



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA
SUPERFICIAL DEL RÍO RÍMAC PARTE BAJA DENTRO DEL MARCO DE LA
EMERGENCIA SANITARIA COVID - 19

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Poquioma Soles, John Milton

Asesora:

Ventura Barrera, Carmen Luz
(ORCID: 0000-0003-0603-9777)

Jurado:

Osorio Rojas, Eberardo Antonio
Gomez Escriba, Benigno Paulo
Aylas Humareda, María del Carmen

Lima - Perú

2023



"ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO RÍMAC PARTE BAJA DENTRO DEL MARCO DE LA EMERGENCIA SANITARIA COVID - 19"

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

11%

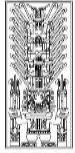
PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	bibliotecavirtual.minam.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "PAP de Estructuras del PAMA para Actividades Relacionadas con Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica Desarrolladas en las Provincias de Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca en el Departamento de Ica: L.T. Palpa, L.T. Pueblo Nuevo, L.T. El Carmen y L.T. El Pedregal-IGA0017730", R.D. N° 0044-2022-MINEM/DGAAE , 2022 Publicación	1%
5	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA
SUPERFICIAL DEL RÍO RÍMAC PARTE BAJA DENTRO DEL MARCO DE LA
EMERGENCIA SANITARIA COVID - 19

Línea de Investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor

Poquioma Soles, John Milton

Asesor

Ventura Barrera, Carmen Luz

Jurado

Osorio Rojas, Eberardo Antonio

Gomez Escriba, Benigno Paulo

Aylas Humareda, María del Carmen

Lima - Perú

2023

Dedicatoria

A Dios, mi madre adorada Clara Rosa y querida hermana Fiorela, por siempre estar apoyándome en cada reto que me eh trazado en la vida y su fe inquebrantable en superar con éxito cada obstáculo y sus innumerables oraciones.

Agradecimiento

A mi respetable alma máter, Universidad Nacional Federico Villarreal, que me cobijó en mi etapa universitaria y me brindó la experiencia más grata de mi vida.

A mi asesora, Ing. Carmen Ventura por su valioso tiempo y paciencia al revisar cada parte de la tesis.

A los Ing. Omar Vásquez por sus recomendaciones técnicas e Ing. José Mendoza por su apoyo en la gestión de la tesis.

A mis amigos Ysabel Díaz, Eliana Valdivia, Carlos León que en su momento me apoyaron desinteresadamente y me impulsaron a seguir; a pesar de las vicisitudes de la vida.

A todos mis amigos, quiénes son pocos, pero muy valiosos, y son parte de este camino. Ellos, quiénes confían en mis habilidades y me enseñan el verdadero regalo de la amistad.

Índice

Resumen.....	13
Abstract.....	14
I Introducción.....	15
1.1 Descripción y formulación del problema.....	16
1.1.1 Descripción del Problema.....	16
1.1.2 Formulación del problema.....	17
1.2 Antecedentes	18
1.2.1 Internacionales.....	18
1.2.2 Nacionales	22
1.3 Objetivos	25
1.3.1 Objetivo General	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
1.4 Justificación.....	25
1.4.1 Teórica.....	25
1.4.2 Practica	26
1.4.3 Metodológica.....	26
1.5 Hipótesis.....	27
1.5.1 Hipótesis específicas	27
II Marco Teórico	28
2.1 Bases teóricas	28
2.1.1 Agua	28
2.1.2 Calidad de Agua:	28
2.1.3 Cuerpo Receptor.....	31
2.1.4 Contaminación.....	31

2.1.5	Contaminación Ambiental.....	31
2.1.6	Contaminación del Agua.....	32
2.1.7	Contaminación del Agua por metales pesados.....	32
2.1.8	Cuenca hidrográfica	33
2.1.9	Descontaminación del agua.....	34
2.1.10	Estándar de Calidad Ambiental (ECA)	34
2.1.11	Metales pesados.....	35
2.1.12	Efectos de los metales pesados en la salud.....	35
2.1.13	Efectos de metales pesados respecto al medioambiente.....	35
2.1.14	Bioacumulación de los metales pesados.....	36
2.1.15	Biomagnificación	36
2.1.16	Monitoreo de Calidad de Agua	36
2.1.17	Punto de Monitoreo	37
2.1.18	Parámetros de la contaminación.....	37
2.1.19	Recurso Hídrico.....	37
2.1.20	Residuos Sólidos	38
2.1.21	Vertimiento.....	38
2.2	Marco Legal	41
III	Método.....	49
3.1	Tipo de Investigación	49
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	49
3.2.1	Temporal	49
3.2.2	Espacial	50
3.3	Variables.....	58
3.4	Población y Muestra.....	59

3.5	Instrumentos	59
3.5.1	Instrumentos:	59
3.5.2	Fuentes.....	59
3.5.3	Técnicas	60
3.6	Procedimientos	60
3.6.1	Etapa de pre Campo	60
3.6.2	Etapa de Campo.....	61
3.6.3	Etapa de laboratorio.....	66
3.6.4	Etapa de post campo	66
3.7	Análisis de datos.....	67
3.8	Consideraciones éticas	68
IV	Resultados	69
4.1	Resultados de parámetros fisicoquímicos	69
4.2	Parámetros inorgánicos:	119
4.3	Parámetros microbiológicos:.....	179
V	Discusión de Resultados	197
VI	Conclusiones	202
VII	Recomendaciones	204
VIII	Referencias	205
IX	Anexos	211

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Parámetros químicos para la medición del agua</i>	29
Tabla 2. <i>Parámetros microbiológicos para la medición del agua.</i>	30
Tabla 3. <i>Metales pesados para la medición del agua.</i>	30
Tabla 4. <i>Coordenadas de ubicación del área de estudio.</i>	50
Tabla 5. <i>Distritos del ámbito de estudio.</i>	57
Tabla 6. <i>Variables Dependiente e Independiente de la Investigación.</i>	58
Tabla 7. <i>Puntos de Monitoreo en el río Rímac – Cuenca baja.</i>	61
Tabla 8. <i>Descripción de las muestras por puntos de monitoreo.</i>	65

Índice de figuras

Figura 1. <i>Zonificación de vertimientos identificados en la cuenca Baja del Río Rímac.</i>	40
Figura 2. <i>Ubicación del área de estudio</i>	51
Figura 3. <i>Ubicación Geográfica de la Cuenca del Rio Rímac</i>	54
Figura 4. <i>Imagen satelital de la cuenca baja del Río Rímac.</i>	55
Figura 5. <i>Ubicación Geográfica de la Cuenca Baja del Río Rímac con total de distritos comprendidos.</i>	56
Figura 6. <i>Protocolo para el muestreo de la calidad de recursos hídricos.</i>	63
Figura 7. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2015.</i>	69
Figura 8. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2016</i>	70
Figura 9. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2017</i>	70
Figura 10. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2018</i>	71
Figura 11. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2019</i>	71
Figura 12. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2020</i>	72
Figura 13. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2021.</i>	72
Figura 14. <i>Comparativa de DBO5 2015 vs 2021.</i>	73
Figura 15. <i>Comparativa de DBO5 2016 vs 2021.</i>	75
Figura 16. <i>Comparativa de DBO5 2017 vs 2021.</i>	77
Figura 17. <i>Comparativa de DBO5 2018 vs 2021.</i>	79
Figura 18. <i>Comparativa de DBO5 2019 vs 2021.</i>	80
Figura 19. <i>Comparativa de DBO5 2020 vs 2021.</i>	82
Figura 20. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2015</i>	84
Figura 21. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2016</i>	84
Figura 22. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2017</i>	85
Figura 23. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2018</i>	85

Figura 24. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2019</i>	86
Figura 25. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2020</i>	86
Figura 26. <i>Demanda química de oxígeno- DQO 2021</i>	87
Figura 27. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2015 vs 2021</i>	87
Figura 28. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2016 vs 2021</i>	89
Figura 29. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2017 vs 2021</i>	91
Figura 30. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2018 vs 2021</i>	93
Figura 31. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2019 vs 2021</i>	95
Figura 32. <i>Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2020 vs 2021</i>	97
Figura 33. <i>Nitratos (N03-) 2015</i>	99
Figura 34. <i>Nitratos (N03-) 2017</i>	99
Figura 35. <i>Nitratos (N03-) 2018</i>	100
Figura 36. <i>Nitratos (N03-) 2019</i>	100
Figura 37. <i>Nitratos (N03-) 2020</i>	101
Figura 38. <i>Nitratos (N03-) 2021</i>	101
Figura 39. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2015 vs 2021</i>	102
Figura 40. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2016 vs 2021</i>	104
Figura 41. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2017 vs 2021</i>	106
Figura 42. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2018 vs 2021</i>	108
Figura 43. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2019 vs 2021</i>	110
Figura 44. <i>Comparativa entre Nitratos (N03-) 2020 vs 2021</i>	112
Figura 45. <i>Nitritos (N02-) 2019</i>	114
Figura 46. <i>Nitritos (N02-) 2020</i>	114
Figura 47. <i>Nitritos (N02-) 2021</i>	115
Figura 48. <i>Comparativa entre Nitritos (N02-) 2019 vs 2021</i>	115

Figura 49. <i>Comparativa entre Nitritos (N02-) 2020 vs 2021</i>	117
Figura 50. <i>Arsénico – 2015</i>	119
Figura 51. <i>Arsénico – 2016</i>	120
Figura 52. <i>Arsénico – 2017</i>	1150
Figura 53. <i>Arsénico – 2018</i>	121
Figura 54. <i>Arsénico – 2019</i>	121
Figura 55. <i>Arsénico – 2020</i>	122
Figura 56. <i>Arsénico – 2021</i>	122
Figura 57. <i>Comparativa entre Arsénico – 2015 vs 2021</i>	121
Figura 58. <i>Comparativa entre Arsénico – 2016 vs 2021</i>	121
Figura 59. <i>Comparativa entre Arsénico – 2017 vs 2021</i>	122
Figura 60. <i>Comparativa entre Arsénico – 2018 vs 2021</i>	122
Figura 61. <i>Comparativa entre Arsénico – 2019 vs 2021</i>	123
Figura 62. <i>Comparativa entre Arsénico – 2020 vs 2021</i>	125
Figura 63. <i>Cadmio – 2015</i>	127
Figura 64. <i>Cadmio – 2016</i>	129
Figura 65. <i>Cadmio – 2017</i>	131
Figura 66. <i>Cadmio – 2018</i>	133
Figura 67. <i>Cadmio – 2019</i>	135
Figura 68. <i>Cadmio – 2020</i>	135
Figura 69. <i>Cadmio – 2021</i>	136
Figura 70. <i>Comparativa entre Cadmio – 2015 vs 2021</i>	136
Figura 71. <i>Comparativa entre Cadmio – 2016 vs 2021</i>	137
Figura 72. <i>Comparativa entre Cadmio – 2017 vs 2021</i>	137

Figura 73. <i>Comparativa entre Cadmio – 2018 vs 2021</i>	138
Figura 74. <i>Comparativa entre Cadmio – 2019 vs 2021</i>	138
Figura 75. <i>Comparativa entre Cadmio – 2020 vs 2021</i>	140
Figura 76. <i>Mercurio – 2015</i>	142
Figura 77. <i>Mercurio – 2016</i>	144
Figura 78. <i>Mercurio – 2017</i>	146
Figura 79. <i>Mercurio – 2018</i>	148
Figura 80. <i>Mercurio – 2019</i>	150
Figura 81. <i>Mercurio – 2020</i>	150
Figura 82. <i>Mercurio – 2021</i>	151
Figura 83. <i>Comparativa entre Mercurio – 2015 vs 2021</i>	151
Figura 84. <i>Comparativa entre Mercurio – 2016 vs 2021</i>	152
Figura 85. <i>Comparativa entre Mercurio – 2017 vs 2021</i>	152
Figura 86. <i>Comparativa entre Mercurio – 2018 vs 2021</i>	153
Figura 87. <i>Comparativa entre Mercurio – 2019 vs 2021</i>	153
Figura 88. <i>Comparativa entre Mercurio – 2020 vs 2021</i>	155
Figura 89. <i>Plomo – 2015</i>	155
Figura 90. <i>Plomo – 2016</i>	159
Figura 91. <i>Plomo – 2017</i>	160
Figura 92. <i>Plomo – 2018</i>	162
Figura 93. <i>Plomo – 2019</i>	164
Figura 94. <i>Plomo – 2020</i>	164
Figura 95. <i>Plomo – 2021</i>	165
Figura 96. <i>Comparativa entre Plomo – 2015 vs 2021</i>	165
Figura 97. <i>Comparativa entre Plomo – 2016 vs 2021</i>	166

Figura 98. <i>Comparativa entre Plomo – 2017 vs 2021</i>	166
Figura 99. <i>Comparativa entre Plomo – 2018 vs 2021</i>	167
Figura 100. <i>Comparativa entre Plomo – 2019 vs 2021</i>	167
Figura 101. <i>Comparativa entre Plomo – 2020 vs 2021</i>	169
Figura 102. <i>Coliformes Totales</i>	171
Figura 103. <i>Coliformes Termotolerantes – 2015</i>	173
Figura 104. <i>Coliformes Termotolerantes – 2016</i>	175
Figura 105. <i>Coliformes Termotolerantes – 2017</i>	177
Figura 106. <i>Coliformes Termotolerantes – 2018</i>	179
Figura 107. <i>Coliformes termotolerantes - 2019</i>	180
Figura 108. <i>Coliformes termotolerantes – 2020</i>	180
Figura 109. <i>Coliformes termotolerantes - 2021</i>	181
Figura 110. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2015 vs 2021</i>	181
Figura 111. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2016 vs 2021</i>	182
Figura 112. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2017 vs 2021</i>	182
Figura 113. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2018 vs 2021</i>	183
Figura 114. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2019 vs 2021</i>	183
Figura 115. <i>Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2020 vs 2021</i>	184

Resumen

La presente tesis, fue realizada en las aguas del río Rímac en la parte baja hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Ubicada en distritos de Carmen de la Legua, San Martín de Porres, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, El Agustino y distritos de la Provincia Constitucional del Callao. Con la finalidad de determinar los resultados del análisis multitemporal de la calidad del agua superficial del río Rímac parte baja dentro del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, y los años 2015 al 2019. La metodología aplicada fue del tipo descriptivo y diseño no experimental. Desarrollada en base a 6 puntos de monitoreo de agua en el mes de mayo del 2021, para luego ser comparada con datos de monitoreos anteriores recopilados del ANA. Los resultados, mostraron que la calidad del agua en la zona de estudio presenta alteraciones en parámetros como Cadmio, Arsénico, Plomo, Coliformes totales y termotolerantes. Debido a la descarga directa de efluentes no tratados al cuerpo natural del Río. Respecto al ECAS, categoría 1 A-2, en la Estación CA-02 y CA-03 los valores de DBO5 superan de manera considerable el valor establecido. En el punto CA-02 y CA-03 los valores de Coliformes totales y termotolerantes superan el ECA. Respecto a los metales pesados como Cadmio, Arsénico y Plomo En el punto de monitoreo CA-02 y CA-03 superan de igual forma los valores establecidos en el ECA. Se recomienda la implementación de un inventario de efluentes y seguimiento al cumplimiento de los ECA.

Palabras claves: calidad de agua, alteración, COVID-19.

Abstract

This thesis was carried out in the waters of the Rímac River in the lower part until its mouth in the Pacific Ocean. Located in the districts of Carmen de la Legua, San Martín de Porres, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, El Agustino and districts of the Constitutional Province of Callao. In order to determine the results of the multi-temporal analysis of the quality of the surface water of the lower part of the Rímac River within the framework of the COVID-19 health emergency, and the years 2015 to 2019. The methodology applied was of the descriptive type and non-experimental design. Developed based on 6 water monitoring points in the month of May 2021, to later be compared with previous monitoring data collected from the ANA. The results showed that the quality of the water in the study area presents alterations in parameters such as Cadmium, Arsenic, Lead, total and thermotolerant Coliforms. Due to the direct discharge of untreated effluents to the natural body of the river. Regarding the ECAS, category 1 A-2, at Station CA-02 and CA-03 the BOD5 values considerably exceed the established value. At points CA-02 and CA-03, the values of total and thermotolerant coliforms exceed the ECA. Regarding heavy metals such as Cadmium, Arsenic and Lead, at the monitoring point CA-02 and CA-03, they equally exceed the values established in the ECA. The implementation of an inventory of effluents and monitoring of compliance with the ECAs is recommended.

Key words: water quality, alterations, COVID-19.

I Introducción

La contaminación del recurso agua se remonta desde la revolución industrial en 1760 hasta nuestra actualidad. Debido al desarrollo de las actividades humanas, es un recurso natural muy importante ya que está presente en todos los procesos productivos, es ahí donde radica la importancia de su cuidado y conservación. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) fue informada acerca del reporte de casos de neumonía de origen no conocido en la ciudad de Wuhan, China. En enero, las autoridades chinas determinaron que la causa de esta enfermedad era una nueva variante de coronavirus ocasionado por el virus SARS. Desde entonces, el virus se ha propagado a todo el mundo.

En el Perú se tomaron medidas para frenar la expansión del COVID-19 y entre las cuales fueron el aislamiento social y la paralización de actividades económicas. Tuvieron un impacto lo cual derivó en el mejoramiento temporal de la calidad ambiental, como por ejemplo la calidad de aire y agua en comparación con el 2018. No obstante, ha tenido un impacto positivo en la parte ambiental (Mejoramiento de la calidad del agua), la no degradación de hábitats y el mejoramiento del recurso hidrobiológico.

En ese sentido, El Río Rímac ostenta gran relevancia en el contexto peruano debido a su papel fundamental en el suministro de agua y energía eléctrica a la zona de Lima Metropolitana, que alberga a más del 30% de la población del país. Este río tiene una longitud de 127.02 kilómetros, abarca una superficie de 3,503.95 kilómetros cuadrados y presenta un caudal de 45 metros cúbicos por segundo. Si bien es cierto en el marco de la emergencia sanitaria ha tenido un buen contexto a nivel ambiental la presente investigación se enfatiza exclusivamente en el análisis de algunos parámetros ambientales más representativos de la calidad de agua superficial de la cuenca baja del río Rímac cuyo inicio se da en el Distrito de Lurigancho – Chosica tomando como referencia las siguientes coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur: 316687 E, 8681112 N (Altura: 1000 msnm).

Para tal fin, se ha considerado para la presente investigación, el análisis de 10 parámetros (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo) así como también la recopilación de datos anteriores. En base a la recopilación de datos y antecedentes lo que se presenta en el presente trabajo de investigación, es el análisis comparativo de estos parámetros antes y después del aislamiento de la emergencia sanitaria y la reactivación económica. El aporte de la presente investigación se considera de vital importancia porque generará datos actuales de los parámetros antes mencionados, así como también permitirá la generación de nuevos estudios ambientales, más específicos en relación a la emergencia sanitaria o similares.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del Problema

En el mundo se presentan problemas acerca contaminación de aguas superficiales, con afectaciones serias que van directamente ligadas a la salud humana y animal. Ejemplo de ello, es lo comentado por Pérez (2021), quien señala como en México se han logrado establecer límites máximos permisibles en relación a los elementos contaminantes que pueden estar presentes en todas aquellas descargas de aguas residuales, añadiendo así especificaciones involucradas en torno al vertimiento de estos en los cuerpos receptores.

En el Perú, La mayoría de los recursos acuíferos en las cuencas hidrográficas muestran cambios en la calidad del agua en términos de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas debido a la liberación de vertidos líquidos, sólidos y residuos de diversas fuentes como hogares, agricultura, industrias, y otros factores.

El Río Rímac suministra agua a la mayoría de la población en Lima, y esto es la razón principal por la que la contaminación en su área es un tema de gran preocupación. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2011), en la parte superior de su cuenca, el río recibe desechos mineros y aguas ácidas de la industria minera; en la parte media, la contaminación

proviene de la actividad agrícola, materia orgánica, metales y contaminación microbiológica; mientras que en la parte inferior, que es predominantemente urbana, el río recibe vertidos de industrias, desechos domésticos, residuos sólidos, productos químicos y metales pesados de la parte alta y media de la cuenca del Río Rímac.

Se ha documentado que la cuenca del Río Rímac sufre una alta contaminación en lo que respecta a la calidad del agua superficial. Ejemplo de ello es el estudio titulado “Impacto de la Presencia de Plomo y Cobre en el Río Huaycoloro sobre la Calidad del Agua en el Río Rímac, 2018” (Velásquez, 2018) en el cual el autor afirma que la calidad del agua se modifica debido a las diversas actividades económicas que tienen lugar en su área circundante (minería, agropecuario, presencia de relaves mineros, residuos sólidos) y estos datos de contaminación se evidenció a través de los diferentes datos de monitoreo que se han realizado desde el año 2015 hasta la actualidad, en lo concerniente a la evaluación de 10 parámetros ambientales (Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo); debido a la coyuntura actual la calidad del agua superficial también ha sido alterada debido a la pandemia por COVID 19.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Problema general

¿Cuál es el análisis multitemporal de la calidad del agua superficial dentro del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 en la cuenca baja del río Rímac, entre los años 2015 al 2021?

1.1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo ha variado la concentración de demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitritos y nitratos, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación con los ECAS en la cuenca baja del río Rímac?

¿Cómo ha variado la concentración de los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación con los ECAS en la cuenca baja del río Rímac?

¿Cómo ha variado la concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación con los ECAS en la cuenca baja del río Rímac?

¿Cuáles son las zonas de mayor contaminación del agua superficial antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación de los ECAS en la cuenca baja del río Rímac?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Yunus et al. (2020), en el artículo “COVID-19 y la calidad el agua superficial: mejora la calidad del agua del lago durante el cierre de emergencia”; señalan como la vida humana se paraliza; ya que, muchos países se desconectan del trabajo debido al nuevo coronavirus pandemia de enfermedad (COVID-19) que golpeó severamente al mundo en el primer trimestre de 2020. Todo tipo de industrias, el movimiento de los vehículos y la actividad de las personas se detuvo repentinamente, quizás por primera vez en la historia moderna. Por un largo tiempo, se ha afirmado en diversas publicaciones que el aumento de la industrialización y las actividades antropogénicas en las últimas dos décadas contaminaron la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. Dado que las industrias y las actividades de las personas han estado apagado durante un mes o más en muchas partes del mundo, se espera que muestre alguna mejora en las condiciones imperantes en las esferas del entorno antes mencionadas. Aquí, con la ayuda de control remoto Imágenes de detección, este trabajo demostró cuantitativamente el mejoramiento en la calidad del agua superficial en términos de partículas en suspensión (SPM) en el lago Vembanad, el lago de agua dulce más largo de la India. El SPM estimado basado en

el algoritmo de turbidez establecido de las imágenes Landsat-8 OLI mostró que la concentración de SPM durante el período de confinamiento disminuyó un 15,9 % de media (rango: -10,3 % a 36,4 %, hasta una disminución de 8 mg/l) en comparación con el periodo previo al confinamiento. Análisis de series temporales de colecciones de imágenes satelitales (abril 2013 – abril 2020) mostró que el SPM cuantificado para abril de 2020 es el más bajo para 11 de las 20 zonas del lago Vembanad. Cuando En comparación con años anteriores, la disminución porcentual de SPM para abril de 2020 es de hasta un 34% con respecto al año anterior.

Arif et al. (2020), en el artículo “La epidemia por COVID-19 se informó en India en enero de 2020 y aumentó día a día debido al movimiento de personas del extranjero a India y luego a las diferentes partes del país”. El COVID-19 ha sido declarado pandemia por su alta tasa de transmisión y ha afectado a más de 2010 países del mundo. Bajo este escenario cuando no existe medicamento para su tratamiento, la única solución a este problema es romper la cadena de transmisión y restringir el conteo de personas infectadas. Para contener un brote de coronavirus (COVID-19), el Gobierno de la India anunció el bloqueo nacional a partir de la medianoche del 24 de marzo de 2020 seguido de la extensión de los períodos de bloqueo y actualmente se encuentra en su cuarta fase. Las diversas provisiones se hicieron bajo bloqueo para cerrar las industrias, el transporte, etc., excepto los servicios esenciales. Ha sido muy interesante notar que los cambios de comportamiento en la naturaleza son altamente positivos y la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera se están rejuveneciendo y da la apariencia de que la tierra está bloqueada para su trabajo de reparación. Bajo esta recuperación natural, tratamos de observar la mejora en la calidad del agua del río Yamuna en Delhi, que ha sido uno de los ríos contaminados por la explosión. Para estudiar este río se han medido las concentraciones de pH, CE, OD, DBO y DQO las cuales mostraron una reducción de 1-10%, 33-66%, 51%, 45-90% y 33-82% respectivamente durante la fase de confinamiento en comparación con la fase previa

al confinamiento. El puente Nizamuddin, Okhla U/s, Najafgarh Drain y Shahdara Drain fueron los principales puntos críticos responsables del deterioro de la calidad del agua del río Yamuna al pasar por la región de Delhi. En este documento se analizaron cinco ubicaciones principales del río Yamuna que mostraron una recuperación muy impresionante de la calidad del agua durante la fase de confinamiento en comparación con el estado de calidad del agua anterior al confinamiento. Los Valores registrados de los parámetros DBO y DQO antes del confinamiento en los puntos de monitoreos mencionados anteriormente, Son los siguientes: Palla(Yamuna) 7.29 y 28 mg/l respectivamente, Puente Nizamuddin 57 y 90 mg/l respectivamente, Shahdara Drain 78 y 271 mg/l. Los valores registrados de los parámetros DBO y DQO en el confinamiento en los puntos de monitoreo mencionados; Son los siguientes: Palla (Yamuna) 2 y 6 mg/l respectivamente, Puente Nizamuddin 5.6 y 16 mg/l respectivamente, Shahdara Drain 55 y 150 mg/l.

Chakraborty et al. (2021), en su publicación “El confinamiento repentino recupera la salud del medio ambiente total, en particular el aire y el agua, mientras que el crecimiento económico del país y el ritmo sociocultural de las personas se han visto completamente obstaculizados debido a la pandemia de COVID-19”. La mayoría de las industrias dentro del área de captación del río Damodar han sido cerradas; como resultado, se han reflejado cambios significativos en todo el tramo del río Damodar. El principal objetivo del estudio es analizar el impacto del confinamiento en la calidad del agua del río Damodar. Se recolectó un total de 55 muestras de once sitios diferentes de confluencia de nallas con el cauce principal del río durante el período previo al confinamiento. Los métodos relevantes como WQI, TSI, el coeficiente de correlación de Pearson y la prueba "t" se han aplicado para evaluar el estado físico, químico y biológico del agua del río. El resultado de la prueba “t” indicó que existen diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) de cada parámetro entre antes y durante el confinamiento. El índice de calidad del agua (WQI) se utiliza para el análisis de la idoneidad de la calidad del agua potable,

seguido del BIS. Los valores de WQI mostraron "muy pobre" (S1, S2, S3, S6, S7 y S11) a "no apto para beber" (S4, S5, S8, S9 y S10) de agua de río durante la temporada anterior al monzón. El estado de enriquecimiento de nutrientes del río se analizó mediante el método del índice de estado trófico (TSI) y muestra la condición eutrófica "alta" con una gran concentración de floraciones de algas en casi todo un tramo. Durante el cierre, los suministros de nutrientes como TN y TP se han reducido y se designan como condición eutrófica "Baja" (S1, S2) a "Moderada" (S3 a S11) del tramo medio de Damodar. El resultado de esta investigación del río Damodar definitivamente ayudará a los responsables de la formulación de políticas para la gestión ambiental sostenible a pesar del dilema entre el desarrollo y la conservación. Los valores de DBO registrados durante la fase previa al confinamiento arrojaron los siguientes resultados 18.00 mg/l y durante del confinamiento se registró 13.00 mg/l.

Tokatli y Varol (2021), en su artículo mencionan como los recursos de agua superficial en la cuenca del río Meriç-Ergene, especialmente el río Ergene y el arroyo Çorlu, se encuentran entre los ríos más contaminados de Turquía. A pesar de la planificación para la prevención y control de la contaminación de las aguas superficiales de la cuenca, no se han logrado los resultados deseados. Sin embargo, la implementación de un bloqueo a nivel nacional debido al COVID-19 probablemente podría conducir a un mejoramiento de la calidad del agua superficial. Evaluamos el impacto del confinamiento en la calidad del agua midiendo los niveles de variables fisicoquímicas y metaloides en muestras de agua tomadas de 25 estaciones de muestreo en la cuenca. Los niveles de DBO, DQO, EC, turbidez, TSS y Mn no mostraron diferencias significativas entre los períodos previos al cierre y el cierre debido a las continuas descargas de aguas residuales domésticas y las actividades agrícolas en la cuenca durante el período de cierre. Sin embargo, las concentraciones de Cr, Ni, Zn, Cu, As, Pb y Cd disminuyeron considerablemente durante el confinamiento. De manera similar, los valores del índice de contaminación por metales pesados y del índice de evaluación de metales pesados

mostraron una mejora significativa en la calidad del agua de casi todas las estaciones durante el período de cierre. Además, los valores del índice de peligro total para niños y adultos se redujeron en un 67 % y un 69 %, respectivamente, durante el período de confinamiento, mientras que los valores de riesgo cancerígeno total para el As y el Cr se redujeron en un 60 % y un 94 %, respectivamente. El estado operativo limitado de la mayoría de las instalaciones industriales en la cuenca durante el cierre redujo la cantidad de efluentes industriales, lo que llevó a una mejora significativa en la calidad del agua superficial para metaloides. El confinamiento ha demostrado que la solución para la preservación y sostenibilidad de los recursos hídricos naturales está en nuestras manos, y la gestión eficiente de las fuentes de contaminación puede prevenir la contaminación de las aguas superficiales a un ritmo muy rápido. Los Valores promedios de las variables de calidad del agua determinadas en los períodos de pre-confinamiento fueron los siguientes; en la DBO se registró 32(8.23) mg/l, DQO registró 75.4 (32.82) mg/l, Arsénico registró 17.35(3.51) mg/l, cadmio registró 0.212 (0.046) mg/l, plomo registró 1.33(0.51) mg/l. Los valores registrados en los periodos de confinamiento fueron los siguientes: en la DBO se registró 35(9.22) mg/l, DQO registró 75.8 (34.33) mg/l, Arsénico registró 4.03(1.4) mg/l, cadmio registró 0.287 (0.021) mg/l, plomo registró 0.75(0.15) mg/l. Finalmente, sugerimos que la política de gestión del agua debe mejorarse e implementarse.

1.2.2 Nacionales

Díaz (2018) en su artículo denominado “Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín” planteó como objetivo evaluar la calidad del agua en la Quebrada Chupishiña para uso en el riego de vegetales y bebida de animales, según en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3. Se realizaron dos monitoreos, una en la temporada de lluvias en abril de 2018 y otra en la temporada seca en julio del mismo año. Se seleccionaron tres puntos

de monitoreo (QChup1, QChup2 y QChup3) y se recolectaron muestras de agua de acuerdo con el protocolo nacional para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Se midieron los parámetros de campo in situ con un dispositivo multiparamétrico. Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se analizaron en el laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A., utilizando los métodos de laboratorio (APHA) y NMP/100 mL. Los resultados se compararon con el D.S. N° 004-2017-MINAM. Se evidenció que durante la temporada de lluvias, los parámetros de campo que cumplían con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas superficiales incluían el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura. Sin embargo, el nivel de oxígeno disuelto (OD) no cumplía con los ECA en los tres puntos de monitoreo en la subcategoría D1 (riego de vegetales). Todos los parámetros fisicoquímicos cumplían con los ECA para aguas superficiales destinadas al riego y la bebida de animales durante la temporada de lluvias, incluyendo elementos como aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plomo, selenio y zinc. Sin embargo, en la temporada seca, el mercurio no cumplía con los ECA. En cuanto a los parámetros microbiológicos evaluados (coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*), ninguno de ellos cumplía con los ECA para aguas superficiales en la categoría 3, excepto los huevos de helmintos. La presencia de estos contaminantes microbiológicos hace que el agua no sea adecuada para los usos estudiados. En resumen, se concluye que la calidad del agua en la Quebrada Chupishiña solo cumple con los parámetros fisicoquímicos durante la temporada de lluvias, pero no cumple con los estándares microbiológicos en ninguna de las estaciones del año.

Tapia (2017) en su artículo titulado “Impacto ambiental al recurso hídrico de la cuenca media del río Rímac a consecuencia de la minería, en el distrito Ricardo Palma, Chosica 2017”, estableció como objetivo determinar el Impacto Ambiental sobre la calidad de agua de la

Cuenca Media del Rio Rímac Distrito Ricardo Palma, Chosica, 2017. El estudio se orientó a determinar la aplicabilidad de las aguas de esta cuenca en actividades de riego y bebida de animales. Para ello se evaluó las propiedades físicas y químicas del agua luego estas fueron comparadas con normas nacionales e internacionales, como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud y la ley general de las aguas ambientales y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría 3 subcategoría D1 y D2, aprobados mediante D.S. N° 004-2017-MINAM. Se demostró el grado de contaminación en las aguas del rio Rímac en la zona de Chosica empleando la teoría científica de indicadores de calidad Ambiental (ICAS), como referencia de calidad de agua en dicho lugar, llegándose a encontrar el valor de 53.6 esto nos indica que las aguas de la cuenca media del rio Rímac se encuentran poco contaminadas. Se identificaron impactos físicos y químicos a consecuencia de la minería concluyéndose que la concentración de los contaminantes evaluados no supera los ECA para agua en la Categoría 3, subcategoría D1 y D2, D.S. 004–2017 MINAM; por lo tanto, las aguas si pueden ser utilizados en actividades de riego de vegetales.

Velásquez (2018) en su investigación “Contaminación por Plomo y Cobre en el Rio Huaycoloro y su influencia en la Calidad del Agua en el Rio Rímac, 2018” decidieron establecer como objetivo el evaluar la influencia de la contaminación del río Huaycoloro por Plomo y Cobre en la calidad del agua del río Rímac, 2018, bajo un diseño experimental y un tipo de estudio descriptivo-correlacional, se tomó una muestra de agua en el rio Huaycoloro y dos muestras de agua en el Rio Rímac, en los meses de Febrero, Abril y Junio, por cada mes se obtuvo tres muestras; los resultados que se obtuvieron fueron que las concentraciones de plomo y cobre en las muestras tomadas luego de la interacción del rio Huaycoloro con el Rio Rímac son mayores a las concentraciones de las muestras tomadas antes de la interacción de los ríos Huaycoloro y Rímac.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

Analizar multitemporalmente la calidad del agua superficial dentro del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 en la cuenca baja del río Rímac, entre los años 2015 al 2021.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

Determinar la variación de la concentración de demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitritos y nitratos, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación a los ECAS en la cuenca baja del río Rímac.

Determinar la variación de la concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación a los ECAS en la cuenca baja del río Rímac.

Determinar la variación de la concentración de los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación a los ECAS en la cuenca baja del río Rímac.

Identificar las zonas de mayor contaminación del agua superficial antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, en relación de los ECAS en la cuenca baja del río Rímac.

1.4 Justificación

1.4.1 *Teórica*

La investigación se constituye como un estudio modelo guía para el desarrollo de nuevos estudios referentes en la temática ambiental en marco de la pandemia u otras pandemias que se pueden suscitar más adelante otra pandemia bajo las mismas condiciones o en condiciones mucho más severas

1.4.2 Práctica

Las actividades humanas a menudo afectan de manera irreversible, las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.

No obstante, uno de los inconvenientes que presenta la valoración de la calidad ambiental del agua superficial es la naturaleza multidimensional del concepto de “calidad ambiental del agua”.

En la actualidad, se han desarrollado métodos para determinar el nivel de calidad ambiental en relación con las aguas superficiales, basados en la concentración de cada parámetro analizado. Estos resultados se comparan con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos de acuerdo con las regulaciones de cada país.

Dada la situación actual en la que nos encontramos, es de suma importancia llevar a cabo un análisis para evaluar la calidad del agua en la cuenca baja del Río Rímac. Esto nos permitirá comprender las variaciones y diferencias en las concentraciones de los parámetros evaluados durante el período de la emergencia sanitaria causada por el COVID-19.

Para el desarrollo de la investigación, se ha decidido utilizar los datos de monitoreos que realizó la Autoridad Nacional del Agua (ANA) desde los años 2015 al 2019 y un monitoreo de calidad de agua superficial realizada en el mes de mayo del 2021 debido a que no se realizaron monitoreos en el año 2020 por al confinamiento social.

En el mes de mayo del 2021 se empezó con la reactivación de las actividades económicas de manera paulatina y se eligió este mes debido a la disminución del caudal de agua que favorecería la toma de muestra para su futuro análisis e interpretación

1.4.3 Metodológica

En la presente investigación se trata de no solo de hacer comparaciones sobre el aumento y/o disminución de las concentraciones de los parámetros microbiológicos, metales

pesados y materia inorgánica sino como estos influyen en los ambientes ecológicos del río ocasionando posibles impactos negativos a las especies locales.

1.5 Hipótesis

El análisis multitemporal permitirá evaluar la calidad del agua superficial dentro del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 en la cuenca baja del río Rímac, entre los años 2015 al 2021.

1.5.1 Hipótesis específicas

La concentración de demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitritos y nitratos, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, se encuentran fuera de los ECA en la cuenca baja del río Rímac.

La concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, se encuentran fuera de los ECA en la cuenca baja del río Rímac.

La concentración de los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes, antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, se encuentran fuera de los ECA en la cuenca baja del río Rímac.

Las zonas de mayor contaminación del agua superficial antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19, se encuentran en la cuenca baja del río Rímac.

II Marco Teórico

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Agua

Definición. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI, 2009) el agua es conceptualizada como aquel elemento de origen natural que tiene la propiedad de ser renovada temporalmente, cuya característica principal es su función esencial para la vida del ser humano, la fauna y la flora, considerándola así como uno de los componentes más importantes en relación al establecimiento de un progreso sostenible.

Siguiendo esta línea, Sierra (2011) menciona que el agua es a su vez una sustancia de origen químico cuya composición destaca por dos átomos (uno de hidrógeno y uno de oxígeno); además, esta puede ser encontrada en tres estados: líquido, gas, y sólido. De igual manera, Mejía (2010) hace hincapié en lo señalado por este autor y la organización mencionada previamente en tanto el agua se constituye como un elemento que resulta ser indispensable para la vida en la tierra cuya estructura a nivel molecular permite determinar su presencia en distintos efluentes.

2.1.2 Calidad de Agua:

Respecto al diagnóstico de la calidad del agua es importante mencionar que este es considerado un análisis que brinda la posibilidad de poder determinar la calidad original y presente en los fluentes; asimismo, logra colaborar con el cálculo en relación a su capacidad para diluir todo aquel elemento contaminante que se encuentre en estos así como llegar a una categorización de las masas que puedan ser encontradas en las aguas de origen natural (ANA, 2011).

Respecto a los factores de la calidad del agua Sierra (2011) señala que, considerando la complejidad de todos los elementos que pueden influenciar en la calidad del agua y la gran cantidad de variables que se pueden utilizar para establecer el estado de los efluentes, existe

una gran dificultad para poder definir este término. Siguiendo esta línea, este mismo autor complementa esta información al comentar cómo la definición de estos ha atravesado una evolución debido a la necesidad del agua para gran cantidad de aplicaciones, lo que ha ocasionado a su vez el que se creen y perfecciones metodologías en tanto a análisis e interpretación de sus características. Los parámetros ambientales son:

Tabla 1

Parámetros químicos para la medición del agua

Nº	Parámetros	Descripción
1	DBO5	Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días. Parámetro de mayor significación cuando se trata de determinar la carga polucional que pueden generar los desechos domésticos e industriales de carácter orgánico al ser descargados en corrientes de agua en las que persistan condiciones aeróbicas.
2	DQO	La prueba de demanda química de oxígeno es muy usada para medir la carga contaminante de los residuos domésticos e industriales. A través esta prueba se puede medir un residuo en términos de cantidad de oxígeno requerido para oxidar completamente la materia orgánica del desecho a CO ₂ , agua y amoníaco.
3	Nitratos	Este parámetro presente en aguas puede causar metahemoglobina (color azul de la piel) en los infantes alimentados con leche preparada.
4	Nitritos	En aguas superficiales crudas, las huellas de nitrito indican contaminación. Debido a que el nitrito es formador de ácido nitroso en solución ácida, cuya mezcla con aminas secundarias forma las nitroso-aminas (cancerígenas), debe tener un cuidadoso control.

Nota. (Sierra, 2011).

Tabla 2*Parámetros microbiológicos para la medición del agua.*

Nº	Parámetros	Descripción
1	Coliformes Totales	La presencia de coliformes totales indica que el cuerpo de agua ha sido o está contaminado con materia orgánica de origen fecal, ya sea por humanos o animales.
2	Coliformes Termotolerantes	Es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, ya que las coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales.

Nota. (Sierra, 2011)**Tabla 3***Metales pesados para la medición del agua.*

Nº	Parámetros	Descripción
1	Arsénico	La contaminación por As aparece asociada a la fabricación o utilización de herbicidas o pesticidas. Obstaculiza reproducción celular. Los tejidos de muchos organismos lo acumulan, por tanto, sus efectos dañinos pueden durar un tiempo cuando la concentración es baja, pero a pesar de ello es mortal.
2	Cadmio	Es especialmente peligroso ya que se puede combinar con otras sustancias tóxicas. Afecta principalmente a los micro músculos (no se desarrolla la concha). Produce graves enfermedades cardiovasculares en el hombre, además, es un irritante gastrointestinal.
3	Mercurio	Cuando está presente en agua de consumo de una u otra forma invade el cuerpo humano a través de los tejidos de la piel o ingestión de comida, preparadas con dicha agua. Debilita progresivamente los músculos, pérdida de la visión, deteriora otras funciones cerebrales, genera parálisis eventual, estado de coma o muerte.
4	Plomo	Compuesto tóxico acumulativo en el cuerpo humano. Produce una variedad de síntomas en los tejidos vulnerables. Cuando el agua está contaminada con sales de plomo, se les forma a los peces una película mucosa coagulante, primero sobre las agallas y luego sobre todo el cuerpo, causándoles sofocación.

