	12.50
	F2	0.00	6.25
	F3	0.00	0.23
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	91
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RQuic 1
	Cuerpo de Agua	Río Quichas
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Sub1 = Sub2
	Valor ICA-RHS	100
	Calificación ICA-RHS	**Excelente**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	<3.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	8.0	<6.0	<2.00	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	6.9	7.4	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	<1.8	8	2	170	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.6	8.2	7.3	6.7	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0967	0.1800	0.2370	0.1730	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	<0.007	<0.007	0.0055	0.0027	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0030	<0.002	0.0020	0.0031	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.0880	0.1830	0.1328	0.3599	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0430	0.0690	0.0841	0.1061	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0001	0.0030	0.0022	0.0017	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.000
Factores de cálculo	**F1**	0.00	0.00
	F2	0.00	0.00
	F3	0.00	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	100
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RQuic 1
	Cuerpo de Agua	Río Quichas
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	92
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	<2.00	21.0	13.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.9	7.4	6.8	6.1	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	2	170	79	13	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.3	6.7	ND	8.2	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.2370	0.1730	2.3830	0.0860	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0055	0.0027	0.0063	0.0037	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0020	0.0031	0.0043	0.0005	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.1328	0.3599	4.0210	0.1050	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0841	0.1061	0.2503	0.0738	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0022	0.0017	0.0079	0.0009	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.008
Factores de cálculo	**F1**	0.00	12.50
	F2	0.00	3.13
	F3	0.00	0.78
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	92
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RQuic 1
	Cuerpo de Agua	Río Quichas
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	85
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	85
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	3.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	21.0	13.0	4.0	14.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.8	6.1	6.9	5.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	79	13	11	<1.8	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	8.2	8.1	8.8	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	2.3830	0.0860	0.1320	0.1080	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0063	0.0037	0.0025	0.0036	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0043	0.0005	0.0023	0.0010	4
	Hierro (mg/L)	5.000	4.0210	0.1050	0.1100	0.1330	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.2503	0.0738	0.0777	0.0641	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0079	0.0009	0.0009	0.0006	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice			**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA		0	2
	N° Total de Parámetros a evaluar		4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA		0	2
	N° Total de datos a evaluar		16	32
	Suma Normalizada de Excedentes		0.000	0.009
Factores de cálculo	**F1**		0.00	25.00
	F2		0.00	6.25
	F3		0.00	0.88
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS		**Valor Subíndice**	100	85
		Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RQuic 1
	Cuerpo de Agua	Río Quichas
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	91
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	91
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	3.0	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	13.0	4.0	14.0	6.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.1	6.9	5.3	7.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	13	11	<1.8	4	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.2	8.1	8.8	8.6	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.0860	0.1320	0.1080	0.1510	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0037	0.0025	0.0036	0.0024	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.0004	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0005	0.0023	0.0010	0.0016	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.1050	0.1100	0.1330	0.1220	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0738	0.0777	0.0641	0.0808	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0009	0.0009	0.0006	0.0008	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice			**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA		0	1
	N° Total de Parámetros a evaluar		4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA		0	2
	N° Total de datos a evaluar		16	32
	Suma Normalizada de Excedentes		0.000	0.001
Factores de cálculo	**F1**		0.00	12.50
	F2		0.00	6.25
	F3		0.00	0.12
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS		**Valor Subíndice**	100	91
		Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RQuic 1
	Cuerpo de Agua	Río Quichas
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	100
	Calificación S1	**Excelente**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	91
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 2
	Valor ICA-RHS	91
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	<2.00	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	4.0	14.0	6.0	13.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.9	5.3	7.6	ND	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	11	<1.8	4	2	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.1	8.8	8.6	ND	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.1320	0.1080	0.1510	0.1340	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0025	0.0036	0.0024	0.0038	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	0.0004	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0023	0.0010	0.0016	<0.0003	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.1100	0.1330	0.1220	0.1460	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0777	0.0641	0.0808	0.0500	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0009	0.0006	0.0008	0.0012	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	0	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	0	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.000	0.001
Factores de cálculo	**F1**	0.00	12.50
	F2	0.00	6.25
	F3	0.00	0.12
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	100	91
	Calificación S1 y S2	**Excelente**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	43
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	43
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	8.0	5.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	8.0	20.0	4.0	3.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	8.4	8.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	46,000	7,000	1,700	110,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.9	ND	8.2	7.1	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.9410	0.3620	0.9210	0.4580	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0080	<0.007	0.0090	0.0073	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.002	0.0110	0.0029	0.0021	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.7860	0.3830	1.8460	0.8918	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1880	0.0610	0.1433	0.0994	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0190	0.0050	0.0036	0.0124	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	4	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	10.044	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	0.00
	F2	25.00	0.00
	F3	90.95	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	43	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	45
	Calificación S1	**Malo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	45
	Calificación ICA-RHS	**Malo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	5.0	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	4.0	3.0	12.0	16.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.4	8.9	7.8	6.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,700	110,000	1,700	11,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.2	7.1	ND	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.9210	0.4580	1.0990	3.9820	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0090	0.0073	0.0058	0.0126	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0029	0.0021	0.0031	0.0131	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.8460	0.8918	1.8030	7.4460	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1433	0.0994	0.1335	0.1823	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0036	0.0124	0.0100	0.0332	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	4	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	7.525	0.015
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	25.00	3.13
	F3	88.27	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	45	92
	Calificación S1 y S2	**Malo**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	69
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	69
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	12.0	16.0	18.0	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.8	6.3	5.0	6.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,700	11,000	490	1,700	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	8.4	6.7	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	1.0990	3.9820	0.2150	0.2510	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0058	0.0126	0.0054	0.0051	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0031	0.0131	0.0007	<0.0003	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.8030	7.4460	0.3160	0.3520	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1335	0.1823	0.0501	0.0531	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0100	0.0332	0.0023	<0.0002	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.713	0.015
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	18.75	3.13
	F3	41.61	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	69	92
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	65
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	65
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	16.0	18.0	<2.00	8.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.3	5.0	6.3	6.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	11,000	490	1,700	7,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.4	6.7	8.4	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	3.9820	0.2150	0.2510	0.2950	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0126	0.0054	0.0051	0.0060	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0131	0.0007	<0.0003	0.0013	4
	Hierro (mg/L)	5.000	7.4460	0.3160	0.3520	0.5560	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1823	0.0501	0.0531	0.1152	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0332	0.0023	<0.0002	0.0034	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice			**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA		1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar		4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA		3	1
	N° Total de datos a evaluar		16	32
	Suma Normalizada de Excedentes		1.044	0.015
Factores de cálculo	**F1**		25.00	12.50
	F2		18.75	3.13
	F3		51.07	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS		**Valor Subíndice**	65	92
		Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	73
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	85
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	73
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	3.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	18.0	<2.00	8.0	14.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	5.0	6.3	6.6	6.0	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	490	1,700	7,000	2,400	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	6.7	8.4	8.4	7.8	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.2150	0.2510	0.2950	3.1250	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0054	0.0051	0.0060	0.0134	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.0003	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0007	<0.0003	0.0013	0.0059	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.3160	0.3520	0.5560	5.2720	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0501	0.0531	0.1152	0.4042	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0023	<0.0002	0.0034	0.0134	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.506	0.034
Factores de cálculo	**F1**	25.00	25.00
	F2	18.75	6.25
	F3	33.61	3.25
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	73	85
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	43
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	43
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	8.0	5.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	8.0	20.0	4.0	3.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	8.4	8.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	46,000	7,000	1,700	110,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.9	ND	8.2	7.1	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.9410	0.3620	0.9210	0.4580	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0080	<0.007	0.0090	0.0073	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.002	0.0110	0.0029	0.0021	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.7860	0.3830	1.8460	0.8918	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1880	0.0610	0.1433	0.0994	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0190	0.0050	0.0036	0.0124	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	4	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	10.044	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	0.00
	F2	25.00	0.00
	F3	90.95	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	43	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	45
	Calificación S1	**Malo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	45
	Calificación ICA-RHS	**Malo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	5.0	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	4.0	3.0	12.0	16.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.4	8.9	7.8	6.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,700	110,000	1,700	11,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.2	7.1	ND	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.9210	0.4580	1.0990	3.9820	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0090	0.0073	0.0058	0.0126	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0029	0.0021	0.0031	0.0131	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.8460	0.8918	1.8030	7.4460	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1433	0.0994	0.1335	0.1823	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0036	0.0124	0.0100	0.0332	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	4	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	7.525	0.015
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	25.00	3.13
	F3	88.27	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	45	92
	Calificación S1 y S2	**Malo**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	69
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	69
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	12.0	16.0	18.0	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.8	6.3	5.0	6.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,700	11,000	490	1,700	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	8.4	6.7	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	1.0990	3.9820	0.2150	0.2510	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0058	0.0126	0.0054	0.0051	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0031	0.0131	0.0007	<0.0003	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.8030	7.4460	0.3160	0.3520	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1335	0.1823	0.0501	0.0531	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0100	0.0332	0.0023	<0.0002	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.713	0.015
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	18.75	3.13
	F3	41.61	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	69	92
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	65
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	65
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	16.0	18.0	<2.00	8.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	6.3	5.0	6.3	6.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	11,000	490	1,700	7,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.4	6.7	8.4	8.4	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	3.9820	0.2150	0.2510	0.2950	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0126	0.0054	0.0051	0.0060	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0131	0.0007	<0.0003	0.0013	4
	Hierro (mg/L)	5.000	7.4460	0.3160	0.3520	0.5560	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1823	0.0501	0.0531	0.1152	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0332	0.0023	<0.0002	0.0034	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	1.044	0.015
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	18.75	3.13
	F3	51.07	1.51
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	65	92
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 1
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Alto Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	73
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	85
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	73
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	3.0	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	18.0	<2.00	8.0	14.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	5.0	6.3	6.6	6.0	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	490	1,700	7,000	2,400	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	6.7	8.4	8.4	7.8	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.2150	0.2510	0.2950	3.1250	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.0054	0.0051	0.0060	0.0134	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.0003	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0007	<0.0003	0.0013	0.0059	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.3160	0.3520	0.5560	5.2720	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0501	0.0531	0.1152	0.4042	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0023	<0.0002	0.0034	0.0134	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.506	0.034
Factores de cálculo	**F1**	25.00	25.00
	F2	18.75	6.25
	F3	33.61	3.25
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	73	85
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Medio Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	85
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	85
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	ND	ND	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	ND	ND	<2.00	2.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	7.5	9.1	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	ND	ND	1,100	170	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	ND	ND	7.2	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	ND	ND	0.610	2.485	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	ND	ND	0.006	0.007	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	ND	ND	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	ND	ND	0.0042	0.0045	4
	Hierro (mg/L)	5.000	ND	ND	0.745	3.574	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	ND	ND	0.0474	0.1230	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	ND	ND	0.0041	0.0058	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.006	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	0.00
	F2	6.25	0.00
	F3	0.62	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	85	100
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Medio Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	83
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	83
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	2.0	13.0	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.5	9.1	8.4	7.8	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,100	170	1,300	330	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	ND	7.2	7.4	8.3	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.610	2.485	2.424	0.383	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.006	0.007	0.006	0.006	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	0.0002	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0042	0.0045	0.0037	0.0015	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.745	3.574	3.470	0.608	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0474	0.1230	0.1447	0.0426	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0041	0.0058	0.0055	0.0018	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	2	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.025	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	0.00
	F2	12.50	0.00
	F3	2.44	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	83	100
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Medio Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	81
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	81
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	13.0	<2.00	4.0	14.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.4	7.8	7.3	6.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,300	330	3,500	170	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.4	8.3	8.4	8.6	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	2.424	0.383	0.269	0.147	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.006	0.006	0.005	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	0.0002	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0037	0.0015	0.0010	0.0009	4
	Hierro (mg/L)	5.000	3.470	0.608	0.387	0.212	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.1447	0.0426	0.0257	0.0185	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0055	0.0018	0.0011	<0.0002	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	2	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.175	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	12.50	3.13
	F3	14.89	0.03
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	81	92
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Medio Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	83
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	83
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	4.0	14.0	6.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.8	7.3	6.9	7.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	330	3,500	170	280	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.3	8.4	8.6	8.5	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.383	0.269	0.147	0.293	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.006	0.005	0.005	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0015	0.0010	0.0009	0.0017	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.608	0.387	0.212	0.633	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0426	0.0257	0.0185	0.0569	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0018	0.0011	<0.0002	0.0014	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.156	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	6.25	3.13
	F3	13.51	0.03
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	83	92
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Medio Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	83
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	92
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	83
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	4.0	14.0	6.0	13.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.3	6.9	7.6	7.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	3,500	170	280	330	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.4	8.6	8.5	8.3	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.269	0.147	0.293	0.112	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.005	0.005	0.005	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0010	0.0009	0.0017	0.0009	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.387	0.212	0.633	0.244	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0257	0.0185	0.0569	0.0181	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0011	<0.0002	0.0014	0.0005	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	1	1
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.156	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	12.50
	F2	6.25	3.13
	F3	13.51	0.03
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	83	92
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 5
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	39
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	60
	Calificación S2	**Malo**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	39
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	5.0	4.0	<2.00	<2.00	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	16.0	10.0	<2.00	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	8.6	7.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	7,900	2,300,000	2,400	3,500	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.3	8.1	7.3	7.2	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.698	22.500	0.192	4.002	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	<0.007	0.046	0.005	0.008	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	0.0027	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.002	0.0660	0.0023	0.0064	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.144	50.830	0.249	5.043	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0760	2.4810	0.0161	0.1809	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0250	0.1140	0.0040	0.0108	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	4
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	4	5
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	144.363	0.792
Factores de cálculo	**F1**	25.00	50.00
	F2	25.00	15.63
	F3	99.31	44.21
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	39	60
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Malo**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 2
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	73
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	84
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	73
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	<2.00	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	<2.00	3.0	27.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.6	7.9	7.7	5.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	2,400	3,500	5,400	130	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.3	7.2	6.9	7.1	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.192	4.002	4.624	0.305	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.005	0.008	0.009	0.006	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0023	0.0064	0.0084	0.0022	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.249	5.043	5.745	0.478	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0161	0.1809	0.2142	0.0596	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0040	0.0108	0.0100	0.0016	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	3
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.519	0.007
Factores de cálculo	**F1**	25.00	25.00
	F2	18.75	9.38
	F3	34.16	0.71
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	73	84
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 2
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	74
	Calificación S1	**Regular**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	85
	Calificación S2	**Bueno**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	74
	Calificación ICA-RHS	**Regular**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	3.0	2.0	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	3.0	27.0	16.0	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.7	5.9	7.3	7.6	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	5,400	130	4,600	490	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	6.9	7.1	8.4	8.3	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	4.624	0.305	0.184	0.296	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.009	0.006	0.004	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0084	0.0022	0.0007	0.0016	4
	Hierro (mg/L)	5.000	5.745	0.478	0.110	0.355	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.2142	0.0596	0.0219	0.0249	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0100	0.0016	<0.0002	0.0009	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	2
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	2	2
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.500	0.007
Factores de cálculo	**F1**	25.00	25.00
	F2	12.50	6.25
	F3	33.33	0.68
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	74	85
	Calificación S1 y S2	**Regular**	**Bueno**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 2
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	81
	Calificación S1	**Bueno**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	81
	Calificación ICA-RHS	**Bueno**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	2.0	3.0	2.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	27.0	16.0	<2.00	16.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	5.9	7.3	7.6	7.7	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	130	4,600	490	33	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.1	8.4	8.3	8.5	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.305	0.184	0.296	0.193	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.006	0.004	0.005	0.004	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0022	0.0007	0.0016	0.0015	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.478	0.110	0.355	0.270	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0596	0.0219	0.0249	0.0344	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0016	<0.0002	0.0009	0.0007	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	1	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	0.225	0.000
Factores de cálculo	**F1**	25.00	0.00
	F2	6.25	0.00
	F3	18.37	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	81	100
	Calificación S1 y S2	**Bueno**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 2
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	43
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	43
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	2.0	3.0	2.0	10.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	16.0	<2.00	16.0	29.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.3	7.6	7.7	3.1	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	4,600	490	33	70,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.4	8.3	8.5	7.1	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.184	0.296	0.193	0.354	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.004	0.005	0.004	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0007	0.0016	0.0015	0.0025	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.110	0.355	0.270	0.622	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0219	0.0249	0.0344	0.0760	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0002	0.0009	0.0007	0.0015	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	2	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	3	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	4.556	0.000
Factores de cálculo	**F1**	50.00	0.00
	F2	18.75	0.00
	F3	82.00	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	43	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 3
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	22
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	22
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2018**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2015-I**	**2016-I**	**2017-I**	**2018-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	8.0	20.0	69.0	2.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	20.0	44.0	156.0	<2.00	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	ND	ND	8.3	8.4	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	33,000,000	33,000	1,700,000	220,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	8.0	7.4	6.8	7.3	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.385	0.275	0.788	2.778	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	<0.007	<0.007	0.006	0.006	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.001	<0.00018	<0.00001	<0.00001	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	<0.002	0.0030	0.0110	0.0046	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.711	0.405	1.114	3.425	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0840	0.1320	0.0992	0.1271	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0001	<0.0001	0.0048	0.0052	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	3	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	8	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	2184.746	0.000
Factores de cálculo	**F1**	75.00	0.00
	F2	50.00	0.00
	F3	99.95	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	22	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 3
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	25
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	77
	Calificación S2	**Regular**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	25
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2019**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2017-I**	**2018-I**	**2019-I**	**2019-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	69.0	2.0	<2.00	3.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	156.0	<2.00	<2.00	32.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.3	8.4	7.7	4.9	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	1,700,000	220,000	2,800,000	700	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	6.8	7.3	7.2	7.1	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.788	2.778	5.501	0.078	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.006	0.006	0.009	0.004	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0110	0.0046	0.0093	0.0018	4
	Hierro (mg/L)	5.000	1.114	3.425	6.484	0.148	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0992	0.1271	0.2117	0.0496	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0048	0.0052	0.0081	<0.0002	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice			**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA		3	3
	N° Total de Parámetros a evaluar		4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA		5	3
	N° Total de datos a evaluar		16	32
	Suma Normalizada de Excedentes		295.219	0.014
Factores de cálculo	**F1**		75.00	37.50
	F2		31.25	9.38
	F3		99.66	1.40
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS		**Valor Subíndice**	25	77
		Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Regular**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 3
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	25
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	77
	Calificación S2	**Regular**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	25
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2020**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-I**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	<2.00	3.0	9.0	10.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	<2.00	32.0	42.0	37.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	7.7	4.9	8.4	2.3	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	2,800,000	700	460,000	1,700,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.2	7.1	7.8	7.8	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	5.501	0.078	0.128	0.154	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.009	0.004	0.003	0.004	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00001	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0093	0.0018	0.0020	0.0029	4
	Hierro (mg/L)	5.000	6.484	0.148	0.191	0.206	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.2117	0.0496	0.0192	0.0318	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0081	<0.0002	0.0016	0.0043	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice			**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA		3	3
	N° Total de Parámetros a evaluar		4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA		5	3
	N° Total de datos a evaluar		16	32
	Suma Normalizada de Excedentes		309.864	0.014
Factores de cálculo	**F1**		75.00	37.50
	F2		31.25	9.38
	F3		99.68	1.40
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS		**Valor Subíndice**	25	77
		Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Regular**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 3
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	25
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	25
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2021**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2019-II**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	3.0	9.0	10.0	5.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	32.0	42.0	37.0	16.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	4.9	8.4	2.3	8.4	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	700	460,000	1,700,000	2,800	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.1	7.8	7.8	7.8	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.078	0.128	0.154	0.082	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.004	0.003	0.004	0.003	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0018	0.0020	0.0029	0.0016	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.148	0.191	0.206	0.125	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0496	0.0192	0.0318	0.0245	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	<0.0002	0.0016	0.0043	0.0004	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	3	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	5	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	135.039	0.000
Factores de cálculo	**F1**	75.00	0.00
	F2	31.25	0.00
	F3	99.26	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	25	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Estaciones de Monitoreo Categoría 3: Aguas para riego de vegetales y bebida de animales	Código de Estación	RHuau 3
	Cuerpo de Agua	Río Huaura
	Categoría	Cat. 3 - D1
	Subcuenca	Bajo Huaura
Subíndice 1: Materia orgánica	Valor S1	23
	Calificación S1	**Pésimo**
Subíndice 2: Físico-químico y metales	Valor S2	100
	Calificación S2	**Excelente**
ICA-RHS	**Subíndice menor**	Subíndice 1
	Valor ICA-RHS	23
	Calificación ICA-RHS	**Pésimo**

ESTACIONES DE MONITOREO			**Cálculo ICA-RHS 2022**				
GRUPO	**PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**	**Valor ECA Cat. 3-D1**	**2020-I**	**2020-II**	**2021-I**	**2022-I**	**Reg. datos**
Materia orgánica Subíndice 1	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	15	9.0	10.0	5.0	7.0	4
	Demanda química de oxígeno (mg/L)	40	42.0	37.0	16.0	13.0	4
	Oxígeno disuelto (mg/L)	4.00	8.4	2.3	8.4	3.7	4
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	460,000	1,700,000	2,800	2,800,000	4
Físico-químico y metales Subíndice 2	Potencial de hidrógeno	6.5 – 8.5	7.8	7.8	7.8	7.7	4
	Aluminio (mg/L)	5.000	0.128	0.154	0.082	0.084	4
	Arsénico (mg/L)	0.100	0.003	0.004	0.003	0.005	4
	Cadmio (mg/L)	0.0100	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	4
	Cobre (mg/L)	0.2000	0.0020	0.0029	0.0016	0.0028	4
	Hierro (mg/L)	5.000	0.191	0.206	0.125	0.181	4
	Manganeso (mg/L)	0.2000	0.0192	0.0318	0.0245	0.0644	4
	Plomo (mg/L)	0.0500	0.0016	0.0043	0.0004	0.0004	4

Conteo de datos / Cálculo de Factores y Subíndice		**Sub. 1**	**Sub. 2**
Conteo de datos	N° de Parámetros que No Cumplen el ECA	3	0
	N° Total de Parámetros a evaluar	4	8
	N° de datos que No Cumplen el ECA	7	0
	N° Total de datos a evaluar	16	32
	Suma Normalizada de Excedentes	309.981	0.000
Factores de cálculo	**F1**	75.00	0.00
	F2	43.75	0.00
	F3	99.68	0.00
DETERMINACIÓN DE ICA-RHS	**Valor Subíndice**	23	100
	Calificación S1 y S2	**Pésimo**	**Excelente**

Anexo 8. Base de Datos de fuentes contaminantes, vertimientos en adecuación y vertimientos autorizados

Tabla 90

Inventario de fuentes contaminantes complementado

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
1	Fuentes Naturales	Afloramientos naturales	Aguas minero medicinales	311,859	8,794,379	3,254	Santa Leonor	1.50	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
2	Fuentes Naturales	Afloramientos naturales	Aguas minero medicinales	311,883	8,794,414	3,256	Pachangara	2.00	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
3	Fuentes Naturales	Afloramientos naturales	Aguas minero medicinales	293,546	8,801,870	2,256	Andajes	1.50	Río Huaura	Directa	RHuau 5
4	Fuentes Naturales	Afloramientos naturales	Aguas minero medicinales	293,216	8,800,986	2,261	Pachangara	1.50	Río Huaura	Directa	RHuau 5
5	Fuentes Naturales	Afloramientos naturales	Aguas minero medicinales	313,154	8,819,264	3,410	Oyón	1.50	Rio Patón	Indirecta	RHuau 1
6	Vertimiento no autorizado	Vertimiento en adecuación	Vert. de A.R. Municipales	212,960	8,773,427	17	Caleta de Carquín	200.00	Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
7	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	214,501	8,774,279	84	Huaura	7.00	Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
8	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	215,406	8,774,364	79	Huaura	5.00	Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
9	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	215,446	8,774,254	41	Hualmay		Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
10	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	215,621	8,774,250	47	Hualmay		Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
11	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	215,746	8,774,237	47	Hualmay		Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
12	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	215,750	8,774,240	45	Hualmay		Río Huaura	Directa	Desembo-cadura