Nota. (Sierra, 2011)

2.1.3 *Cuerpo Receptor*

Según la Normativa ecuatoriana, (Ministerio del Ambiente, 2003) el término cuerpo receptor hace referencia como todo aquel cuerpo de agua (ej. río, depósito de agua, cuenca, cauce, entre otros) que presente alguna susceptibilidad en relación al recibimiento, ya sea de manera directa como indirecta, del vertido de aguas residuales. De igual manera, ANA (2016) señala que este concepto hace referencia “al cuerpo natural de agua continental o marino-costero que recibe el vertimiento de aguas residuales tratadas” (p.19).

2.1.4 *Contaminación*

En relación, el Ministerio del Ambiente (2000) lo define de la siguiente manera:

La contaminación es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (p.205).

Siguiendo esta línea, Encinas (2011) menciona como la contaminación ambiental hace referencia a la presencia en el aire, agua o suelo de sustancias o formas de energía no deseables en concentraciones tales que puedan afectar al confort, salud y bienestar de las personas, y al uso y disfrute de lo que ha sido contaminado.

2.1.5 *Contaminación Ambiental*

El MINAM (2016) define este concepto de la siguiente manera:

Es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o a su vez, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos (p. 10).

De igual manera, esta misma organización, pero en un documento del año 2012, lo menciona dentro de su glosario de términos definiendo así a la contaminación ambiental a la “Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (p.61).

2.1.6 Contaminación del Agua

El Ministerio del Ambiente (2003) menciona que es “cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general” (p. 264). En su libro, Encinas (2011) menciona lo siguiente:

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales (también llamadas geoquímicas: el suelo) o artificiales (antropogénicas). Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica: La industria (dependiendo del tipo de industria emitirá unos contaminantes u otros), los vertidos urbanos (que llevan fundamentalmente contaminantes orgánicos), la navegación (muy importante en la contaminación por hidrocarburos) y la agricultura y ganadería (que contaminan con pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas (p. 46).

2.1.7 Contaminación del Agua por metales pesados

Según lo menciona el Ministerio del Ambiente (2000) la contaminación es ocasionada por lo siguiente:

Los vertidos de efluentes derivados de actividades urbanas, mineras y, fundamentalmente, industriales provocan la presencia de metales pesados en las aguas subterráneas, que en ocasiones inciden en su calidad hasta el punto de que resultan no aptas para el consumo humano (p.232).

De acuerdo a Camp & McKee (1992), la actividad industrial y minera son importantes consumidores de agua que frecuentemente reutilizan su propia agua residual de procesos, sin embargo, no es muy común que las aguas grises tratadas sean empleadas en ellos. No obstante, en países como EE.UU., las industrias son grandes demandantes de las aguas efluentes de plantas de aguas servidas, por lo que son potenciales usuarios de aguas grises recuperadas. Entre estos usos se tienen: agua de refrigeración, agua de lavado, agua de procesos y riego de caminos. Algunas de las industrias demandantes son las papeleras, la industria textil y la química. Siguiendo esta línea, Pabón et al. (2020) mencionan lo siguiente:

Los metales pesados como plomo, cadmio, cromo, zinc, mercurio entre otros son liberados hacia ecosistemas acuáticos así como a los suelos principalmente debido a diversas actividades antropogénicas y presenta una seria amenaza para las plantas, animales e incluso los humanos debido a su persistencia, bioacumulación, propiedad no biodegradable y su toxicidad incluso a bajas concentraciones (p. 10).

2.1.8 Cuenca hidrográfica

El análisis de las aguas cobra mucha importancia debido a que las actividades humanas por lo general se desarrolla dentro espacios territoriales con la proximidad a cuerpos de aguas a esto Cotler et al. (2013) mencionan que estos efluentes con definidos como espacios territoriales que se encuentran delimitados por los denominados parteaguas que permiten concentrar así los escurrimientos presenten cuya finalidad será desembocar en una zona en común; también conocida como el punto de salida de la cuenta, este suele ser un lago o el mar. Estos mismos autores señalan lo siguiente:

Éstas permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico, así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes o red

hidrográfica, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua, la capacidad de adaptación de los ecosistemas y la calidad de vida de sus habitantes (p.7).

2.1.9 Descontaminación del agua

De acuerdo a Fernández (2020): “La descontaminación del agua incluye todas aquellas metodologías y estrategias que permiten purificar el agua que muestra indicios de diferentes tipos de contaminación, con el objetivo de convertirla en un recurso aprovechable para distintos usos”. En el caso de las aguas de la cuenca media y baja del Río Rímac los entes gubernamentales deben de implementar campañas de sensibilización dirigidas a los pobladores aledaños a este cuerpo de agua para evitar que arrojen basura y promover el desarrollo de tecnologías que permitan descontaminar el agua para que pueda ser reutilizada.

2.1.10 Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Según ANA (2019) ese término puede ser definido de la siguiente manera:

Nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (p. 10).

Por su parte el MINAM (2019) define que este término como un instrumento dentro de la temática de gestión ambiental que permite determinar la calidad del ambiente dentro del territorio nacional, este a su vez, se encuentra caracterizado por la categorización de niveles de concentración de elementos y sustancias en este para que no se constituyan como riesgos para la salud humana y ambiental. De igual manera, ese organismo en el año 2020 mencionó que

estos estándares con establecidos por parte del ministerio correspondiente con el objetivo principal de lograr la conservación de la calidad ambiental en el Perú.

2.1.11 Metales pesados

Eróstegui (2009) define a los metales pesados como toda aquella sustancia de origen natural cuyo peso molecular es elevado, que se caracterizan por encontrarse con facilidad, y, ser de gran utilidad en la mayoría de los casos para actividades humanas cotidianas. Sin embargo, este mismo autor menciona que la presencia extensa de algunos de ellos puede conllevar a una situación de contaminación, teniendo así efectos perjudiciales en lo que a la salud respecta. Siguiendo esta línea, García y Dorronsoro (2005) añaden información a esta conceptualización al incluir características tales como una densidad igual o superior a 5 gr cm⁻³ cuando está en forma elemental, un número atómico superior a 20 (sin considerar a los metales alcalinos y alcalino-térreos).

2.1.12 Efectos de los metales pesados en la salud

Eróstegui (2009) considera que si bien los efectos de estos metales pueden ser perjudiciales existen consecuencias específicas que se presentan en mayor medida de acuerdo al tipo de metal del cual se esté investigando, es así como este autor presenta los siguientes ejemplos. En primer lugar, el plomo se caracteriza por dañar en su totalidad los sistemas del organismo, especialmente el sistema nervioso por medio de las neuronas así como la médula posea. En segundo lugar, el cadmio ha demostrado consecuencias negativas en relación a los órganos, especialmente el riñón. En tercer lugar, el arsénico se ha destacado en diversas investigaciones por sus efectos perjudiciales en las mitocondrias.

2.1.13 Efectos de metales pesados respecto al medioambiente

Eróstegui (2009) menciona que en general distintas investigaciones y estudios llevados a cabo a lo largo de los años coinciden al determinar que las consecuencias de la presencia de estos metales suelen ser negativos en tanto al medio ambiente, principalmente porque su

existencia se refleja en el cambio de la alcalinidad del suelo, la contaminación de los efluentes y cultivos, así como alteraciones en la fauna, la flora y en los organismos ser los seres humanos. De acuerdo a este autor, el principal problema de esta situación es que esta contaminación derivada por estos elementos tiende a ser paulatina y casi imperceptible, lo que conlleva a que la gravedad de esta sea tomada en consideración cuando el estado de peligrosidad ya es elevado.

2.1.14 Bioacumulación de los metales pesados

Albert (1997) menciona, en relación a este procedimiento, lo siguiente:

Cuando la concentración de una sustancia aumenta en el organismo expuesto en función del tiempo, por ejemplo, que las concentraciones de una sustancia específica son más altas en los peces adultos que en los jóvenes del mismo sitio, se dice que hay bioacumulación. Esta capacidad también depende, sobre todo, de las características fisicoquímicas y químicas del compuesto, como son solubilidad y velocidad de eliminación. Si un organismo está expuesto por largos periodos a una o más sustancias xenobióticas de estas características, esta sustancia o sustancias se bioacumularán en él y lo afectarán (p. 113).

2.1.15 Biomagnificación

Albert (1997) señala que este proceso ocurre al encontrar sustancias que se encuentran en concentraciones elevadas en cada eslabón de la cadena trófica, lo cual tiene como resultado que sus concentraciones dentro de los organismos que están al final de dichas cadenas se presenten de manera alta, ejemplo de ello es el plancton.

2.1.16 Monitoreo de Calidad de Agua

Según el ANA (2016) este procedimiento tiene como finalidad el determinar la calidad de los recursos hídricos por medio de un diagnóstico de su estado que se realiza al emplear una evaluación de indicadores químicos-físicos de la calidad del agua, todo ello se obtiene por medio tanto de mediciones como de observaciones sistemáticas. De igual manera, Rodrigo et

al. (2018) mencionan que este procedimiento también es considerado como un control que permite conocer el estado de los parámetros de interés de un efluente, el cual se caracteriza por su orden y la conglomeración de metodologías rigurosas.

2.1.17 Punto de Monitoreo

Para el ANA (2016) el punto de monitoreo es: “Ubicación geográfica en una zona específica de un cuerpo de agua donde se realiza la toma de muestras de parámetros para la determinación de la calidad ambiental del agua” (p. 55).

2.1.18 Parámetros de la contaminación

Según Orellana (2005) se entiende por parámetros de la contaminación como:

El grado de contaminación y por consiguiente el de purificación natural se puede medir física, química y biológicamente, pero ninguna medida única de referencia puede hacerlo. Según sea la naturaleza de las sustancias contaminantes y de los usos asignados al agua receptora (provisión a poblaciones, pesca, natación, etc.) se pueden hacer mediciones de turbidez, color, olor, nitrógeno, fósforo, DBO, DQO, materia orgánica, OD, sustancias minerales variadas, bacterias y microorganismos (p. 6).

Siguiendo esta línea, el MINAM (2020) señala que un parámetro es considerado como un elemento dentro de la temática de medición que puede tener un origen físico, químico o biológico, y forma de manera obligatoria parte del ECA.

2.1.19 Recurso Hídrico

ANA (2019) menciona lo siguiente en relación al recurso hídrico: “Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados con esta. Se extiende el agua marítima en lo que resulte aplicable” (p.16). El cambio climático y el crecimiento poblacional aunado con la demanda de la industria agrícola hacen necesaria la gestión eficaz de este recurso a nivel mundial, en especial en países como Perú que cuenta con una mayor disponibilidad de este.

Walsh (2017) señala que se necesitan herramientas institucionales como marcos legales y regulatorios, mecanismos de fijación de precios e incentivos para asignar, regular y conservar mejor los recursos hídricos. Además, se necesitan sistemas de información para el monitoreo de los recursos, la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, el análisis de los sistemas, y los pronósticos y alertas hidrometeorológicos.

2.1.20 Residuos Sólidos

El MINAM (2000) define este concepto de la siguiente manera:

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema (p. 7).

Los residuos sólidos urbanos son los que se acumulan en mayor proporción en la cuenca baja del río Rímac más específicamente en los tramos finales que atraviesan la ciudad de Lima. En base a la situación actual que estamos viviendo a causa de la pandemia generada por el virus SARS COV-II, no solo se deben considerar los residuos sólidos generados en una situación de normalidad, sino también aquellos generados por pacientes diagnosticados con COVID-19. En tal sentido, de acuerdo con la normativa emitida durante la emergencia, dentro de dichos domicilios, los pacientes en mención podrán generar dos tipos de residuos: de un lado, (i) residuos biocontaminados, como consecuencia de su atención por personal de salud; y, de otro lado, (ii) residuos comunes, que constituyen todos aquellos generados durante el periodo de cuarentena, hasta su correspondiente alta (Bocanegra et al., 2020).

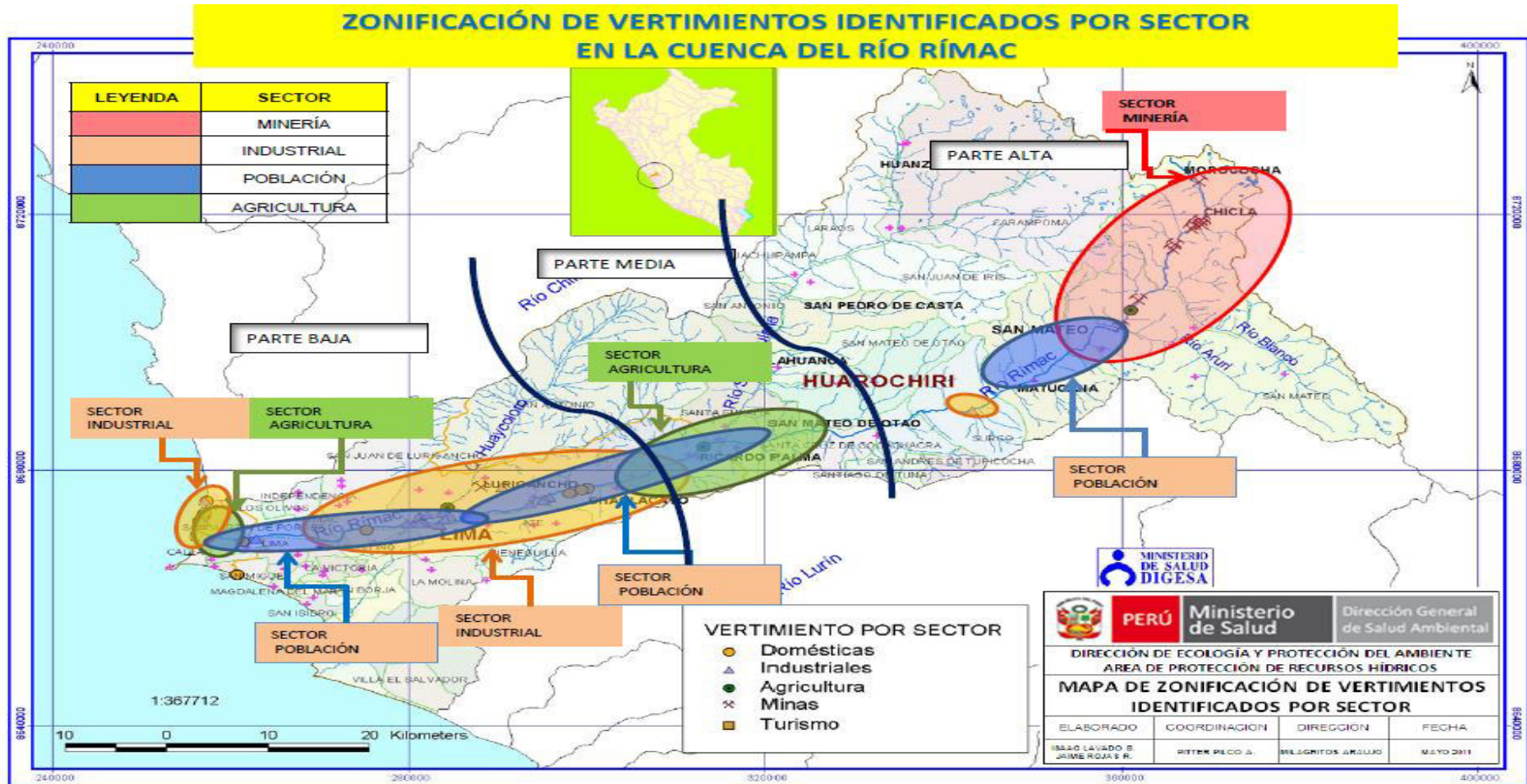
2.1.21 Vertimiento

El MINAM (2012) señala que el vertimiento: “Está referido a toda descarga deliberada de aguas residuales a un cuerpo natural de agua. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales, así como la descarga de aguas residuales al alcantarillado” (p. 128).

Según la ANA (2019) este concepto hace referencia a “La descarga de aguas residuales previamente tratadas que se efectúa en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales” (p. 20).

Figura 1.

Zonificación de vertimientos identificados en la cuenca Baja del Río Rimac.



Nota. (DIGESA, 2011)

2.2 Marco Legal

D. L. N° 1013 - Ley De Creación, Organización Y Funciones Del Ministerio Del Ambiente (MINAM, 2017)

Artículo 3.- Objeto y objetivos específicos del Ministerio del Ambiente

3.1 El objeto del Ministerio del Ambiente es la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta, que permita contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana, en permanente armonía con su entorno, y así asegurar a las presentes y futuras generaciones el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

3.2 Son objetivos específicos del Ministerio del Ambiente:

b) Asegurar la prevención de la degradación del ambiente y de los recursos naturales y revertir los procesos negativos que los afectan.

Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 (MINAM, 2005)

Título I Política Nacional Del Ambiente Y Gestión Ambiental

Capítulo 2 Política Nacional Del Ambiente

Artículo 9.-Del Objetivo

La Política Nacional del Ambiente tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la preservación, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Artículo 11.- De los lineamientos ambientales básicos de las políticas públicas

f. El fortalecimiento de la gestión ambiental, por lo cual debe dotarse a las autoridades de recursos, atributos y condiciones adecuadas para el ejercicio de sus funciones conforme al carácter transversal de la gestión ambiental, tomando en cuenta que las cuestiones y problemas ambientales deben ser considerados y asumidos integral e intersectorialmente y al más alto nivel, sin eximirse de tomar en consideración o de prestar su concurso a la protección del ambiente incluyendo la conservación de los recursos naturales.

Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental

31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible

32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

32.2 El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

Título III Integración De La Legislación Ambiental

Capítulo 1 Aprovechamiento Sostenible De Los Recursos Naturales

Artículo 89.- De las medidas de gestión de los recursos naturales

Para la gestión de los recursos naturales, cada autoridad responsable toma en cuenta, según convenga, la adopción de medidas previas al otorgamiento de derechos, tales como:

- a. Planificación.
- b. Ordenamiento y zonificación.
- c. Inventario y valorización.
- d. Sistematización de la información.
- e. Investigación científica y tecnológica.
- f. Participación ciudadana.

Artículo 90.- Del recurso agua continental

El Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso.

Capítulo 3 Calidad Ambiental

Artículo 113.- De la calidad ambiental

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.

b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas. c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.

Ley de Recursos Hídricos, ley N° 29338 (MINAGRI, 2019)

Título Preliminar

Artículo I.- Contenido

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Artículo II.- Finalidad

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Artículo III.- Principios

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

6. Principio de sostenibilidad

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran. El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

Título V Protección Del Agua

Artículo 79 Vertimiento de agua residual

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marítima sobre la base del cumplimiento de los ECA-Agua y los LMP. Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización. En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto.

En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas.

D.S. N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones Complementarias. (ANA, 2017)

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

D. S. N° 008-2020-SA que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID.
(MINSa, 2020)

Artículo 1.- Declaratoria de Emergencia Sanitaria

1.1 Declárese en Emergencia Sanitaria a nivel nacional, por el plazo de noventa (90) días calendario, por la existencia del COVID-19, conforme a las razones expuestas en la parte considerativa del presente Decreto Supremo.

D. S. N° 044-2020-PCM que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19.

(PCM, 2020)

Artículo 1.- Declaración de Estado de Emergencia Nacional.

Declárese el Estado de Emergencia Nacional por el plazo de quince (15) días calendario, y dispóngase el aislamiento social obligatorio (cuarentena), por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19.

Artículo 7.- Restricciones en el ámbito de la actividad comercial, actividades culturales, establecimientos y actividades recreativas, hoteles y restaurantes

7.1. Dispóngase la suspensión del acceso al público a los locales y establecimientos, a excepción de los establecimientos comerciales minoristas de alimentación, bebidas, productos y bienes de primera necesidad, establecimientos farmacéuticos, médicos, ópticas y productos ortopédicos, productos higiénicos, grifos y establecimientos de venta de combustible. Se suspende cualquier otra actividad o establecimiento que, a juicio de la autoridad competente, pueda suponer un riesgo de contagio.

D. S. N° 080-2020-PCM que aprueba la reanudación de actividades económicas en forma gradual y progresiva dentro del marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. (PCM, 2020)

Artículo 1.- Aprobar la “Reanudación de actividades”

1.1 Apruébese la “Reanudación de Actividades” conforme a la estrategia elaborada por el Grupo de Trabajo Multisectorial conformado mediante la Resolución Ministerial N° 144-2020-EF/15, la cual consta de cuatro (04) fases para su implementación, las que se irán evaluando permanentemente de conformidad con las recomendaciones de la Autoridad Nacional de Salud.

1.2 La Fase 1 de la “Reanudación de Actividades” referida en el numeral precedente, se inicia en el mes de mayo del 2020, y sus actividades se encuentran detalladas en el Anexo que forma parte del presente Decreto Supremo.

ANEXO: Actividades incluidas en la Fase 1 de la “Reanudación de Actividades”

Minería e industria

1. Explotación, beneficio, almacenamiento, transporte y cierre de minas del estrato de la gran minería y, proyectos en construcción de interés nacional e hidrocarburos.
2. Insumos para la actividad agropecuaria.
3. Pesca industrial (consumo humano indirecto).
4. Producción temporal: órdenes de compra (exportaciones) vencidas y por vencer.
5. Industrias de vidrio, forestal (maderable u no maderable), papel y cartón, plásticos y hielo ampliación de textil y confecciones, maquinaria y equipo.
6. Industria metalmecánica
7. Sustancias químicas básicas y abono y servicios complementarios a agricultura (para actividades esenciales).

Construcción

Servicios y turismo

Comercio

III Método

3.1 Tipo de Investigación

La investigación planteada es del tipo descriptivo y diseño no experimental. La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo y cualitativo ya que se recolectarán datos mediante instrumentos de toma de muestra de agua superficial (Hernández et al., 2014).

El tipo de investigación es descriptivo, ya que no se pretende manipular ninguna de las variables intervinientes, se determinará la calidad del agua del río Rímac basados en 10 parámetros, (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO5, Nitritos, Nitratos, Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo), y compararlos con los estándares de calidad ambiental, teniendo un contexto de su comportamiento en la emergencia sanitaria COVID-19.

En cuanto al diseño de investigación, será un diseño no experimental, ya que será sistemática y empírica en la que la variable independiente no se manipula. En cuanto a su temporalidad, será longitudinal ya que se recolectarán datos de monitoreos del año 2015 al 2021. Su propósito será descriptivo ya que solo se evaluará la capacidad de la calidad del río Rímac en el tramo que comprenden desde el Km N°15 de la Av. Ramiro Prialé hasta la desembocadura del Río Rímac en el Océano Pacífico.

3.2 **Ámbito temporal y espacial.**

El ámbito temporal y espacial lo constituye la cuenca baja del río Rímac. Como parte del desarrollo de la presente investigación se ha basado en el análisis multitemporal de los resultados de las concentraciones de los 10 parámetros ambientales tomados en cuenta para la evaluación de la calidad del agua superficial del ámbito de estudio bajo el contexto del marco de la emergencia sanitaria COVID-19.

3.2.1 *Temporal*

La tesis se desarrolló en los años 2020 al 2022 con información cuantitativa entre los años 2015 al 2021, actualizando dicha información temática y metodológica al mismo año, con

datos obtenidos de campo de acuerdo a los puntos de monitoreo que señala la presente investigación considerado el análisis multitemporal de los resultados de las concentraciones de los 10 parámetros ambientales considerados para la evaluación de la calidad del agua superficial del ámbito de estudio bajo el contexto del marco de la emergencia sanitaria COVID-19.

3.2.2 Espacial

El estudio políticamente se ubica entre los distritos de Callao, Carmen de la Legua, San Martín de Porres, Cercado de Lima, Rímac y San Juan de Lurigancho y El Agustino, que corresponden a la provincia y región del Callao y Lima, espacialmente se ubica en la cuenca baja del río Rímac, se extiende sobre el cauce del río por una extensión de 20 Km, dicha área se ubica dentro de las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 4

Coordenadas de ubicación del área de estudio.

Área de la Zona de Estudios	Puntos Extremos	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S	
		Este	Norte
100.00 has con una longitud de río de 20,000 metros	Noroeste	265,913.9958 m	8,669,957.8697 m
	Noreste	284,230.8185 m	8,669,957.8697 m
	Suroeste	284,230.8185 m	8,667,598.8849 m
	Sureste	265,913.9958 m	8,667,598.8849 m

Figura 2

Ubicación del área de estudio



3.2.2.1 Ubicación.

La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, al encontrarse dentro de ella la Gran Capital, desempeñando un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético, existiendo en ella 5 centrales hidroeléctricas importantes. La cuenca del río Rímac se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de 5.508 msnm en el nevado Paca y aproximadamente a 127.02 km al noreste de la ciudad de Lima, desembocando en el océano Pacífico. La cuenca cubre una superficie total de 3,503.95 km², y tiene una longitud de 127.02 km. La parte alta y media se ubica principalmente en la provincia de Huarochirí y la parte baja en el área metropolitana de Lima y Callao. El río Rímac tiene dos subcuencas importantes, la del río Santa Eulalia y la del río San Mateo, al que también se le llama río Rímac. La cuenca tiene en total 191 lagunas entre naturales y reguladas (Rodríguez et al., 2013).

Conforme la cuenca se eleva de Lima hacia su fuente en la cordillera, el valle del río varía de un amplio plano costero, en el cual está situada Lima, a un perfil de valle bien definido que sirve de soporte a actividades agrícolas y a importantes centros de población tales como Vitarte, Chaclacayo, Chosica, Ricardo Palma y Matucana. En las partes más altas de la cuenca, al Este de Surco (altura de 2,200 m.s.n.m), el valle se vuelve extremadamente angosto con paredes laterales con un talud muy empinado y paisajes espectaculares. La cuenca baja del río Rímac tiene como punto de inicio el Distrito de Lurigancho – Chosica tomando como referencia las sgtes coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur: 316687 E, 8681112 N (Altura: 1000 msnm)

Este sector es la parte ancha del valle, donde están ubicadas las ciudades de Lima y Callao. En estas dos últimas cuencas se ubican 14 centrales hidroeléctricas, así como fábricas de productos químicos, textiles, papeleras, alimentos, curtiembres, materiales de construcción, cerveza, etc. El río Rímac pertenece a la vertiente del Pacífico, tiene como afluentes principales

a la quebrada El Carmen y los ríos Chinchán, Blanco, Aruri, Santa Eulalia y Huaycoloro. El río es un receptor de metales pesados provenientes de los desechos y relaves de las actividades mineras desarrolladas en la cuenca alta, de las actividades industriales de la cuenca media y baja y de las aguas residuales domésticas, vertidas sin tratamiento y generadas por los centros poblados de Lima, Vitarte, Chaclacayo, Chosica y Matucana.

Figura 3

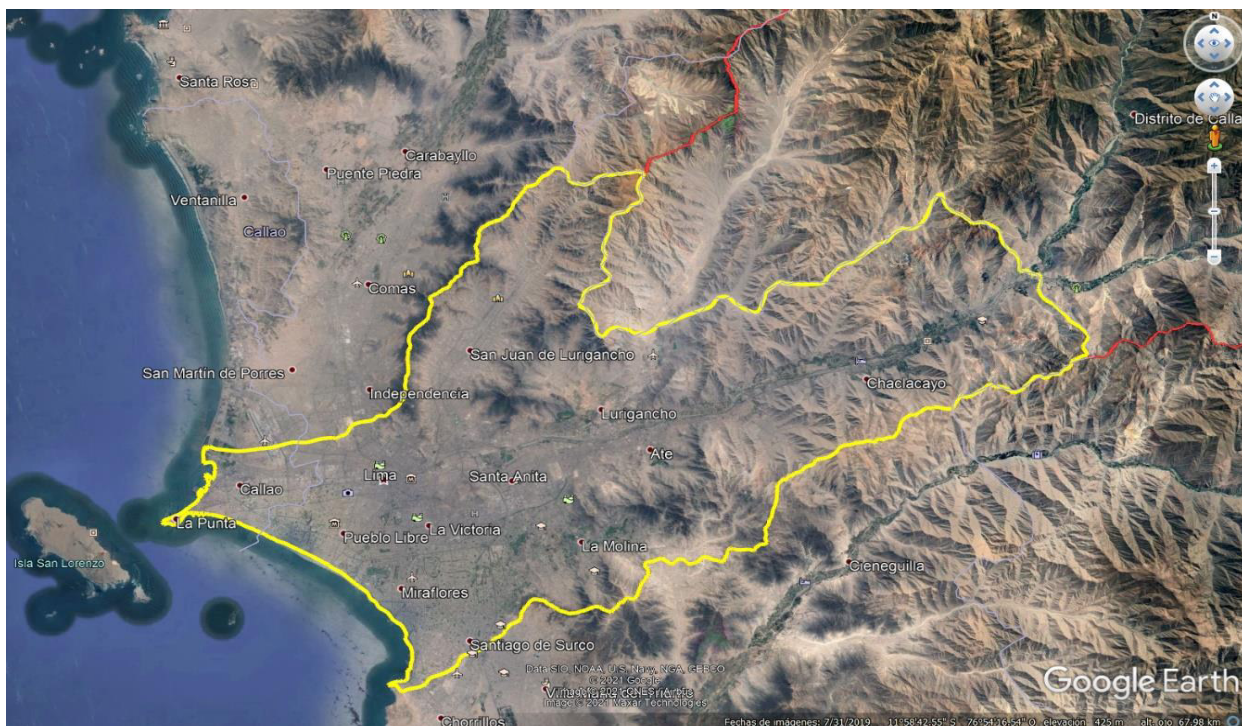
Ubicación Geográfica de la Cuenca del Río Rímac



Nota. Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac.

Figura 4

Imagen satelital de la cuenca baja del Río Rímac.

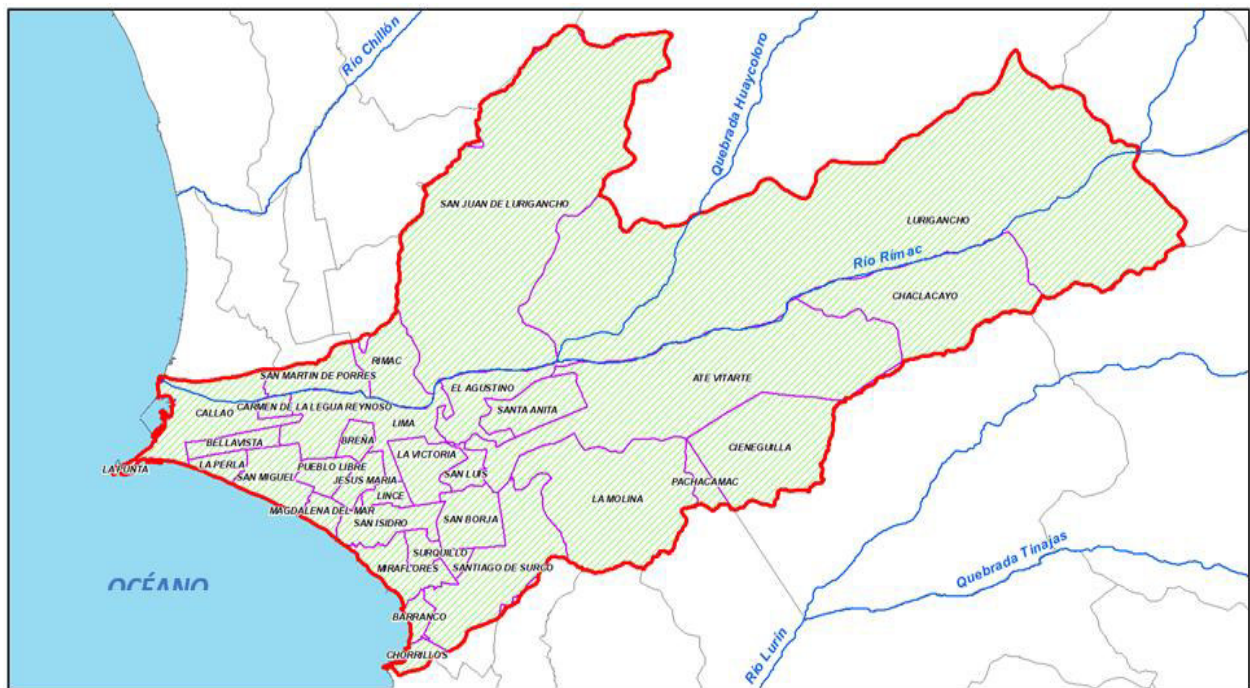


Nota. Google Earth, 2021.

Políticamente la cuenca del río Rímac se encuentra ubicada en su mayoría en el departamento de Lima; enmarcándose en la provincia de Lima, Huarochirí y Yauli respectivamente. Sin embargo, la cuenca media del río Rímac presenta una superficie de 805.87 km² empezando por el distrito de Lurigancho (Chosica) y terminando en el distrito de La Punta – Callao desembocando finalmente en el Océano Pacífico. El ámbito de estudio abarca un total de 32 distritos dentro de su jurisdicción territorial, tenemos:

Figura 5

Ubicación Geográfica de la Cuenca Baja del Río Rímac con total de distritos comprendidos.



Nota. IGN, ANA.

Tabla 5*Distritos del ámbito de estudio.*

Distritos	Área (Km²)
Barranco	2.71
Bellavista	4.57
Breña	3.21
Callao	20.01
Carmen de la Legua Reynoso	1.93
Chaclacayo	44.47
Chorrillos	2.74
Lurigancho (Chosica)	246.55
Cieneguilla	34.17
El Agustino	13.20
Jesús María	4.35
La Molina	48.50
La Perla	3.29
La Punta	0.68
La Victoria	9.13
Lima	21.53
Lince	2.75
Magdalena del Mar	3.22
Miraflores	9.00
Pachacamac	3.55
Pueblo Libre	4.63
Rímac	12.13
San Borja	10.38
San Isidro	9.66
San Juan de Lurigancho	139.49
San Luis	3.49
San Martín de Porres	9.26
San Miguel	9.58
Santa Anita	10.76
Santiago de Surco	29.21
Surquillo	4.63
Ate Vitarte	83.09
Total área (Km²)	805.87

Nota. Censo INEI, 2017.

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca del río Rímac, es la Administración Local de Agua Chillón-Rímac-Lurín, que depende de la Autoridad Nacional del Agua-ANA, adscrita al Ministerio de Agricultura.

3.2.2.2 Accesibilidad.

La vía principal se inicia de la ciudad de Lima, esta vía permite la conexión a las carreteras panamericana norte, sur y carretera central, que comunica hacia el Norte a las ciudades de Huacho, Chimbote; hacia el Sur a las ciudades de Cañete, Ica y hacia el Este a las ciudades de Jauja, Huancayo; respectivamente. La cuenca del río Rímac es recorrida por la carretera central (pavimentada), que se inicia de la ciudad de Callao, pasando por las ciudades Chosica, Ricardo Palma, Matucana, San Mateo, Chicla y Ticlio. Mientras, otra carretera afirmada se inicia desde Chosica-Santa Eulalia hasta los distritos de Laraos, Carampoma y continúa a la laguna Milloc y se conecta finalmente a la carretera central.

3.3 Variables

Tabla 6

Variables Dependiente e Independiente de la Investigación.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Variable Independiente			
Análisis multitemporal de parámetros ambientales	Análisis e interpretación de información de un área específica en un rango establecido de años (mensual, trimestral, anual etc.) para un tema de evaluación en específico.	Se determina mediante el análisis de las concentraciones de los parámetros ambientales considerados.	Unidad temática en ha
Variable Dependiente			
Calidad ambiental del agua superficial de la Cuenca Baja del Río Rímac.	La calidad ambiental del agua superficial se determina con el análisis de la concentración de los elementos físico-químicos, microbiológicos, metales pesados (Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio)	Se determina mediante el monitoreo ambiental, siguiendo el protocolo nacional de monitoreo de la calidad del agua superficial.	Concentración de elementos microbiológicos según el ECA Agua en unidades NMP/100ml Concentración de metales pesados según el ECA Agua en unidades mg/L

3.4 Población y Muestra

La población corresponde al volumen total de agua de la cuenca baja del río Rímac. los diferentes monitoreos llevados a cabo por la Autoridad Nacional del Agua – ANA durante los años 2015 al 2019 (50 estaciones de monitoreo en total) y el monitoreo realizado en mayo 2021 en el marco de la reactivación económica ante la emergencia Sanitaria COVID-19.

Los monitoreos realizados fueron tomados en 6 puntos comprendidos en la cuenca baja del río Rímac. Los datos extraídos de estos monitoreos han servido de mucha importancia para la evaluación de la calidad ambiental del agua superficial en el ámbito de estudio. Sin embargo, la muestra asciende aproximadamente a 360 L de agua superficial correspondiente a la cuenca baja del río Rímac, donde se evaluó 10 parámetros ambientales considerados para determinación de la calidad del agua superficial del ámbito de estudio (Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes, DQO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo).

3.5 Instrumentos

3.5.1 Instrumentos:

Los instrumentos por emplear para el desarrollo del presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Trabajos de investigación anteriores en caso existiese,
- Ficha de campo de recolección de datos
- Manifiesto de muestreo de Agua
- Software ArcGis
- Métodos estandarizados de muestreo de calidad de agua.

3.5.2 Fuentes

Las fuentes que se consultaron para el presente trabajo de investigación son las siguientes, tenemos:

- Informes de monitoreo de calidad de agua.
- Normativas nacionales
- Artículos de investigación
- Observatorio Hidrológico del ANA

3.5.3 Técnicas

Las técnicas que se consultaron para el presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Técnicas de muestreo
- Protocolo de monitoreo de calidad de agua superficial
- Análisis de muestras
- Observación en campo.

3.6 Procedimientos

Para la realización del presente estudio se recurrió al método de evaluación integrada del medio biótico, apoyándonos en la elaboración de mapas de ubicación de puntos de monitoreo y reconocimiento de campo. Asimismo, se aplicará de manera complementaria la recolección y análisis respectivo de cada una de las muestras de agua superficial.

El procedimiento consta de 3 etapas: Etapa de pre-campo, Etapa de campo y Etapa de post campo.

3.6.1 Etapa de pre Campo

Esta etapa se realizó la recopilación de información de monitoreos de calidad de agua superficial solicitados en el portal transparencia de la Autoridad Nacional del Agua - ANA; y el pre análisis de los datos de los informes de monitoreos realizados en la cuenca baja del río Rímac en los años 2015 al 2019.

Así como también se recopilará información de fuentes contaminantes y extracciones de uso de agua para riego agrícola obtenidas de la ANA

Elección del área de estudio. Para este fin, se localizó un sistema acuático aparentemente alterado durante muchos años por motivos de actividad industrial y antrópica, y que por efectos del confinamiento social a causa del COVID-19 presentó una recuperación aparente en su calidad de agua superficial. En tal sentido se consideró tomar las aguas de la cuenca baja del río Rímac una zona altamente afectada por descarga de efluentes mineros, industriales que se desarrollan en las inmediaciones de la presente área de estudio.

Ubicación de puntos de monitoreo. En base al análisis de los datos recopilados de la ANA se encontró en la necesidad de tomar muestras de la parte baja debido a que no se realizaron monitoreos por parte del ANA, por lo tanto, se determinó realizar 6 puntos de monitoreo basándose en el criterio de accesibilidad y equidistancia entre los mismos, con la ayuda de mapa hidrográfico de la cuenta y el software Google earth para la definición de la ubicación de los puntos de monitoreo.

Tabla 7

Puntos de Monitoreo en el río Rímac – Cuenca baja.

Puntos de Monitoreo 10/05/2021	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-01: ALTURA AV. RAMIRO PRIALE – H 10:40	18L	0288429	8670432
CA-02: INGRESO A SAN JUAN DE LURIGANCHO – H 11:55	18L	0281046	8669069
CA-03: FRENTE A CENTRAL TÉRMICA SANTA ROSA – H 12:50	18L	0280813	8668322
CA-04: CERCA AL PUENTE FAUCETT – H 13:40	18L	0271653	8668226
CA-05: PUENTE GAMBETA – H 14:10	18L	0268472	8668444
CA-06: 200 m. DE LA DESEMBOCADURA RÍO RIMAC – H 14:30	18L	0266802	8669018

3.6.2 Etapa de Campo

Esta etapa comprende la intervención en campo, para el recojo de información una vez de identificado de manera previa el área de estudio y sus respectivos puntos de monitoreo, Se procedió con la recopilación de muestras de agua de la cuenca baja en el mes de mayo el mes

en el cual se reanudaban todas las actividades económicas que habían sido puestas en para por el confinamiento social.

Las muestras de agua que se recogieron sirvieron para analizar parámetros tales como:

- **PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS:** DQO, DBO5, Nitritos, Nitratos
- **PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:** Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes
- **METALES PESADOS:** Mercurio, Arsénico, Cadmio, Plomo

Preparación y transporte de materiales y equipos. Los implementos que se usaron fueron frascos nuevos de plástico blanco y vidrio ámbar para la toma de muestras, cada uno identificado y etiquetado, en cantidades de acuerdo al tipo de parámetro a analizar.

- Se prepararon los envases dentro de un Cooler utilizado para la conservación de las muestras, así como también se ubicó un gel refrigerante para el retorno del punto de monitoreo hasta el centro de determinación y análisis respectivo.
- El GPS y demás equipos utilizados para la ubicación y medición de los parámetros en campo, fueron calibrados y empacados con la debida protección para evitar daños.
- Se empleó un tablero de madera como base de apoyo para el registro de los datos en las hojas de campo.
- Una cámara fotográfica y celulares para el registro de imágenes que se consideren relevantes para evidenciar el levantamiento de campo.
- Se utilizó en todo momento los EPP para la recolección de muestras.
- El monitoreo se empezó a las 7 de la mañana en el primer punto de monitoreo
- El traslado a todos los puntos de monitoreo se realizó con una camioneta Pick Up, para seguridad del personal y equipos.