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
13	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	216,015	8,774,404	54	Hualmay	2.00	Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
14	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	216,072	8,774,595	69	Huaura	0.10	Río Huaura	Directa	RHuau 3
15	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	216,114	8,774,591	78	Huaura	5.00	Río Huaura	Directa	RHuau 3
16	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	216,127	8,774,563		Santa María	20.00	Río Huaura	Directa	RHuau 3
17	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	216,312	8,774,716	69	Huaura	3.00	Río Huaura	Directa	RHuau 3
18	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	239,791	8,771,101	364	Huaura	0.20	Río Huaura	Directa	RHuau 3
19	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Industriales	252,087	8,767,306		Sayán	150.00	Río Huaura	Directa	RHuau 2
20	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	254,116	8,767,640	571	Sayán	2.00	Río Huaura	Directa	RHuau 2
21	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	259,704	8,768,022	658	Sayán	15.70	Río Huaura	Directa	RHuau 2
22	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	259,899	8,768,239	654	Sayán		Río Huaura	Directa	RHuau 2
23	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	272,374	8,766,896	1,246	Sayán	1.00	Rio Chico	Indirecta	RHuau 2
24	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	274,813	8,767,827	1,570	Ihuarí	1.00	Río Chico	Indirecta	RHuau 2
25	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	281,958	8,764,519	2,014	Ihuarí	0.25	Río Huaycho	Indirecta	RHuau 2
26	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	294,859	8,803,950	2,262	Pachangara	6.00	Río Huaura	Directa	RHuau 5
27	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	294,889	8,804,055	2,256	Pachangara	1.00	Río Huaura	Directa	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
28	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	294,895	8,804,317	2,312	Pachangara		Río Huaura	Directa	RHuau 5
29	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Industriales	294,873	8,804,571	2,329	Pachangara	0.20	Río Huaura	Directa	RHuau 5
30	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	305,418	8,791,499	2,739	Santa Leonor	1.50	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
31	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	307,113	8,791,092	3,047	Santa Leonor	100.00	Rio Chacras	Indirecta	RHuau 5
32	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	309,446	8,791,286	2,987	Santa Leonor	1.00	Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
33	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	310,426	8,793,019	3,062	Santa Leonor	100.00	Rio Chacras	Indirecta	RHuau 5
34	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	311,141	8,793,639	3,172	Checras	0.50	Río Chacras	Indirecta	RHuau 5
35	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	311,285	8,793,782	3,165	Santa Leonor	60.00	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
35	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	311,141	8,793,642	3,341	Pachangara	0.50	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
36	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	311,807	8,794,328	3,268	Santa Leonor	0.20	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
37	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	311,829	8,794,351	3,252	Santa Leonor		Río Checras	Indirecta	RHuau 5
38	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	313,774	8,796,087	3,358	Oyón	80.00	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
39	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	314,048	8,796,552	3,502	Santa Leonor	50.00	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
40	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	314,872	8,796,780	3,665	Santa Leonor	80.00	Río Checras	Indirecta	RHuau 5
41	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	295,340	8,813,872	3,563	Oyón	1.00	Quebrada Seca Yayaragra	Indirecta	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
42	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	303,378	8,818,052	3,341	Oyón	0.50	Río Huaura	Directa	RHuau 1
43	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	305,519	8,819,724	3,415	Oyón	5.00	Río Patón	Indirecta	RHuau 1
44	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	307,138	8,818,998	3,381	Oyón	4.00	Rio Patón	Indirecta	RHuau 1
45	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Minero Metalúrgicas	310,692	8,816,818	3,908	Oyón	9.00	Río Pampahuay	Indirecta	RHuau 1
46	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Minero Metalúrgicas	311,437	8,815,032	3,912	Oyón	10.00	Río Pampahuay	Indirecta	RHuau 1
47	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Minero Metalúrgicas	312,979	8,814,256	4,177	Oyón	0.50	Río Ruco	Indirecta	RHuau 1
48	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	313,019	8,814,374	4,202	Oyón	0.10	Río Ruco	Indirecta	RHuau 1
49	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Minero Metalúrgicas	313,135	8,814,041	4,128	Oyón	5.00	Río Pucayacu	Indirecta	RHuau 1
50	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. Municipales	305,876	8,825,079	3,645	Oyón		Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
51	Vertimiento no autorizado	Vertimiento no controlado	Vert. de A.R. de Acuicultura	305,873	8,825,081	3,600	Oyón	30.00	Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
53	Vertimiento no autorizado	Vertimiento en adecuación	Vert. de A.R. Municipales	306,456	8,829,915		Oyón	4.00	Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
54	Vertimiento no autorizado	Vertimiento en adecuación	Vert. de A.R. Municipales	306,444	8,829,966	3,945	Oyón	3.00	Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
55	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,330	8,773,074	26	Caleta de Carquín	2.00	Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
56	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	213,332	8,773,061		Caleta de Carquín	0.50	Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
57	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,331	8,773,019	30	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
58	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,374	8,773,202	30	Caleta de Carquín	0.10	Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
59	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,536	8,773,306	23	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
60	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,536	8,773,306	34	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
61	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,563	8,773,172	26	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
62	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	213,764	8,773,106		Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
63	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	213,905	8,773,192	35	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
64	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,216	8,773,609	33	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
65	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,227	8,773,584	27	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
66	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,294	8,773,414	26	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
67	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,294	8,773,414	24	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
68	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,206	8,773,199	32	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
69	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,206	8,773,199	31	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
70	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,233	8,773,137	28	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
71	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,233	8,773,137	24	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
72	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,253	8,773,125	36	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
73	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	214,314	8,773,122	21	Caleta de Carquín		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
74	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	214,671	8,774,594		Huaura	0.10	Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
75	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	215,248	8,774,809	80	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
76	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	RRSS en prox. a cuerpos de agua	215,541	8,774,369	45	Huaura		Rio Huaura	Directa	Desembo-cadura
77	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	215,739	8,774,238	47	Hualmay		Río Huaura	Directa	Desembo-cadura
78	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	ADRS en Infraestructura Hidráulica	215,869	8,774,118		Hualmay		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
79	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	215,937	8,774,251		Hualmay	0.50	Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
80	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	ADRS en Infraestructura Hidráulica	215,732	8,774,964		Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	Desembo-cadura
81	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	216,112	8,774,570	68	Hualmay		Río Huaura	Directa	RHuau 3
82	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	216,613	8,774,881	68	Huaura		Río Huaura	Indirecta	RHuau 3
83	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS No Municipales de CyD	217,627	8,775,067		Huaura		Río Huaura	Directa	RHuau 3
84	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		217,692	8,774,721		Santa María		Río Huaura	Indirecta	RHuau 3
85	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	221,360	8,775,710	120	Huaura	0.50	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
86	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	221,499	8,776,872	139	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
87	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	222,455	8,775,572	139	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
88	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	228,685	8,773,845	222	Huaura	0.40	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
89	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	230,853	8,773,425	262	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
90	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	231,403	8,773,260	265	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
91	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	ADRS en Infraestructura Hidráulica	231,768	8,770,593		Santa María		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
92	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	235,829	8,772,125	248	Huaura	0.50	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
93	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS No Municipales de CyD	236,830	8,771,271		Huaura		Río Huaura	Directa	RHuau 3
94	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	238,879	8,771,861	355	Huaura		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 3
95	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	247,412	8,773,010		Sayán		Qda. Seca Sta. Elvira	Indirecta	RHuau 3
96	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS No Municipales de CyD	252,645	8,767,548		Sayán		Río Huaura	Directa	RHuau 2
97	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	ADRS en Infraestructura Hidráulica	254,670	8,766,611		Sayán		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 2
98	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	254,682	8,766,530		Sayán	7.00	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 2
99	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	255,346	8,766,360	580	Sayán	25.00	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 2

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
100	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Inf. Hidráulica	255,167	8,765,839	645	Sayán	0.25	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 2
101	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		258,509	8,768,949	754	Sayán		Quebrada Seca Maní / Río Huaura	Indirecta	RHuau 2
102	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.I. en Inf. Hidráulica	259,498	8,767,778	654	Sayán		Río Huaura	Indirecta	RHuau 2
103	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	259,698	8,768,007	660	Sayán		Río Huaura	Directa	RHuau 2
104	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	259,771	8,768,080	659	Sayán		Río Huaura	Directa	RHuau 2
105	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	260,384	8,768,777	678	Sayán		Río Huaura	Directa	RHuau 2
106	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	260,422	8,768,804	678	Sayán		Rio Huaura	Indirecta	RHuau 2
107	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	ADRS en Infraestructura Hidráulica	260,788	8,768,123		Sayán		Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 2
108	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		272,374	8,766,896	1,246	Sayán		A 20 m de Río Chico	Indirecta	RHuau 2
109	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	277,571	8,768,299	1,590	Leoncio Prado		A 120 m del Rio Chico	Indirecta	RHuau 2
110	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		286,845	8,762,922	3,083	Ihuarí		A 310 m del Rio Ihuarí	Indirecta	RHuau 2
111	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		287,020	8,762,445	2,824	Ihuarí		A 550 m de Río Ihuarí	Indirecta	RHuau 2
112	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	288,920	8,776,849	3,286	Leoncio Prado		A 230 m de la Qda. Cancharacra	Indirecta	RHuau 2
113	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		288,920	8,776,849	3,286	Leoncio Prado		A 230 m de Qda. Cancharacra	Indirecta	RHuau 2

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
114	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		289,154	8,776,507	3,254	Leoncio Prado		A 330 m de Qda. Cancharacra	Indirecta	RHuau 2
115	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	289,473	8,776,611	3,272	Leoncio Prado		A 980 m de la Rio Auquimarca	Indirecta	RHuau 2
116	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		292,181	8,776,943	3,272	Leoncio Prado		Río Auquimarca	Indirecta	RHuau 2
117	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	266,976	8,798,161		Cochamarca		A 1 km de Qda. Miliacu	Indirecta	RHuau 5
118	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	286,725	8,792,494	2,371	Paccho		Quebrada Huashcan	Indirecta	RHuau 5
119	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		286,778	8,792,417	2,391	Paccho		Quebrada Huashcan	Indirecta	RHuau 5
120	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		286,952	8,792,373	2,422	Paccho		Quebrada Surunco	Indirecta	RHuau 5
121	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	286,380	8,788,121	3,046	Paccho		Quebrada Machicao	Indirecta	RHuau 5
122	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		286,380	8,788,121	3,046	Paccho		Quebrada Machicao	Indirecta	RHuau 5
123	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		286,730	8,788,135	3,067	Paccho		Quebrada Seca Tranca	Indirecta	RHuau 5
124	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	288,589	8,788,298	3,225	Paccho		A 212 m de la Qda. Ayamachay	Indirecta	RHuau 5
124	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		288,684	8,787,935	3,253	Paccho		Quebrada Ayamachay	Indirecta	RHuau 5
126	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Vert. de A.R.D. en Infraestructura Hidráulica	282,877	8,797,828	2,209	Naván	0.50	Infraestructura hidráulica	Indirecta	RHuau 5
127	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	280,155	8,800,983	3,041	Naván		A 390 m do la Qda. Ishpa	Indirecta	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
128	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	283,607	8,804,553	3,157	Caujul		A 300 m de la Qda. Tancan	Indirecta	RHuau 5
129	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		283,607	8,804,553	3,157	Caujul		A 300 m de la Qda. Tancan	Indirecta	RHuau 5
130	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	283,628	8,805,019	3,156	Caujul		A 970 m de la Qda. Cutillin	Indirecta	RHuau 5
131	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	283,430	8,805,112		Caujul		A 160 m de Qda. Quiscas	Indirecta	RHuau 5
132	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	278,308	8,812,685		Caujul		Cabecera Qda. Chalauya	Indirecta	RHuau 5
133	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	283,501	8,813,052		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
134	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,499	8,812,950		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
135	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,522	8,812,965		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
136	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,529	8,813,056		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
137	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	283,643	8,813,130		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
138	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,866	8,813,248		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
139	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	283,870	8,813,250		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
140	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,924	8,813,318		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
141	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	283,960	8,813,347		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5
142	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	283,972	8,813,369		Caujul		Qda. Potaca	Indirecta	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
143	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	284,381	8,813,723		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
144	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,422	8,813,719		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
145	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	284,424	8,813,659		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
146	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,443	8,813,654		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
147	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	284,464	8,813,619		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
148	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,480	8,813,602		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
149	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,583	8,813,330		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
150	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,692	8,813,365		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
151	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,778	8,813,366		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
152	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	284,785	8,813,367		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
153	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,799	8,813,493		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
154	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	284,815	8,813,500		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
155	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	284,711	8,813,169		Caujul		Qda. Tauripallanca	Indirecta	RHuau 5
156	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		293,491	8,801,865	2,256	Andajes		Río Huaura	Indirecta	RHuau 5
157	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		294,750	8,799,416	2,212	Pachangara		Rio Checras	Indirecta	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
158	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	292,252	8,804,983		Andajes		A 1 km de Qda. Pachac Raccra	Indirecta	RHuau 5
159	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		309,560	8,791,538	3,000	Santa Leonor		Rio Chacras	Indirecta	RHuau 5
160	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		309,725	8,791,609	3,010	Santa Leonor		Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
161	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		309,841	8,791,613	3,002	Santa Leonor		Río Checras	Indirecta	RHuau 5
162	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		311,109	8,793,621	3,180	Pachangara		Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
163	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		311,161	8,793,680	3,189	Pachangara		Quebrada / Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
164	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		311,197	8,793,700	3,184	Pachangara		Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
165	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		311,129	8,793,830	3,189	Pachangara		Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
166	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	313,967	8,797,721	3,943	Oyón		A 960 m del Rio Checras	Indirecta	RHuau 5
167	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	301,718	8,800,801	3,357	Pachangara		Rio Acol	Indirecta	RHuau 5
168	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS No Municipales de CyD	301,516	8,807,678		Oyon		Qda. Pachangara	Indirecta	RHuau 5
169	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	308,764	8,810,138		Oyón		Cabecera Qda. Pachangará	Indirecta	RHuau 5
170	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	309,525	8,809,303		Oyón		Cabecera Qda. Pachangará	Indirecta	RHuau 5
171	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	310,233	8,807,499		Oyón		Cabecera Qda. Pachangará	Indirecta	RHuau 5
172	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	296,490	8,811,305	2,667	Pachangara		Río Huaura	Directa	RHuau 5

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
173	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	295,501	8,813,844	3,588	Oyón		Quebrada Bega Yayaragra	Indirecta	RHuau 5
174	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	293,504	8,814,401		Oyón		Cabecera Qda. Pacus	Indirecta	RHuau 5
175	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	292,422	8,813,388		Oyón		Cabecera Qda. Pacus	Indirecta	RHuau 5
176	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	292,419	8,813,382		Oyón		Cabecera Qda. Pacus	Indirecta	RHuau 5
177	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS no controlada	304,929	8,820,397	3,401	Oyón		Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
178	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos		305,547	8,819,756	3,417	Oyón		Rio Patón	Indirecta	RHuau 1
179	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	309,017	8,819,190		Oyón		A 900 m de río Patón	Indirecta	RHuau 1
180	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	309,751	8,817,786		Oyón		Río Patón	Indirecta	RHuau 1
181	Fuentes Difusas	Áreas degradadas por residuos sólidos	ADRS Municipales	310,077	8,817,980	3,487	Oyón		Rio Patón	Indirecta	RHuau 1
182	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	312,999	8,814,267	4,165	Oyón		Río Ruco	Indirecta	RHuau 1
183	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,967	8,827,295		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1
184	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,911	8,827,338		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1
185	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,854	8,827,410		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1
186	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	302,836	8,827,406		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1
187	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,721	8,827,476		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
188	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,710	8,827,497		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
189	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	302,705	8,827,505		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
190	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,631	8,827,535		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
191	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,695	8,827,568		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
192	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	302,699	8,827,577	3,979	Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
193	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,675	8,827,585		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
194	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	302,665	8,827,594		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
195	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	302,567	8,827,671		Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
196	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		302,575	8,827,850	3,996	Oyón		Qda. Yavi	Indirecta	RHuau 1
197	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	306,436	8,827,965		Oyón		Río Quichas	Directa	RHuau 1
198	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		306,317	8,831,402	4,055	Oyón		Río Huaura (Quichas)	Directa	RHuau 1
199	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	310,570	8,831,426		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1
200	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	310,572	8,831,445		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1
201	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	310,695	8,831,560		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1
202	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	310,702	8,831,550		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1

Nº	Clase	Tipo	Subtipo	Este	Norte	Altitud	Distrito	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Relación río Huaura	Estación vinculada
203	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Residuo Minero	310,802	8,831,581		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1
204	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	310,804	8,831,581		Oyón		Lag. Lutacocha	Indirecta	RHuau 1
205	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		306,194	8,833,670	4,309	Oyón		Río Huaura (Quichas)	Directa	RQuic 1
206	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		306,154	8,833,896	4,204	Oyón		Río Huaura (Quichas)	Directa	RQuic 1
207	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		306,276	8,834,343	4,170	Oyón		Río Quichas	Indirecta	RQuic 1
208	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		306,407	8,835,056	4,223	Oyón		A 300 m de río Quichas	Indirecta	RQuic 1
209	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros		304,724	8,835,797	4,385	Oyón		Río Huaura (Surasaca)	Directa	RSura 1
210	Fuentes Difusas	Otras fuentes difusas	Otros	308,161	8,839,692	4,312	Oyón		Laguna Rupahuay	Indirecta	RQuic 1
211	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	298,422	8,830,690		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1
212	Fuentes Difusas	Pasivos Ambientales Mineros	Labor Minera	298,675	8,830,097		Oyón		Río Ushipa	Indirecta	RHuau 1

Fuente: Elaborado a partir de: Autoridad Nacional del Agua - ANA (2017). Informe Técnico Nº 044-2017-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, Actualización del Inventario de fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura.; Autoridad Nacional del Agua - ANA (2018). Informe Nº 012-2018-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR, Informe Final del Proceso Administrativo Sancionador contra Municipalidad Distrital de Huaura; Autoridad Nacional del Agua - ANA (2022). Resolución Directoral Nº 287-2022-ANA-AAA.CF, Resolución que determina Sancionar a la empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A., por vertimientos y reúsos no autorizados de aguas residuales; Ministerio de energía y minas - MINEM (2022). Inventario de Pasivos Ambientales Mineros actualizado al 2022, aprobado por Resolución Ministerial Nº 335-2022-MINEM/DM; Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2022). Inventario de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, aprobado por Resolución Directoral Nº 018-2022-OEFA/DSIS; Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2025). Actualización del Inventario de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, aprobado por Resolución Nº 024-2025-OEFA/DSIS.