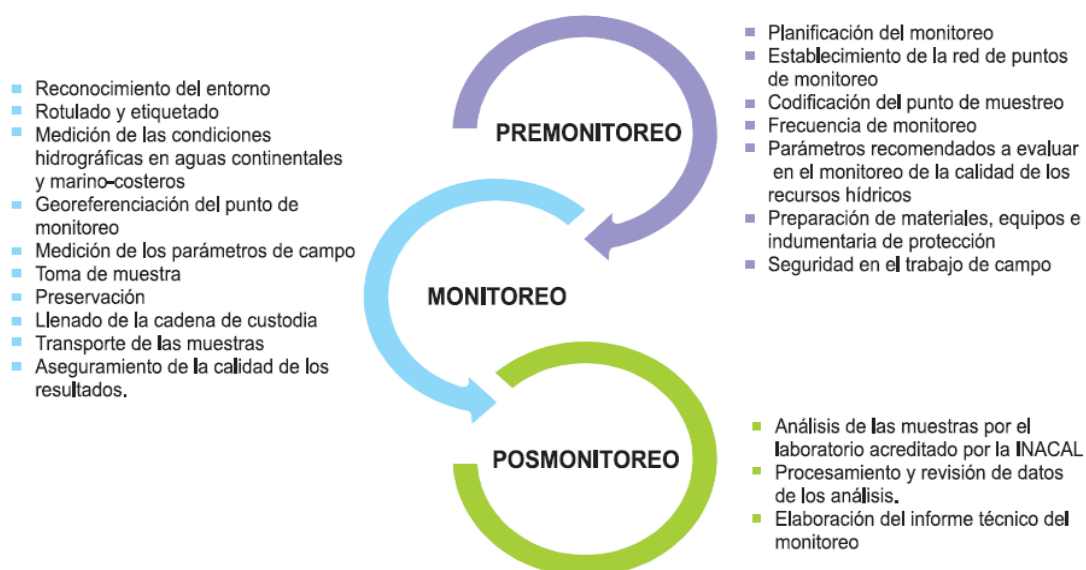
- El recorrido trazado para la recopilación de muestras en la cuenca baja de las aguas del río Rímac, se realizó en sentido del curso del río.
- Los puntos de monitoreo en el río Rímac fueron 06.
- Finalizando el monitoreo para cada punto designado, con su correspondiente registro fotográfico, se procedió a almacenar en el cooler las muestras tomadas.

Se realizó el reconocimiento en campo y con la ayuda de un GPS calibrado se empezó con la ubicación del primer punto de monitoreo, y con la ayuda de la unidad de transporte nos permitió desplazarnos a cada punto de monitoreo siguiendo el curso del río hasta llegar al último punto que se dio a 200 m. de la desembocadura del río Rímac al océano Pacífico ingresando por la margen izquierda de la base Naval.

El criterio tomado como referencia para la recopilación de las muestras fue basado en el protocolo nacional de monitoreo de calidad de los recursos hídricos (R.J. 010-2016-ANA).

Figura 6

Protocolo para el muestreo de la calidad de recursos hídricos.



Nota. Protocolo nacional de monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales (p.31).

En cada punto de monitoreo se realizó la toma de muestra puntual en la mitad del cauce del río con la presencia del mayor caudal y velocidad teniendo cuidado de no levantar los sedimentos que yacen en la parte inferior del cauce del río para no alterar el análisis de las concentraciones de la muestra de agua superficial.

Nos ubicamos de perfil en un ángulo de 90° y tomamos la muestra, asegurando la seguridad y salud de los monitoristas tomando en cuenta los protocolos de bioseguridad plasmados en el plan para la vigilancia COVID -19 en cada punto de monitoreo.

Al realizar la toma de muestra en los puntos definidos se observó lo siguiente:

Tabla 8

Descripción de las muestras por puntos de monitoreo.

Puntos de Monitoreo 10/05/21	Observaciones Muestras
CA-01: ALTURA AV. RAMIRO PRIALE – H 10:40	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en dicho punto presenta ligera turbiedad y presencia de partículas de sólidos
CA-02: INGRESO A SAN JUAN DE LURIGANCHO – H 11:55	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto presenta turbiedad con presencia de sólidos y un ligero olor fétido.
CA-03: FRENTE A CENTRAL TÉRMICA SANTA ROSA – H 12:50	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, La coloración del agua en el punto es color verdoso oscuro con olor fétido y presencia de espuma.
CA-04: CERCA AL PUENTE FAUCETT – H 13:40	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, La coloración del agua en el punto es turbio, con bastante presencia de sólidos.
CA-05: PUENTE GAMBETA – H 14:10	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, la coloración del agua en el punto con ligera turbiedad, presencia de sólidos.
CA-06: 200 m. DE LA DESEMBOCADURA RÍO RIMAC – H 14:30	Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración verdosa del agua, ligera turbiedad, presencia de sólidos.

Se realizó la toma de fotografías de los puntos de monitoreos realizados y su entorno, extracciones de muestra de agua, y características morfológicas del río Rímac para determinar visualmente las posibles zonas de mayor contaminación dentro del área de estudio.

3.6.3 *Etapa de laboratorio*

El análisis de las muestras de agua natural recolectadas de la cuenca baja del río Rímac fueron realizadas en el laboratorio acreditado CERPER siguiendo los métodos siguientes:

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E1, 23 rd ed.2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC médium)

Coliformes totales (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B, 23 rd Ed.2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₆): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₆): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Nitratos: SMEWW-APHA-WEF. Part 4500-NO₃-E, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Cadmiun Reduction Method.

Nitritos: SMEWW-APHA-WEF. Part 4500-NO₂-B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method.

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2, Determination of selected elements including uranium isotopes.

3.6.4 *Etapa de post campo*

En esta etapa se procesa la información obtenida en el laboratorio y se analiza la concentración de los parámetros ya mencionados de las muestras de agua superficial recopiladas y, utilizando como herramienta principal el programa Ms Excel 2019, para el

registro y comparación de los datos de concentraciones de los parámetros de la calidad de agua superficial con los ECA Nacionales.

Así como también de los datos de los monitoreos obtenidos por la autoridad nacional del agua desde los años 2015-2019.

Obteniendo como resultados:

- El Análisis de la variación de la concentración de los parámetros microbiológicos, metales pesados y materia orgánica, durante y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 en la cuenca baja del río Rímac, en relación con los Estándares de Calidad Ambiental.
- La Identificación de la zona de mayor contaminación del agua superficial en las aguas del río Rímac en la parte baja de la cuenca basado en monitoreo y análisis de los parámetros microbiológicos, metales pesados y materia inorgánica antes, durante y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19.
- La evaluación la situación actual de la calidad de agua superficial de la cuenca baja del río Rímac antes, durante y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 por medio del análisis de los parámetros considerados en los puntos críticos determinados.

3.7 Análisis de datos

Se realizó el análisis de datos de carácter cuantitativos y se tomarán en cuenta los niveles de medición de las variables, aplicando la estadística que permitirá describir las características principales de las variables, utilizadas individualmente. El análisis y la descripción de las variables se realizó utilizando el programa MS Excel 2019; Además se usó para plasmar la estadística de manera descriptiva, tablas y gráficas de datos. Para presentar la distribución de los datos se empleó gráficas de ecuaciones lineales, con la finalidad de

identificar los valores que sobrepasan los ECA para cada uno de los parámetros físico-químicos y para los metales pesados luego de su determinación en laboratorio.

3.8 Consideraciones éticas

La ética profesional es la adecuada para sustentar una investigación libre de copia o plagio para ello se toma en cuenta las normas del Reglamento de grados y título de la universidad; los protocolos institucionales para la toma de la información documental, estadística o gráfica; la participación de terceros como los analistas de laboratorio y cualquier poblador que requiera ser informado en campo sobre la toma y recojo de muestras del río Rímac, así mismo se respeta las ideas, opiniones, de las personas que hagan consultas sobre la investigación.

De otro lado, se hará las citas de acuerdo con las normas APA 7ma Edic. 2020; sobre las citas de los autores enumerando sus nombres, apellidos, título, años de publicación y otros datos relevantes; o se hará la manipulación de datos históricos o actuales; no se incurrirá en plagios; adecuándose, en todo momento, al reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Federico Villarreal UNFV.

IV Resultados

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos de los monitoreos correspondientes a los años 2015 al 2021, y sus comparativas. Dichos resultados corresponden a las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos (Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO, Demanda Química de Oxígeno - DQO, Nitratos, Nitritos), parámetros inorgánicos (Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo); y parámetros microbiológicos (Coliformes termotolerantes y Coliformes totales) antes y después del marco de la emergencia sanitaria COVID-19 en la cuenca baja del río Rímac. Dichos resultados han sido comparados en relación a los Estándares de Calidad Ambiental, de acuerdo a lo indicado anteriormente los resultados fueron los siguientes:

4.1 Resultados de parámetros fisicoquímicos

4.1.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO5

A continuación, desde la *figura 7 a la 13*, se muestran las concentraciones de la DBO5 para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 7

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2015.

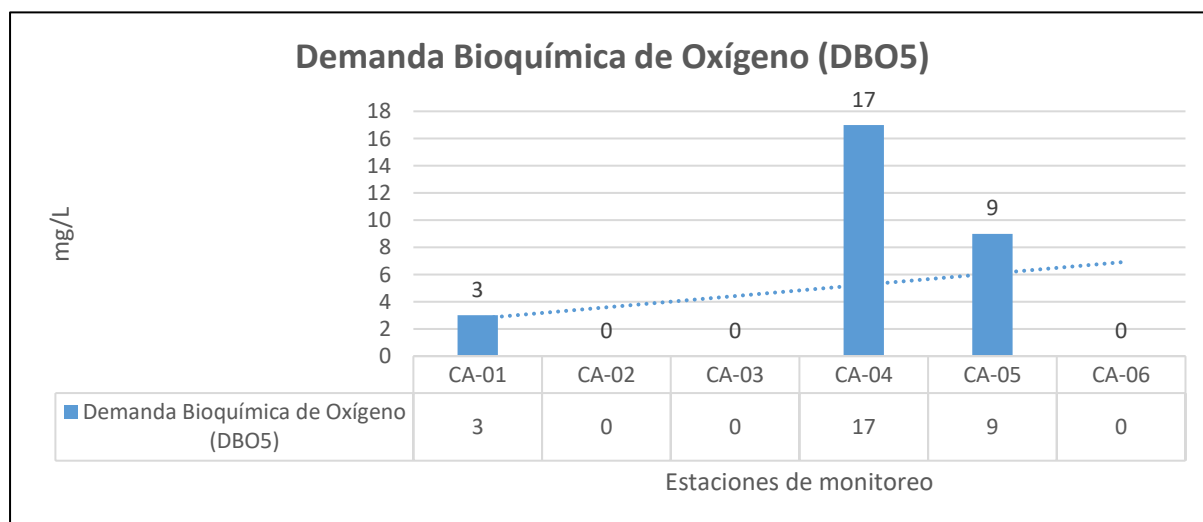


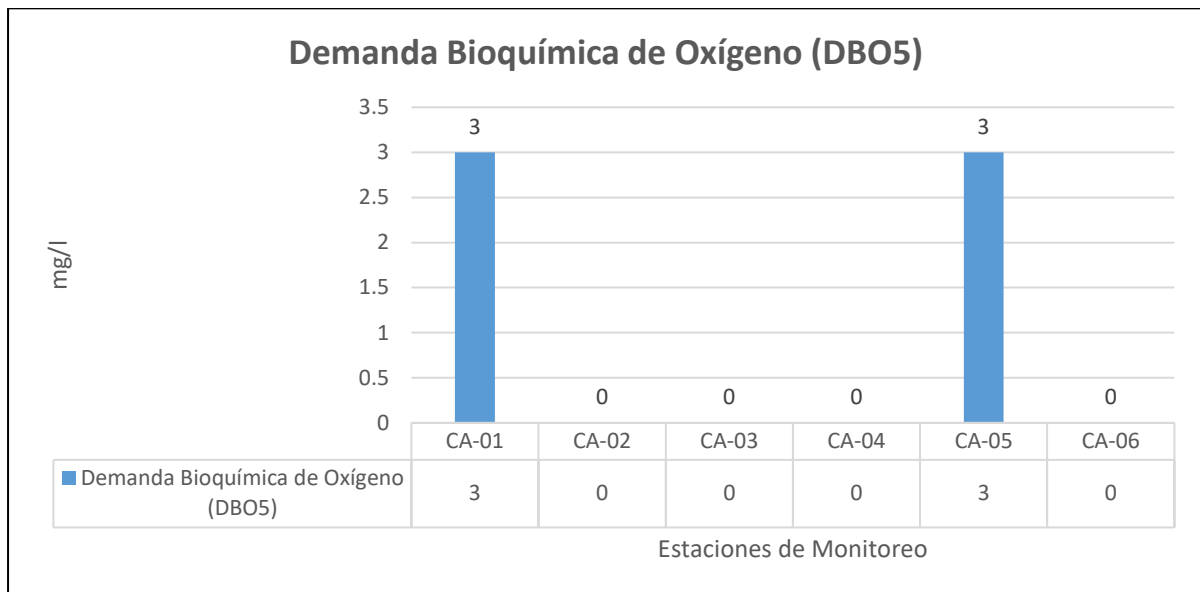
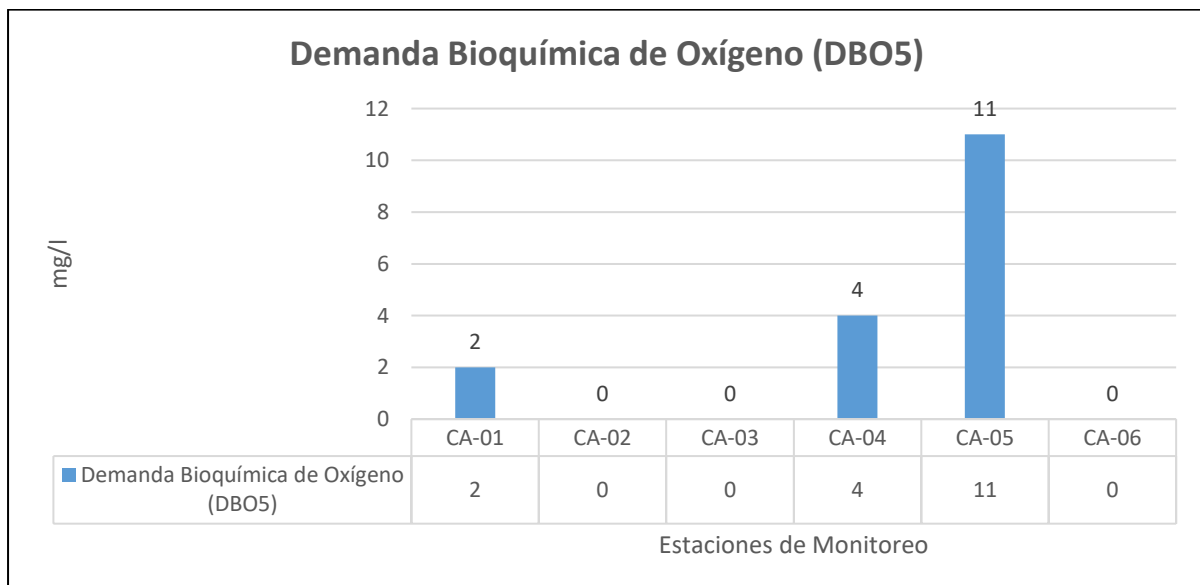
Figura 8*Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2016***Figura 9***Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2017*

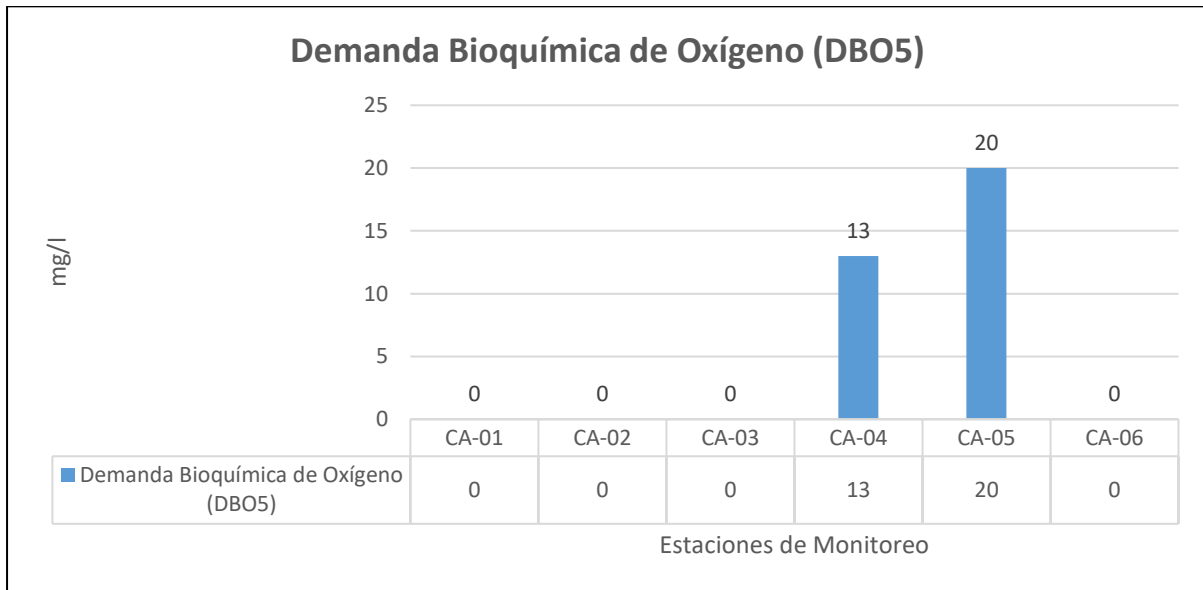
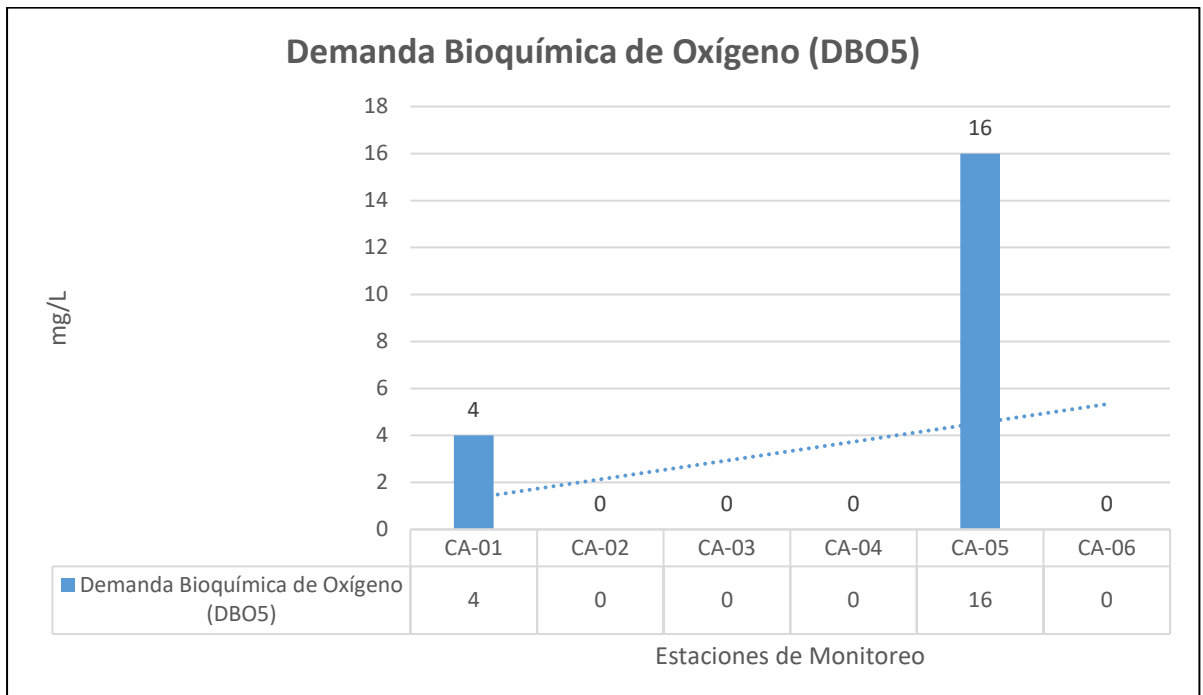
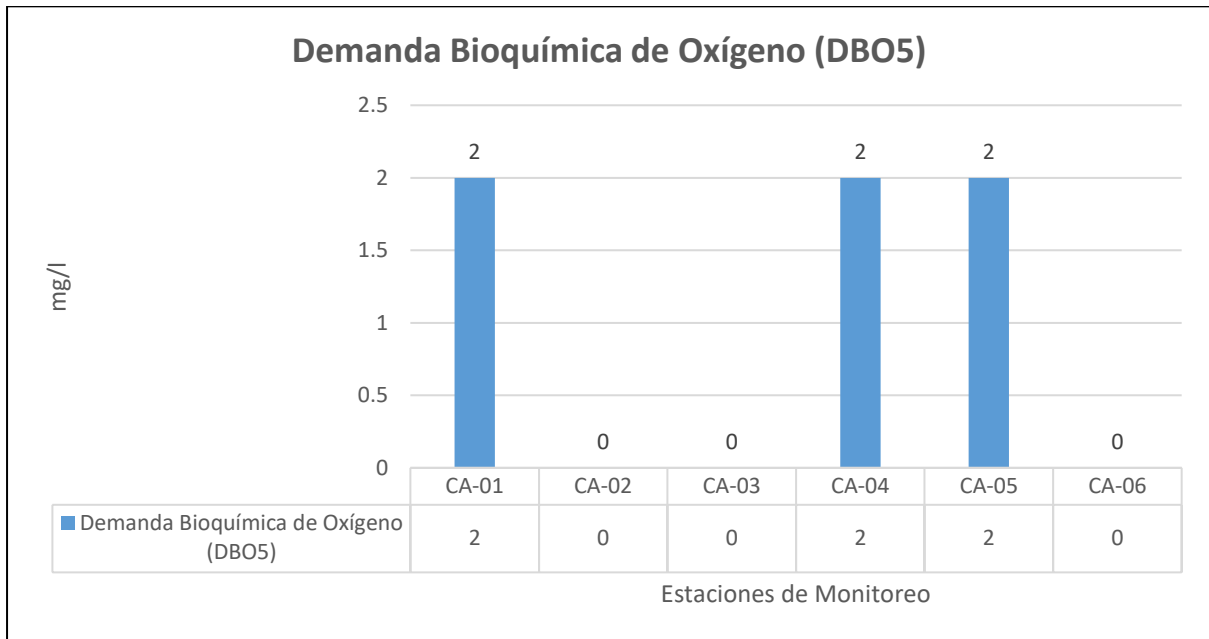
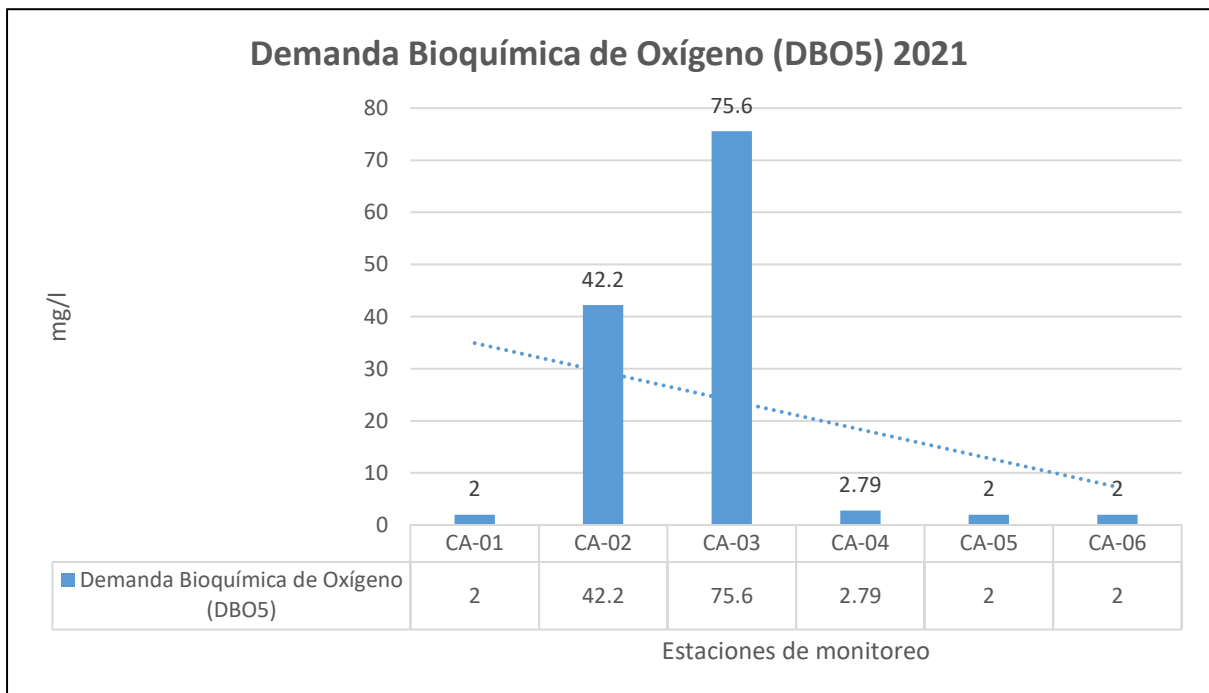
Figura 10*Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2018***Figura 11***Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2019*

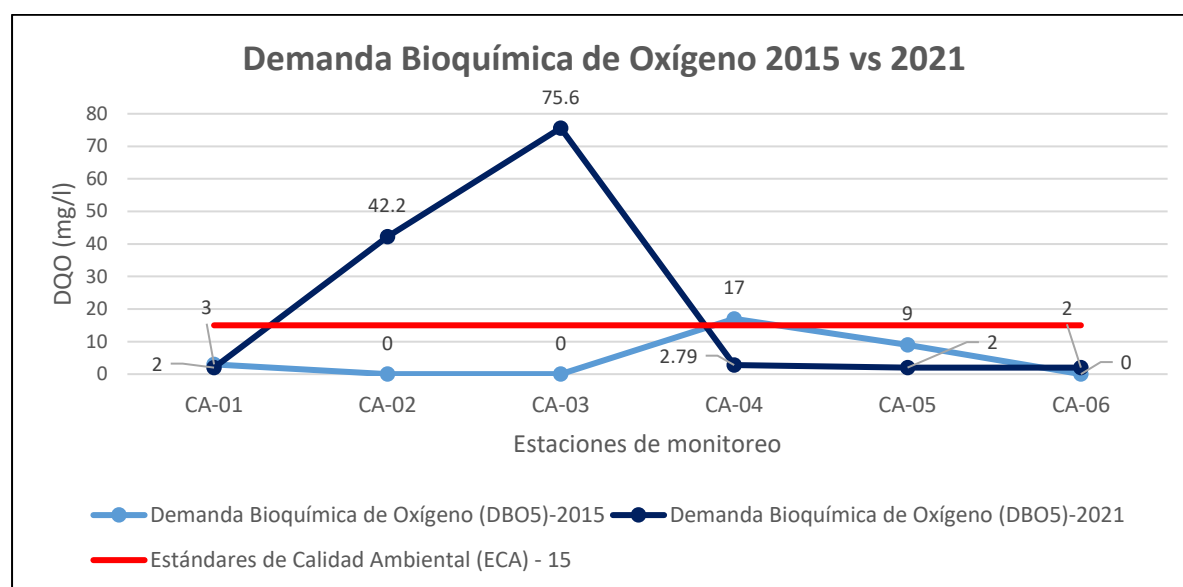
Figura 12*Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2020***Figura 13***Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5-2021.*

- Análisis comparativo de resultados para la DBO

A continuación, en las *figuras 14 al 19*, se muestran las concentraciones de la DBO5 para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 14

Comparativa de DBO5 2015 vs 2021.



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de DBO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo para el año 2015 tenemos 3mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 2mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar, que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se

presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 17mg/l de DBO excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Por lo antes indicado esto puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

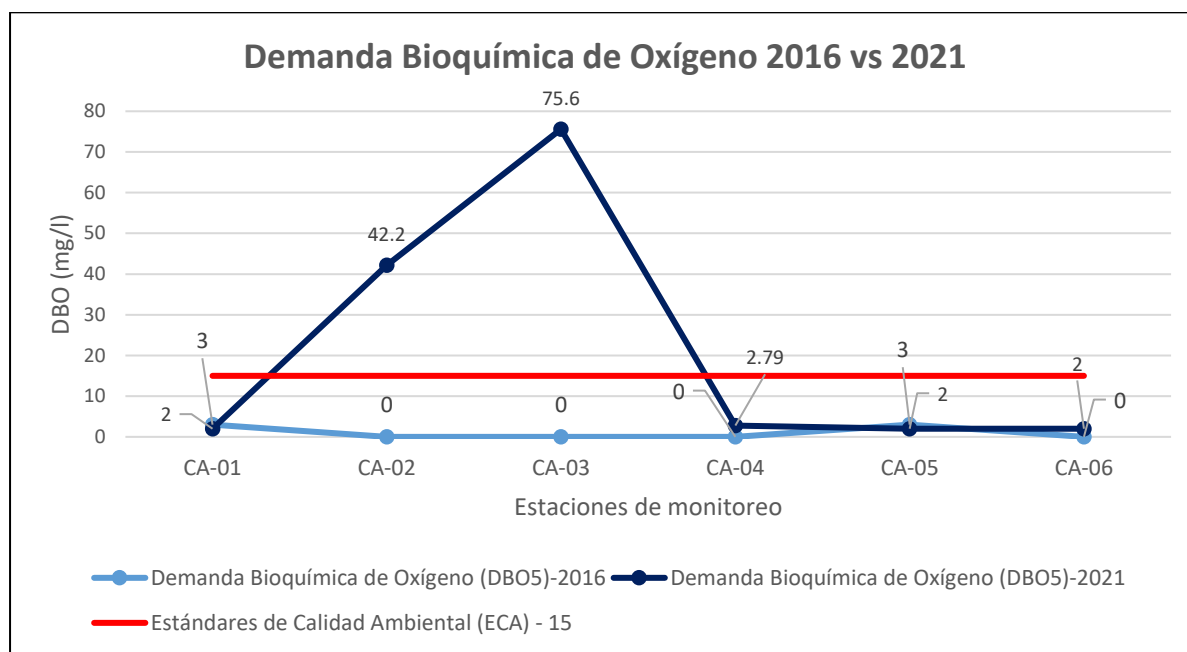
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 9 mg/l de DBO no excediendo el estándar de calidad ambiental, y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Cabe precisar que esto puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor menor al límite de detección 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 15

Comparativa de DBOs 2016 vs 2021.



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativa, por lo que sus concentraciones de DBO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo tenemos para el año 2016 tenemos 3mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 2mg/l. cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

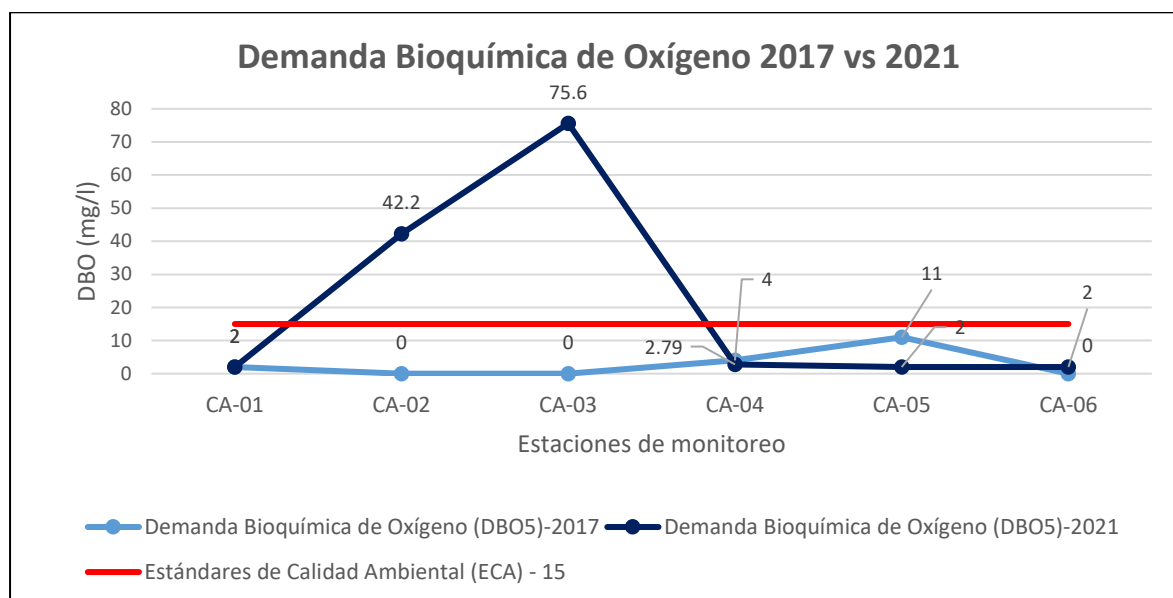
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 3 mg/l de DBO no excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 16

Comparativa de DBO₅ 2017 vs 2021.



Para la estación CA-01 se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativa, por lo que sus concentraciones de DBO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo tenemos para el año 2017 tenemos 2mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 2mg/l. cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones CA-02 y CA-03 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación CA-04 se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 4mg/l lo cual no excede el estándar de calidad ambiental pero si supera al año 2021 donde se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, esto puede ser a que en esta zona las industrias no vierten directamente al cuerpo de agua o tienen un adecuado tratamiento adicionalmente que en esta zona cuentan con servicio de alcantarillado impidiendo así las descargas.

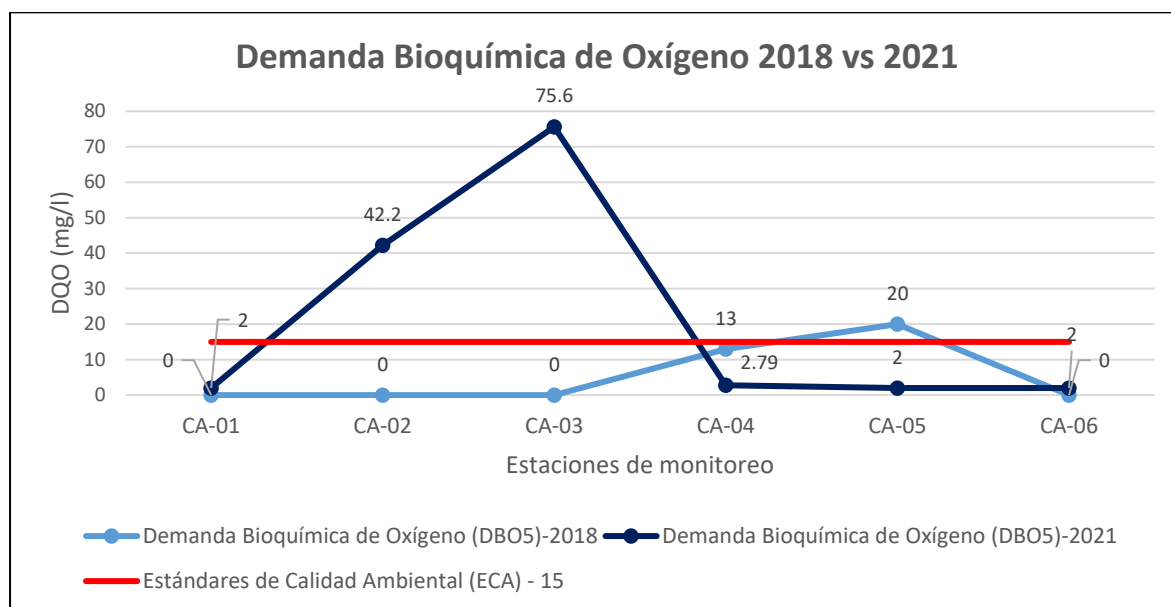
Para la estación CA-05 se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 11 mg/l de DBO no excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado al buen control de efluentes por parte de la actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación CA-06 se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 17

Comparativa de DBO₅ 2018 vs 2021.



Para las estaciones CA-01, CA-02 y CA-03 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación CA-04 se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 13 mg/l lo cual no excede el estándar de calidad ambiental, pero si supera al año 2021 donde se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, esto puede ser a que en el 2018 las industrias vertieron sus efluentes sin tratamiento o directamente al cuerpo de agua.

Para la estación CA-05 se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 20 mg/l de DBO no excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose en el año 2018 por encima del estándar de calidad ambiental.

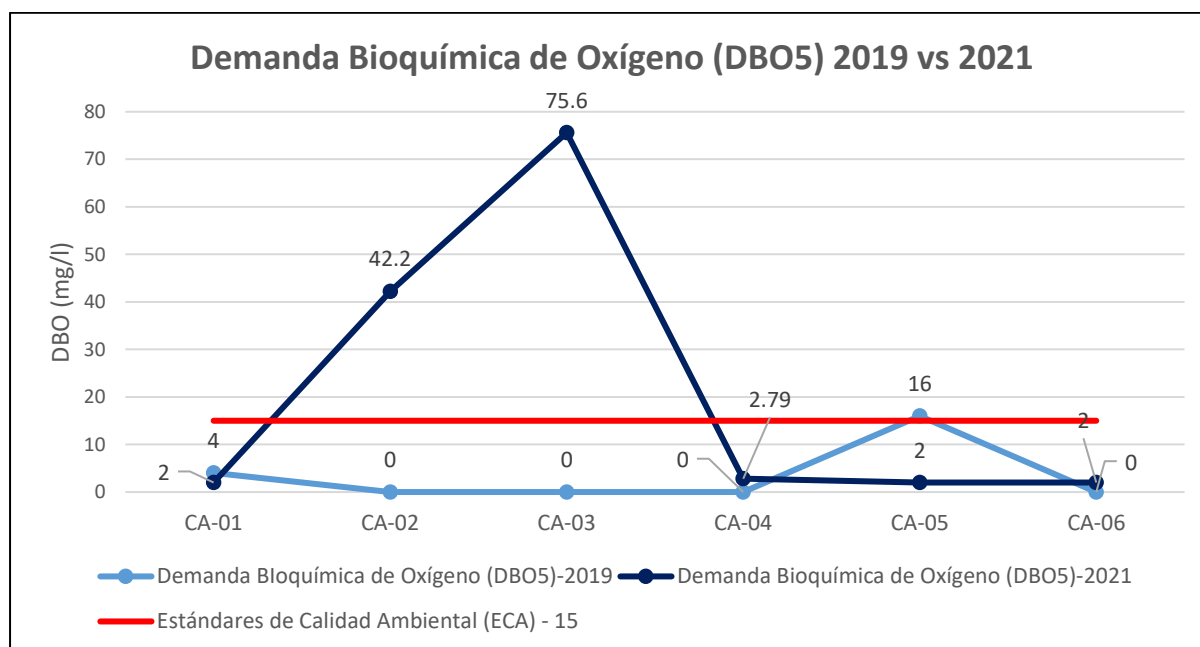
Lo cual puede estar asociado a un incremento en las descargas de efluentes industriales que no cuentan con tratamiento adecuado o son industrias que no cuentan con los permisos de vertimientos al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación CA-06 se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 18

Comparativa de DBOs 2019 vs 2021.



Para la estación CA-01 se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativa, por lo que sus concentraciones de DBO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo tenemos para el año 2019 tenemos 4mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 2mg/l. cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones CA-02 y CA-03 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación CA-04 se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos por lo cual no se puede establecer una comparación con el año 2021 donde se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, valor relativamente bajo debido al confinamiento social y el para de las actividades industriales a causa de la emergencia sanitaria COVID-19.

Para la estación CA-05 se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 16 mg/l de DBO excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado al buen control de efluentes por parte de la actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

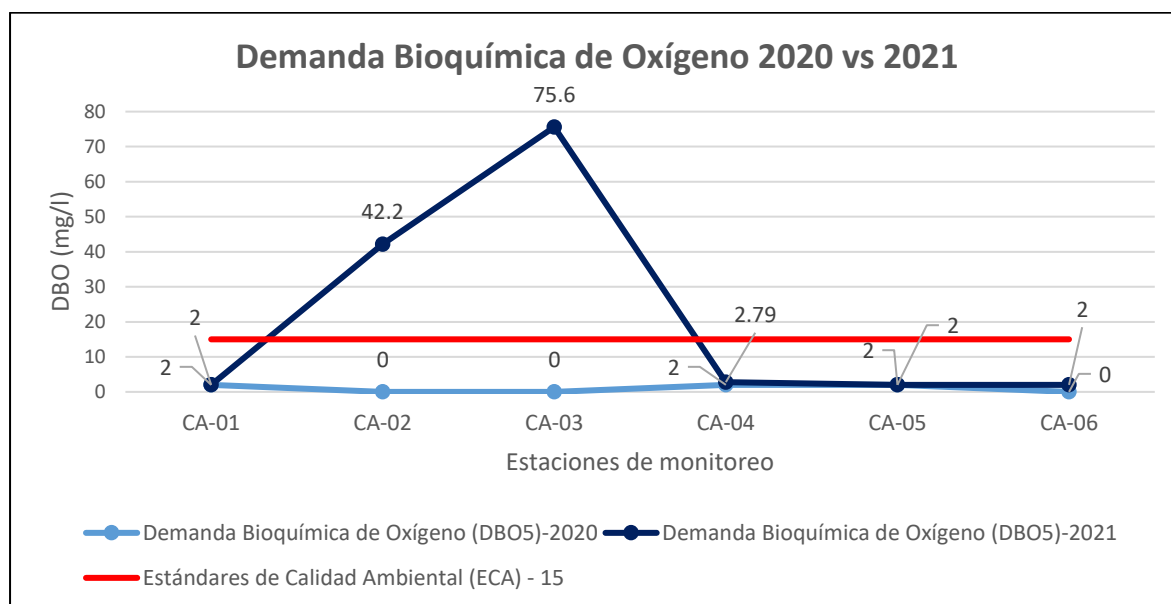
Para la estación CA-06 se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo,

en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 19

Comparativa de DBO5 2020 vs 2021.



Para la estación CA-01 se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativa, por lo que sus concentraciones de DBO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo tenemos para el año 2020 tenemos 2mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 2mg/l. cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones CA-02 y CA-03 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo,

en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 42.2 y 75.6 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado; presentes en el área de estudio.

Para la estación CA-04 se aprecia que para el año 2020 se aprecia un valor de 2 mg/l lo cual no excede el estándar de calidad ambiental. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2.79 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación CA-05 se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 2 mg/l de DBO no excediendo el estándar de calidad ambiental y para el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación CA-06 se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2 mg/l de DBO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental. Lo cual puede estar asociado a la infiltración y sedimentación de los contaminantes en el suelo, afectando las reservas de acuíferos presentes en el área de estudio. La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

4.1.2 Demanda Química de Oxígeno – DQO

A continuación, en la **figura 20 al 26**, se muestra la concentración de la DBO5 para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 20

Demanda química de oxígeno- DQO 2015

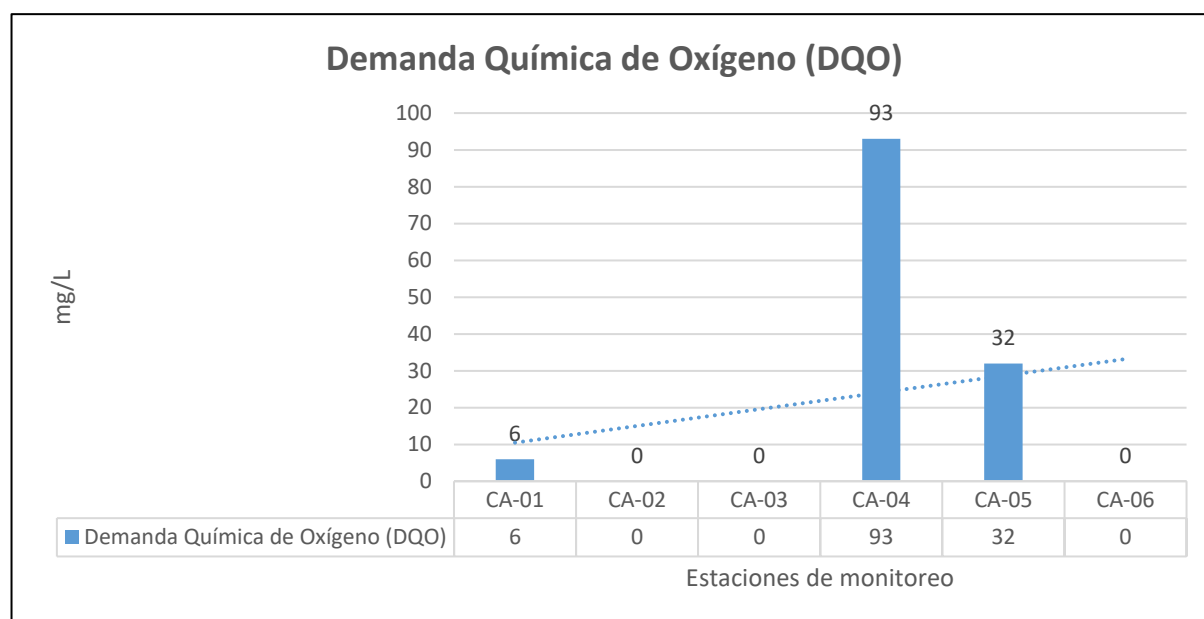


Figura 21

Demanda química de oxígeno- DQO 2016

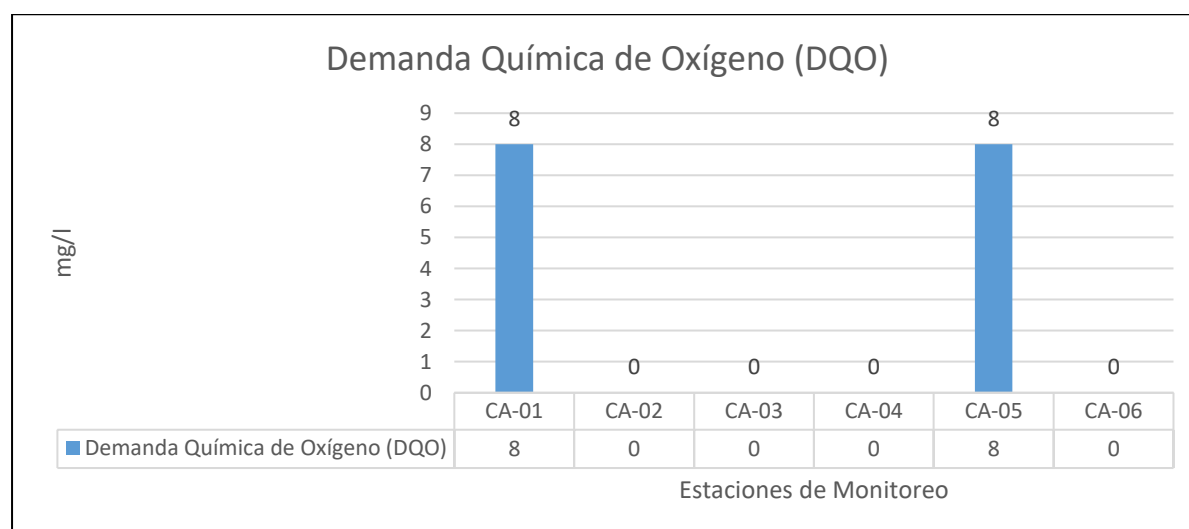


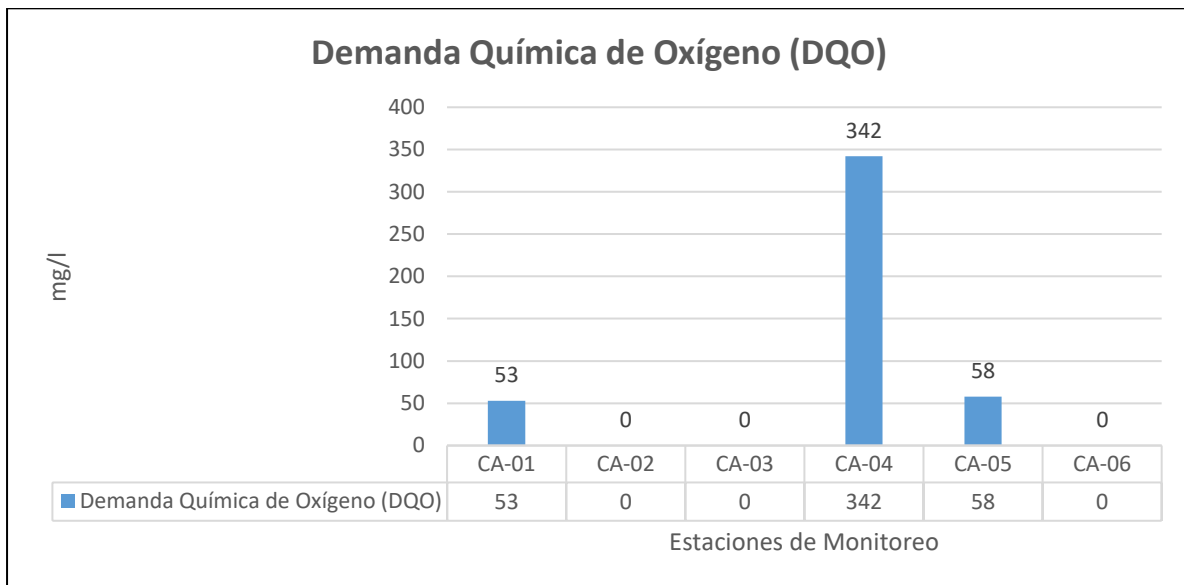
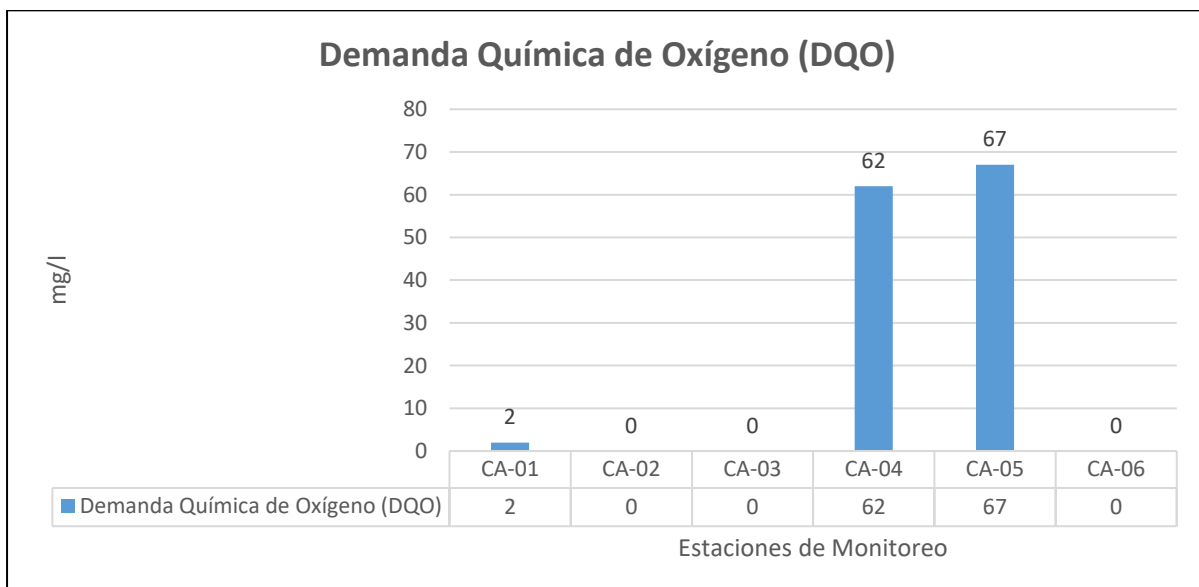
Figura 22*Demanda química de oxígeno- DQO 2017***Figura 23***Demanda química de oxígeno- DQO 2018*

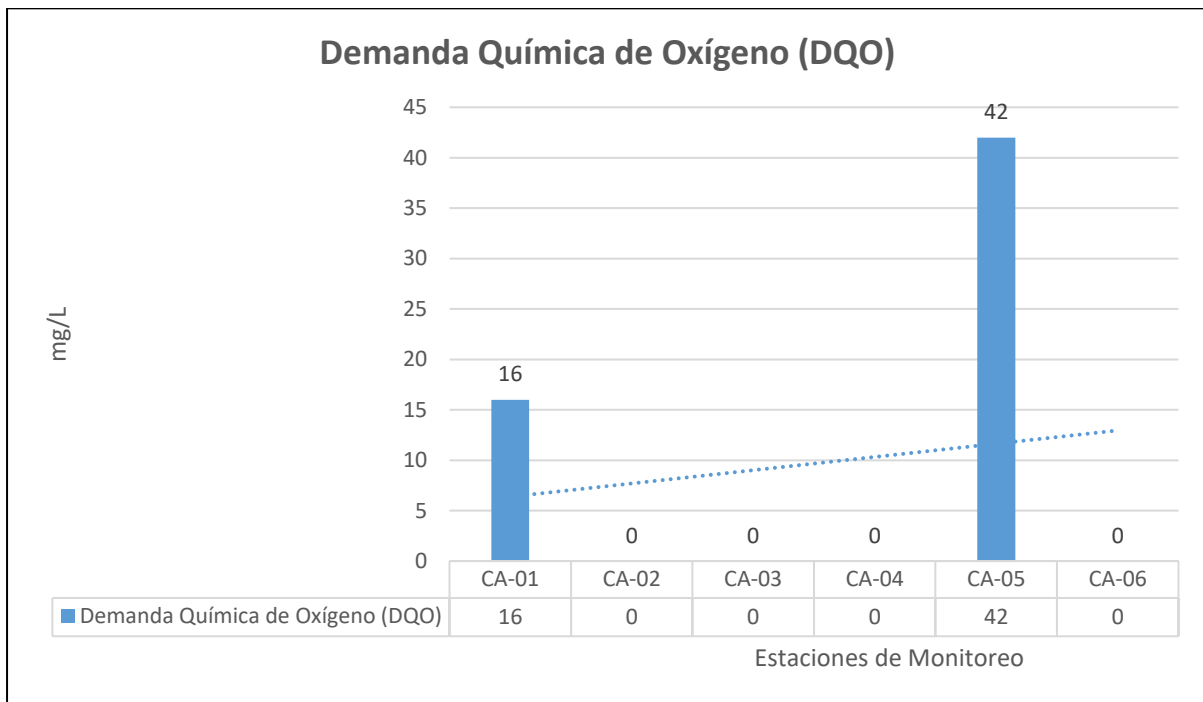
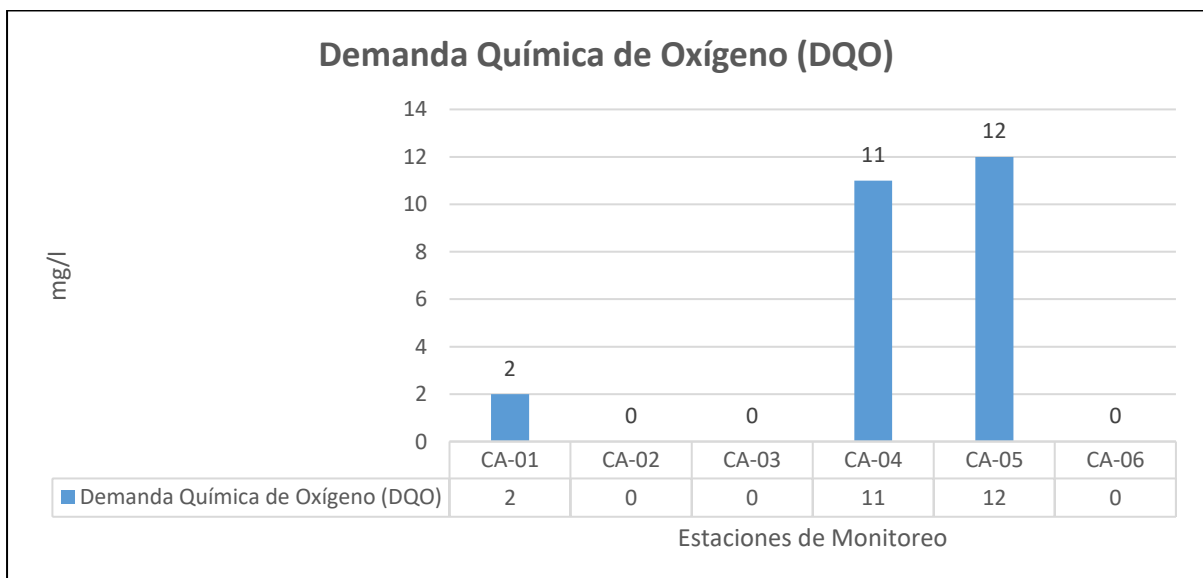
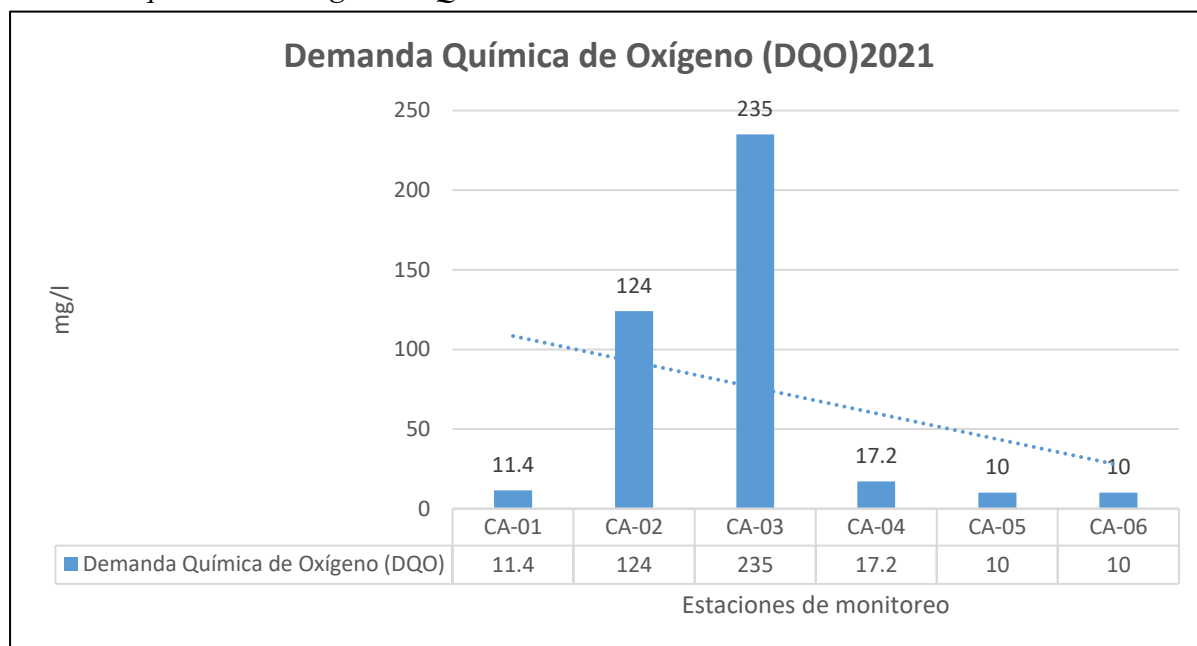
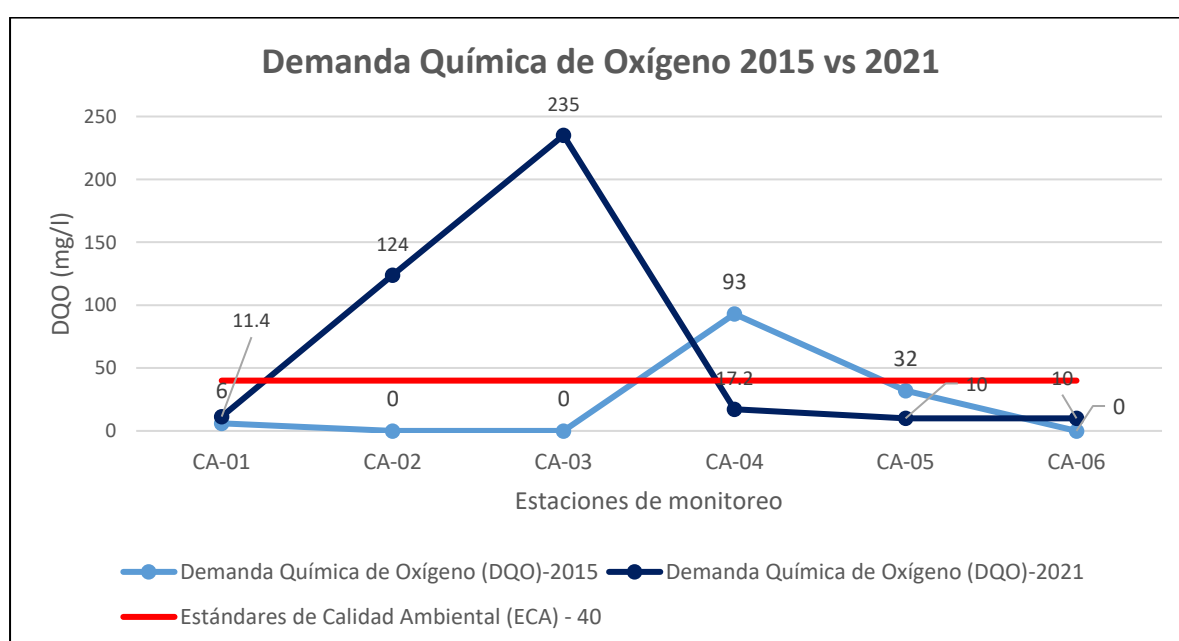
Figura 24*Demanda química de oxígeno- DQO 2019***Figura 25***Demanda química de oxígeno- DQO 2020*

Figura 26*Demanda química de oxígeno- DQO 2021***- Análisis comparativo de resultados para la DQO**

A continuación, en las *figuras 27 al 32*, se muestran las concentraciones de la DQO para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 27*Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2015 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de DQO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo para el año 2015 tenemos 6mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 93 mg/l de DQO excediendo el estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a los vertimientos no controlados de aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 32 mg/l de DQO no excediendo el estándar de calidad ambiental, asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de

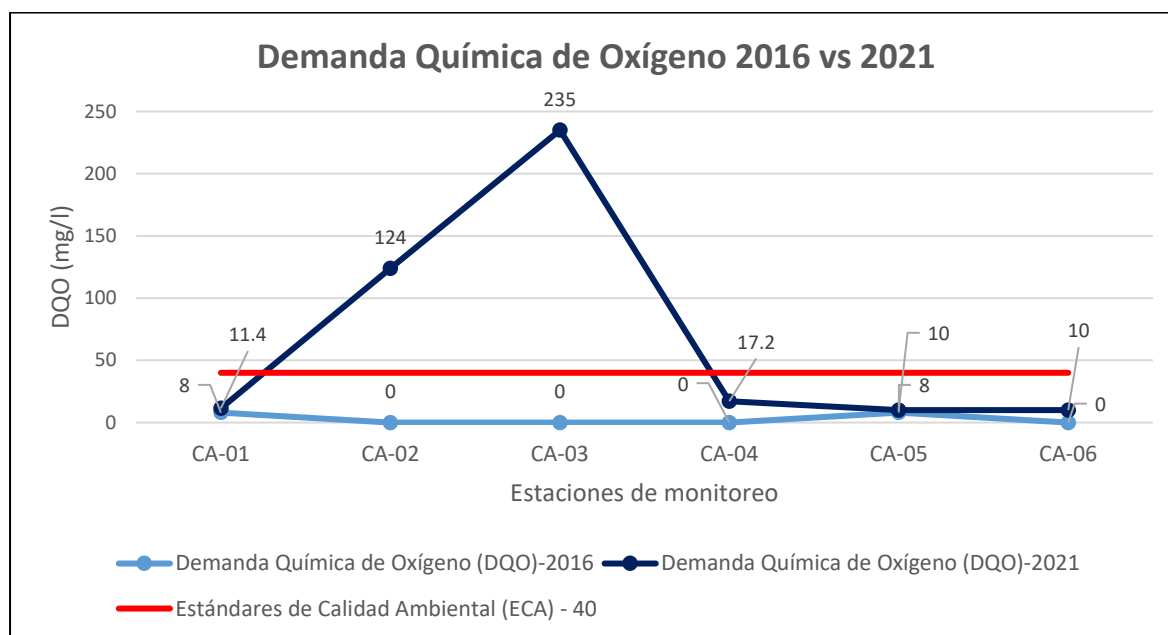
calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 28

Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima sus aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de DQO se encuentran relativamente bajas, así por ejemplo para el año 2016 tenemos 8 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que para ambos años

los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2016 no se realizaron monitoreos por parte de la ANA. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 8 mg/l de DQO no excediendo el estándar de calidad ambiental, asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

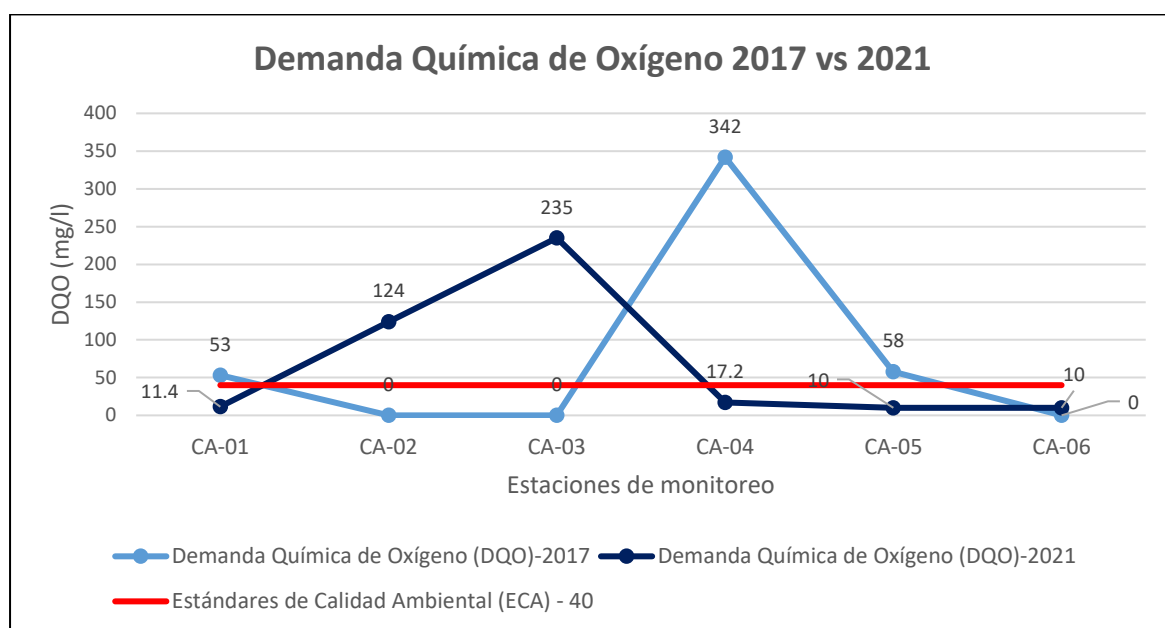
Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l

de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 29

Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que para el año 2017 la concentración de DQO fue de 53 mg/l, lo cual excede los estándares de calidad ambiental. Se presume que este exceso es debido a una mayor carga de contaminante debido a un incremento en los vertimientos provenientes de la cuenca media por causa de industrias informales y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que, para este último año, el nivel registrado no excede los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las

concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 la concentración registrada fue 342 mg/l, valor que excede el estándar de calidad ambiental de manera significativa, se presume que este nivel de contaminación fue debido a un mayor nivel de vertimiento por parte de las industrias en dicha estación de monitoreo. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

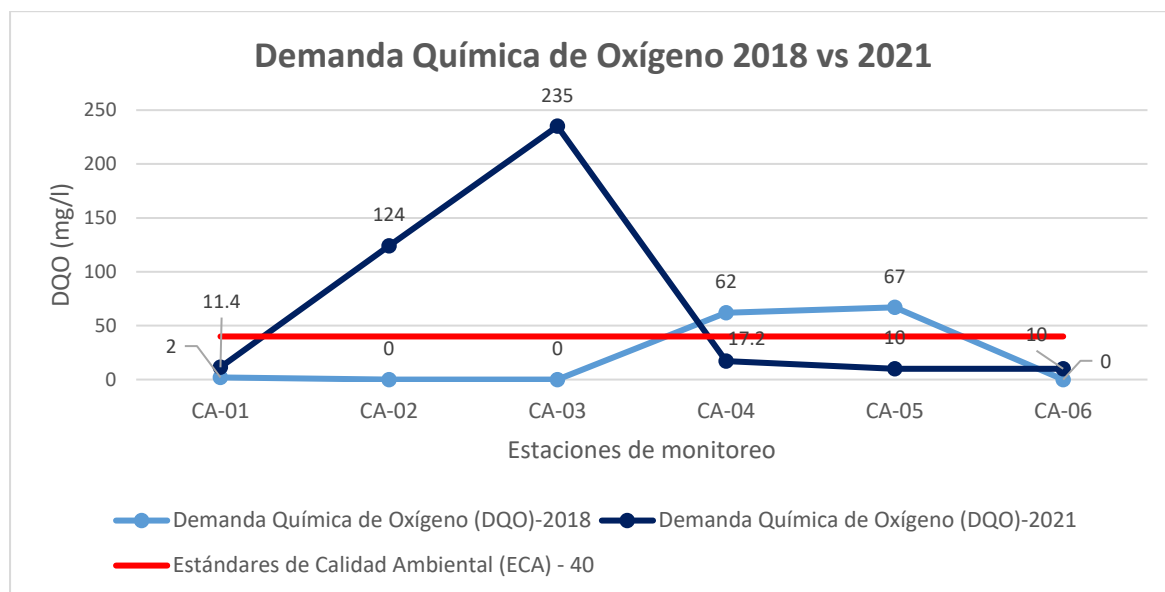
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 58 mg/l de DQO excediendo el estándar de calidad ambiental, asociado posiblemente a la existencia de vertimientos informales por parte de industrias informales asentadas cerca a la estación de monitoreo. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 30

Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que para el año 2018 la concentración de DQO fue de 2 mg/l, lo cual no excede los estándares de calidad ambiental. Se presume que a este nivel de la cuenca los vertimientos no son significativos y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que, para este último año, el nivel registrado no excede los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de

efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 la concentración registrada fue 62 mg/l, valor que excede el estándar de calidad ambiental de manera significativa, se presume que este nivel de contaminación fue debido a un mayor nivel de vertimiento por parte de las industrias en dicha estación de monitoreo. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

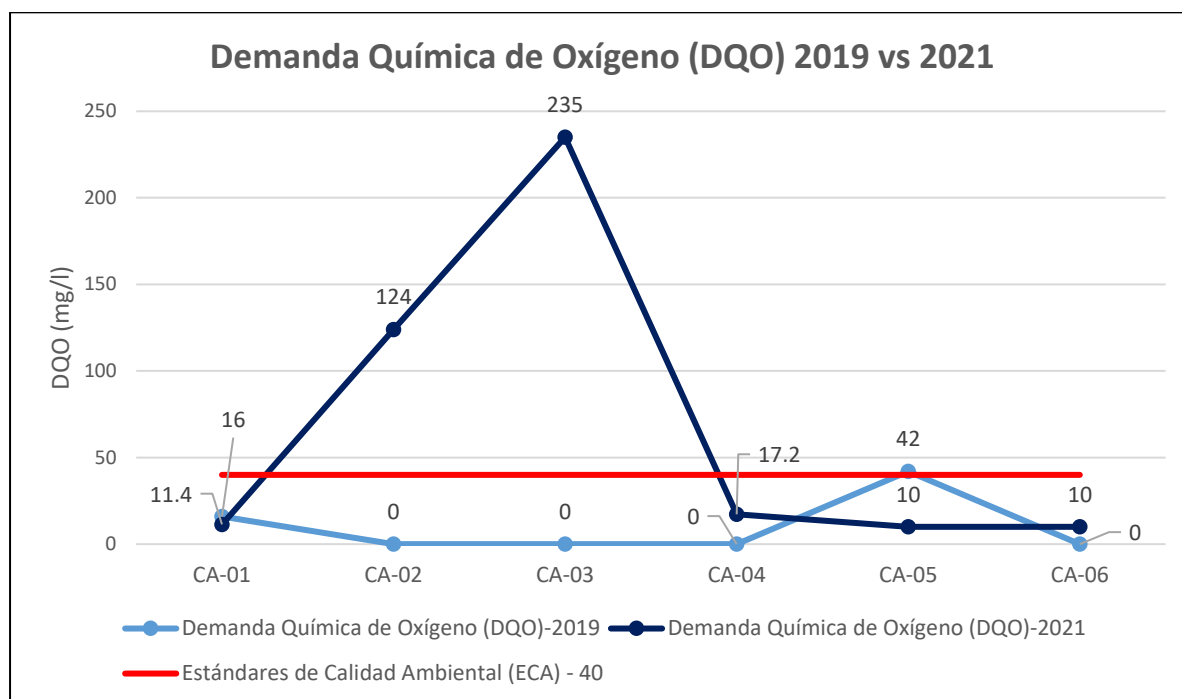
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 67 mg/l de DQO excediendo el estándar de calidad ambiental, asociado posiblemente a la existencia de vertimientos informales por parte de industrias informales asentadas cerca a la estación de monitoreo. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 31

Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que para el año 2019 la concentración de DQO fue de 16 mg/l, lo cual no excede los estándares de calidad ambiental. Se presume que a este nivel de la cuenca los vertimientos no son significativos y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que, para este último año, el nivel registrado no excede los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo para esta estación. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

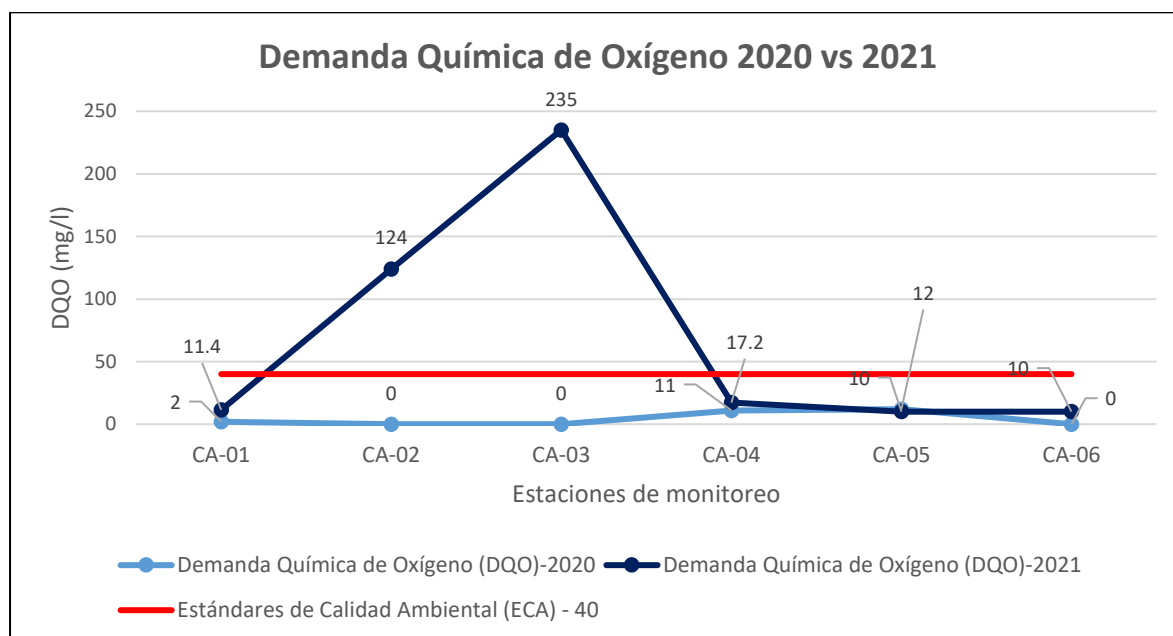
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 42 mg/l de DQO excediendo el estándar de calidad ambiental, asociado posiblemente a la existencia de vertimientos informales por parte de industrias informales asentadas cerca a la estación de monitoreo. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

Figura 32

Comparativa de Demanda química de oxígeno- DQO 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que para el año 2020 la concentración de DQO fue de 2 mg/l, lo cual no excede los estándares de calidad ambiental. Se presume que a este nivel de la cuenca los vertimientos no son significativos y para el año 2021 tenemos una concentración de 11.4 mg/l. Cabe precisar que, para este último año, el nivel registrado no excede los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 124 y 235 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos se excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a los vertimientos directos o con inadecuado tratamiento de efluentes de industrias informales, y a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado presentes en el área de estudio.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 la concentración registrada fue 11 mg/l, valor que no excede el estándar de calidad ambiental. Para el año 2021 se registró un valor de 17.2 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 12 mg/l de DQO, no excediendo el estándar de calidad ambiental. Para el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 10 mg/l de DQO, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias.

4.1.3 Nitratos NO₃-

A continuación, en la **figura 33 al 38**, se muestra la concentración de nitratos para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

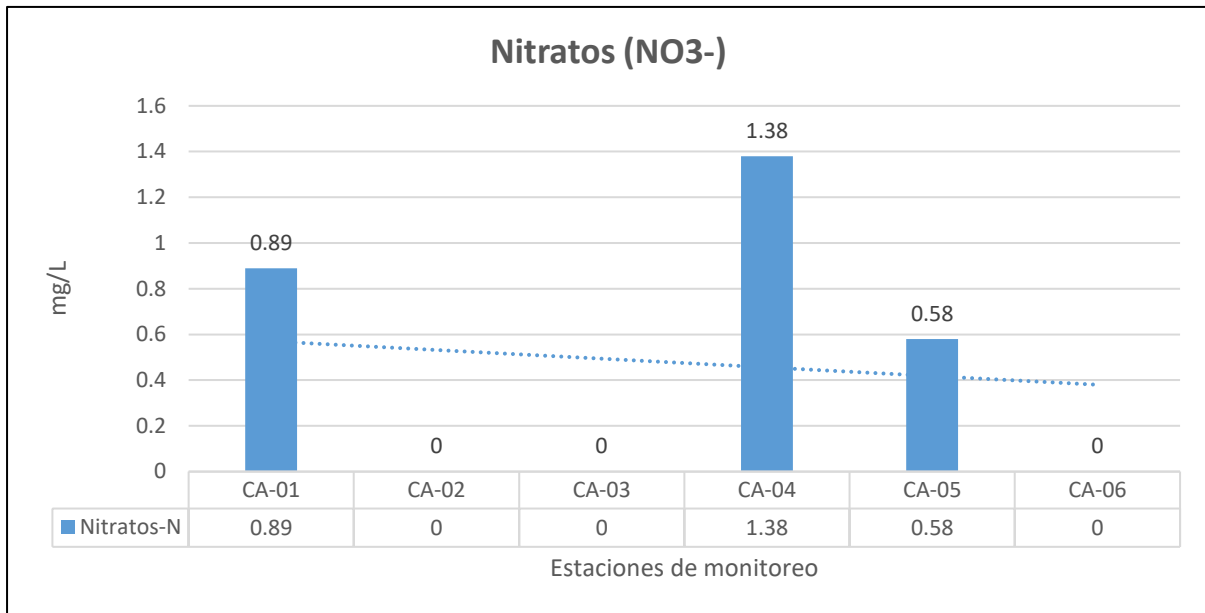
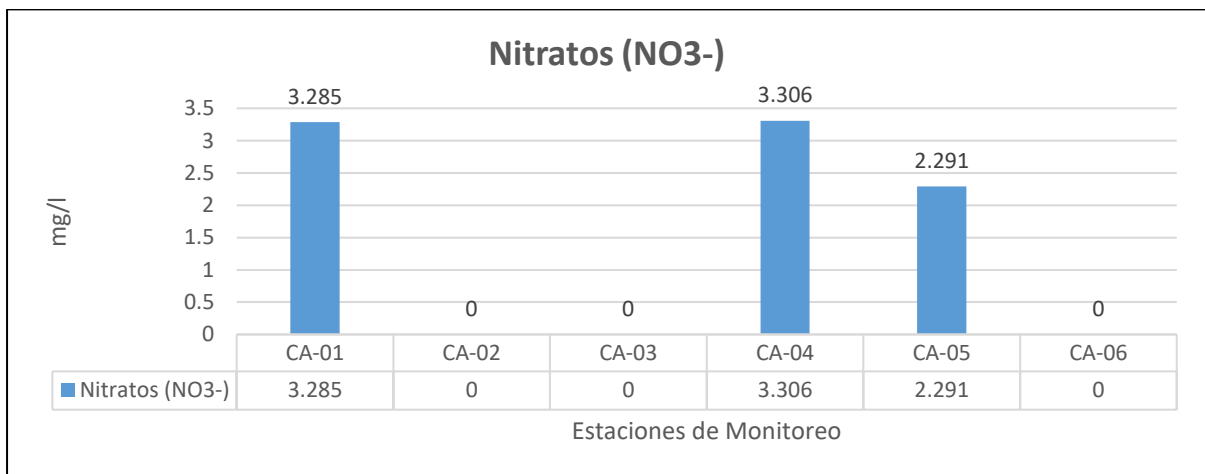
Figura 33*Nitratos (NO₃-) 2015***Figura 34***Nitratos (NO₃-) 2017*