Tabla 91

Inventario de vertimientos y reúsos declarados en el RUPAP (En proceso de adecuación)

Nº	Ficha RUPAP	Entidad Responsable	Localidad atendida	Provincia	Distrito	Código RUPAP	Tipo	Norte (m)	Este (m)	Zona UTM	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
1	RU-00043	Emapa Huacho S.A. (Aguas de Lima Norte)	Huacho y anexos	Huaura	Huacho	V-PY-208-7	Vertimiento	8,773,495.00	213,067.00	18 L	200.00	Río Huaura
2	RU-00136	Emapa Huacho S.A. (Aguas de Lima Norte)	Sayán	Huaura	Sayán	V-PY-516-2	Vertimiento	8,768,006.11	259,725.35	18 L	15.70	Río Huaura
3	RU-00545	Municipalidad Distrital de Checras	Chuichín	Huaura	Checras	V-PY-165-1	Vertimiento	8,791,695.00	304,820.00	18 L	0.11	Río Checras
4	RU-01664	JASS Acaray	Acaray	Huaura	Huaura	V-PY-120-1	Reúso	8,777,181.00	221,327.00	18 L	0.20	Infraestructura de riego
5	RU-00194	Municipalidad Distrital de Ihuarí	Huaycho	Huaral	Ihuarí	V-PY-198-2	Vertimiento	8,764,554.00	281,965.00	18 L	0.34	Río Huaycho
6	RU-00905	Municipalidad Provincial de Oyón	Quichas	Oyón	Oyón	V-PY-174-3	Vertimiento	8,829,915.00	306,456.00	18 L	4.00	Río Huaura
7	RU-00905	Municipalidad Provincial de Oyón	Quichas	Oyón	Oyón	V-PY-174-1	Vertimiento	8,829,966.00	306,444.00	18 L	3.00	Río Huaura

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2025). Registro Único del Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP), reportados mediante Memorándum Nº 843-2025-VIVIENDA/VMCS-DGAA.

Tabla 92

Inventario de vertimientos y reúsos de aguas residuales tratadas

Nº	Unidad Operativa	Distrito	Resolución directoral	Resolución inicial modificada por	Fecha de inicio	Fecha de renovación	Fin de vigencia	Código punto descarga	Volumen Anual (m3)	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
1	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	102-2015-ANA-DGCRH		04/03/2013	08/03/2015	08/03/2021	EU-17	471,744.00	36.40	Laguna Añilcocha
2	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	102-2015-ANA-DGCRH		04/03/2013	08/03/2015	08/03/2021	EU-20	15,767,000.00	499.99	Río Patón
3	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	228-2016-ANA-DGCRH	129-2019-ANA-DCERH	22/07/2011	06/08/2016	06/08/2019	UE-17	650.00	0.02	Laguna Añilcocha
4	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	228-2016-ANA-DGCRH	129-2019-ANA-DCERH	22/07/2011	06/08/2016	06/08/2019	UE-20	82,700.00	2.60	Río Patón
5	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	129-2019-ANA-DCERH			07/08/2019	07/08/2023	EU-20	237,170.00	7.52	Río Patón
6	Unidad Minera Ucchuchacua	Oyón	129-2019-ANA-DCERH			07/08/2019	07/08/2023	EU-20	16,238,744.00	514.93	Río Patón
7	Unidad Minera Raura	Oyón	063-2015-ANA-DGCRH	104-2015-ANA-DGCRH		30/01/2015	30/01/2018	M-1/E-20A	18,215,193.60	577.60	Laguna Rupahuay
8	Unidad Minera Raura	Oyón	199-2017-ANA-DGCRH			31/01/2018	31/01/2021	M-1/E-20A	18,215,193.60	577.60	Laguna Rupahuay
9	Unidad Minera Raura	Oyón	143-2021-ANA-DCERH			01/02/2021	01/02/2024	M-1/E-20A	18,215,193.60	577.60	Laguna Rupahuay
10	Unidad Minera Pampahuay	Oyón	173-2017-ANA-DGCRH			18/08/2017	17/08/2019	EF-01	362,664.00	11.50	Río Pampahuay
11	Unidad Minera Pampahuay	Oyón	173-2017-ANA-DGCRH			18/08/2017	17/08/2019	EF-02	38,473.92	1.22	Río Pampahuay
12	Unidad Minera Iscaycruz (Campamento)	Pachangara	230-2013-ANA-DGCRH		12/07/2011	22/07/2013	22/07/2016	E-1	15,330.00	0.50	Qda. Quenacocha

Nº	Unidad Operativa	Distrito	Resolución directoral	Resolución inicial modificada por	Fecha de inicio	Fecha de renovación	Fin de vigencia	Código punto descarga	Volumen Anual (m3)	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
13	Unidad Minera Iscaycruz (Campamento)	Pachangara	155-2016-ANA-DGCRH			23/07/2016	23/07/2020	E-1	22,192.00	0.70	Qda. Quenacocha
14	Unidad Minera Iscaycruz (Campamento)	Pachangara	080-2021-ANA-DCERH			24/07/2020	24/07/2023	E-1	22,192.00	0.70	Qda. Quenacocha
15	Unidad Minera Iscaycruz (Limpe Centro)	Pachangara	005-2014-ANA-DGCRH		09/01/2014	09/01/2014	09/01/2016	P-7	2,746,786.00	87.10	Qda. Yarahuayno
16	Unidad Minera Iscaycruz (Limpe Centro)	Pachangara	052-2017-ANA-DGCRH			10/01/2016	10/01/2020	P-7	2,746,786.00	87.10	Qda. Yarahuayno
17	Unidad Minera Iscaycruz (Limpe Centro)	Pachangara	134-2020-ANA-DCERH			11/01/2020	11/01/2025	P-7	2,746,786.00	87.10	Qda. Yarahuayno
18	Unidad Minera Iscaycruz (Planta Lagsaura)	Pachangara	212-2014-ANA-DGCRH			25/05/2014	25/05/2016	PFL-02	457,272.00	14.50	Río Checras
19	Unidad Minera Iscaycruz (Mina Chupa)	Pachangara	212-2014-ANA-DGCRH			25/05/2014	25/05/2016	UMI-02	1,576,800.00	50.00	Qda. Yarahuayno
20	Unidad Minera Iscaycruz (Planta Lagsaura)	Pachangara	170-2016-ANA-DGCRH	051-2022-ANA-DCERH		26/05/2016	26/05/2020	PFL-02	157,680.00	5.00	Río Checras
21	Unidad Minera Iscaycruz (Mina Chupa)	Pachangara	170-2016-ANA-DGCRH	051-2022-ANA-DCERH		26/05/2016	26/05/2020	UMI-02	1,576,800.00	50.00	Qda. Yarahuayno

Nº	Unidad Operativa	Distrito	Resolución directoral	Resolución inicial modificada por	Fecha de inicio	Fecha de renovación	Fin de vigencia	Código punto descarga	Volumen Anual (m3)	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
22	Unidad Minera Iscaycruz (Planta Lagsaura)	Pachangara	051-2022-ANA-DCERH			27/05/2020	27/05/2024	PFL-02	157,680.00	5.00	Río Checras
23	Unidad Minera Mallay (Operaciones Nv 4250)	Oyón	063-2013-ANA-DGCRH		15/03/2013	15/03/2013	15/03/2015	EM-01	220,752.00	7.00	Qda. Mayo Punco
24	Unidad Minera Mallay (Operaciones Nv 4150)	Oyón	063-2013-ANA-DGCRH		15/03/2013	15/03/2013	15/03/2015	EM-03	946,080.00	30.00	Qda. Mayo Punco
25	Unidad Minera Mallay (Campamento)	Oyón	030-2016-ANA-DGCRH		20/11/2017	20/11/2017	20/11/2019	EM-05	36,500.00	1.16	Qda. Mayo Punco
26	Unidad Minera Mallay (Campamento)	Oyón	144-2020-ANA-DCERH			21/11/2019	21/11/2023	EM-05	36,500.00	1.16	Qda. Mayo Punco
27	Unidad Minera Mallay (Operaciones Nv 4060)	Oyón	152-2013-ANA-DGCRH		05/08/2013	21/06/2013	24/05/2015	EM-04	1,892,160.00	60.00	Qda. Mayo Punco
28	Unidad Minera Mallay (Operaciones Nv 4060)	Oyón	109-2015-ANA-DGCRH	252-2015-ANA-DGCRH	25/05/2015	25/05/2015	25/05/2021	EM-04	2,522,880.00	80.00	Qda. Mayo Punco
29	Unidad Minera Mallay (Operaciones Nv 4060)	Oyón	158-2021-ANA-DCERH			26/05/2021	26/05/2023	EM-04	2,522,880.00	80.00	Qda. Mayo Punco

Nº	Unidad Operativa	Distrito	Resolución directoral	Resolución inicial modificada por	Fecha de inicio	Fecha de renovación	Fin de vigencia	Código punto descarga	Volumen Anual (m3)	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
30	Central Hidroeléctrica Cheves (Camp. Mirahuay)	Checras	024-2014-ANA-DGCRH			04/10/2013	04/10/2015	PL-1	10,512.00	0.34	Río Huaura
31	Central Hidroeléctrica Cheves (Camp. Pampa Libre)	Naván	024-2014-ANA-DGCRH			04/10/2013	04/10/2015	MIR-2	52,560.00	1.69	Río Huaura
32	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Huaura)	Andajes	237-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	E-1	788,400.00	25.00	Río Huaura
33	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Huaura)	Paccho	237-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	E-2	788,400.00	25.00	Río Huaura
34	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Huaura)	Naván	237-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	E-3	788,400.00	25.00	Río Huaura
35	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Huaura)	Paccho	237-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	E-4	788,400.00	25.00	Río Huaura
36	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Checras)	Checras	236-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	V-1	788,400.00	25.00	Río Checras

Nº	Unidad Operativa	Distrito	Resolución directoral	Resolución inicial modificada por	Fecha de inicio	Fecha de renovación	Fin de vigencia	Código punto descarga	Volumen Anual (m3)	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor
37	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Checras)	Checras	236-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	V-2	788,400.00	25.00	Río Checras
38	Central Hidroeléctrica Cheves (Presa Checras)	Checras	236-2013-ANA-DGCRH			22/07/2013	22/07/2016	V-3	788,400.00	25.00	Río Checras

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2025). Registro de Vertimientos y Reúsos de Aguas Residuales (RAVER), reportados mediante Carta Nº 352-2025-ANA-AAA.CF-ALA.H.

Anexo 9. Panel Fotográfico de reconocimiento de campo

Lugar: Estación RSura 1, río Surasaca



Figura 76

Estación RSura 1 en río Surasaca



Figura 77

Vista panorámica de río Surasaca en estación RSura 1



Figura 78

Registro de datos de estación RSura 1



Figura 79

Toma panorámica aguas debajo de estación RSura 1

Nota. Río Surasaca por lado izquierdo de la foto, río Quichas desciende por el medio desde nevado en el fondo.

Lugar: Estación RQuic 1, río Quichas



Figura 80

Estación RQuic 1 en río Quichas



Figura 81

Registro de datos de estación RQuic 1



Figura 82

Toma general de estación RQuic 1



Figura 83

Toma hacia aguas abajo de estación RQuic 1

Lugar: Estación RHuau 1, río Huaura (cuenca alta)



Figura 84

Estación RHuau 1 en río Huaura, aguas abajo de centro poblado Viroc



Figura 85

Registro de datos de estación RHuau 1



Figura 86

Vista de río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 1

Nota. Sobre la terraza a media ladera del lado izquierdo, se encuentra el centro poblado Viroc.



Figura 87

Vista del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 1

Lugar: Estación RHuau 5, río Huaura (cuenca media)



Figura 88

Estación RHuau 5 en río Huaura, altura de puente Alco



Figura 89

Registro de datos de estación RHuau 5

Nota. Hacia la margen opuesta, se observa la estación meteorológica Pte. Alco de SENAMHI.



Figura 90

Toma del río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 5



Figura 91

Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 5

Nota. Se observa en el lado izquierdo medio e inferior, la bocatoma rústica del canal de derivación Tres Montones

Lugar: Estación RHuau 2, río Huaura (cuenca baja)



Figura 92

Estación RHuau 2 en río Huaura, aguas debajo de bocatoma Quípico



Figura 93

Registro de datos de estación RHuau 2



Figura 94

Toma panorámica del río Huaura hacia aguas arriba de estación RHuau 2



Figura 95

Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 2

Lugar: Estación RHuau 3, río Huaura (cuenca baja)



Figura 96

Estación RHuau 3 en río Huaura, aguas debajo de bocatoma de CD Carquín



Figura 97

Registro de datos de estación RHuau 3



Figura 98

Toma panorámica del río Huaura hacia la ubicación de la estación RHuau 3



Figura 99

Toma del río Huaura hacia aguas abajo de estación RHuau 3

Lugar: Río Quichas, infraestructura y otras actividades antrópicas



Figura 100

Represamiento río Quichas, punto de desvío hacia sector Gazuna

Nota. Por el lado derecho continúa carretera hacia Raura, hacia la izquierda trocha de acceso a estación RSura 1.