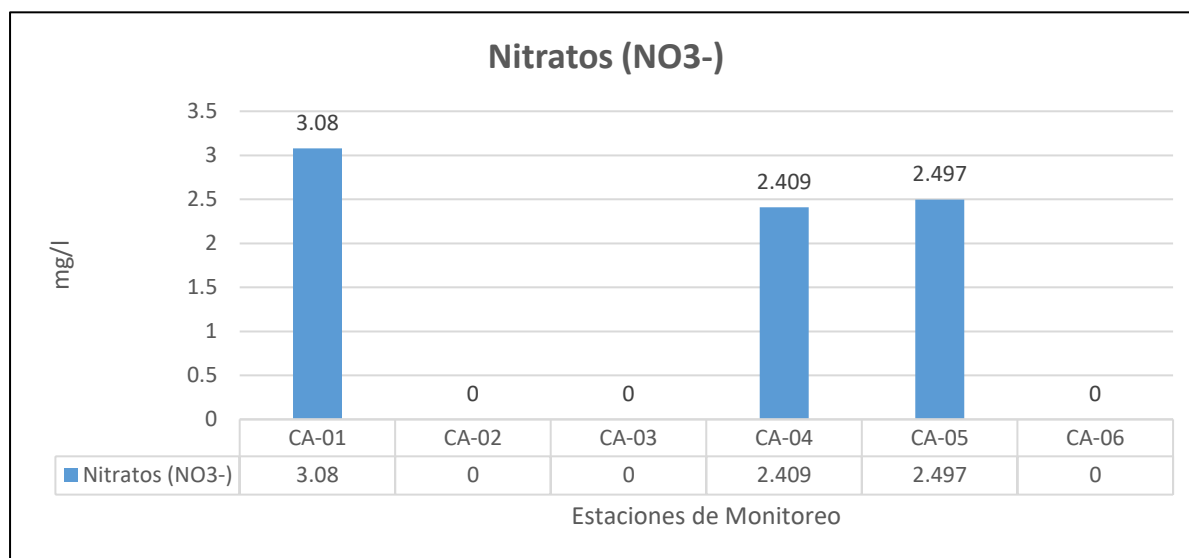
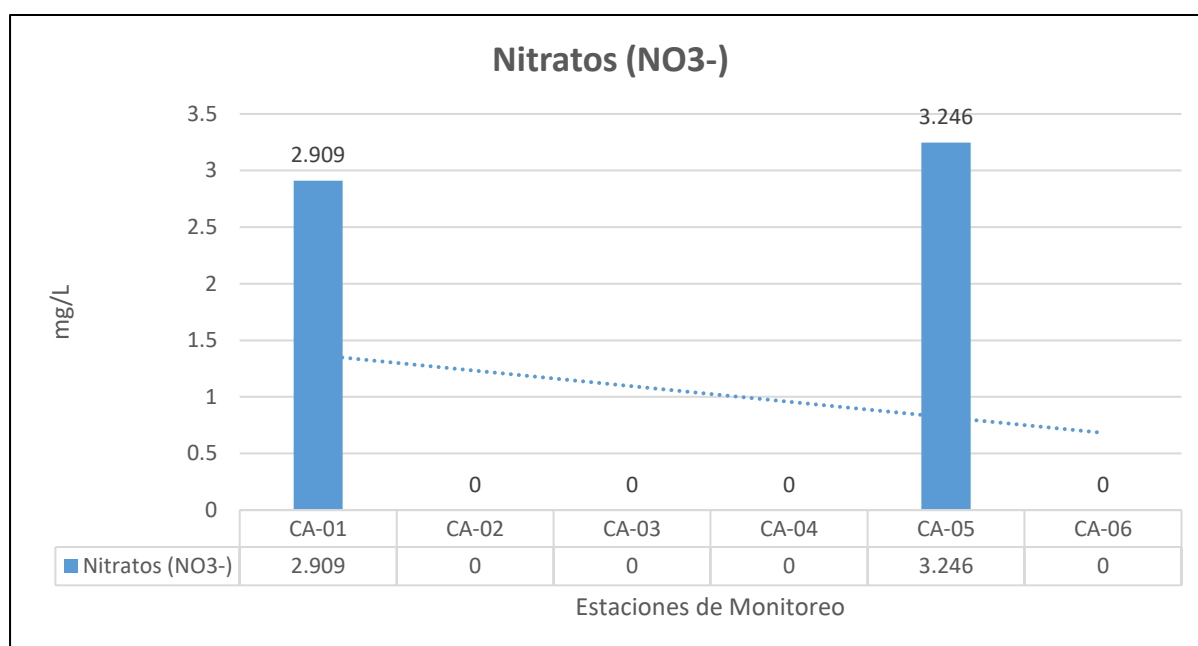
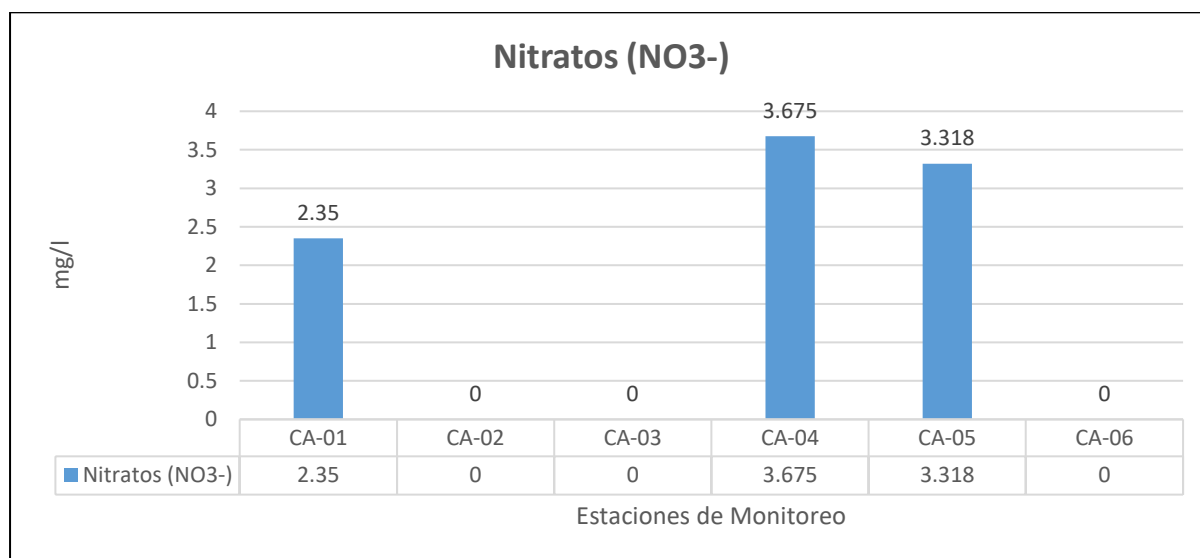
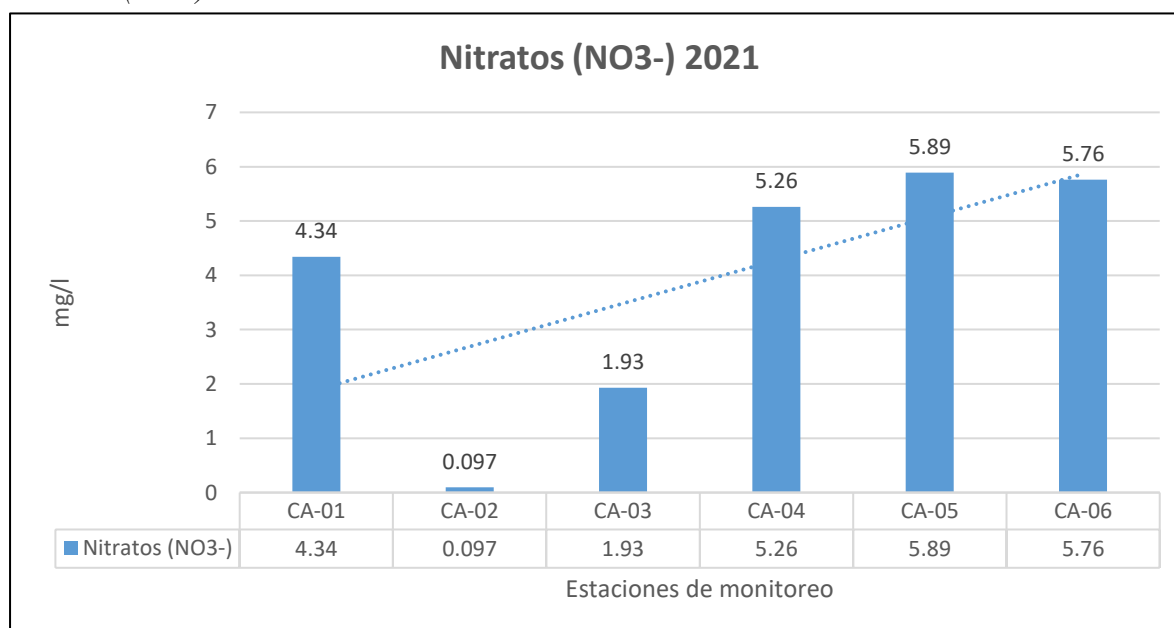
Figura 35*Nitratos (NO₃-) 2018***Figura 36***Nitratos (NO₃-) 2019*

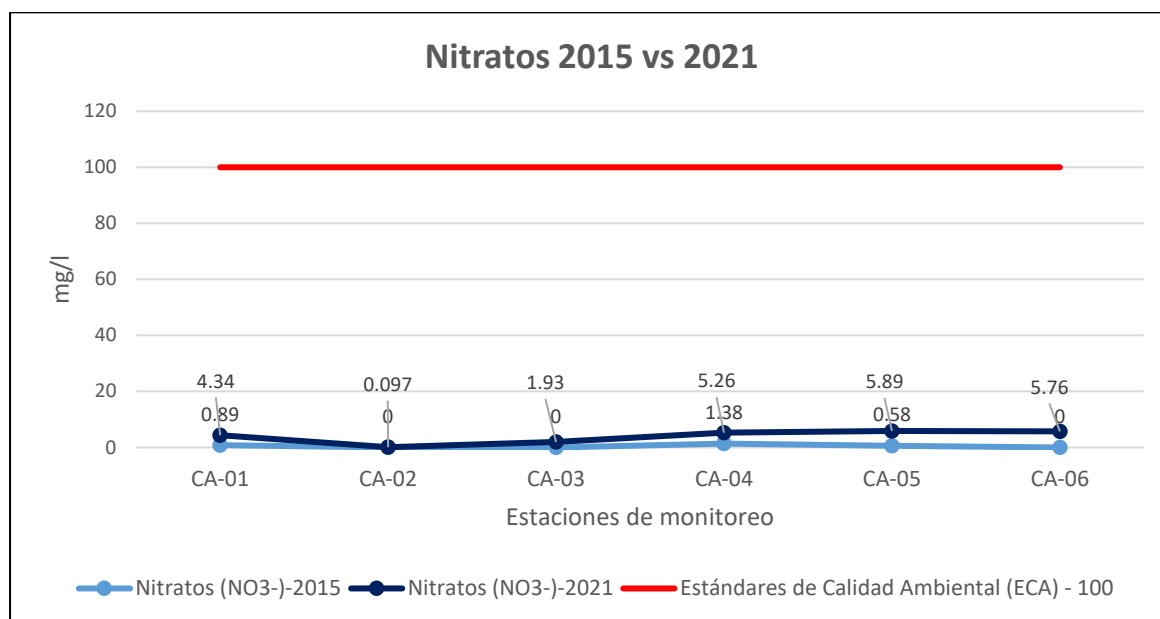
Figura 37*Nitratos (NO₃-) 2020***Figura 38***Nitratos (NO₃-) 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para Nitratos**

A continuación, en las *figuras 39 al 44*, se muestran las concentraciones de nitratos para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 39

Comparativa entre Nitratos (NO₃-) 2015 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2015 tenemos 0.89 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 1.38 mg/l de nitratos, no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), lo cual puede estar asociado a los no vertimientos o vertimientos controlados de aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

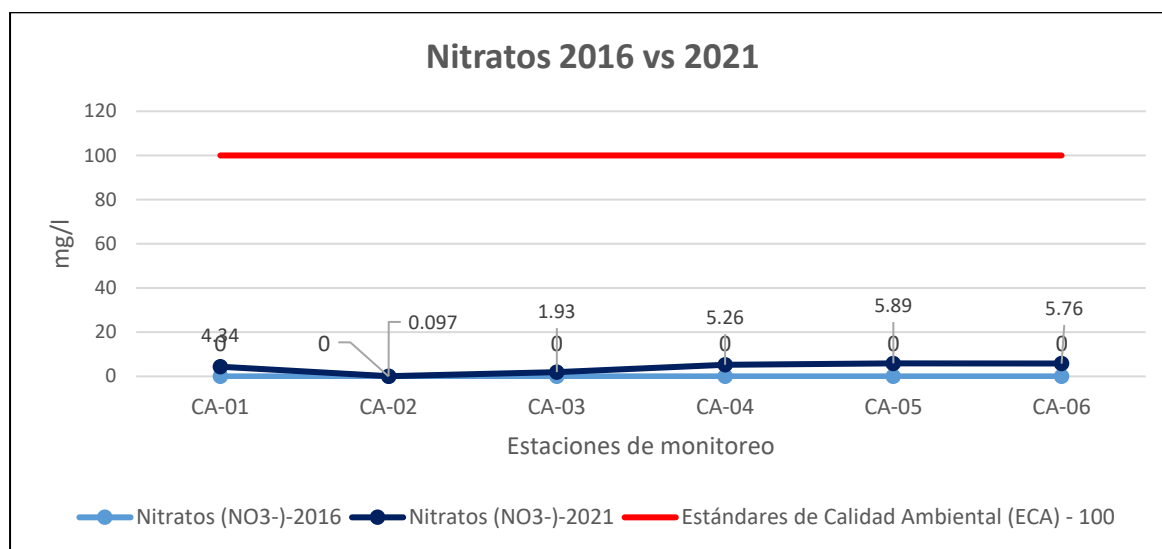
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.58 mg/l de nitratos no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 40

Comparativa entre Nitratos (NO₃-) 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo de dicho parámetro para dicho punto, por lo que no se puede establecer una comparación con el año 2021 y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el

vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

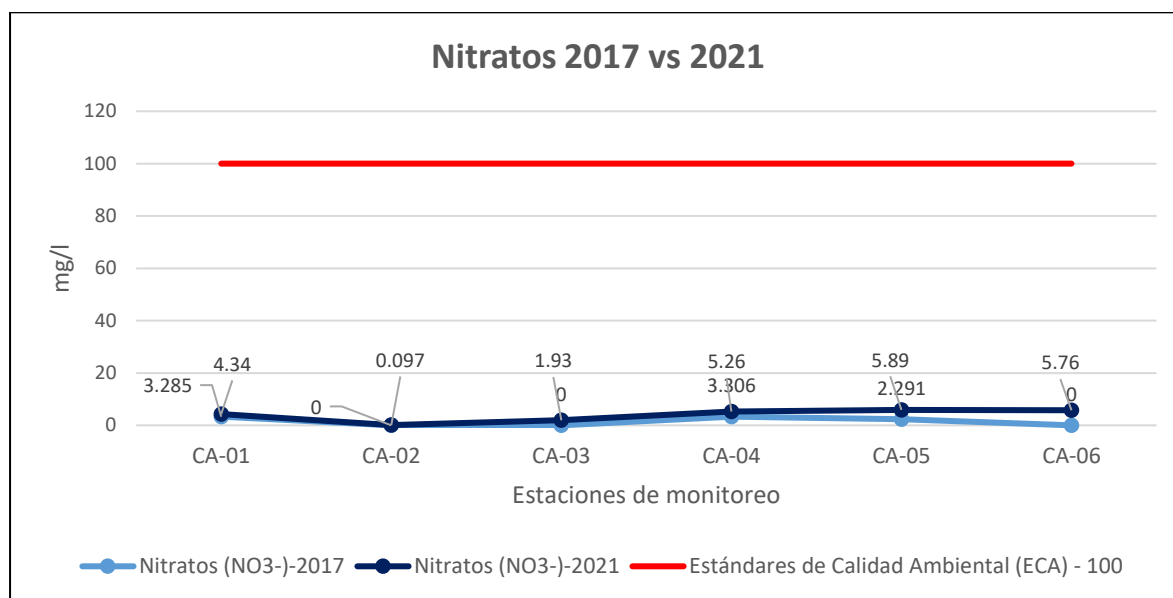
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 41

Comparativa entre Nitratos (NO_3^-) 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2017 tenemos 3.285 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 3.306 mg/l de nitratos, no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), lo cual puede estar asociado a los no vertimientos o vertimientos controlados de aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

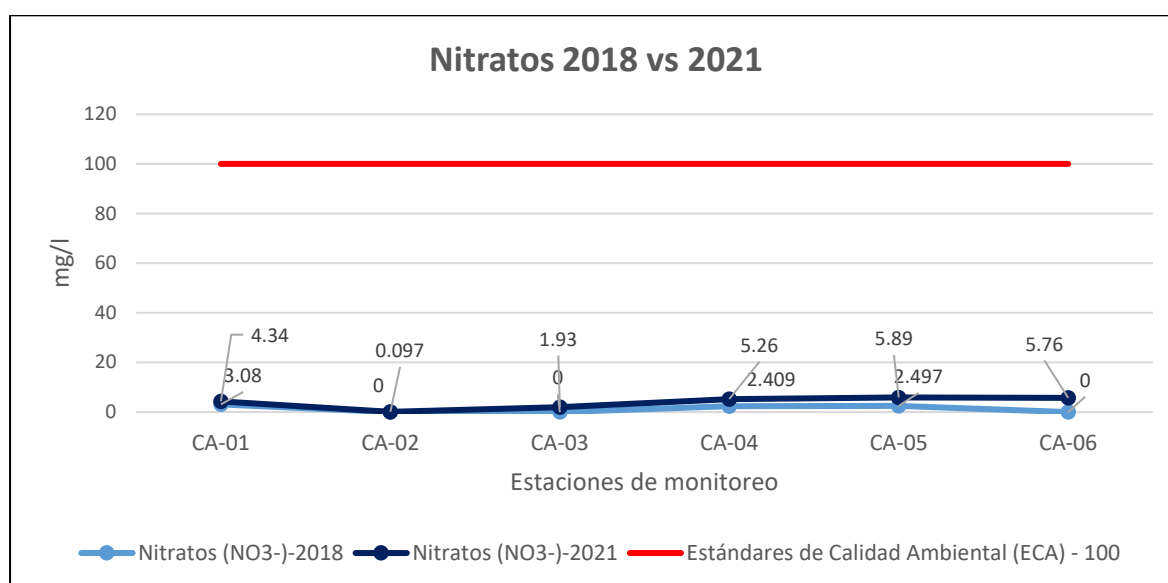
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 2.291 mg/l de nitratos no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 42

Comparativa entre Nitratos (NO₃-) 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2018 tenemos 3.08 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 2.409 mg/l de nitratos, no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), lo cual puede estar asociado a los no vertimientos o vertimientos controlados de aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

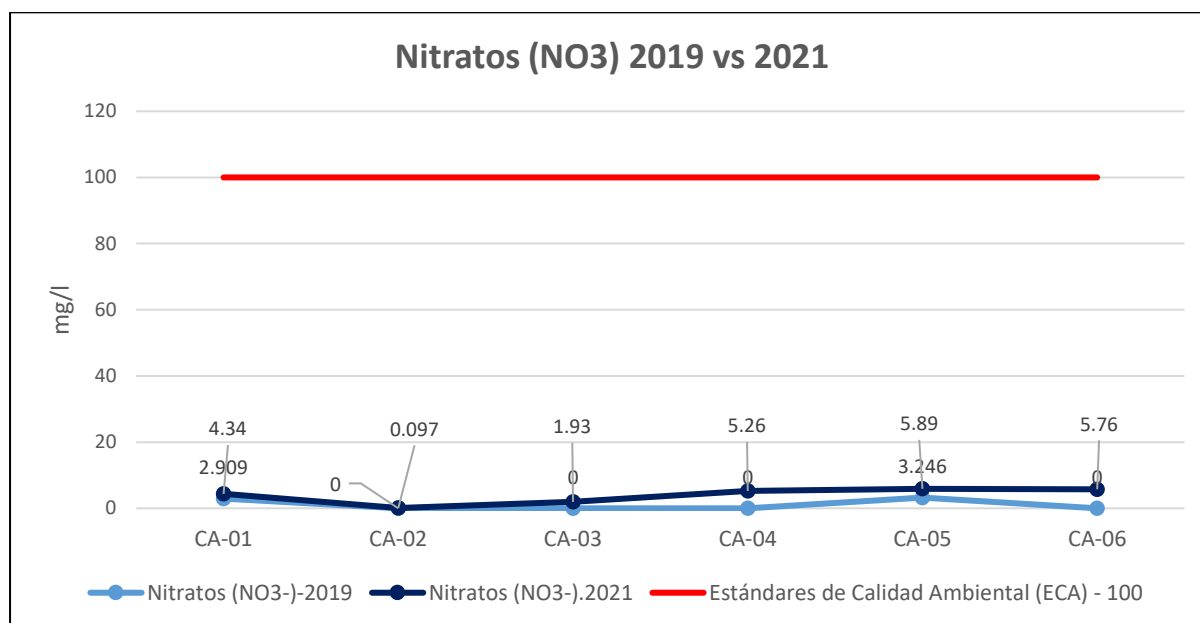
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 2.497 mg/l de nitratos no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 43

Comparativa entre Nitratos (NO₃-) 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2019 tenemos 2.909 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

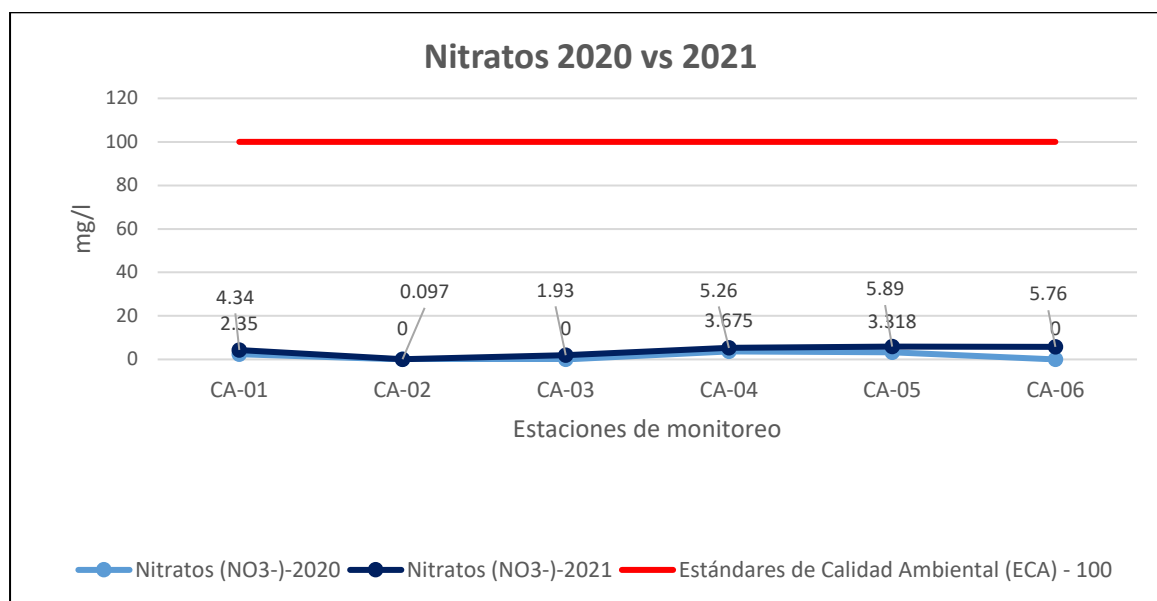
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 3.246 mg/l de nitratos no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 44

Comparativa entre Nitratos (NO₃-) 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitratos se encuentran relativamente bajas en comparación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), así por ejemplo para el año 2020 tenemos 2.35 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 4.34 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.097 y 1.93 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 3.675 mg/l de nitratos, no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), lo cual puede estar asociado a los no vertimientos o vertimientos controlados de aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2021 se registró un valor de 5.26 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 3.318 mg/l de nitratos no excediendo en relación a la suma de concentraciones de nitritos y nitratos establecidos en el estándar de calidad ambiental (100mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 5.89 mg/l de nitratos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 5.76 mg/l de nitratos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

4.1.4 Nitritos NO₂-

A continuación, en la *figura 45 al 47*, se muestra la concentración de nitritos para los años 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac. Se precisa que la ANA no realizó monitoreos para los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Figura 45

Nitritos (NO₂-) 2019

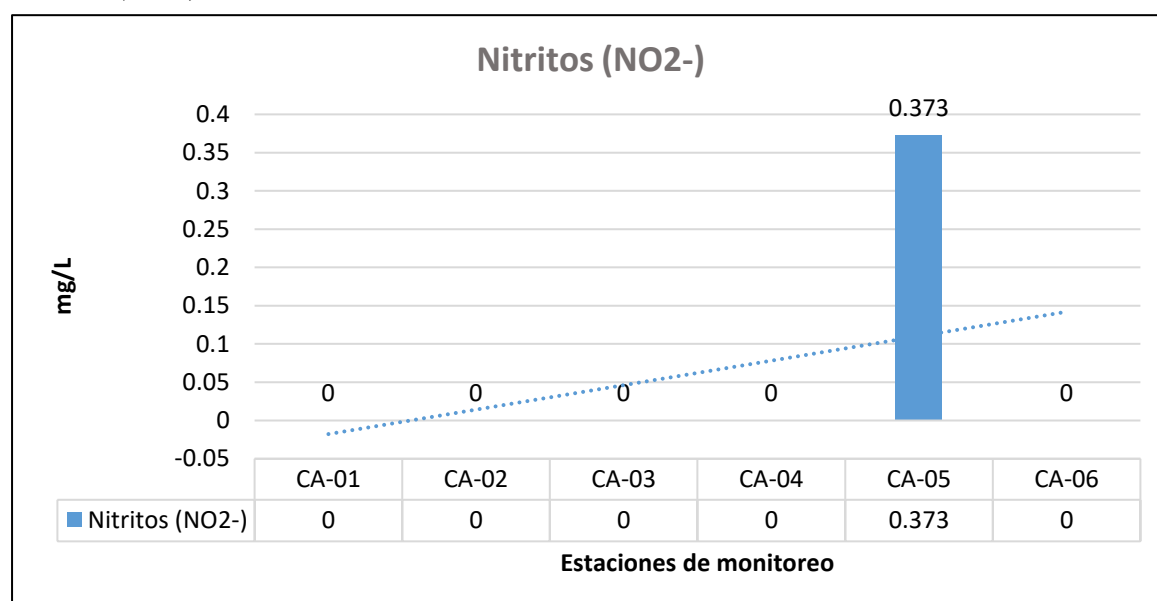


Figura 46

Nitritos (NO₂-) 2020

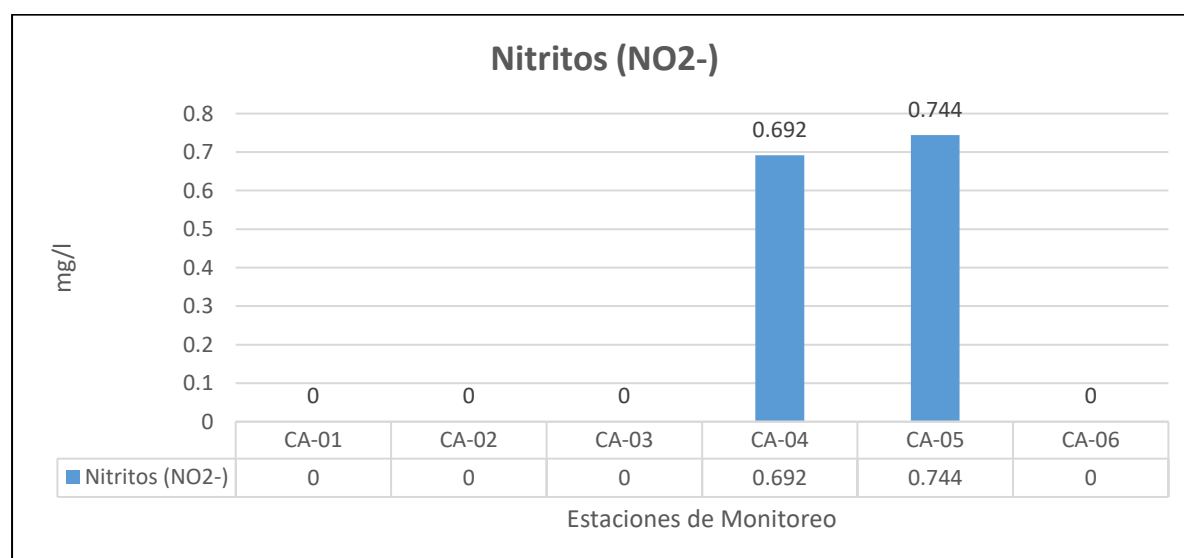
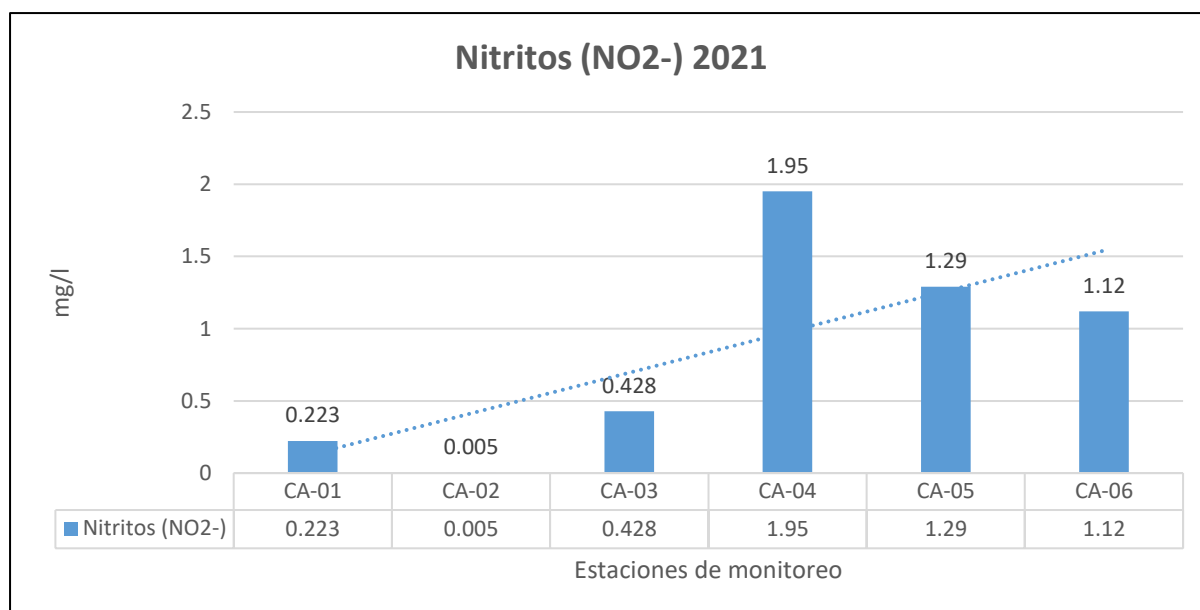
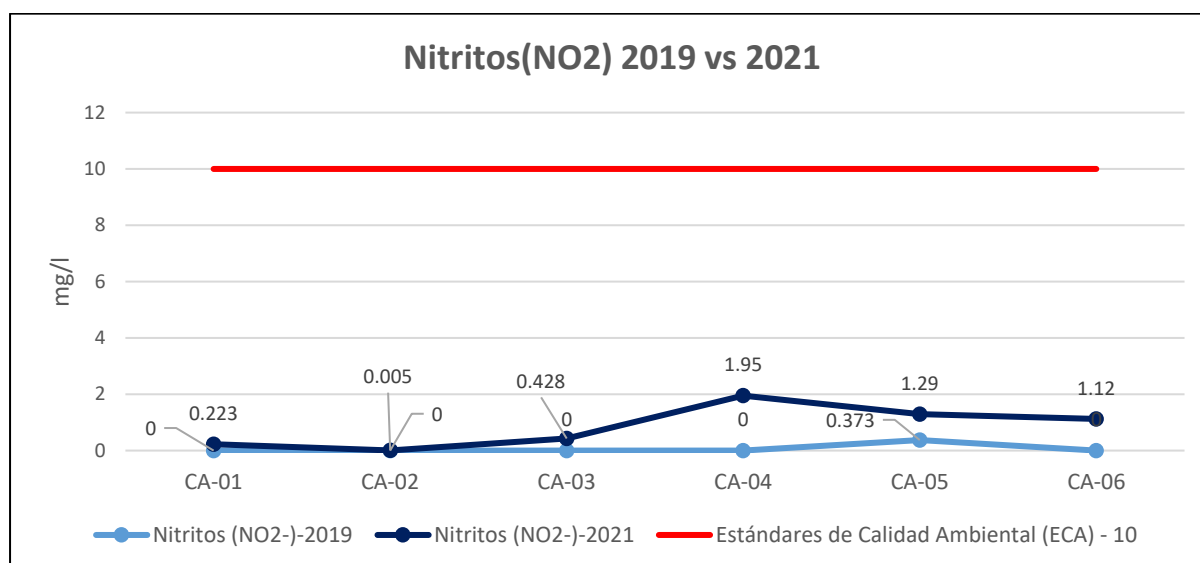


Figura 47*Nitritos (NO₂⁻) 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para Nitritos**

A continuación, en las *figuras 48 al 49*, se muestran las concentraciones de nitritos para los años 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac. Se precisa que la ANA no realizó monitoreos para los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Figura 48*Comparativa entre Nitritos (NO₂⁻) 2019 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitritos se encuentran relativamente bajas en comparación con el parámetro nitritos establecidos en el estándar de calidad ambiental (10mg/l), así por ejemplo para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en este punto y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.223 mg/l. Cabe precisar que para el año 2021 los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.005 y 0.428 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-04** la ANA no realizó monitoreo en ese punto para el año 2019. Para el año 2021 se registró un valor de 1.95 mg/l de nitritos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 0.373 mg/l de nitritos no excediendo en comparación con el parámetro nitritos establecidos en el estándar de calidad ambiental (10mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 1.29 mg/l de nitritos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo

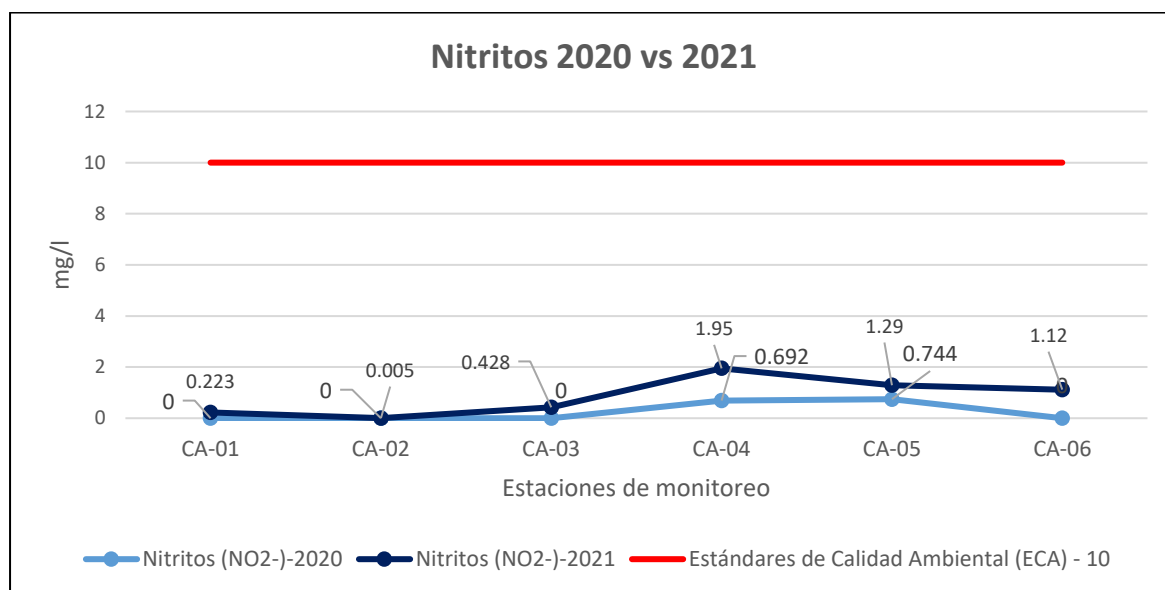
cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 1.12 mg/l de nitritos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

Figura 49

Comparativa entre Nitritos (NO₂-) 2020 vs 2021



Para la estación CA-01 se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de nitritos se encuentran relativamente en comparación con el parámetro nitritos establecidos en el estándar de calidad ambiental (10mg/l), así por ejemplo para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en este punto y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.223 mg/l.

Cabe precisar que para el año 2021 los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones CA-02 y CA-03 la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.005 y 0.428 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no excedieron los estándares de calidad ambiental. Se presume que esto es debido a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y la paralización de actividades industriales.

Para la estación CA-04 se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.692 mg/l de nitritos no excediendo en comparación con el parámetro nitritos establecidos en el estándar de calidad ambiental (10mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 1.95 mg/l de nitritos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial debido al confinamiento social y a la paralización de actividades industriales.

Para la estación CA-05 se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.744 mg/l de nitritos no excediendo en comparación con el parámetro nitritos establecidos en el estándar de calidad ambiental (10mg/l), asociado posiblemente a la inexistencia de vertimientos y a un mayor volumen disponible para la dilución. Para el año 2021 se registró un valor de 1.29 mg/l de nitritos, de igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación CA-06 se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 1.12 mg/l de nitritos, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de sedimentación de los contaminantes en el lecho del río.

La tendencia de bajar las concentraciones se presume debido a que a esta altura de la cuenca ya no se hacen vertimientos directos o el tratamiento de los efluentes es adecuado por parte de las industrias ubicadas dentro del área de influencia de la zona de estudio.

4.2 Parámetros Inorgánicos:

4.2.1 Arsénico

A continuación, desde la *figura 50 a la 56*, se muestran las concentraciones de arsénico para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 50

Arsénico – 2015

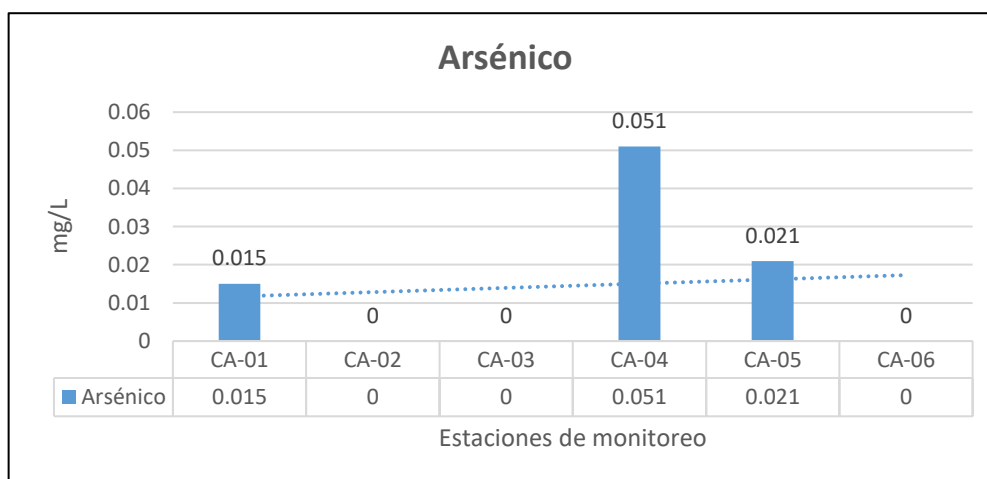


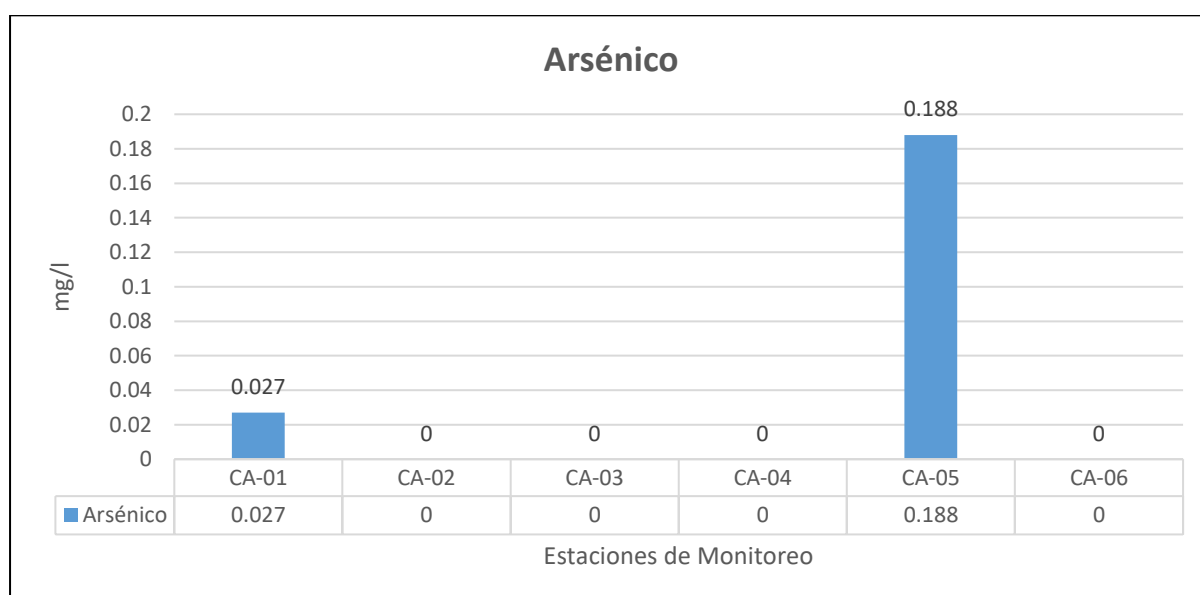
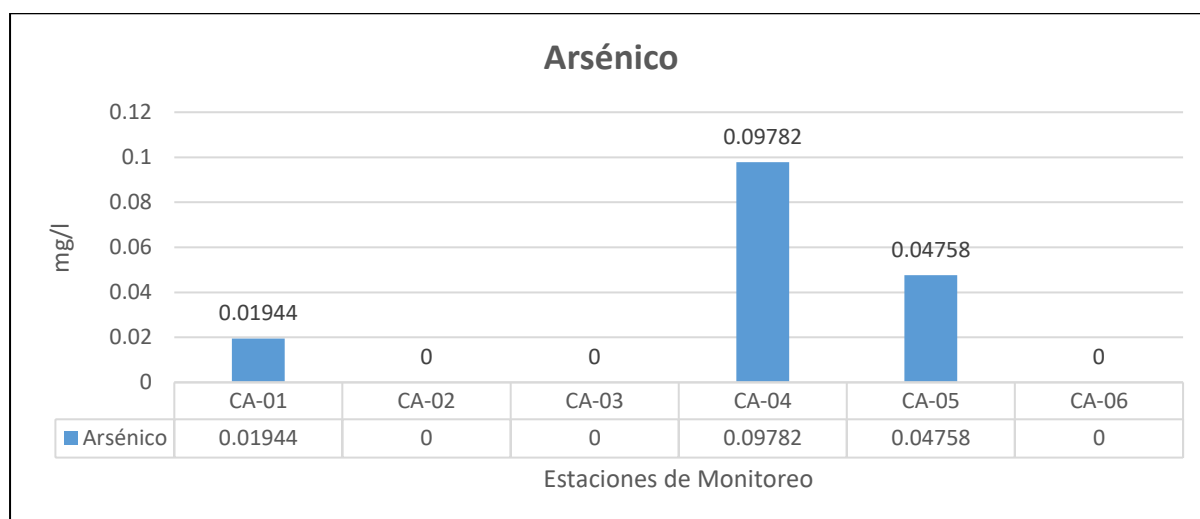
Figura 51*Arsénico – 2016***Figura 492***Arsénico – 2017*

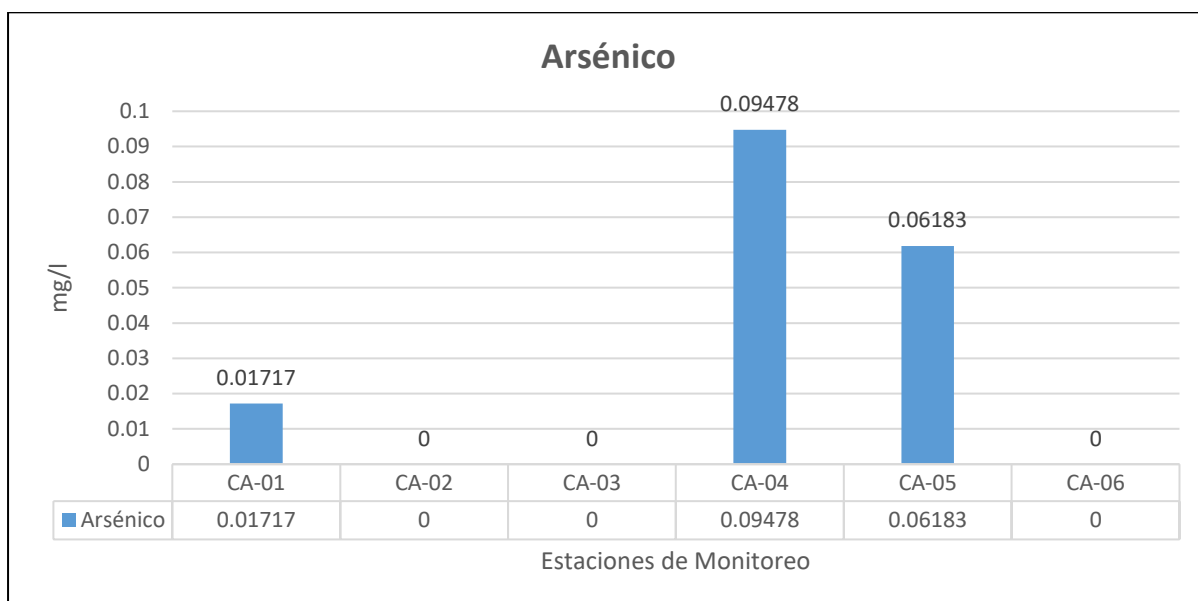
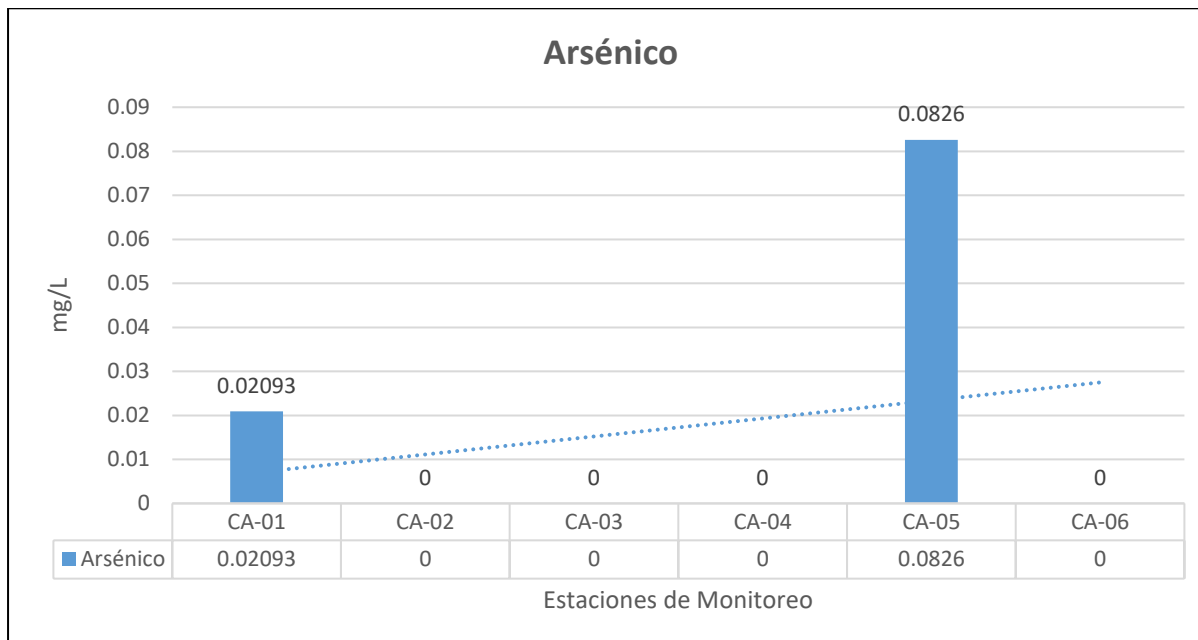
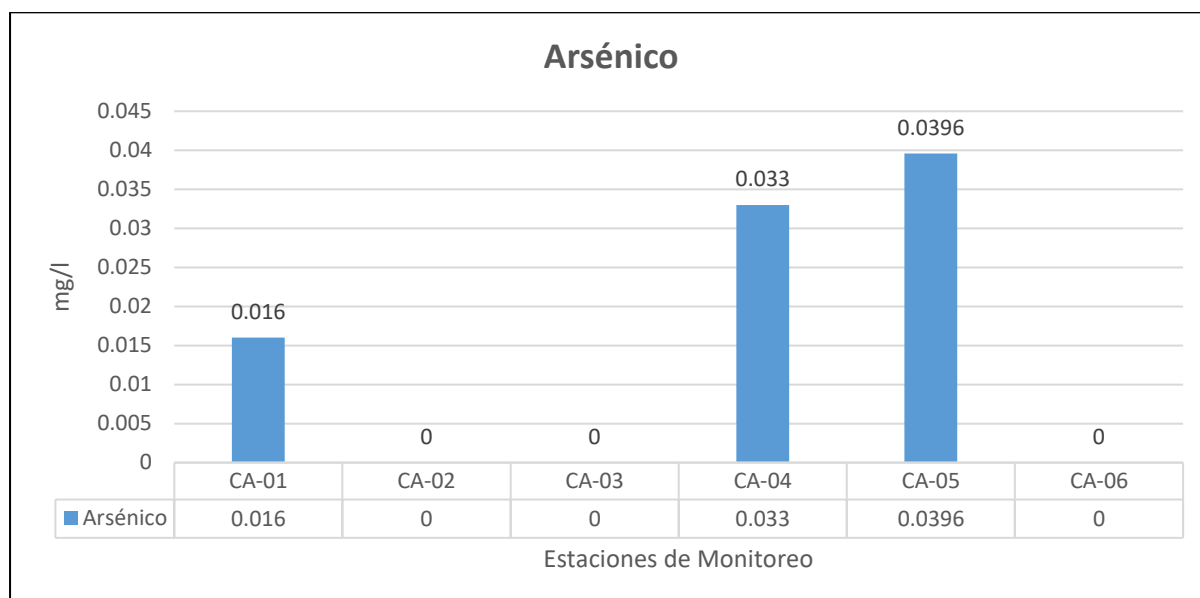
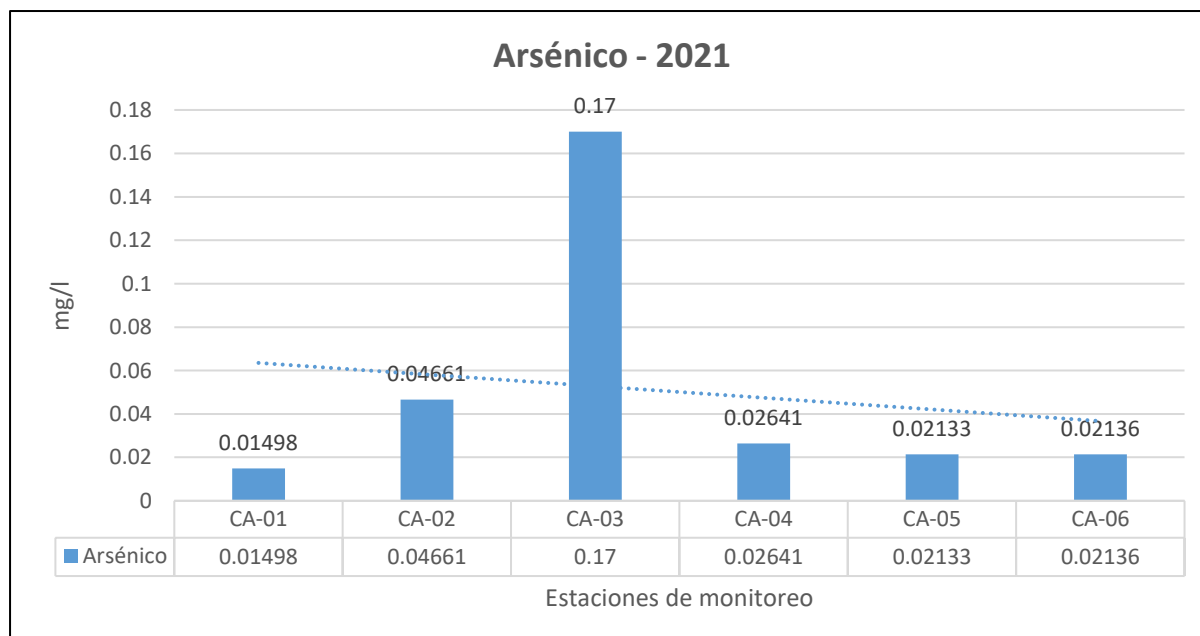
Figura 53*Arsénico – 2018***Figura 54***Arsénico – 2019*

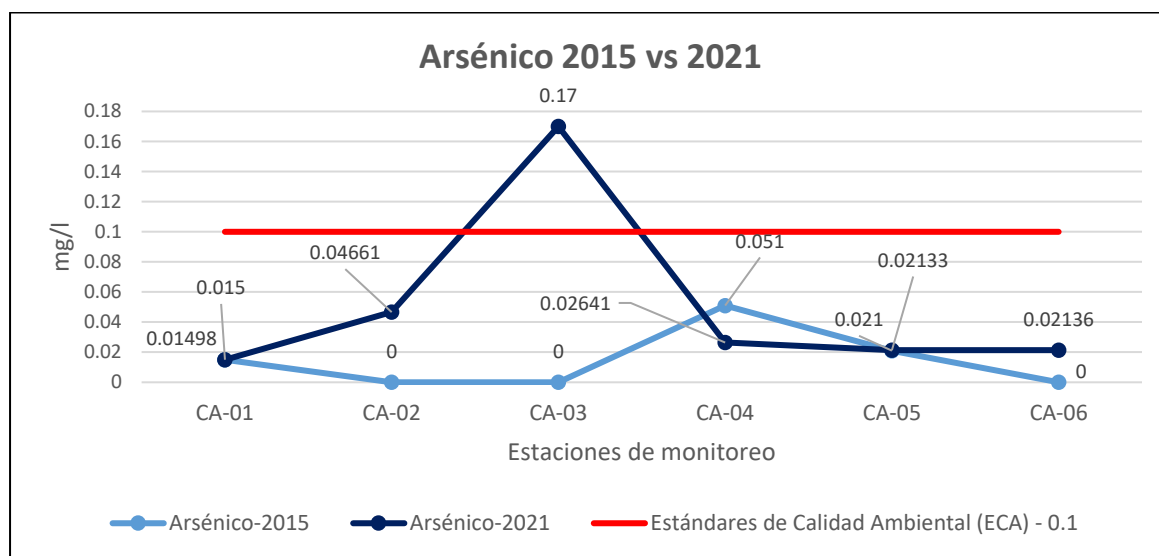
Figura 55*Arsénico – 2020***Figura 56***Arsénico – 2021*

- Análisis comparativo de resultados para arsénico

A continuación, en las **figuras 57 al 62**, se muestran las concentraciones de arsénico para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 57

Comparativa entre Arsénico – 2015 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2015 tenemos 0.015 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental.

Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

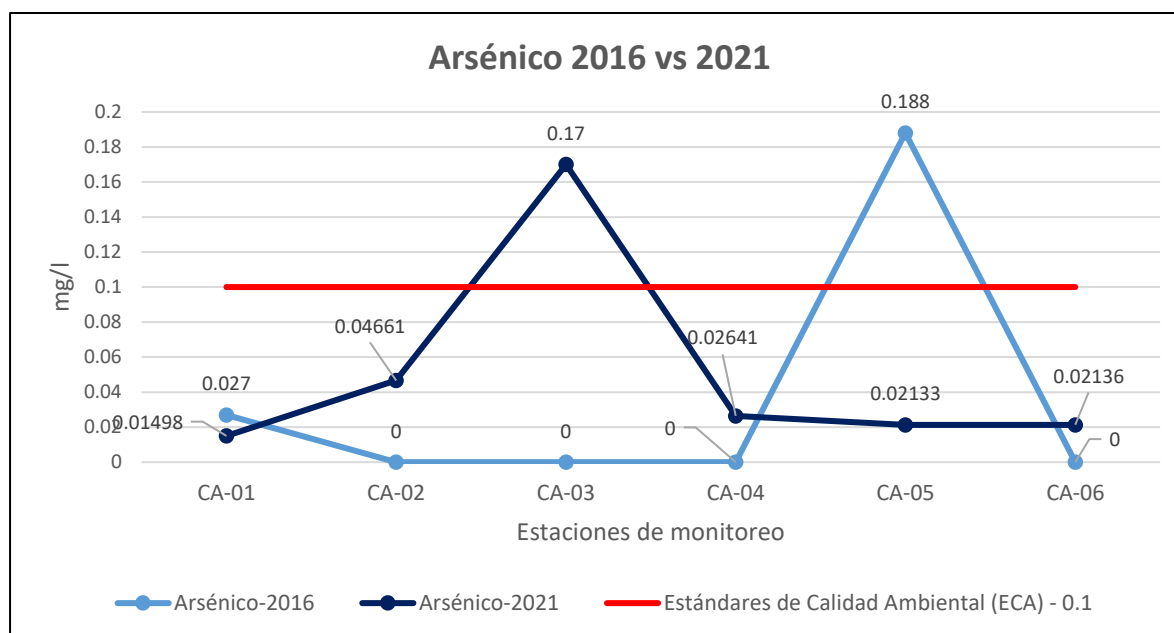
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.051 mg/l. Para el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.021 mg/l de arsénico. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 58

Comparativa entre Arsénico – 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2016 tenemos 0.027 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

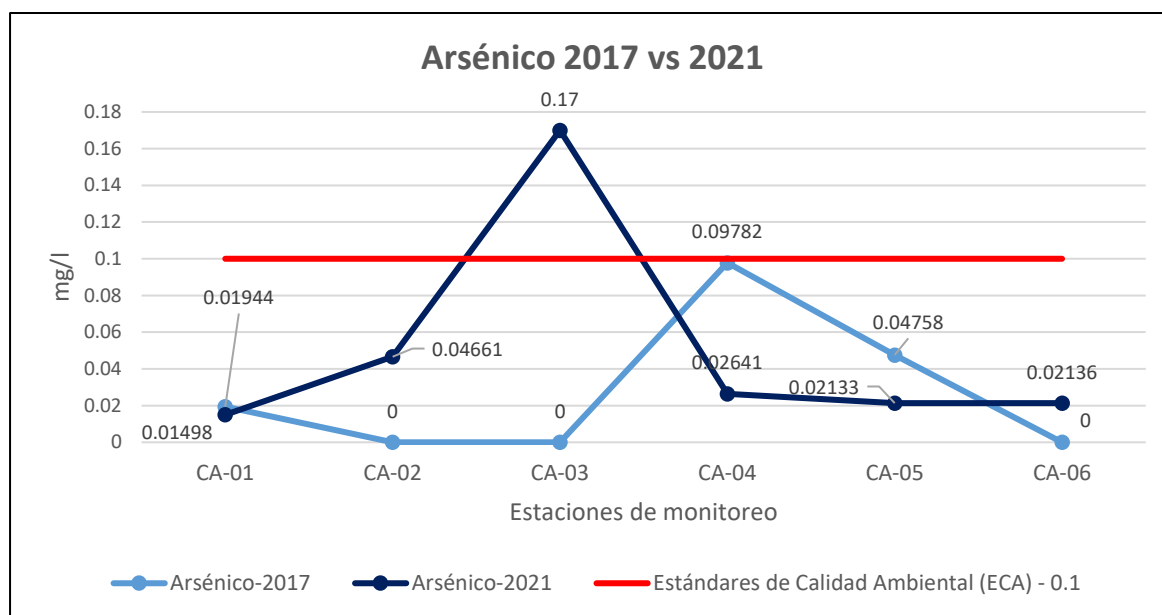
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto. Por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 0.188 mg/l de arsénico, que posiblemente está relacionado con las descargas de aguas residuales industriales al cuerpo receptor; así como también podría estar relacionado a las descargas de efluentes domésticos de localidades que están conectados directamente al río Rímac. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 59

Comparativa entre Arsénico – 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2017 tenemos 0.01944 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede el estándar de calidad ambiental

para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

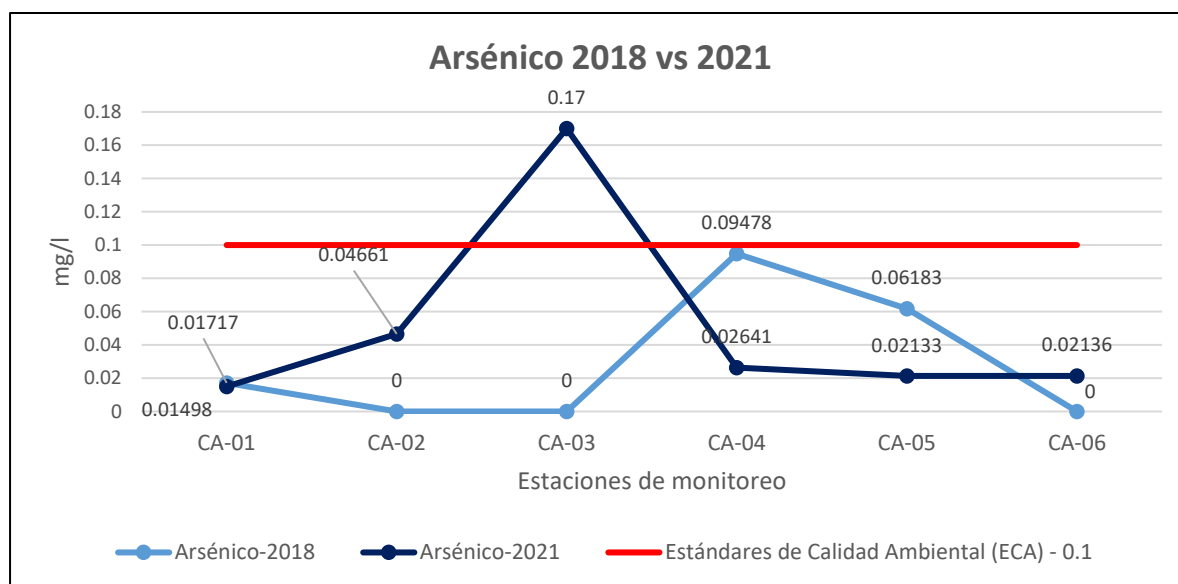
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 0.09782 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 0.04758 mg/l de arsénico. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 60

Comparativa entre Arsénico – 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2018 tenemos 0.01717 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

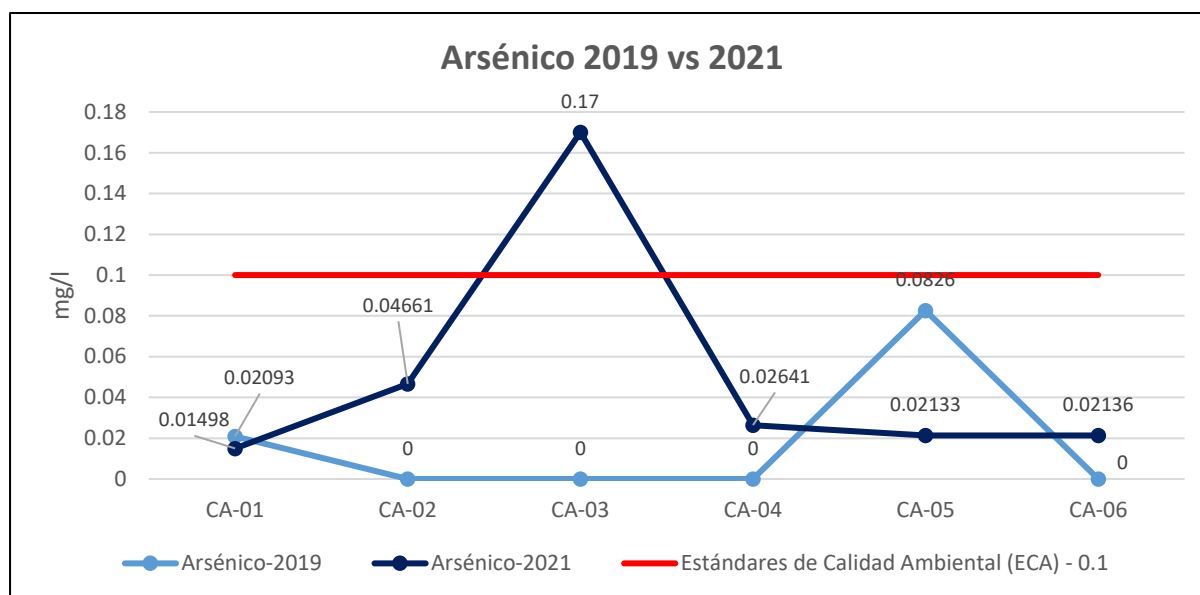
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 0.09478 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 0.06183 mg/l de arsénico. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 61

Comparativa entre Arsénico – 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2019 tenemos 0.02093 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del CA-02 no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo CA-03 el valor excede el estándar de calidad ambiental

para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

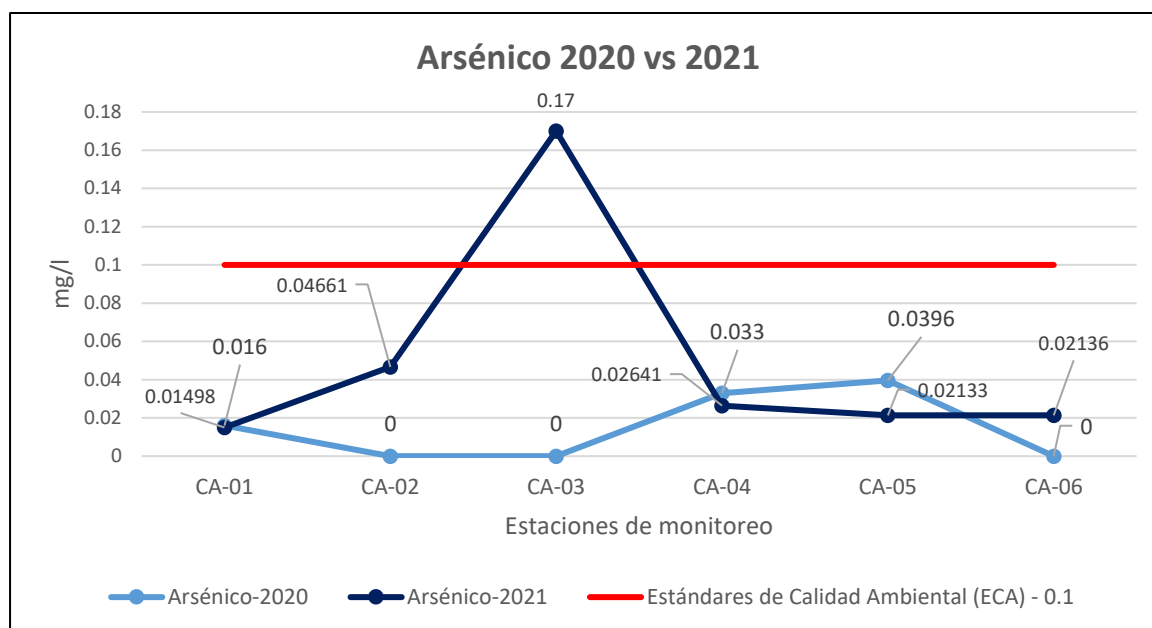
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto. Por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 0.0826 mg/l de arsénico, el cual no supera el estándar de calidad ambiental para agua, pero está ligeramente cercano al valor límite y esto pudiera estar relacionado con las descargas de aguas residuales industriales al cuerpo receptor; así como también a las descargas de efluentes domésticos de localidades que están conectados directamente al río Rímac. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 62

Comparativa entre Arsénico – 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de arsénico se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2020 tenemos 0.016 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.01498 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones para ambas estaciones fueron de 0.04661 y 0.17 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.033 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02641 mg/l de arsénico, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.0396 mg/l de arsénico. Para el año 2021 se registra un valor de 0.02133 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.02136 mg/l de arsénico, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

4.2.2 Cadmio

A continuación, desde la **figura 63 a la 69**, se muestran las concentraciones de cadmio para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

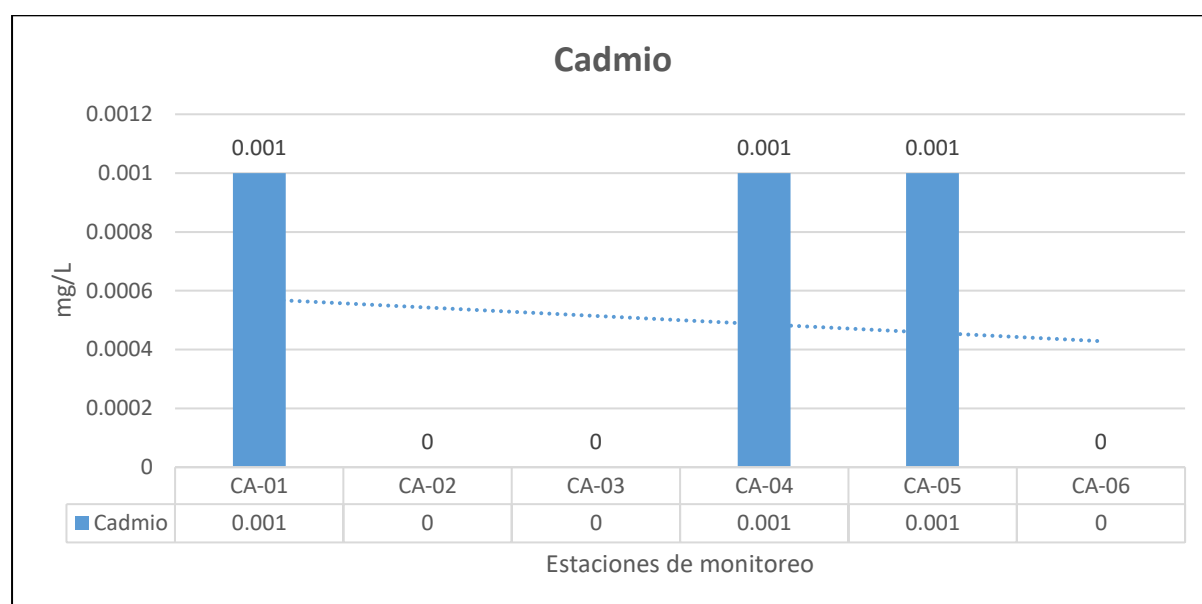
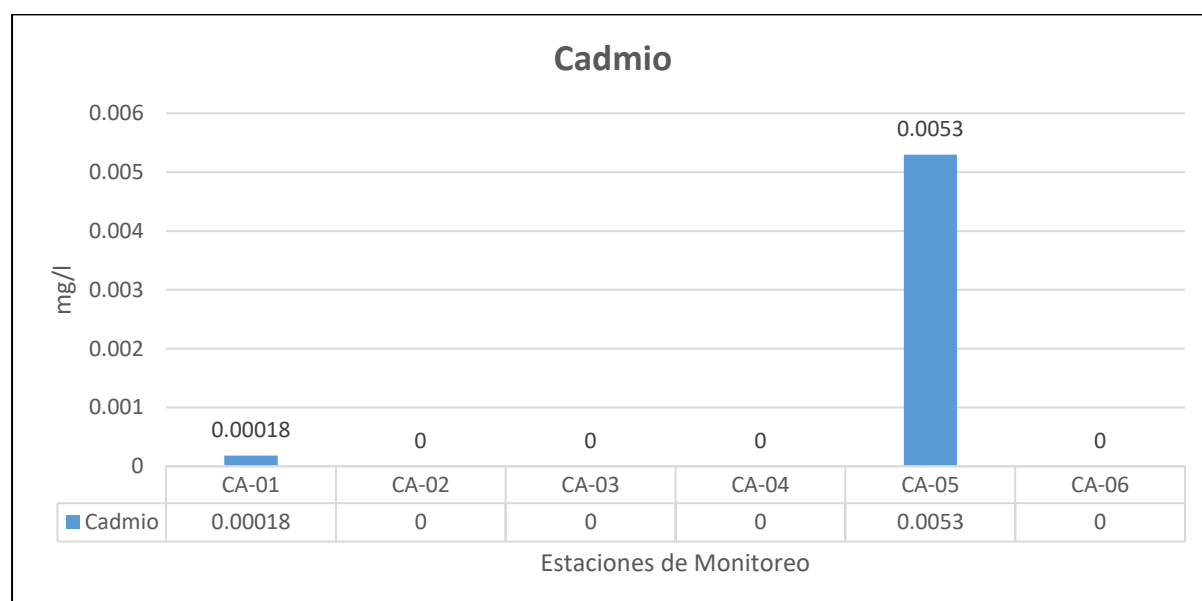
Figura 63*Cadmio – 2015***Figura 64***Cadmio – 2016*

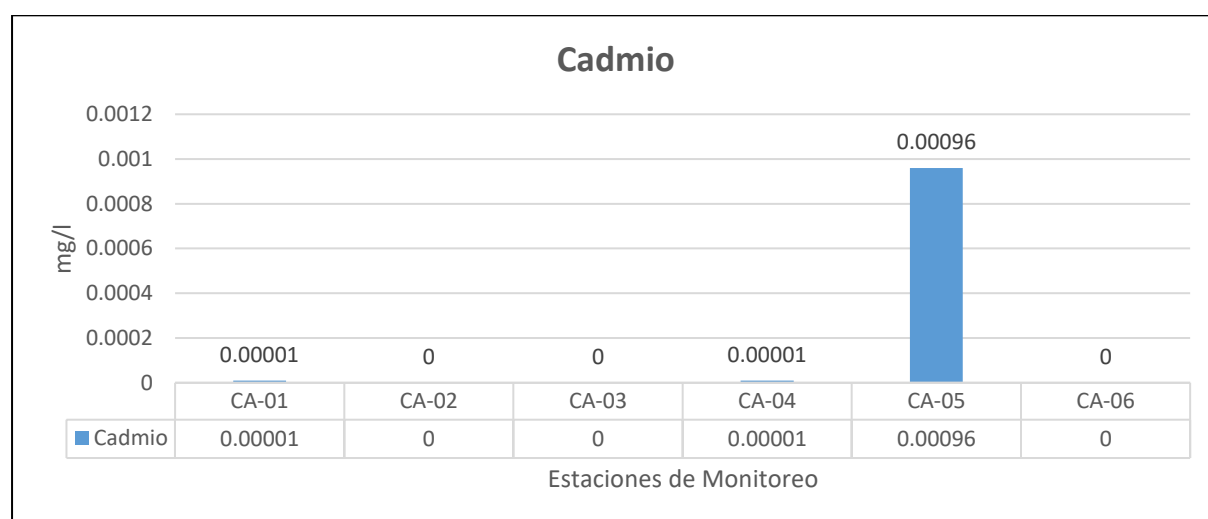
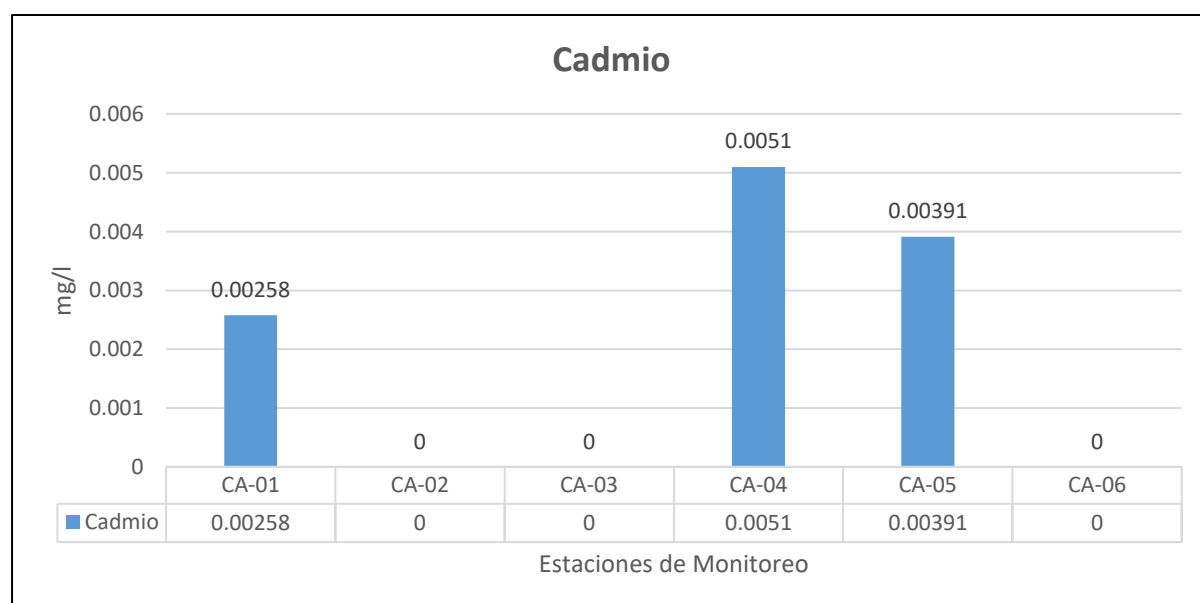
Figura 65*Cadmio – 2017***Figura 66***Cadmio – 2018*

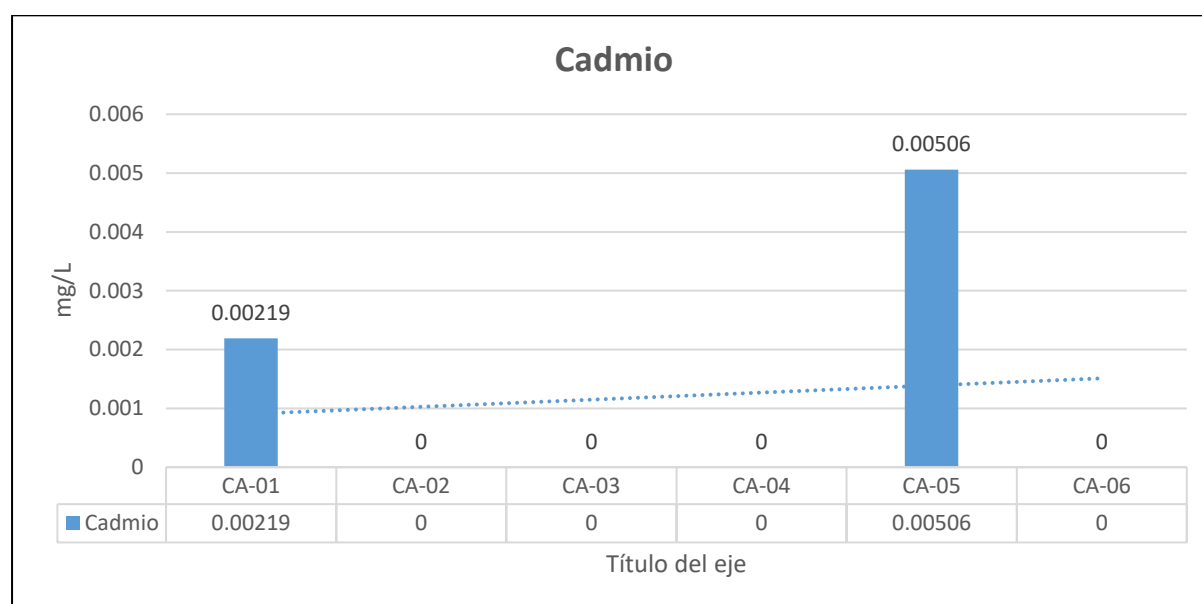
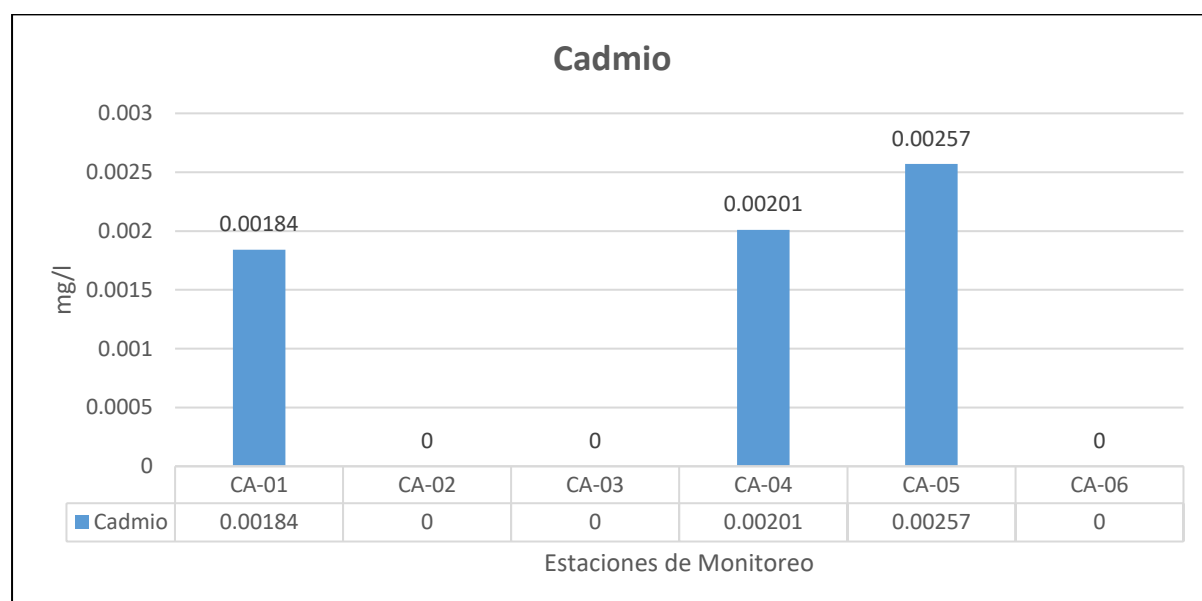
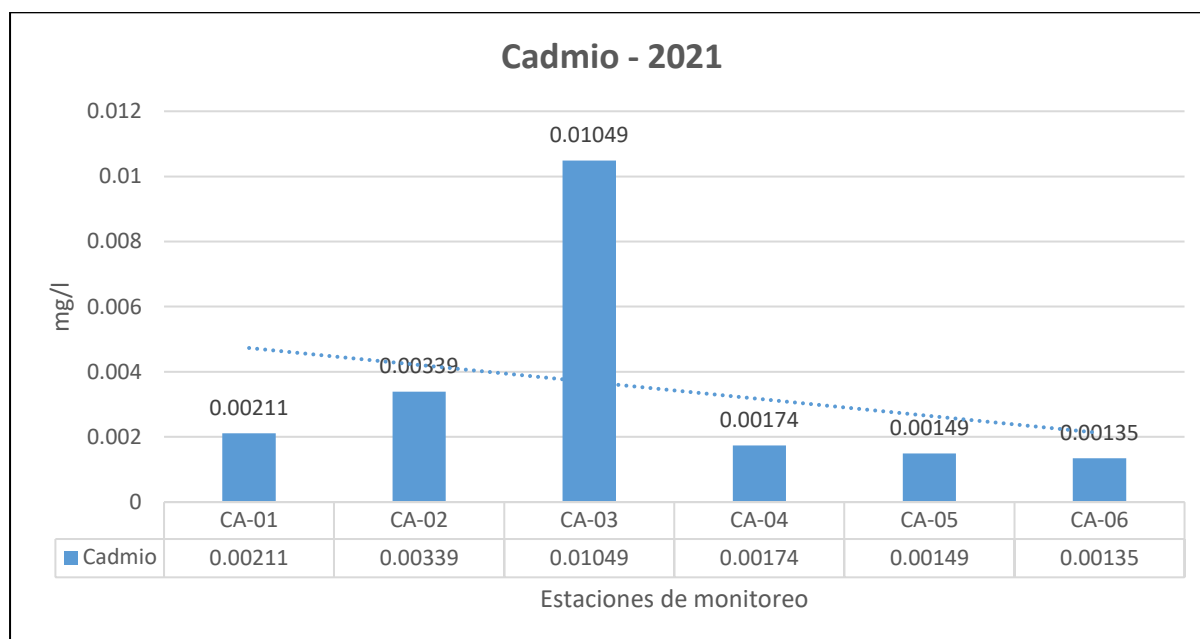
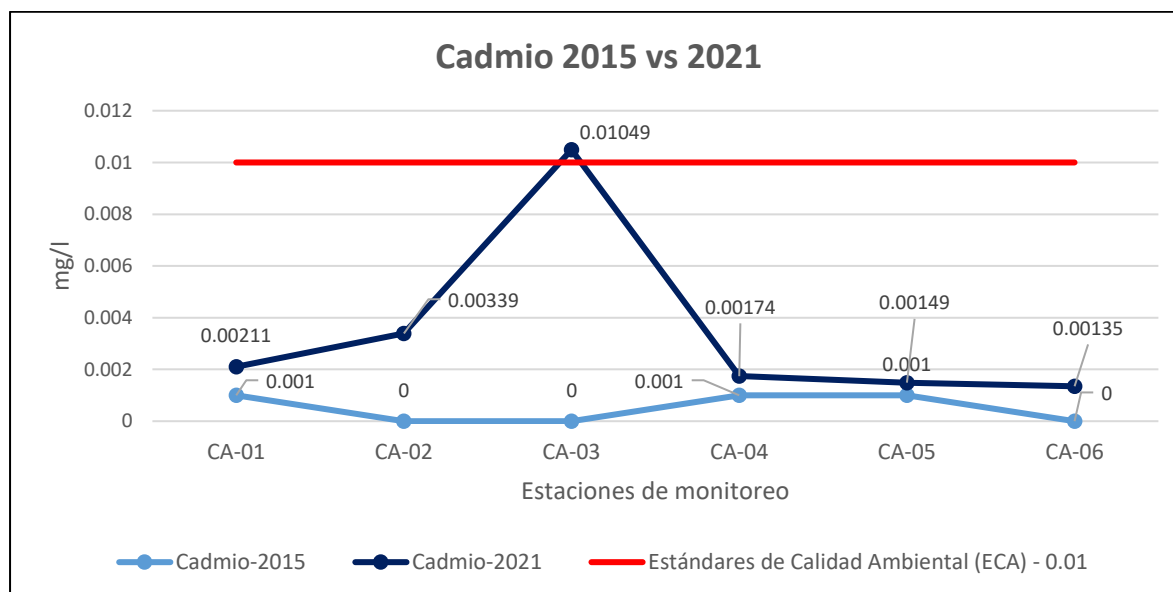
Figura 67*Cadmio – 2019***Figura 68***Cadmio – 2020*

Figura 69*Cadmio – 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para cadmio**

A continuación, en las *figuras 70 al 75*, se muestran las concentraciones de cadmio para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 70*Comparativa entre Cadmio – 2015 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2015 tenemos 0.001 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

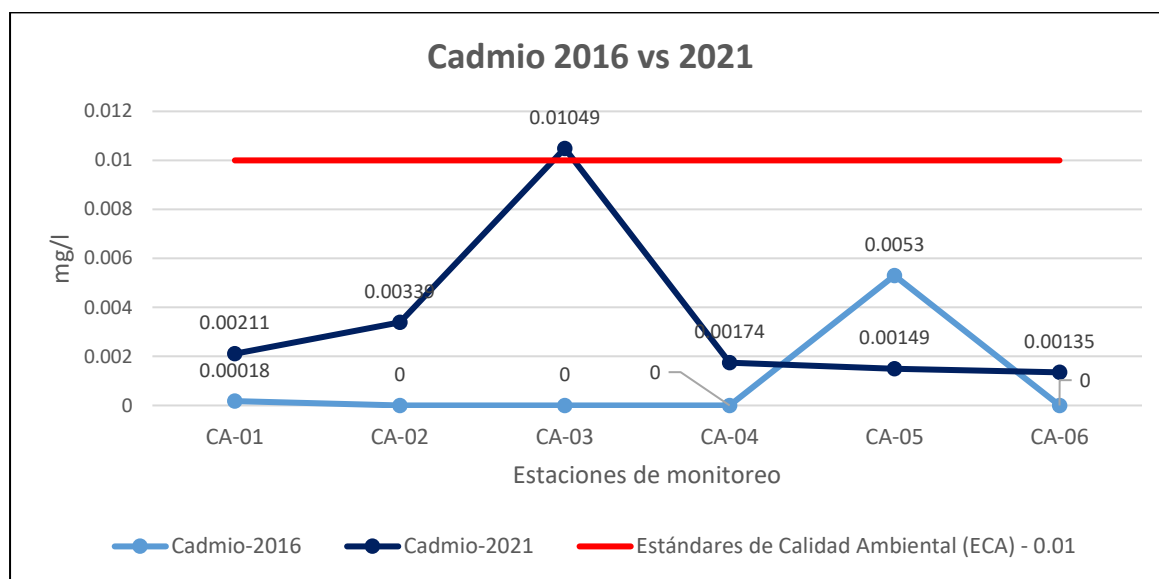
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.001 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.001 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 71