Figura 101

Piscigranja en margen izquierdo de río Quichas, aguas arriba de RQuic 1

Lugar: Río Quichas y Huaura (cuenca alta), reconocimiento de fuentes contaminantes



Figura 102

Labor minera margen izquierda de río Quichas, aguas debajo de C.P. Quichas

Nota. Esta locación corresponde a un pasivo ambiental minero inventariados por el MINEM (2022).



Figura 103

Labor minera margen derecha de río Huaura, aguas abajo de C.P. Oyón.



Figura 104

Río Huaura aguas abajo de botadero sector Moroc en Pachangará

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017) e inventario de OEFA (2022). Ubicación aproximada, el acceso al botadero se encontraba bloqueado durante la salida de campo (flecha en rojo).

Lugar: Río Huaura (cuenca alta), reconocimiento de afloramientos de aguas termales



Figura 105

Afloramiento de aguas termales de Baños termales de Viroc



Figura 106

Descarga de aguas termales en margen derecha de río Huaura, Baños de fierro en Churín

Lugar: Río Huaura (cuenca alta), infraestructura y otras actividades antrópicas



Figura 107

Represamiento de río Huaura aguas abajo de Churín, de central hidroeléctrica Cheves



Figura 108

Instalaciones de baños de fierro en Churín

Lugar: Río Huaura (cuenca media), infraestructura y otras actividades antrópicas



Figura 109

Acopios de material de descarte.



Figura 110

Punto de descarga de aguas turbinadas de central hidroeléctrica Chéves.

Lugar: Río Huaura (cuenca baja), reconocimiento de fuentes contaminantes



Figura 111

Área degradada por residuos sólidos en Sayán

Nota. Del inventario del ALA Huaura, parcialmente recuperada a la fecha de la visita de campo.



Figura 112

Descarga de aguas residuales no tratadas de localidad de Sayán.

Nota. Del inventario del ALA Huaura y RUPAP del MVCS, el punto de descarga se ubica bajo la maleza observada



Figura 113

Vista del río Huaura desde el puente de Sayán, hacia aguas abajo

Nota. La flecha roja señala descarga de desagüe de vivienda directo al río Huaura.



Figura 114

Descarga de canal abierto con aguas residuales de Azucarera Andahuasi

Nota. Del inventario consolidado, coordenadas según R.D. Nº 287-2022-ANA-AAA.CF. Margen izquierda del río Huaura a la altura de la bocatoma del CD Quípico, aguas arriba de RHuau 2.



Figura 115

Área degradada por residuos de construcción y demolición

Nota. Del inventario de OEFA (2022), ubicado en margen derecha del río Huaura a la altura del puente de la nueva Panamericana norte.



Figura 116

Área degradada por residuos de construcción y demolición

Nota. Del reconocimiento de campo, ubicado en margen izquierda el río Huaura aguas arriba de Pte. Huaura de antigua Panamericana norte.



Figura 117

Vertimiento de alcantarillado no tratado de Santa María, ubicado en puente Huaura

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), toma desde aguas arriba.



Figura 118

Segunda toma de descarga de alcantarillado no tratado de Santa María

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), en la parte inferior se observa presencia de residuos sólidos.



Figura 119

Vertimiento de alcantarillado no tratado de Huaura, en puente Huaura

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), toma desde aguas abajo.



Figura 120

Segunda toma de descarga de alcantarillado no tratado de Huaura

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), en la parte inferior se observa presencia de residuos sólidos.



Figura 121

Vertimiento no autorizado de viviendas de sector Carquín Chico

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), aguas abajo de aliviadero de Bocatoma del CD Carquín.



Figura 122

Vertimiento no autorizado del colector norte de Huacho, en Carquín

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), aguas arriba de desembocadura del río Huaura.

Lugar: Río Huaura (cuenca baja), infraestructura y otras actividades antrópicas



Figura 123

Bocatoma de canal de derivación Quípico en río Huaura (margen derecha)

Nota. Ubicado 500 m aguas arriba de estación RHuau 2.



Figura 124

PTAR de centro poblado San José, actualmente en abandono.

Nota. Del inventario del ALA Huaura (2017), ubicado a 12.5 km aguas abajo de estación RHuau 2.



Figura 125

Campos agrícolas aguas arriba de Sayán



Figura 126

Campos agrícolas de caña de azúcar, altura de Andahuasi, San José y otros caseríos

Lugar: Río Huaura, otras tomas de interés



Figura 127

Confluencia del río Quichas (medio) y río Patón (derecha), al pie de la ciudad de Oyón

Nota. El río Quichas forma parte del curso principal del río Huaura en la cuenca alta (naciente), desde esta confluencia el río adopta coloquialmente la denominación de río Huaura.



Figura 128

Confluencia del río Huaura (medio) y río Checras (derecha), aguas debajo de Churín.



Figura 129

Río Huaura en cuenca baja, con cauce trenzado de varios brazos.

Nota. Toma desde el puente Huaura – Antigua Panamericana Norte, hacia aguas arriba.



Figura 130

Río Huaura en cuenca baja hacia aguas arriba de desembocadura

Nota. Flecha azul: curso del río Huaura; flecha amarilla: canal de tierra de excedentes de aguas de riego de sector Carquín.



Figura 131

Toma panorámica aguas arriba de desembocadura del río Huaura en el océano Pacífico

Nota. Flecha azul: curso del río Huaura; flecha amarilla: canal de aguas residuales no tratadas del colector norte de alcantarillado de la ciudad de Huacho. Toma desde dique protector de tubería de descarga del colector.