Comparativa entre Cadmio – 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2016 tenemos 0.00018 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia

que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

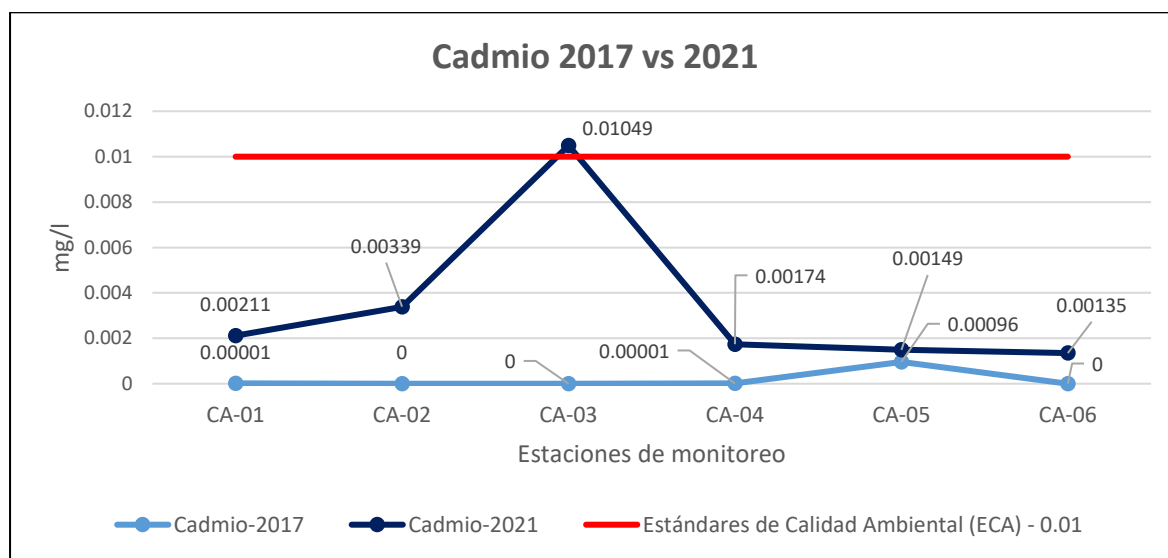
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en este punto; por lo cual no se puede establecer una comparación con el año 2021; Sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, En este caso no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 0.0053 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 72

Comparativa entre Cadmio – 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2017 tenemos 0.00001 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

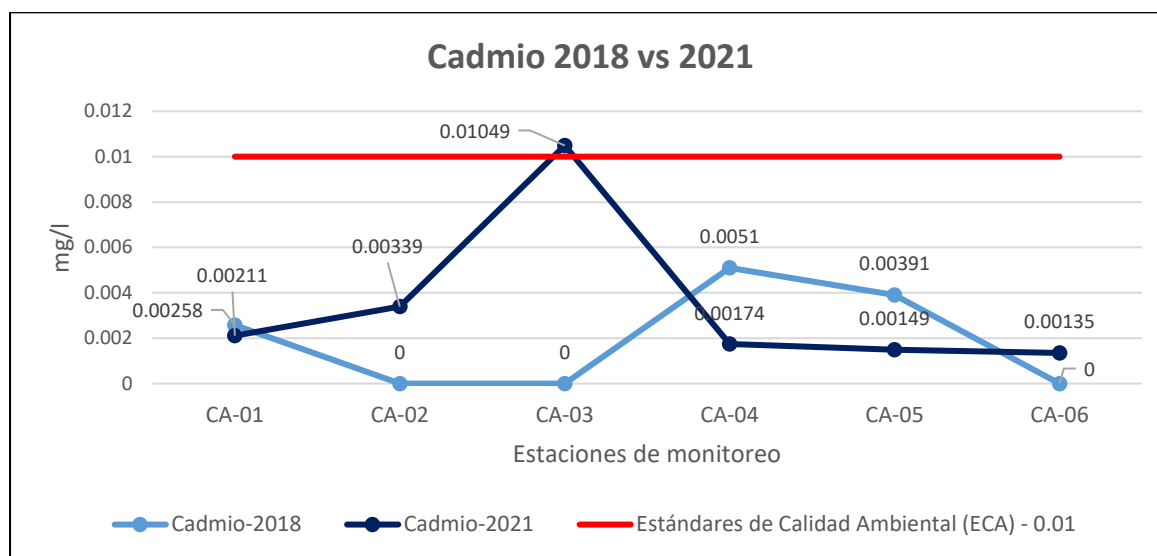
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 0.00001 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 0.00096 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 73

Comparativa entre Cadmio – 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2018 tenemos 0.00258 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

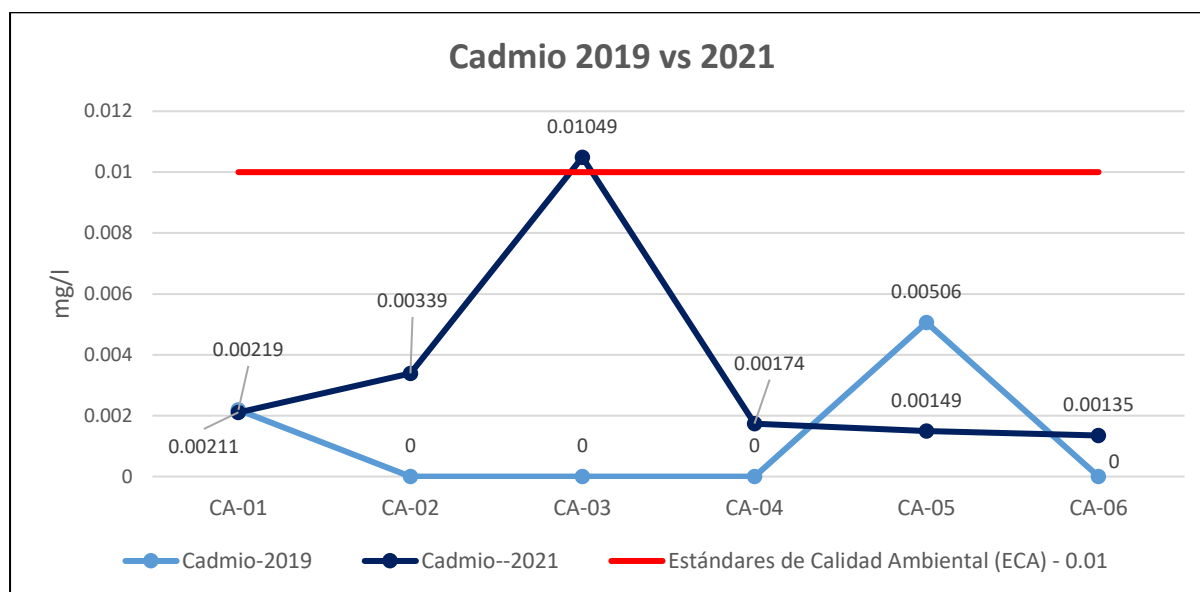
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 0.0051 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 0.00391 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 74

Comparativa entre Cadmio – 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2019 tenemos 0.00219 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

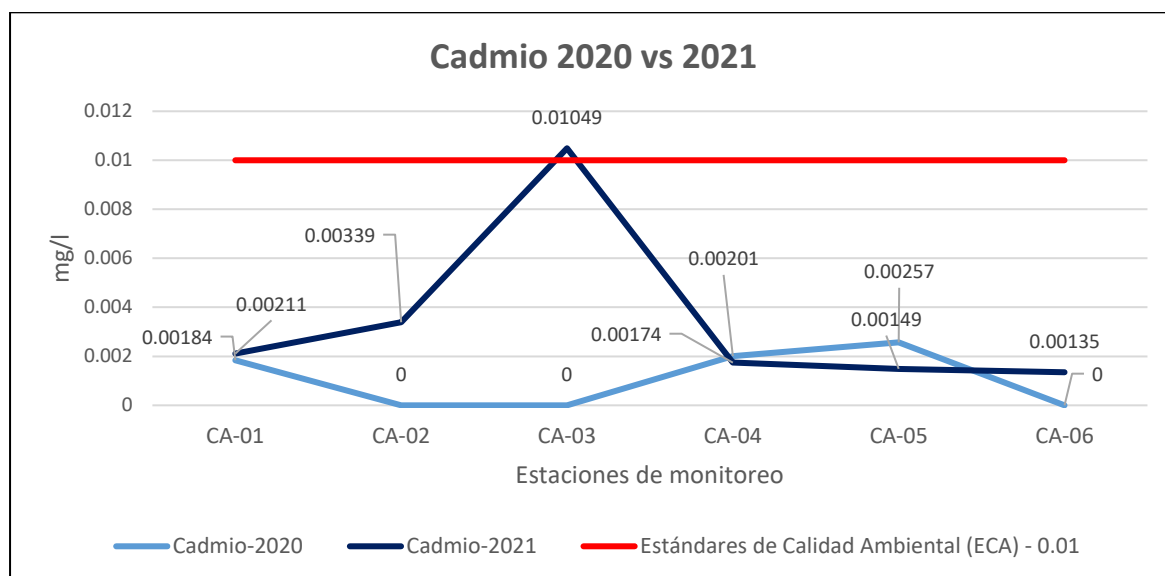
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en este punto; por lo cual no se puede establecer una comparación con el año 2021; Sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, En este caso no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 0.00506 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 75

Comparativa entre Cadmio – 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales domésticas no son significativos, por lo que sus concentraciones de cadmio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental. Para el año 2020 tenemos 0.00184 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00211 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de cadmio para ambas estaciones fueron de 0.00339 y 0.01049 mg/l respectivamente, apreciándose que en el caso del **CA-02** no se excede los estándares de calidad ambiental. Mientras que en el punto de monitoreo **CA-03** el valor excede ligeramente el estándar de calidad ambiental para agua. Se presume que esto es debido a descargas de aguas residuales industriales, considerando también la naturaleza geoquímica de la cuenca.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.00201 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00174 mg/l de cadmio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental, los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 0.00257 mg/l de cadmio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00149 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial y doméstica que no permitieron el vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00135 mg/l de cadmio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

4.2.3 Mercurio

A continuación, desde la **figura 76 a la 82**, se muestran las concentraciones de mercurio para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac

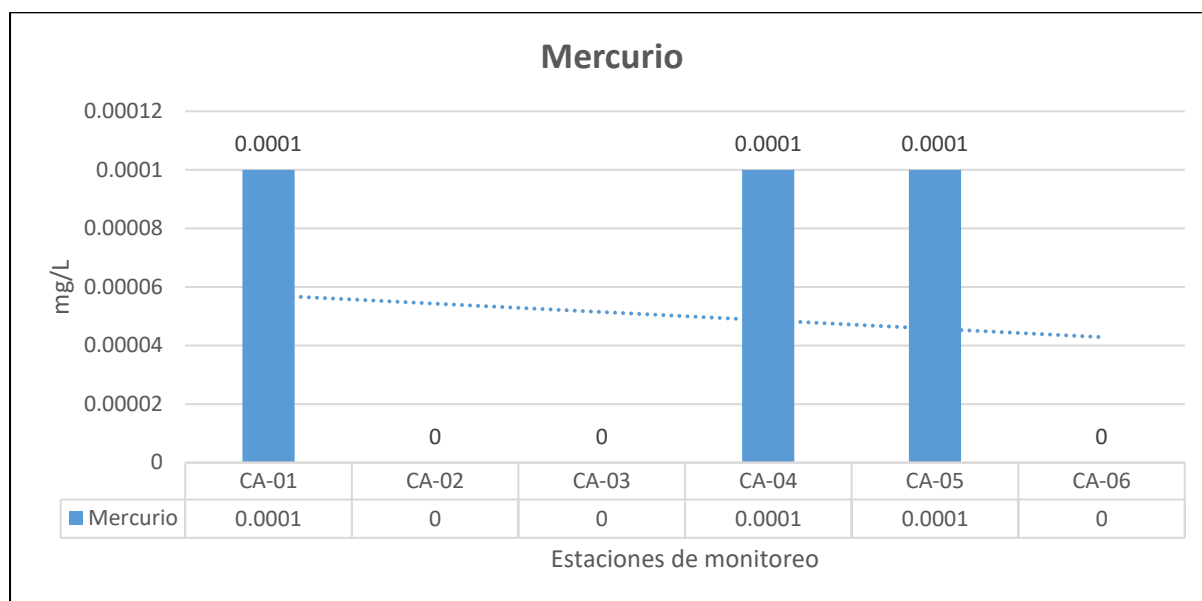
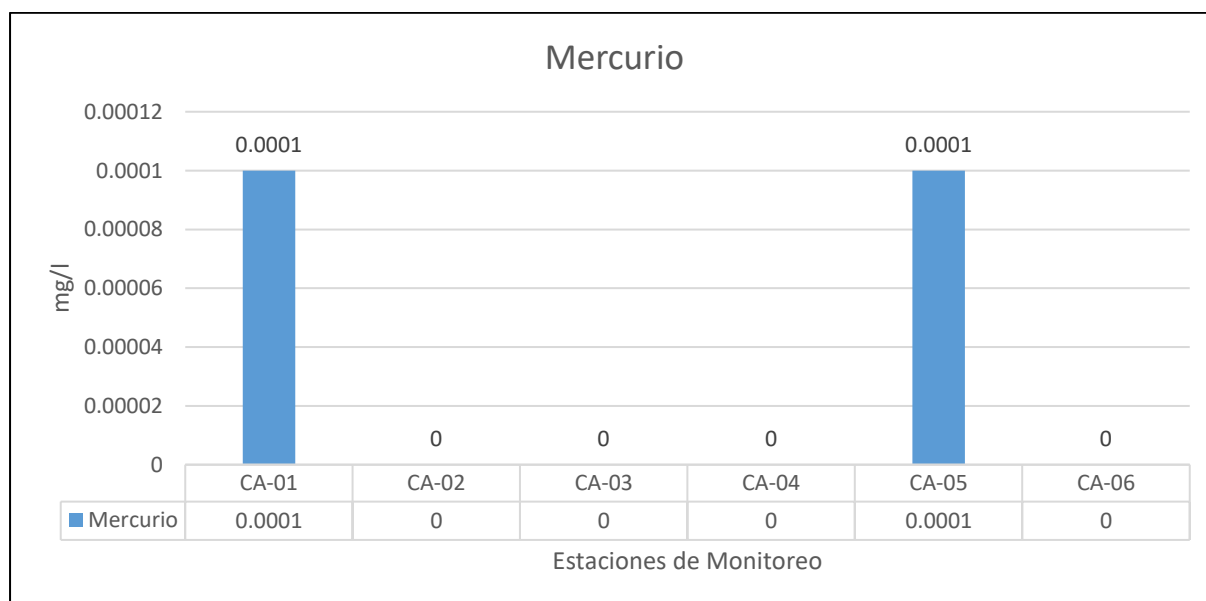
Figura 76*Mercurio – 2015***Figura 77***Mercurio – 2016*

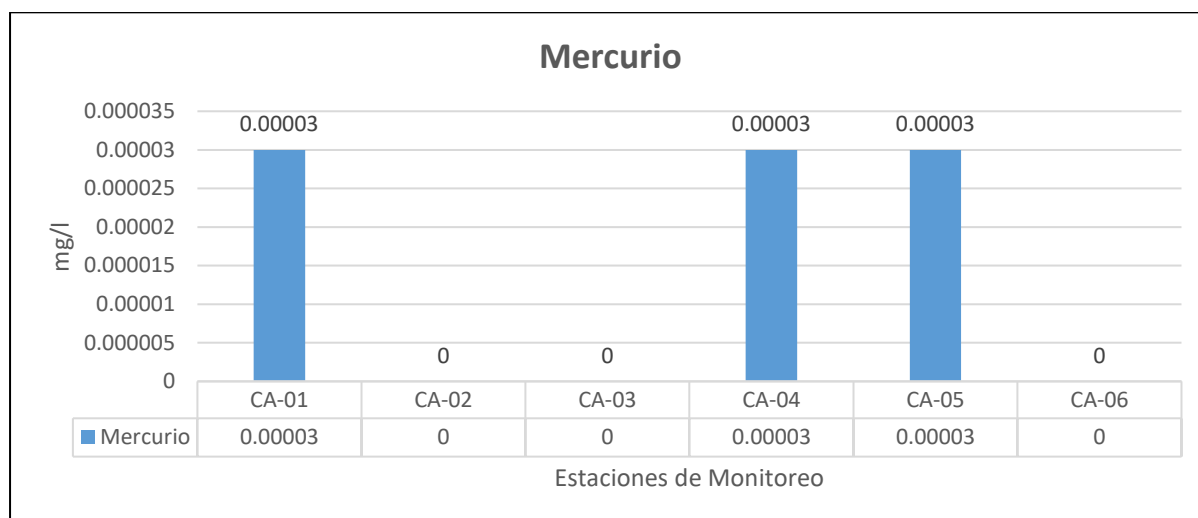
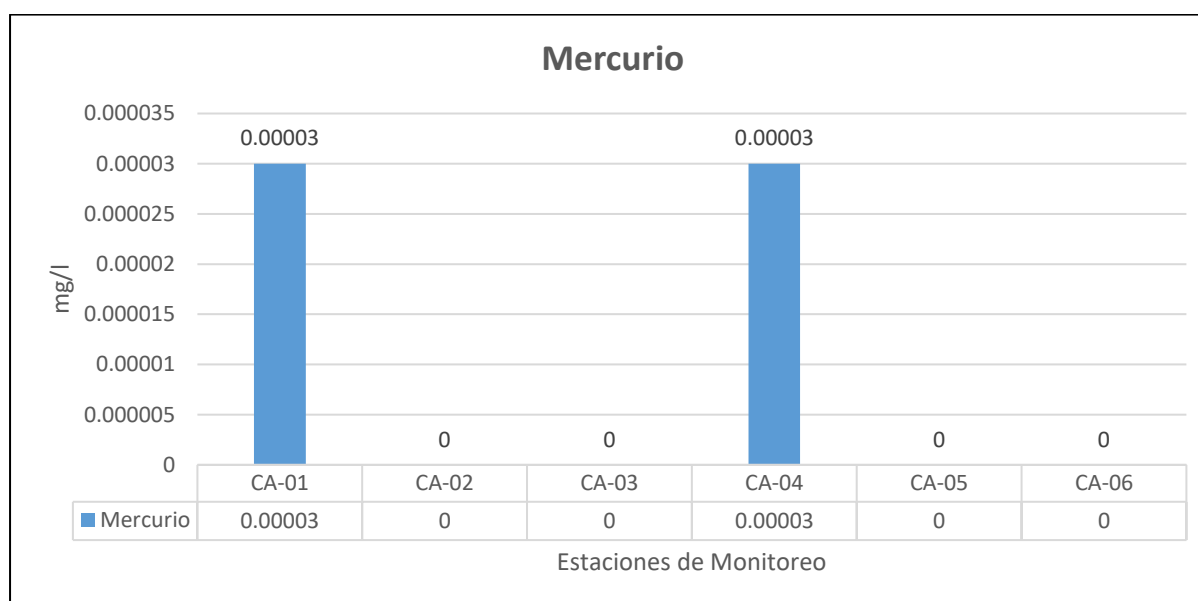
Figura 78*Mercurio – 2017***Figura 79***Mercurio – 2018*

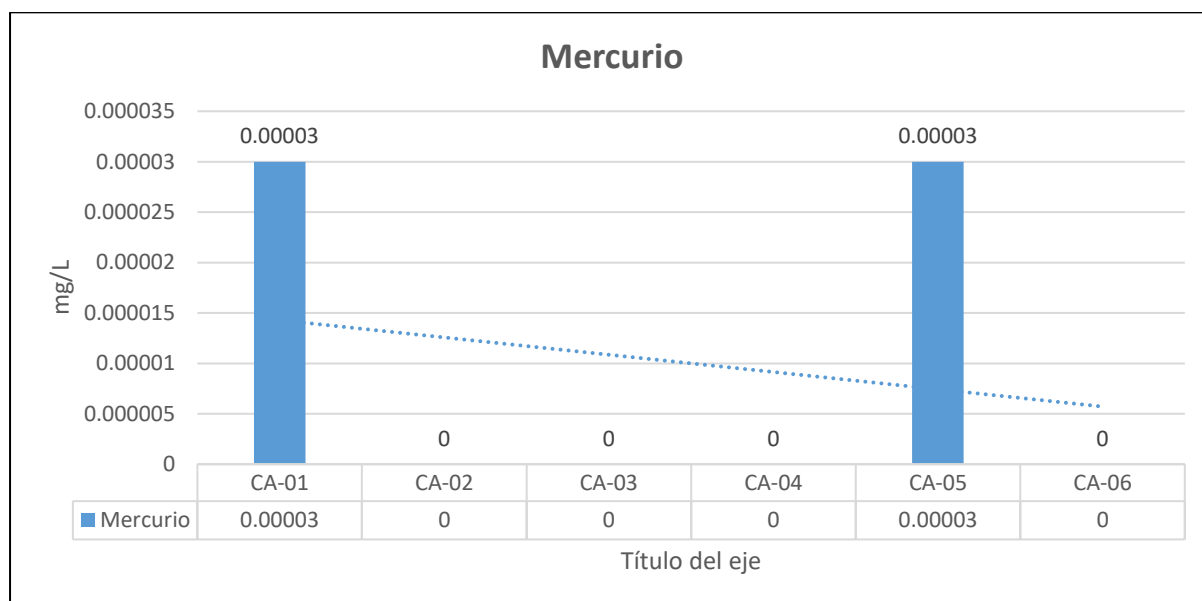
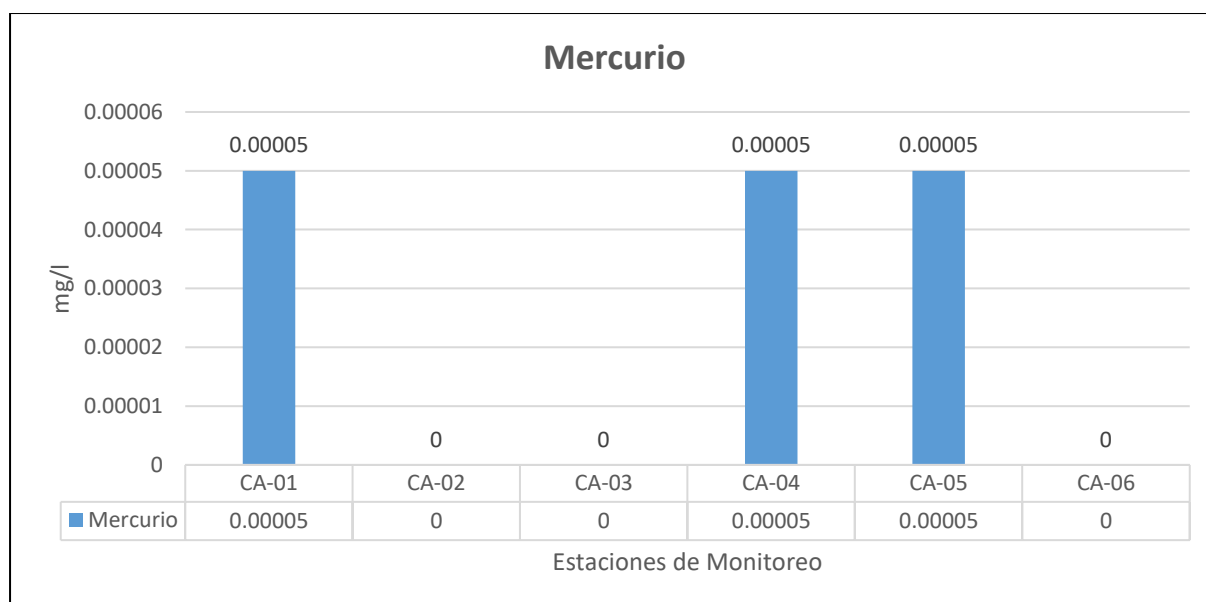
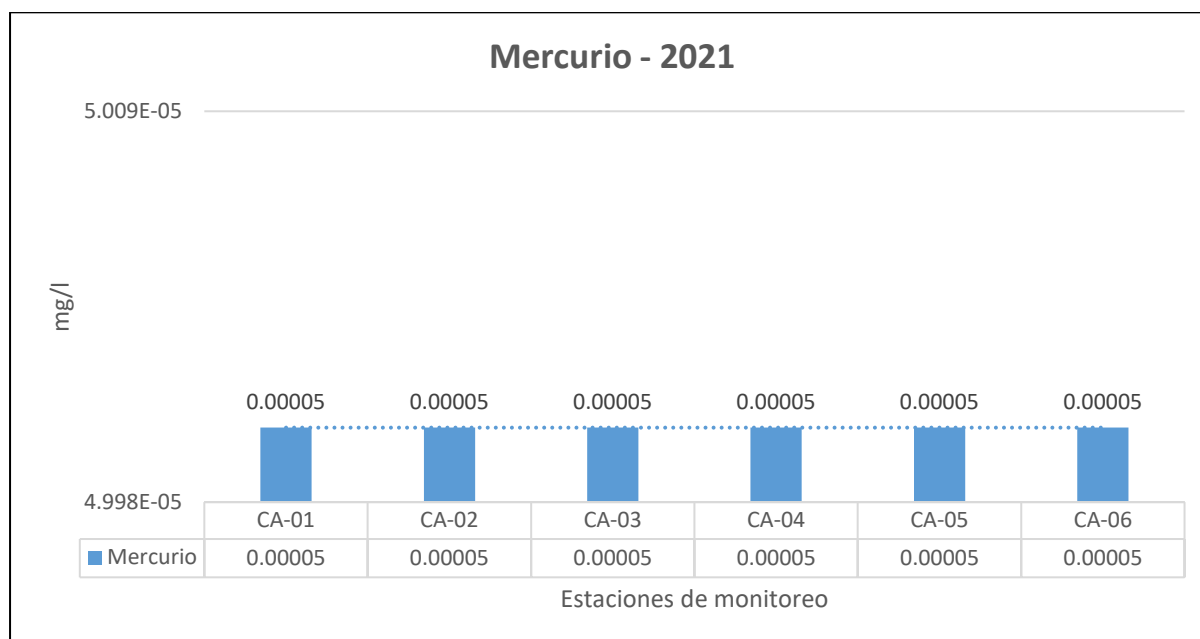
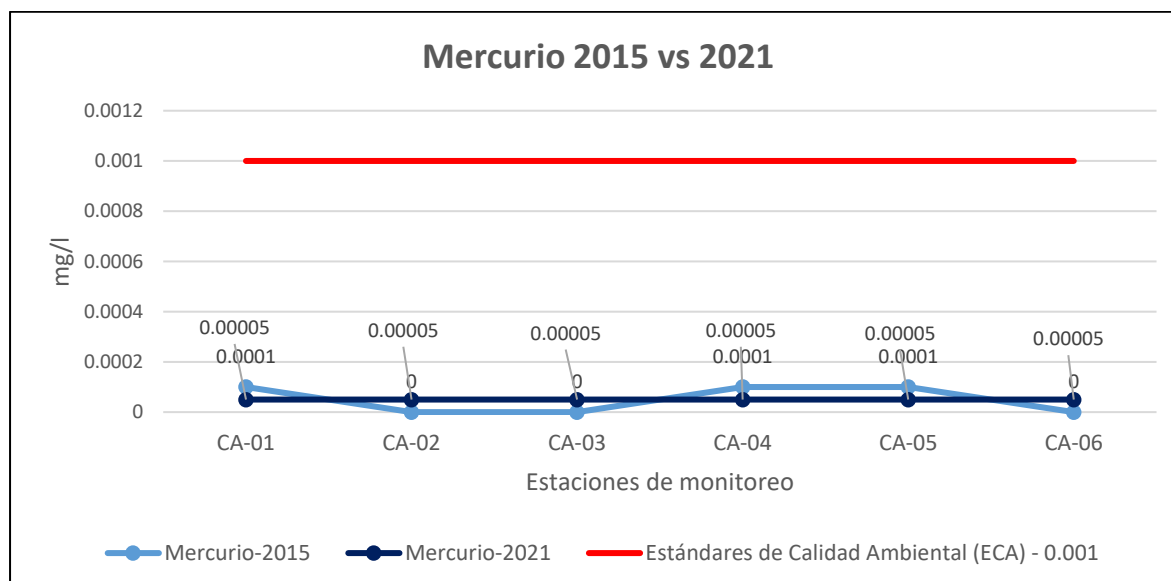
Figura 80*Mercurio – 2019***Figura 81***Mercurio – 2020*

Figura 82*Mercurio – 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para mercurio**

A continuación, en las *figuras 83 al 88*, se muestran las concentraciones de mercurio para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 83*Comparativa entre Mercurio – 2015 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2015 tenemos 0.0001 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2015 superan a los niveles de mercurio en el año 2021, esto podría deberse a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, esorrentía y geoquímica de la cuenca.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.0001 mg/l en dicho punto. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.0005 mg/l de mercurio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

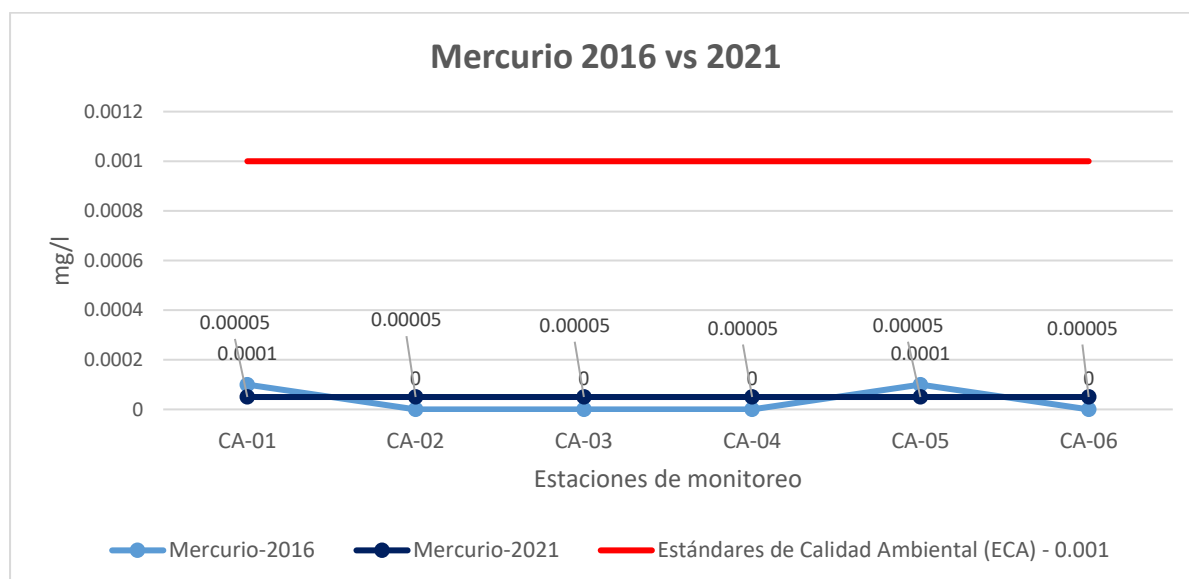
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 0.0001 mg/l de mercurio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00005 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial o las empresas realizan un adecuado vertimiento de

efluentes al cuerpo receptor de agua superficial, con lo cual no alteraría de manera significativa su composición.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 84

Comparativa entre Mercurio – 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2016 tenemos 0.0001 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2015 superan a

los niveles de mercurio en el año 2021, esto podría deberse a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, escorrentía y geoquímica de la cuenca.

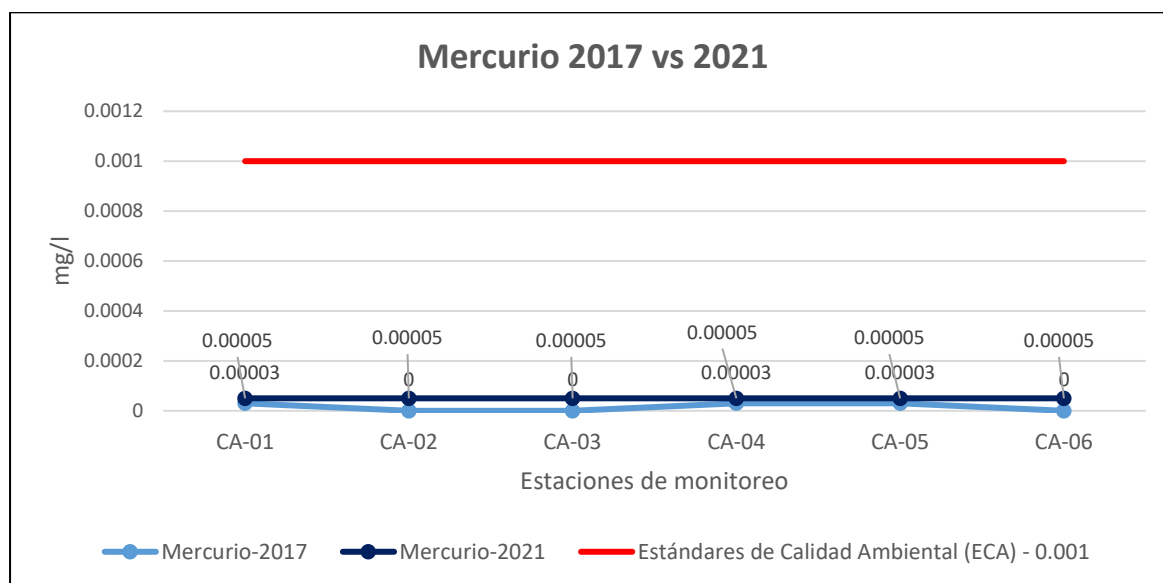
Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.0005, 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.001mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 0.0001 mg/l de mercurio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00005 mg/l. De igual manera en ambos casos por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial o las empresas realizan un adecuado vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial, con lo cual no alteraría de manera significativa su composición.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 85

Comparativa entre Mercurio – 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2017 tenemos 0.00003 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 superan a los niveles de mercurio en el año 2017, esto podría deberse a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, escorrentía y geoquímica de la cuenca.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.001mg/l).

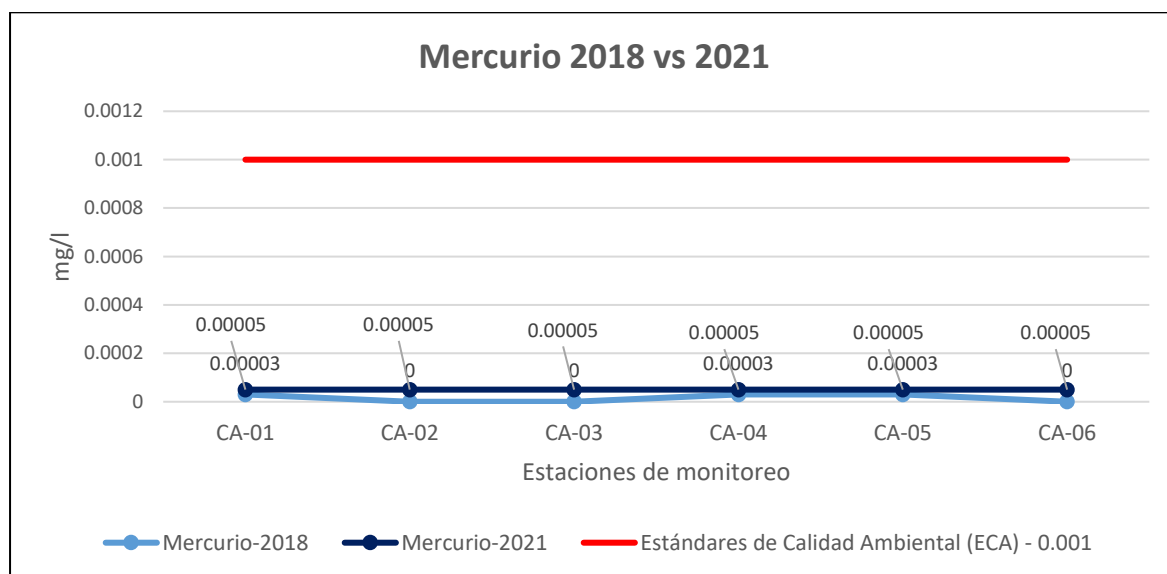
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 el valor registrado es de 0.00003 mg/l de mercurio, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.001 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.0005 mg/l de mercurio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 0.00003 mg/l de mercurio. Para el año 2021 se registra un valor de 0.00005 mg/l. De igual manera en ambos casos las concentraciones están debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a la falta de actividad industrial o las empresas realizan un adecuado vertimiento de efluentes al cuerpo receptor de agua superficial, con lo cual no alteraría de manera significativa su composición.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 86

Comparativa entre Mercurio – 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2018 tenemos 0.00003 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 superan a los niveles de mercurio en el año 2018, esto podría deberse a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, escorrentía y geoquímica de la cuenca.

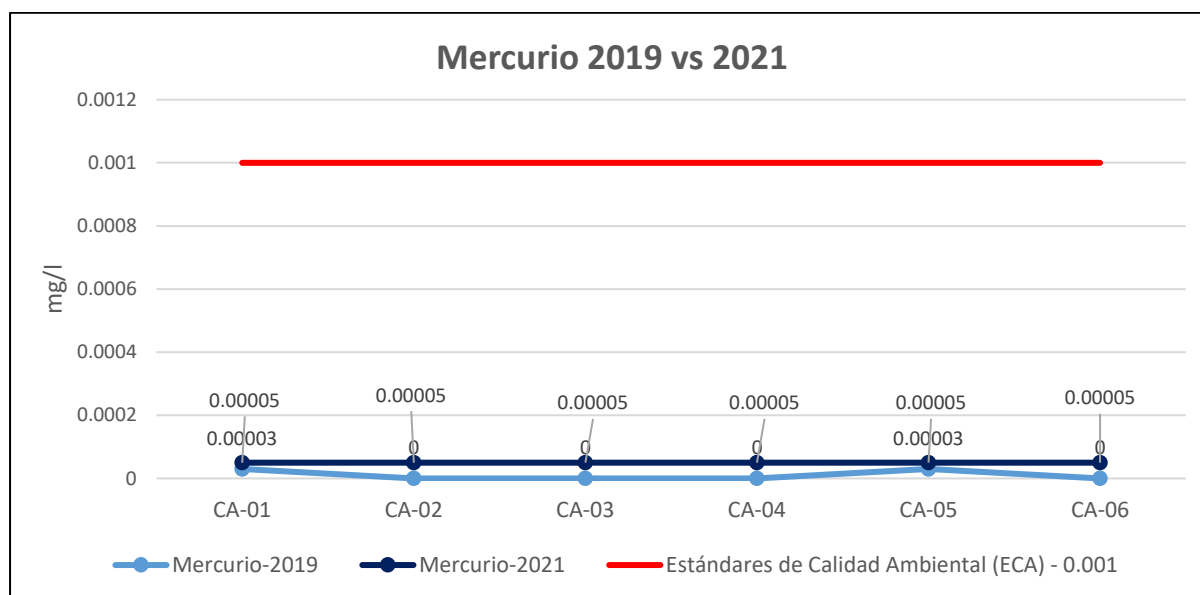
Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.001 mg/l).

Para las estaciones **CA-04** y **CA-05** se aprecia que para el año 2018 el valor registrado es de 0.00003 mg/l y 0.00003 mg/l de mercurio respectivamente, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.001 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.0005 mg/l de mercurio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el río.

Figura 87

Comparativa entre Mercurio – 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el

estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2019 tenemos 0.00003 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 superan a los niveles de mercurio en el año 2019, esto podría deberse a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, esorrentía y geoquímica de la cuenca.

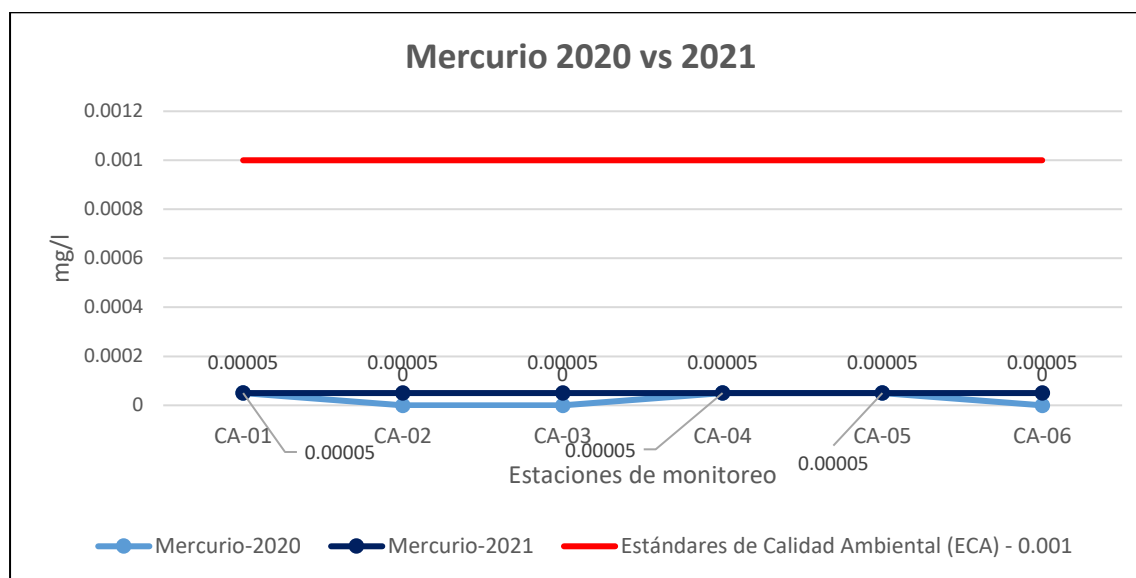
Cabe precisar que para las estaciones **CA-02**, **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.00005, 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.001mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 el valor registrado es de 0.00003 mg/l de mercurio, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.001 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 88

Comparativa entre Mercurio – 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de mercurio se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l). Para el año 2020 tenemos 0.00005 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00005 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 son iguales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de mercurio para ambas estaciones fueron de 0.00005 y 0.00005 mg/l respectivamente, apreciándose que en ambos casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.001mg/l).