Equipo y materiales empleados en campo



Figura 132

Equipo navegador Garmin GPSMAP 66sr

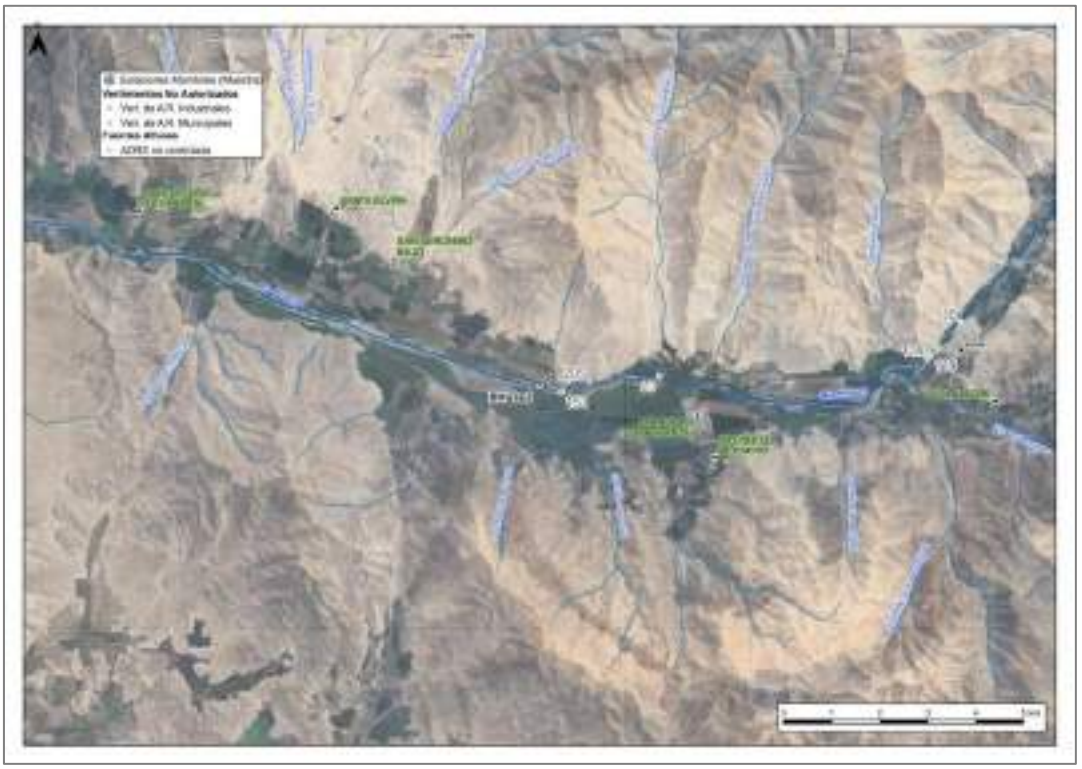


Figura 133

Mapa modelo para reconocimiento en campo

Anexo 10. Mapas de ubicación

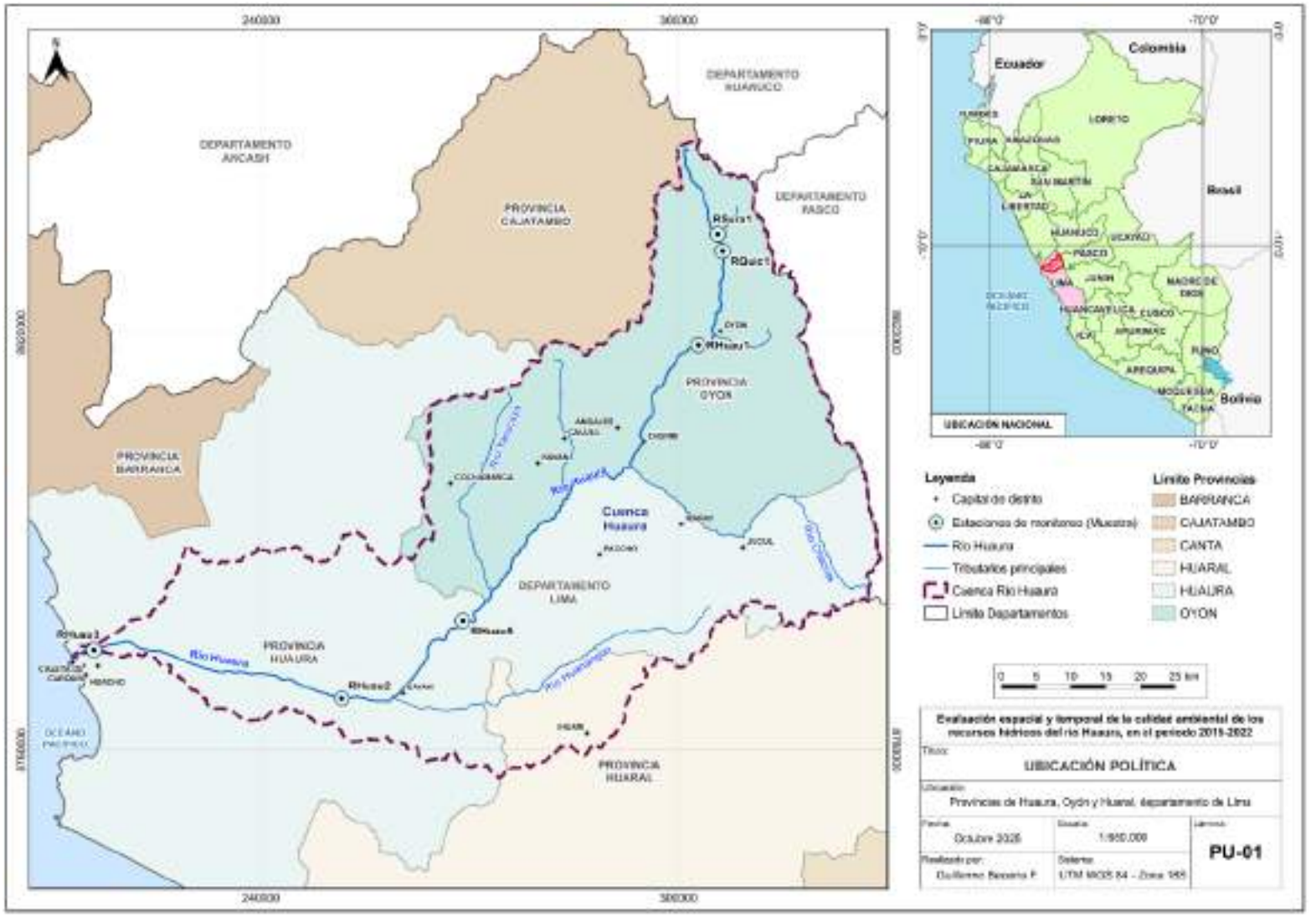


Figura 134

Mapa de ubicación política – Cuenca del río Huaura

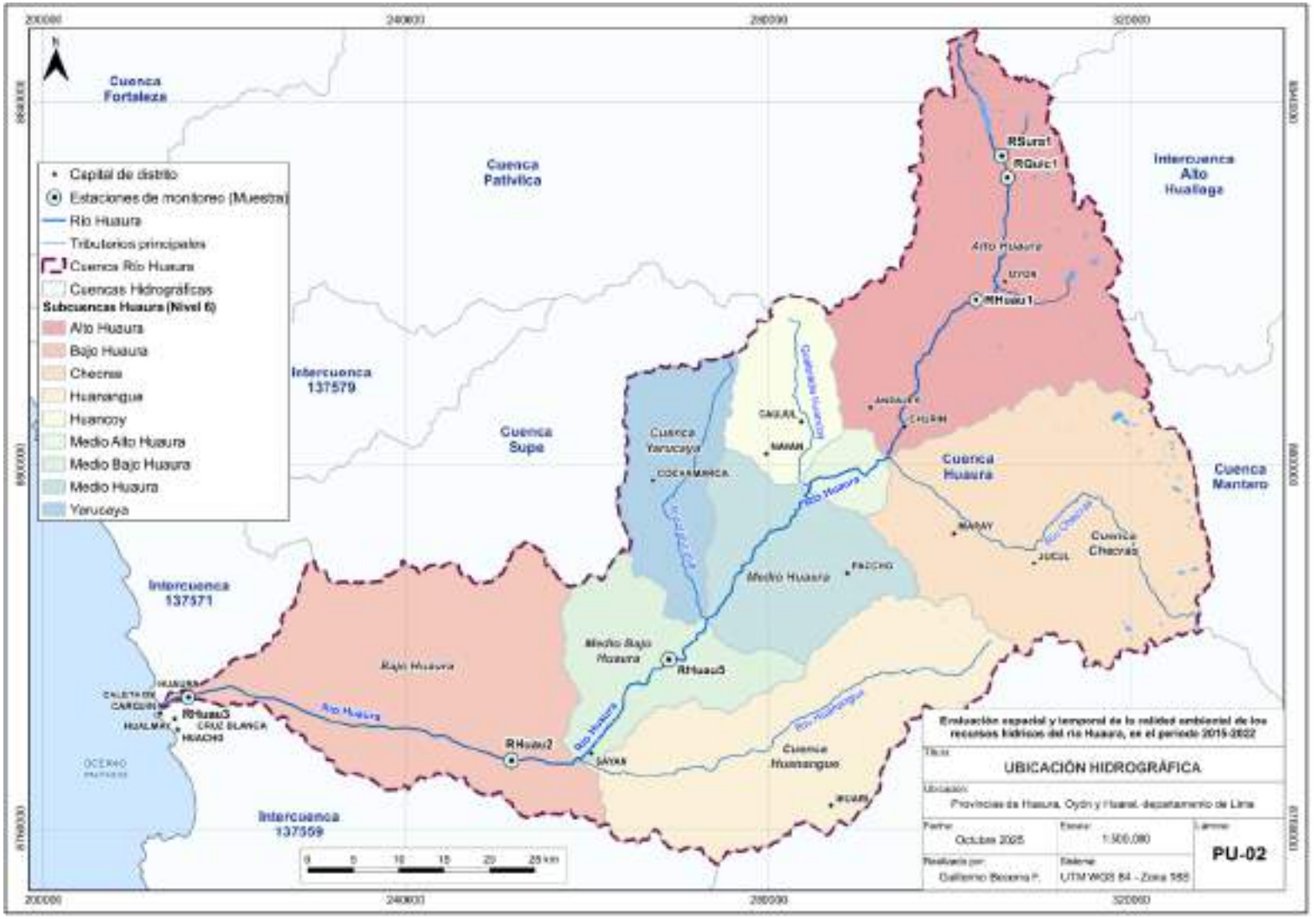


Figura 135

Mapa de ubicación hidrológica – Cuenca del río Huaura

Anexo 11. Mapas de resultados

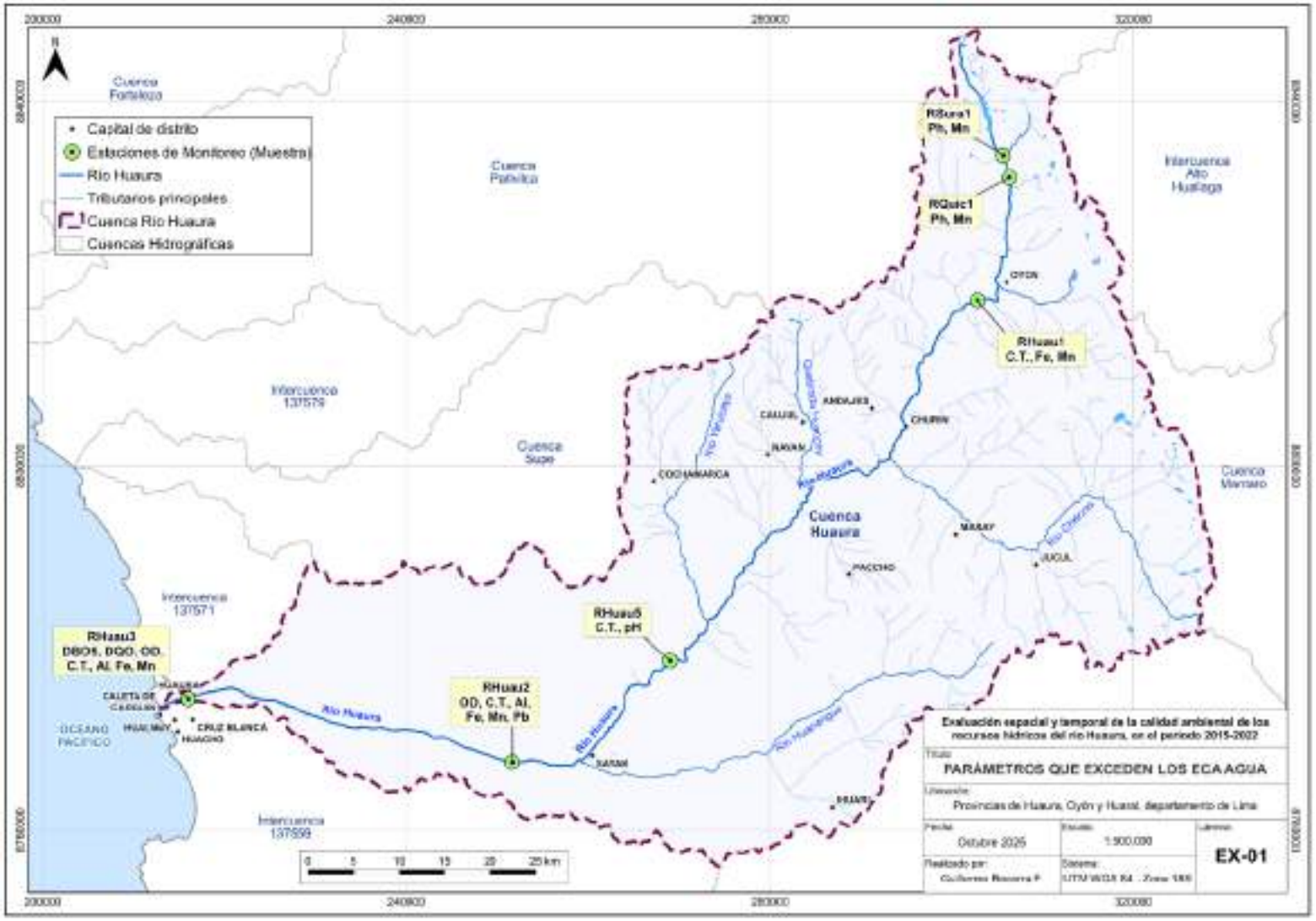


Figura 136

Mapa de parámetros que exceden los ECA Agua

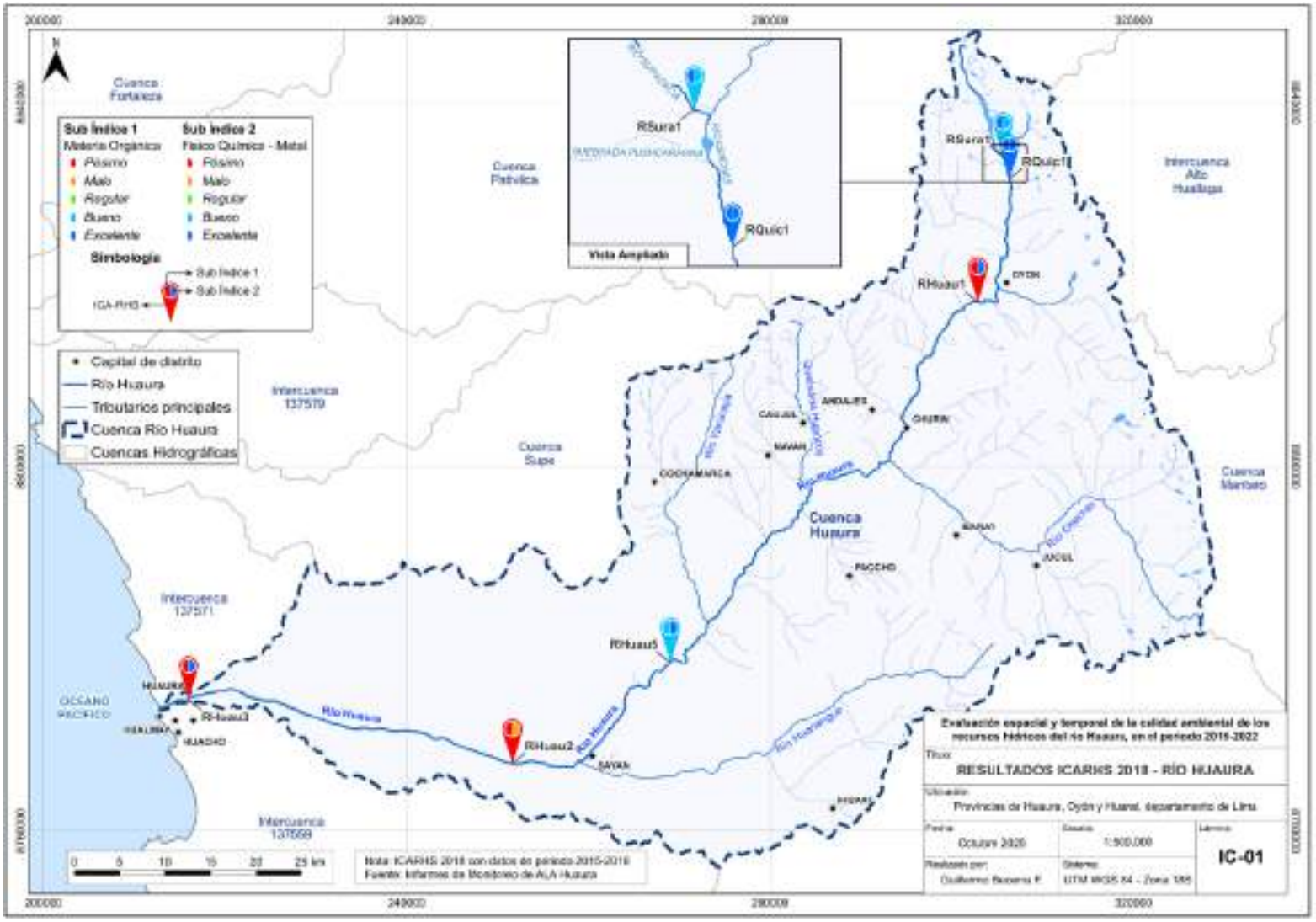


Figura 137

Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2018 – Río Huaura

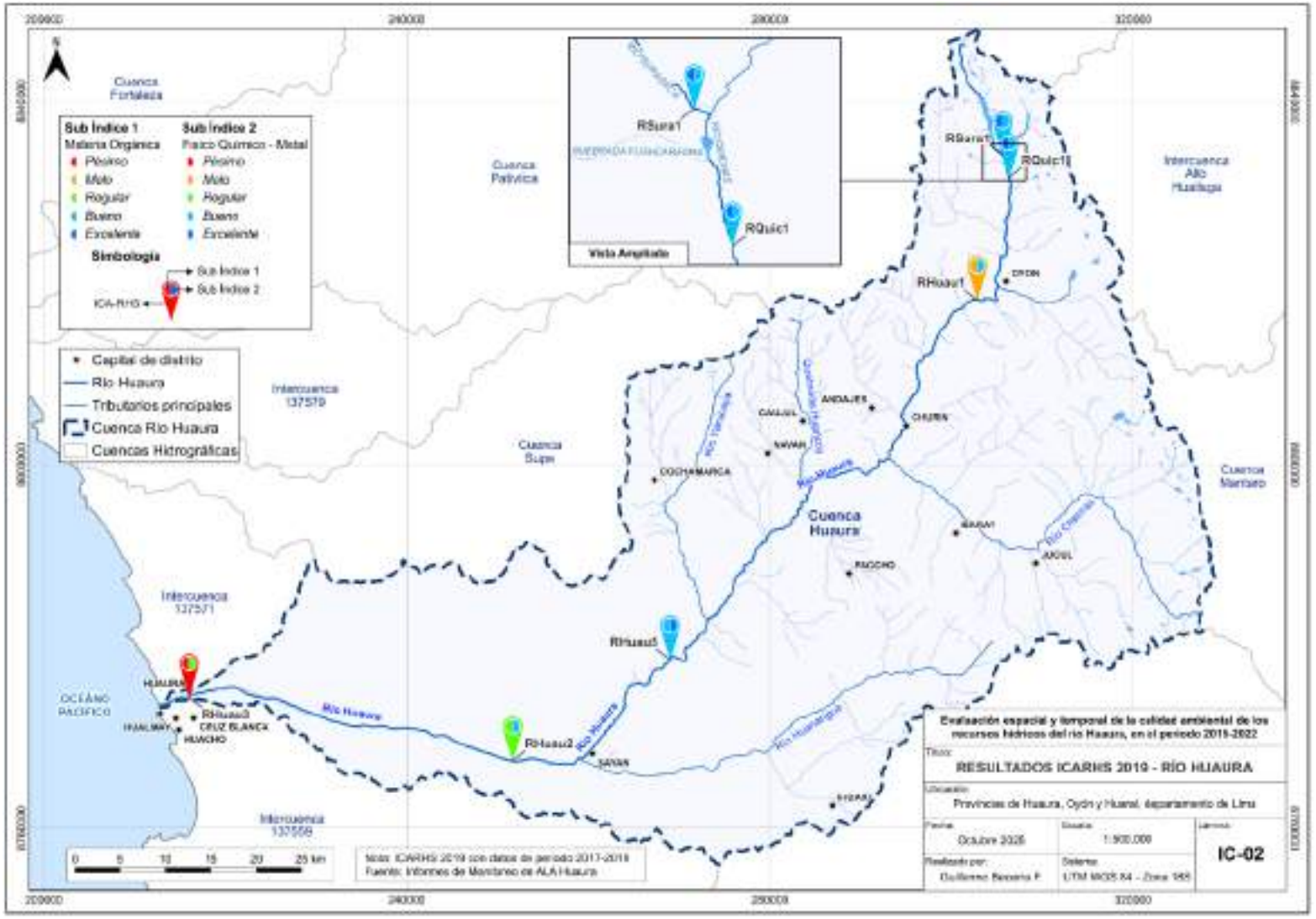


Figura 138

Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2019 – Río Huaura

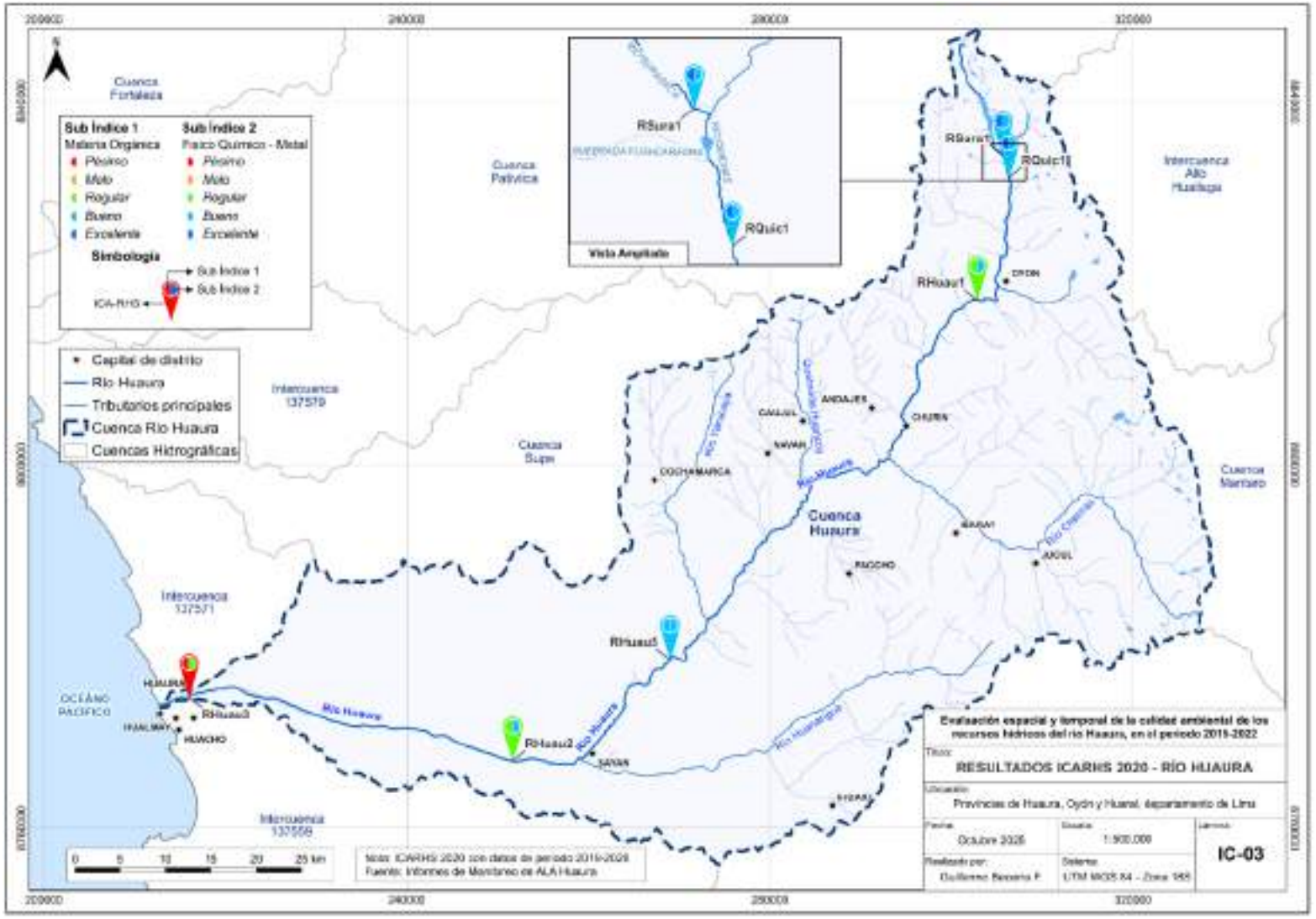


Figura 139

Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2020 – Río Huaura

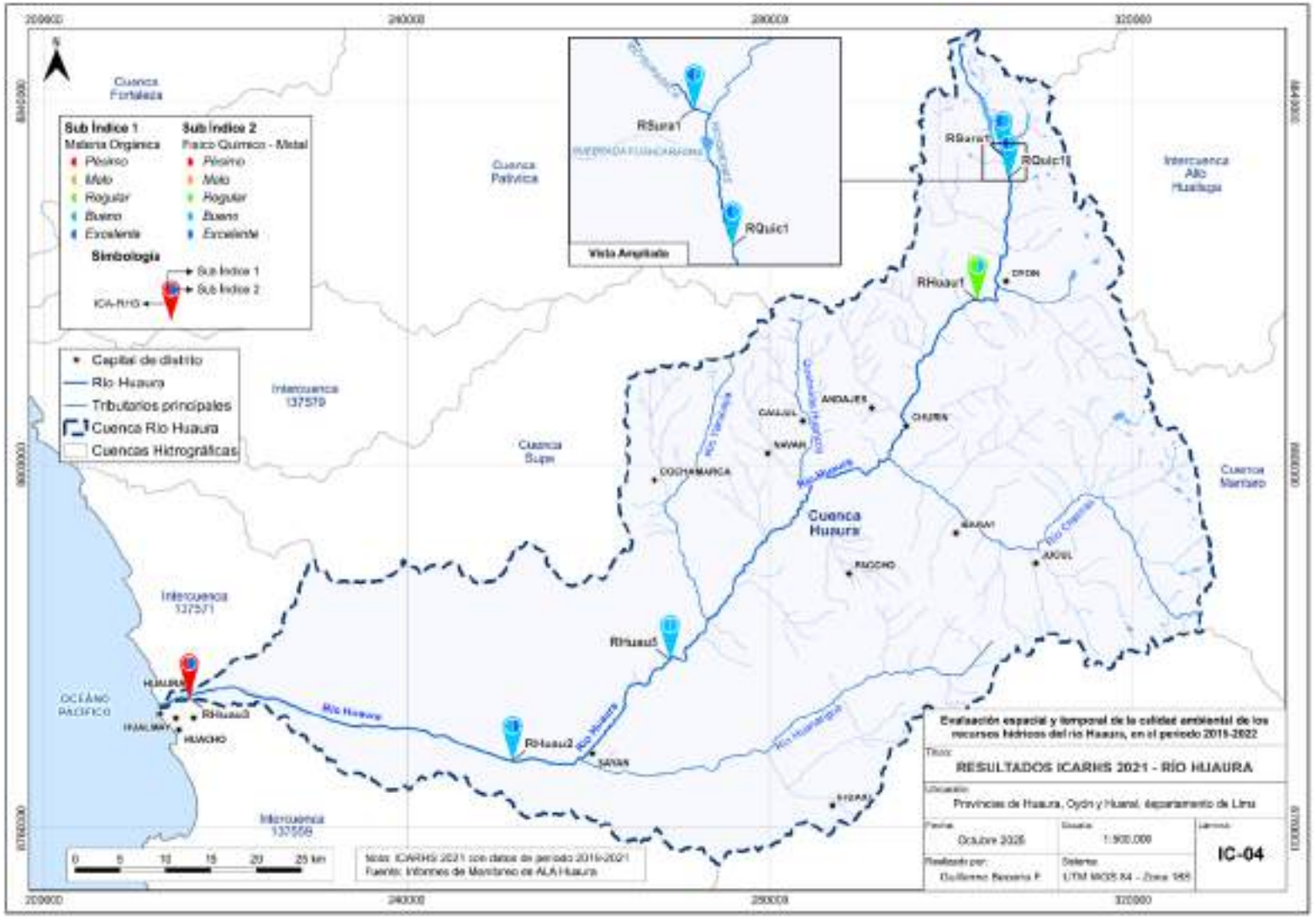


Figura 140

Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2021 – Río Huaura

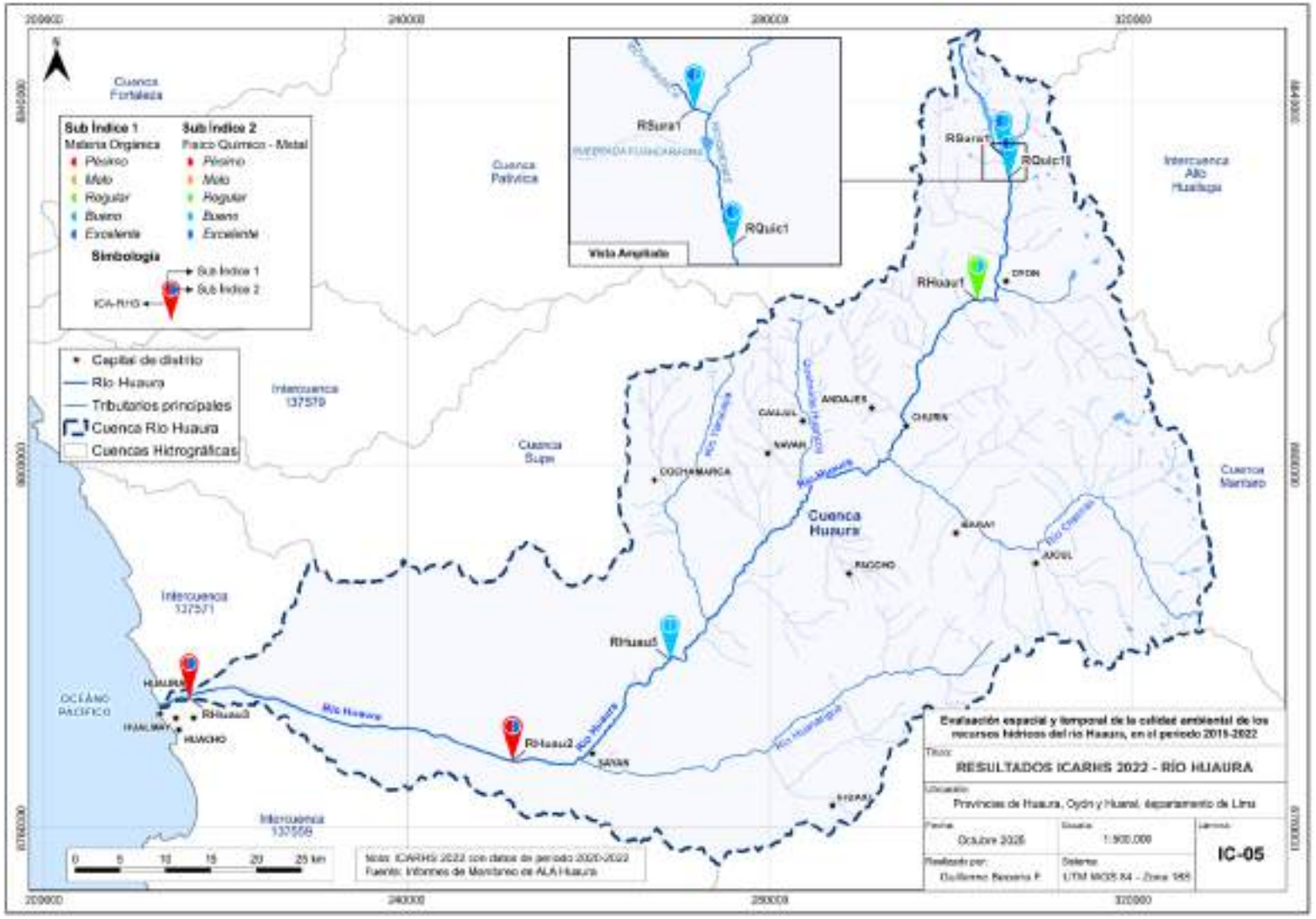


Figura 141

Mapa de Resultados de cálculo del índice ICARHS 2022 – Río Huaura

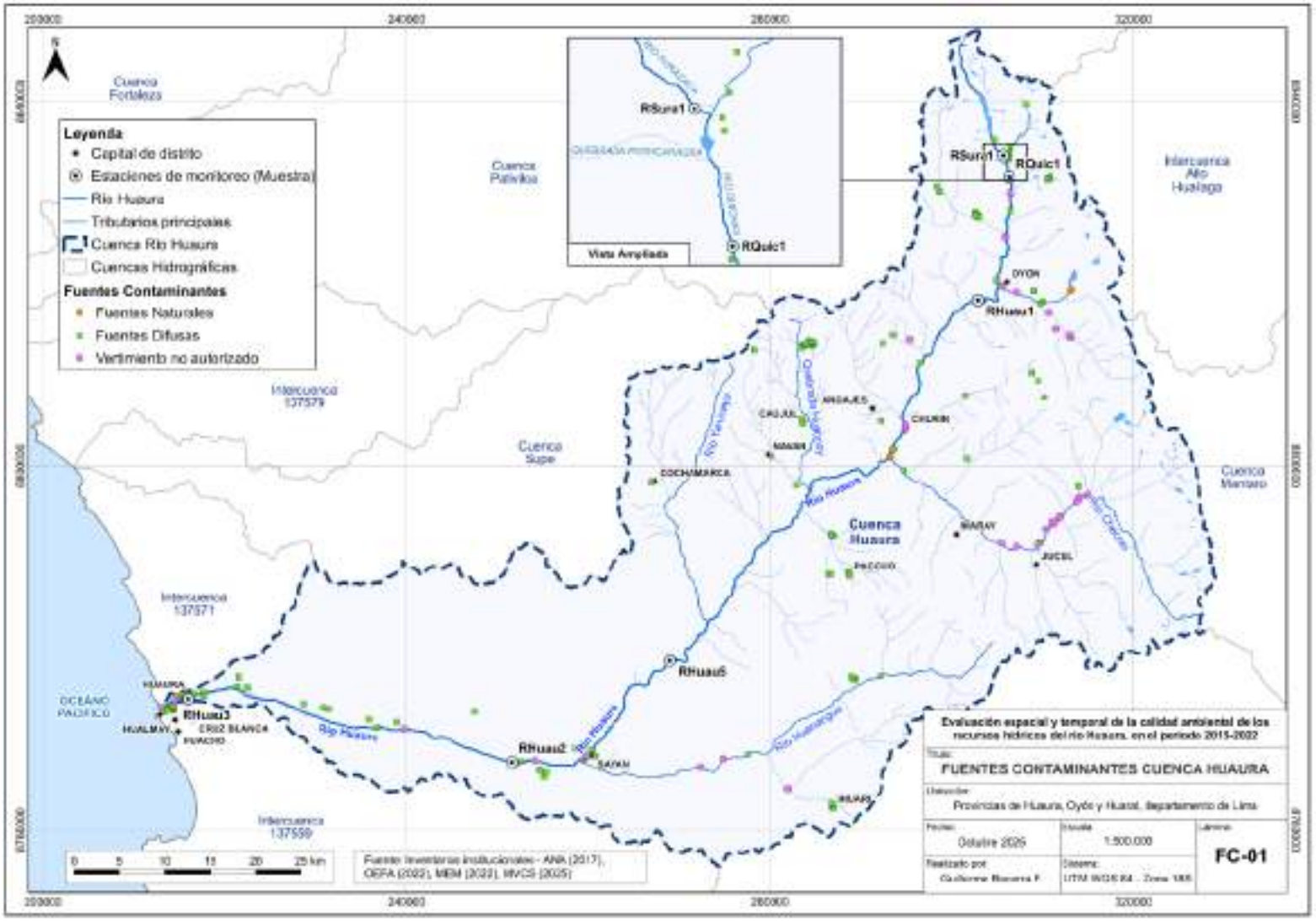


Figura 142

Mapa de Fuentes contaminantes de la cuenca del río Huaura

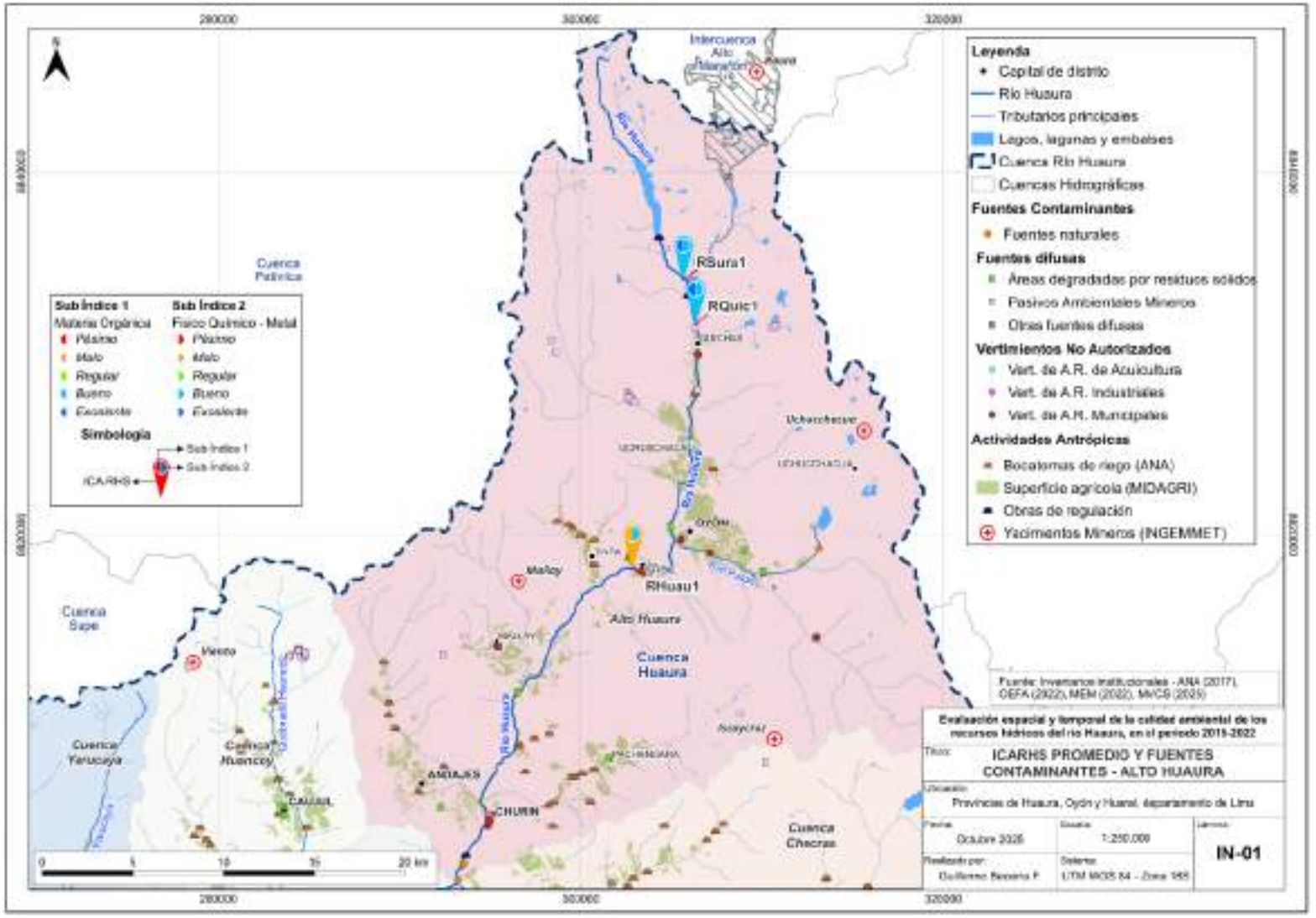


Figura 143

Mapa de Resultados de ICARHS Promedio y fuentes contaminantes – Alto Huaura

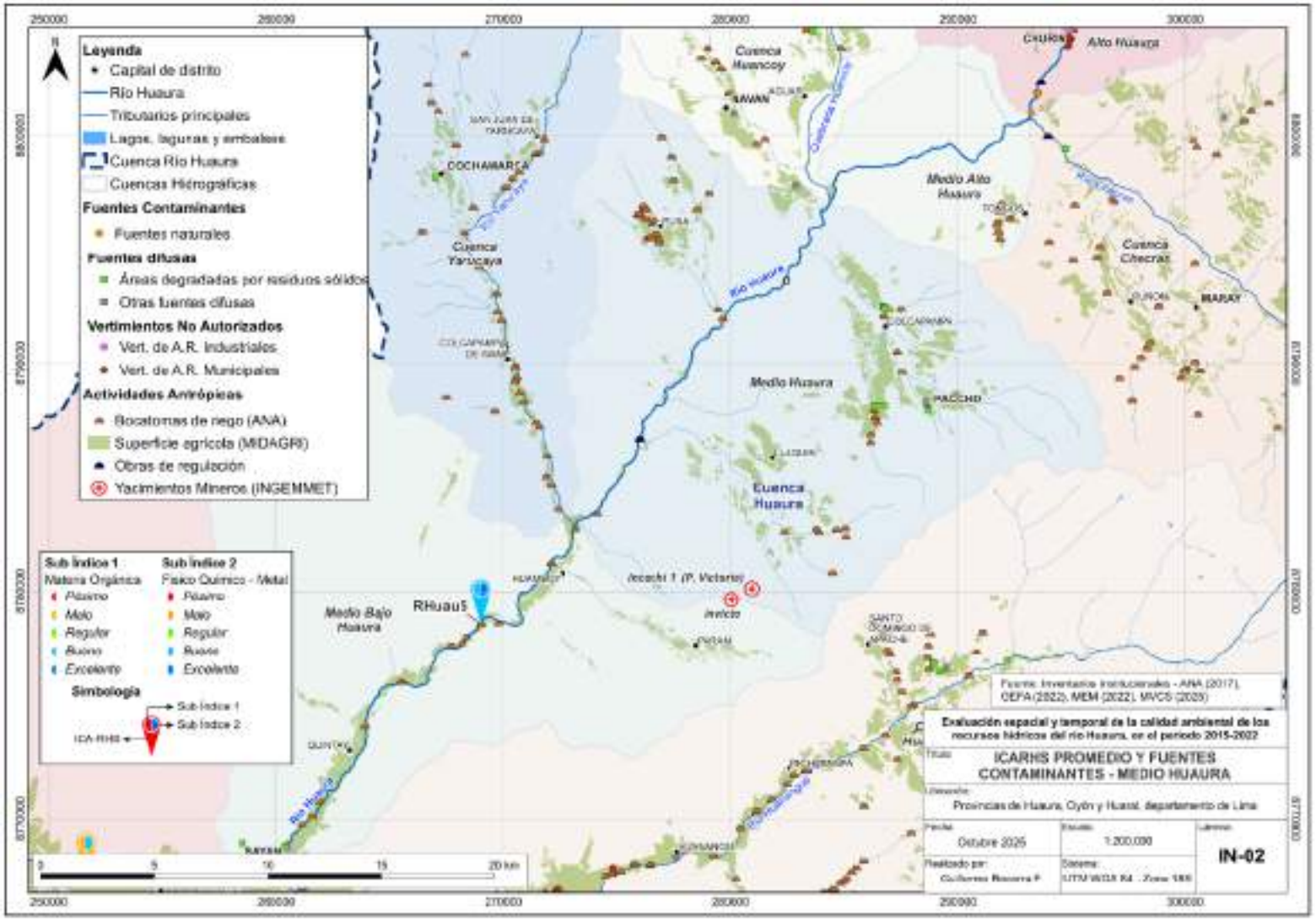


Figura 144

Mapa de Resultados de ICARHS Promedio y fuentes contaminantes – Medio Huaura

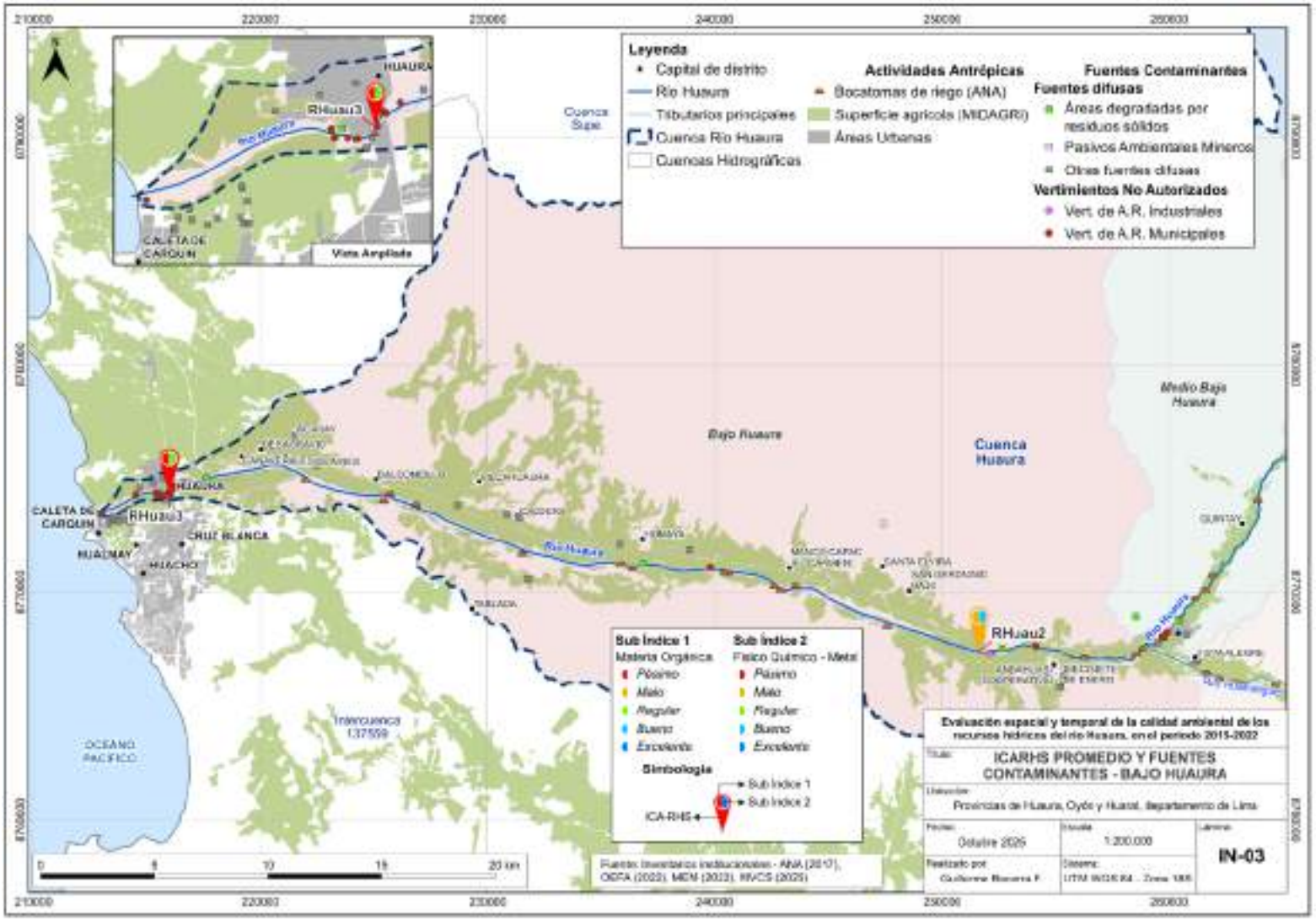


Figura 145

Mapa de Resultados de ICARHS Promedio y fuentes contaminantes – Bajo Huaura