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 el valor registrado es de 0.00005 mg/l de mercurio, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.001

mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados son idénticos.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 el valor registrado es de 0.00005 mg/l de mercurio, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.001 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.0005 mg/l de mercurio, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00005 mg/l de mercurio, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.001 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

4.2.4 Plomo

A continuación, desde la **figura 89 a la 95**, se muestran las concentraciones de mercurio para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac

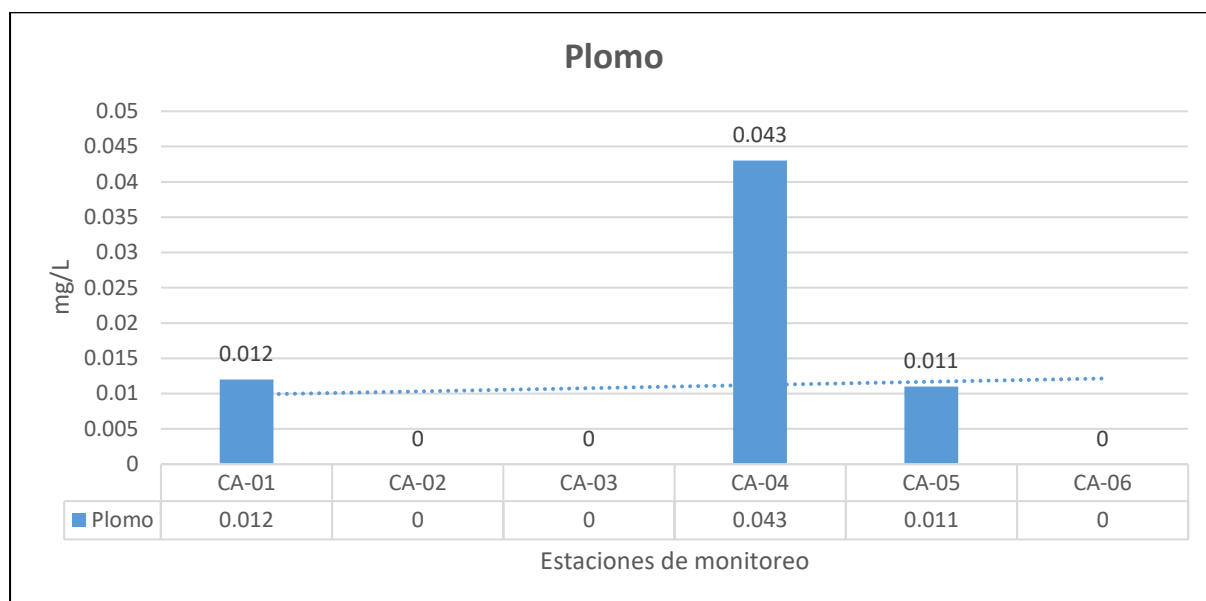
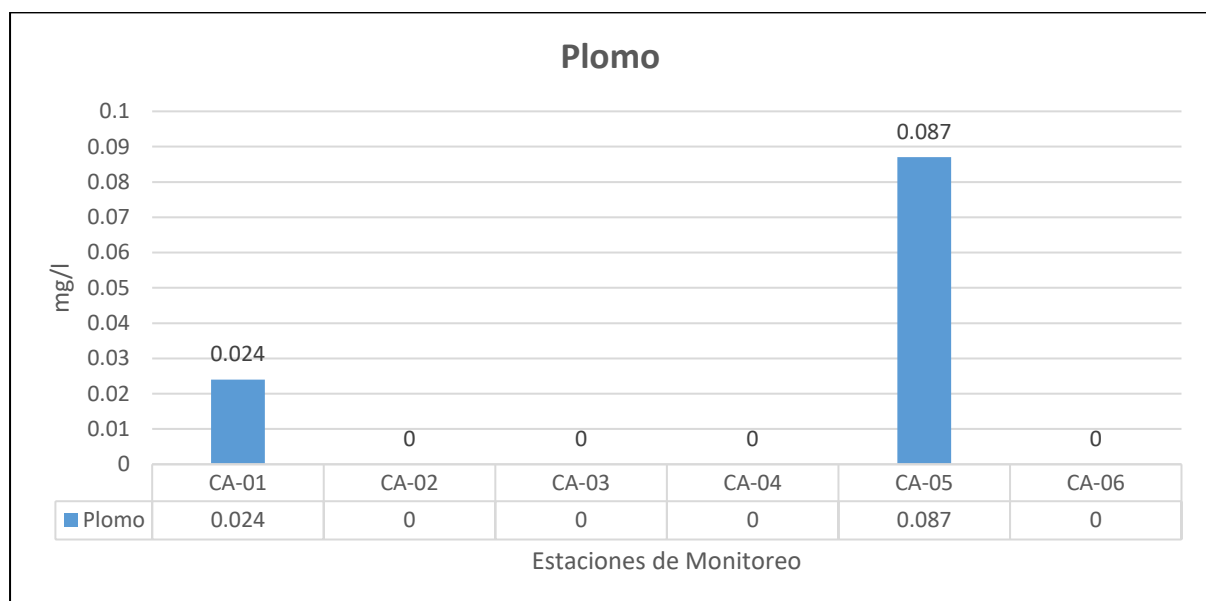
Figura 89*Plomo – 2015***Figura 90***Plomo – 2016*

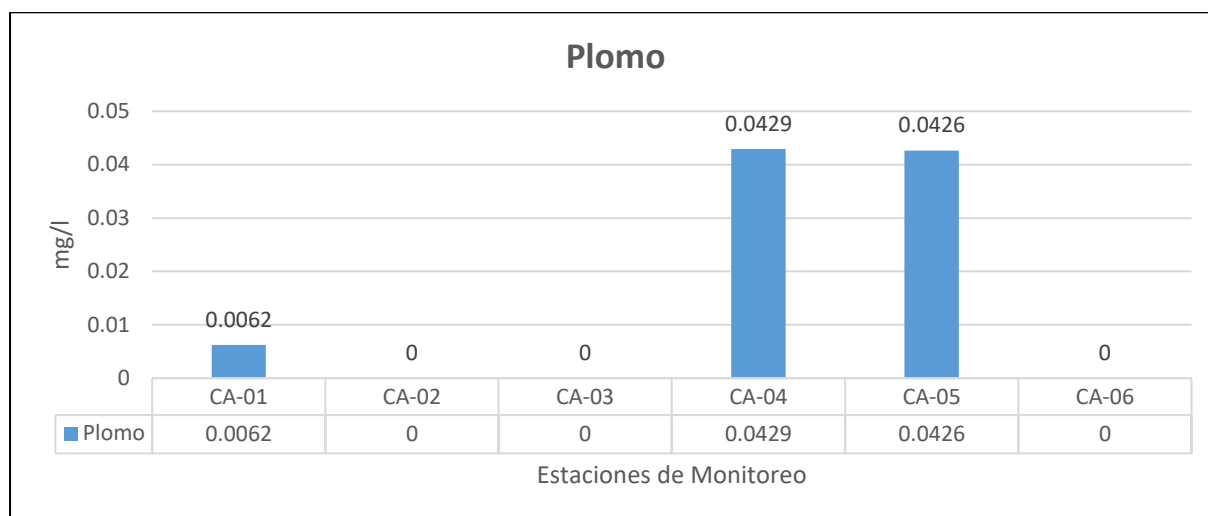
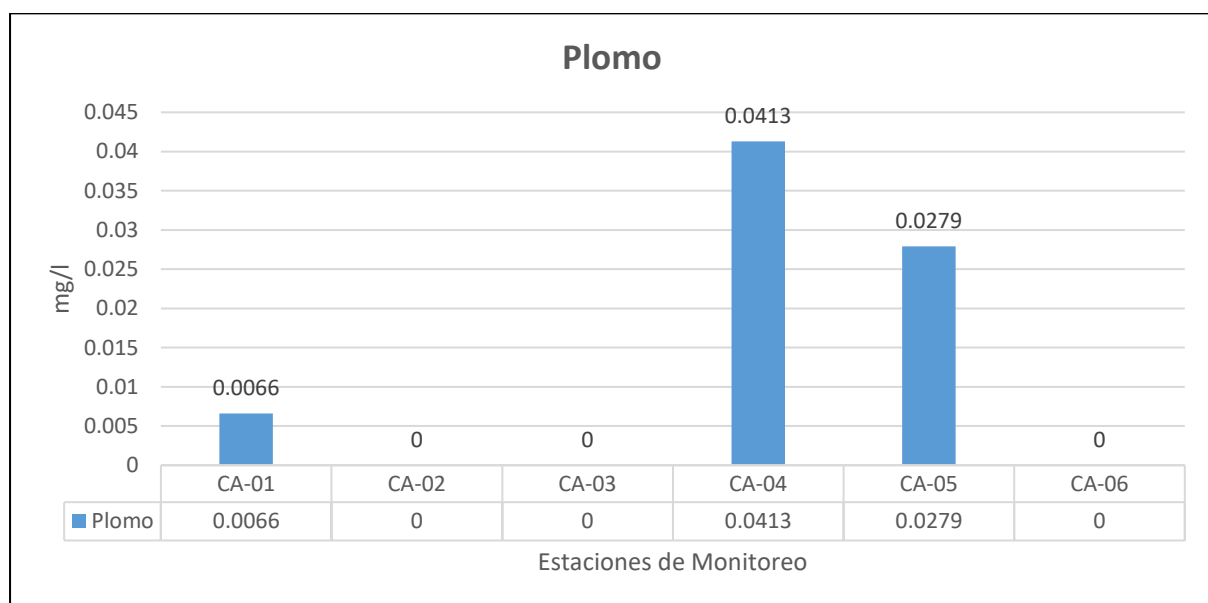
Figura 91*Plomo – 2017***Figura 92***Plomo – 2018*

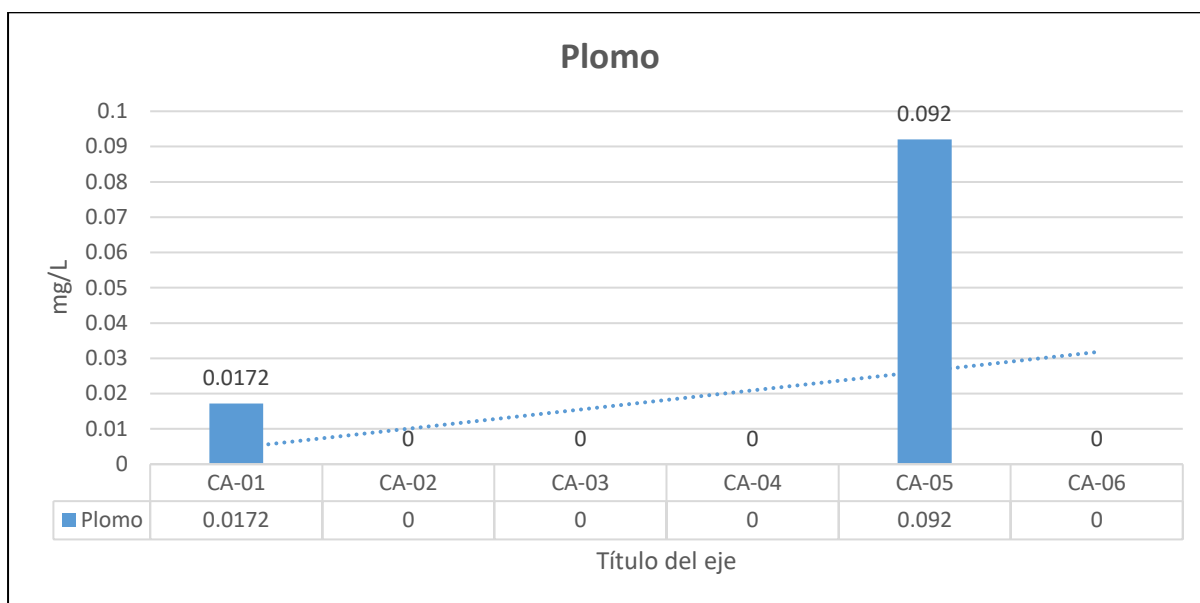
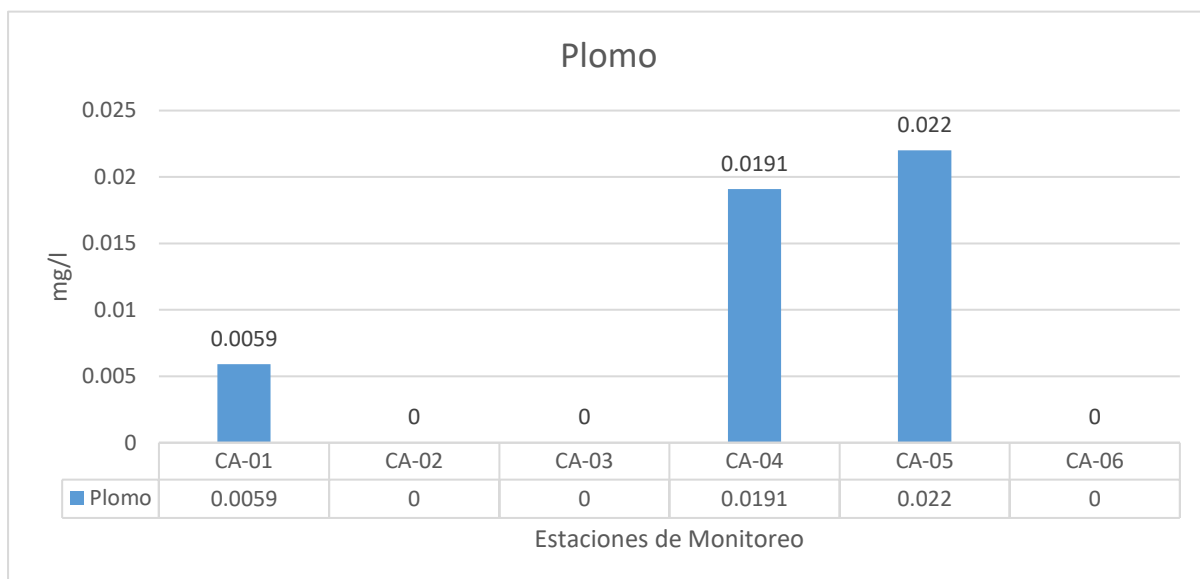
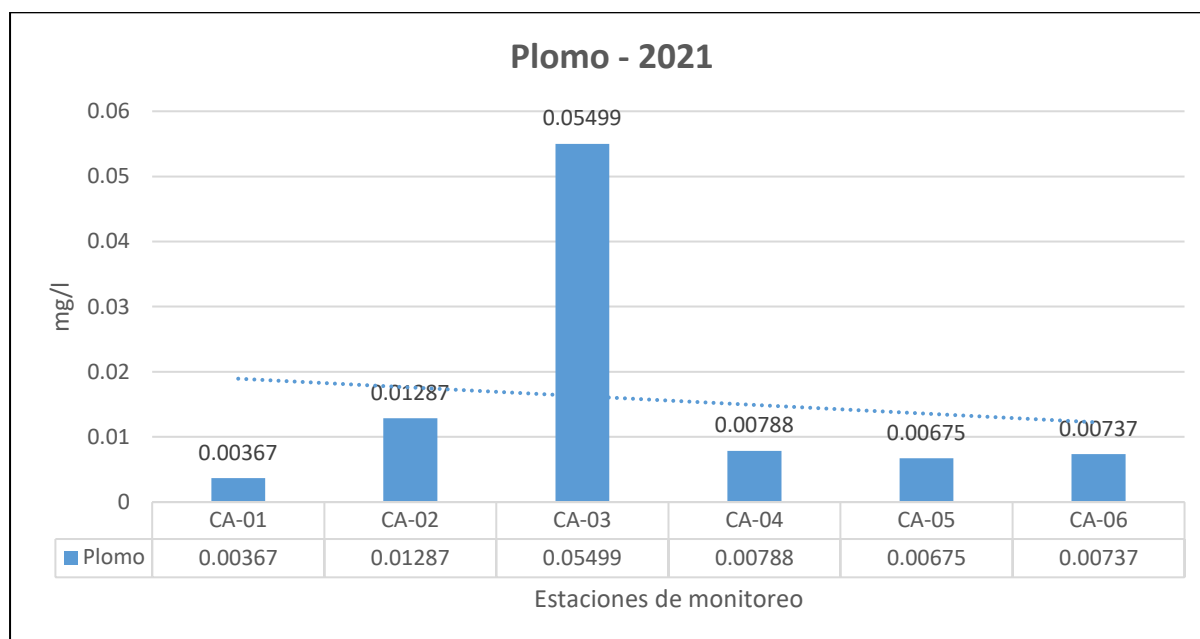
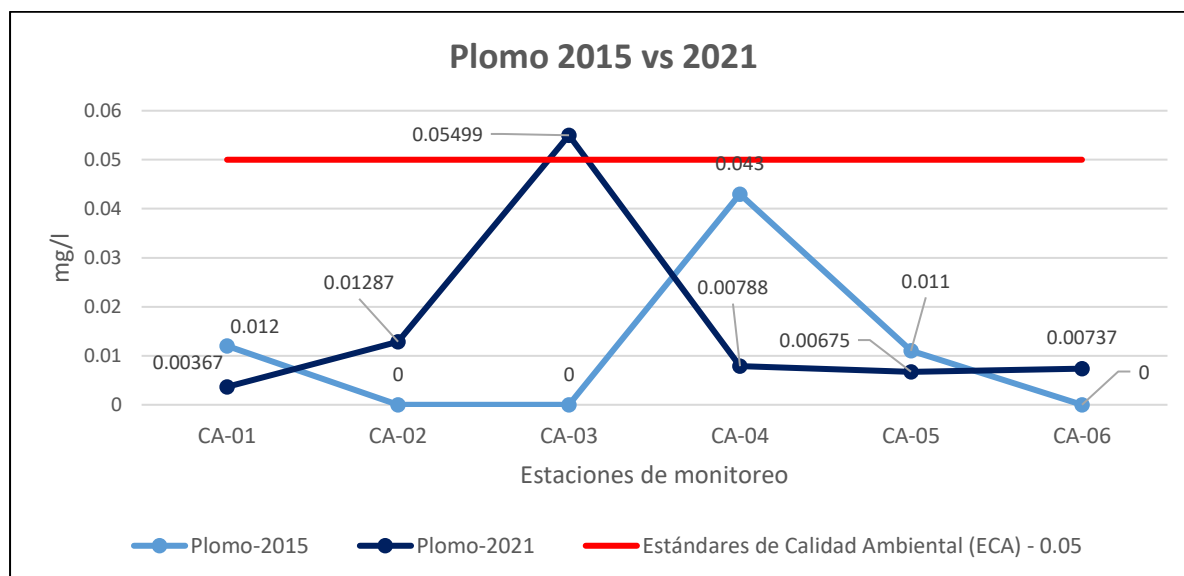
Figura 93*Plomo – 2019***Figura 94***Plomo – 2020*

Figura 95*Plomo – 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para plomo**

A continuación, en las *figuras 96 al 101*, se muestran las concentraciones de plomo para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 96*Comparativa entre Plomo – 2015 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2015 tenemos 0.012 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 son iguales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para ambas estaciones fueron de 0.01287 y 0.05499 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 el valor registrado es de 0.043 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00788 mg/l de plomo, En ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados son idénticos.

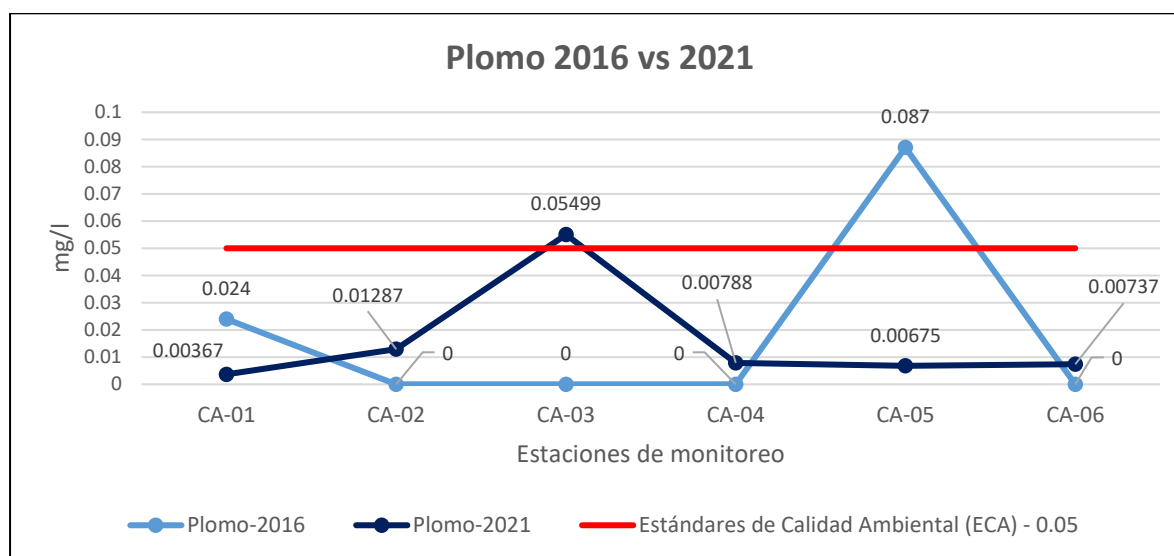
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 el valor registrado es de 0.011 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los

valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el cuerpo receptor.

Figura 97

Comparativa entre Plomo – 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2016 tenemos 0.024 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 son iguales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02**, **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para ambas estaciones fueron de 0.01287 y 0.05499 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al río.

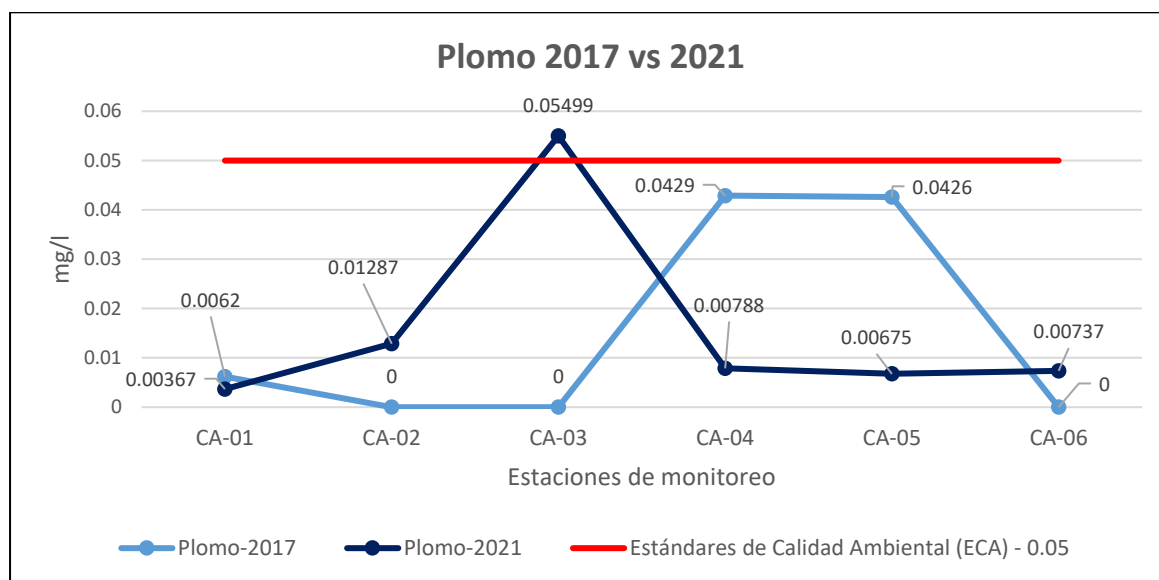
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2021 el valor registrado es de 0.00788 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 el valor registrado es de 0.087 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 98

Comparativa entre Plomo – 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2017 tenemos 0.0062 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 son iguales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para ambas estaciones fueron de 0.01287 y 0.05499 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río.

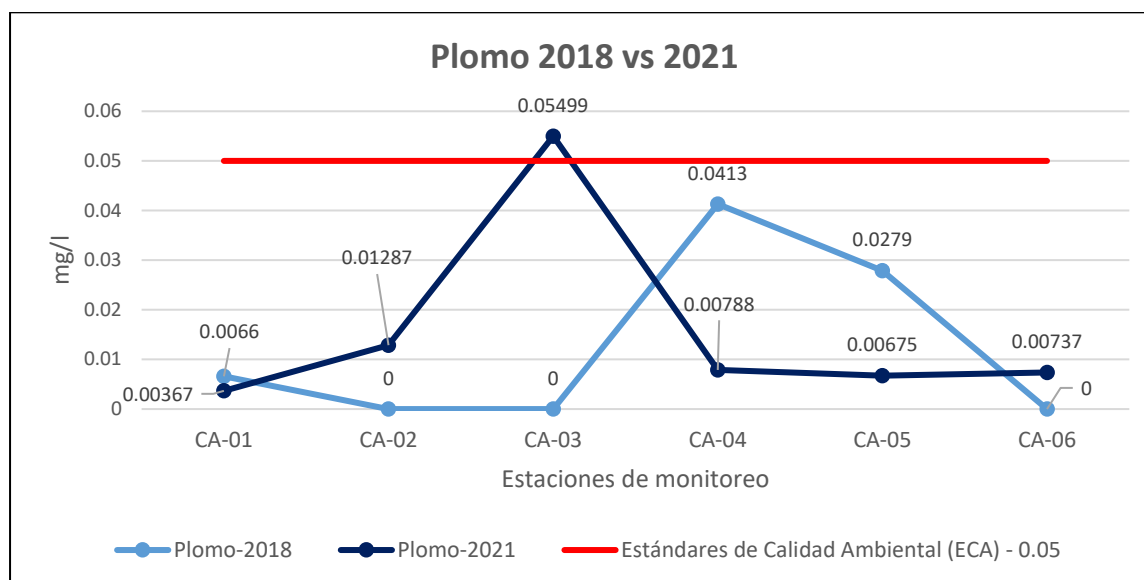
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 el valor registrado es de 0.0429 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Se aprecia que para el año 2021 el valor registrado es de 0.00788 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 el valor registrado es de 0.0426 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 99

Comparativa entre Plomo – 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2018 tenemos 0.0066 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para ambas estaciones fueron de 0.01287 y 0.05499 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río.

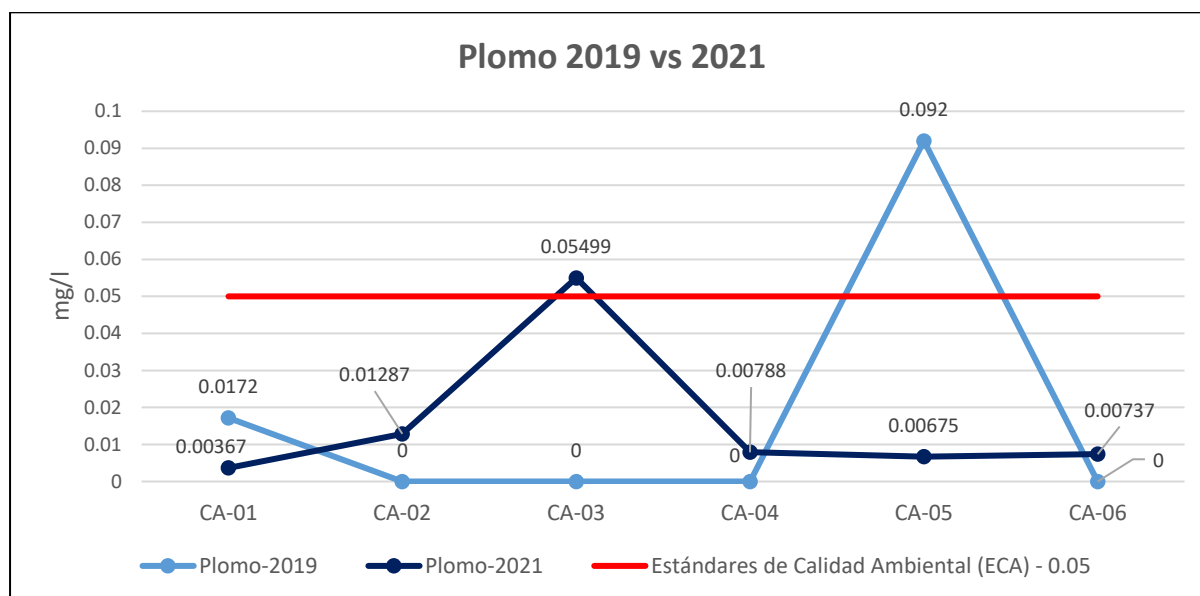
Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 el valor registrado es de 0.0413 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Se aprecia que para el año 2021 el valor registrado es de 0.00788 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 el valor registrado es de 0.0279 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

Figura 100

Comparativa entre Plomo – 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este parámetro, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2019 tenemos 0.0172 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales; sin embargo, los niveles de mercurio del año 2021 son iguales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02**, **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para tres estaciones fueron de 0.01287, 0.05499 y 0.00788 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 casos no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al

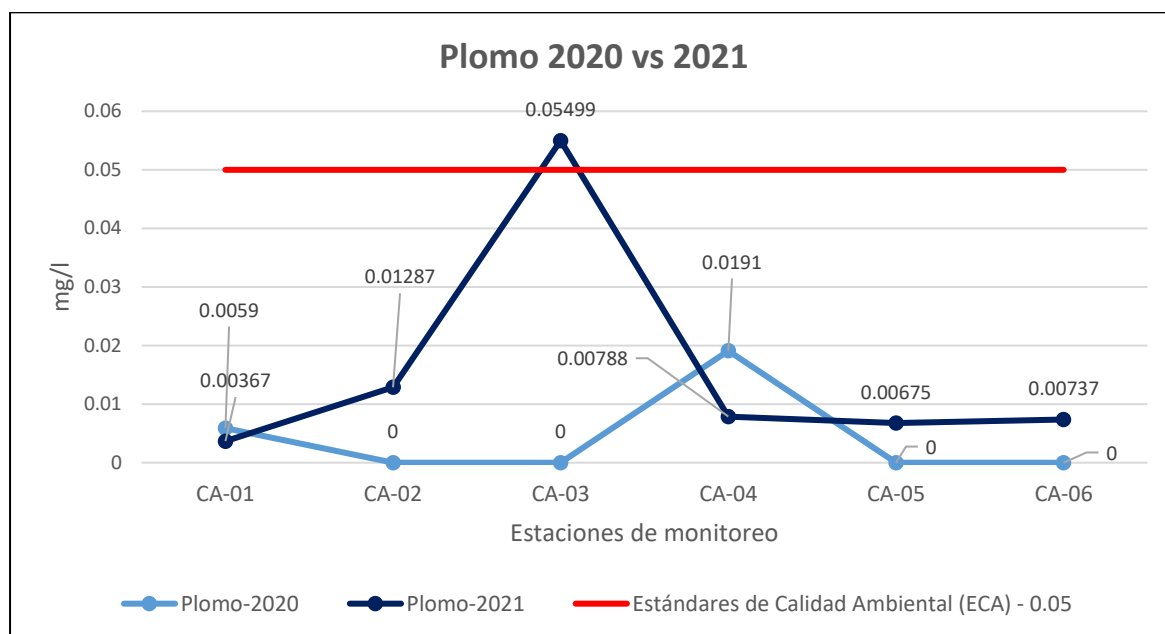
lecho del río. En la estación **CA-04** el valor registrado es de 0.00788 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 el valor registrado es de 0.092 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes al río.

Figura 101

Comparativa entre Plomo – 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima los aportes de aguas residuales industriales no son significativos respecto a este metal, por lo que sus concentraciones de plomo se encuentran relativamente bajas en comparación con el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l). Para el año 2020 tenemos 0.0059 mg/l y para el año 2021 tenemos una concentración de 0.00367 mg/l. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados no exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales.

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de plomo para ambas estaciones fueron de 0.01287 y 0.05499 mg/l respectivamente, apreciándose que en el punto CA-02 no se excede los estándares de calidad ambiental (0.05 mg/l); Sin embargo, en el punto de monitoreo CA-03 excede ligeramente el

estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 el valor registrado es de 0.0191 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l). Se aprecia que para el año 2021 el valor registrado es de 0.00788 mg/l de plomo, con el cual no se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l).

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 el valor registrado es de 0.022 mg/l de plomo, con el cual se excede el estándar de calidad ambiental para agua (0.05 mg/l), esto podría ser causado por vertimientos de aguas residuales industriales con inadecuado manejo antes de la descarga al lecho del río. En el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00675 mg/l de plomo, en ambos años no se supera el estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), los valores registrados pueden estar asociados a la dilución del contaminante en el cuerpo receptor de agua superficial o que los vertimientos cuentan con adecuado tratamiento antes de la descarga al lecho del río.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 0.00737 mg/l de plomo, encontrándose por debajo del estándar de calidad ambiental (0.05 mg/l), lo cual puede estar asociado a procesos de dilución de los contaminantes en el lecho del río.

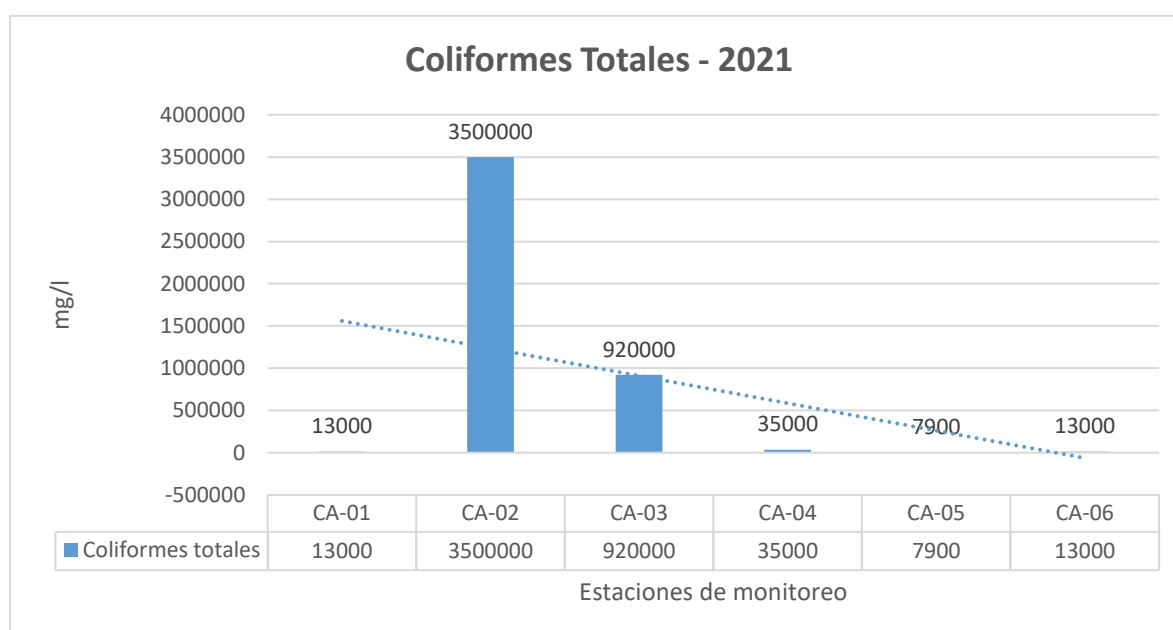
4.3 Parámetros Microbiológicos:

4.3.1 Coliformes Totales

A continuación, desde la *figura 102*, se muestran las concentraciones de coliformes totales para el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac, debido a que la ANA no consideró este parámetro.

Figura 102

Coliformes Totales



4.3.2 Coliformes Termotolerantes

A continuación, desde la *figura 103 a la 109*, se muestran las concentraciones de coliformes termotolerantes para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac

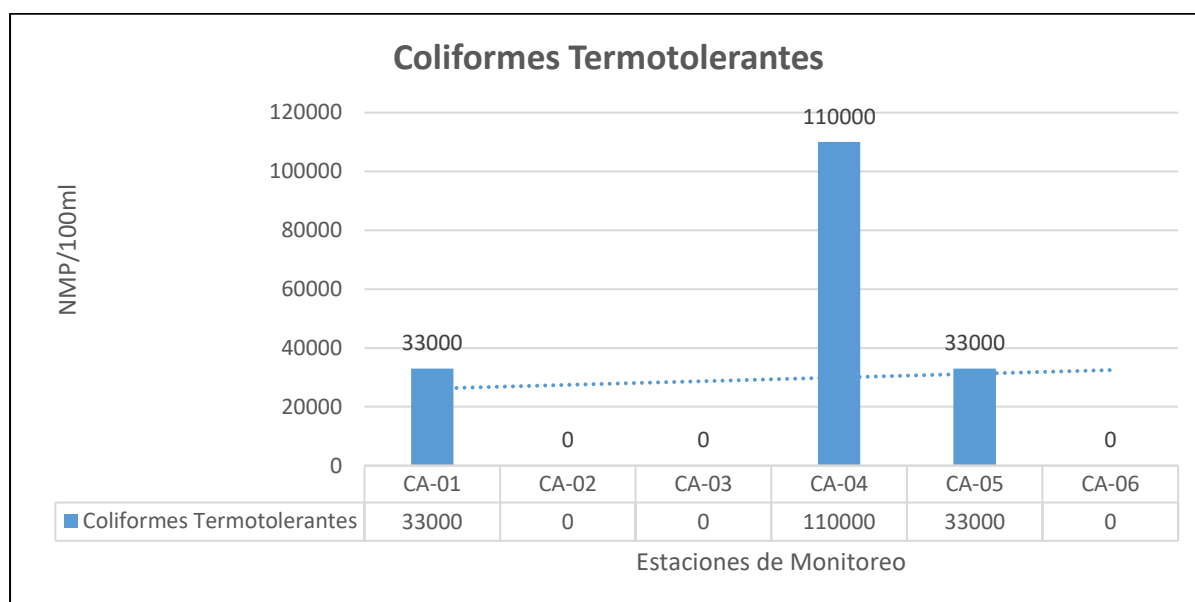
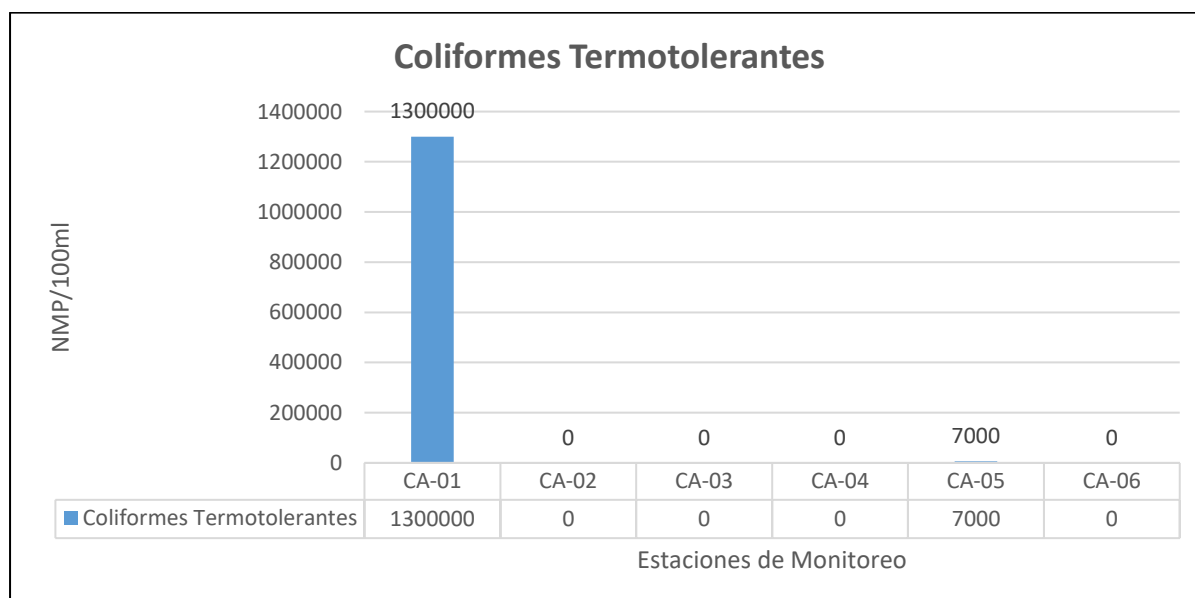
Figura 103*Coliformes termotolerantes - 2015***Figura 104***Coliformes termotolerantes – 2016*

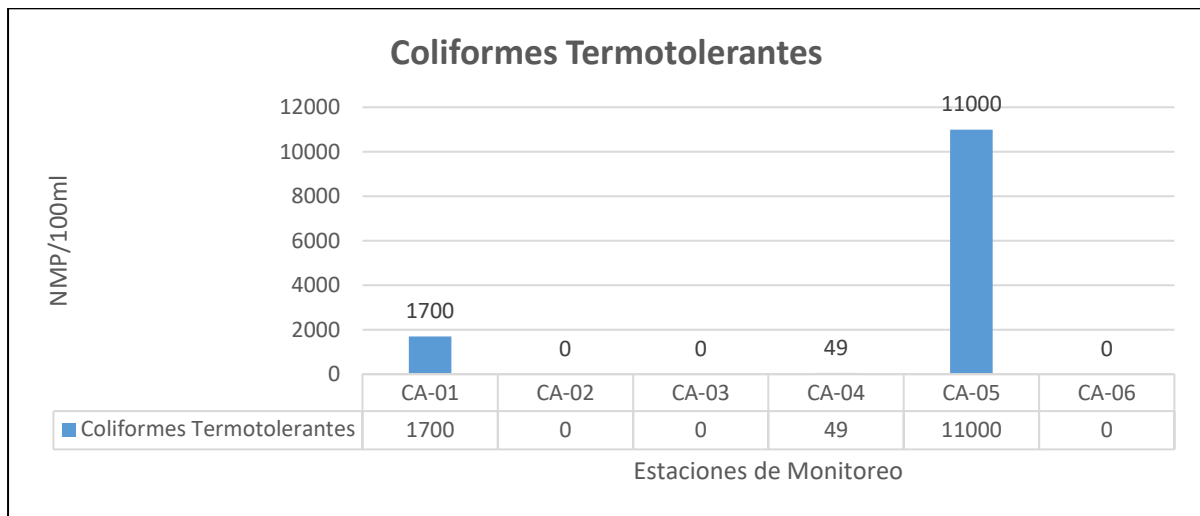
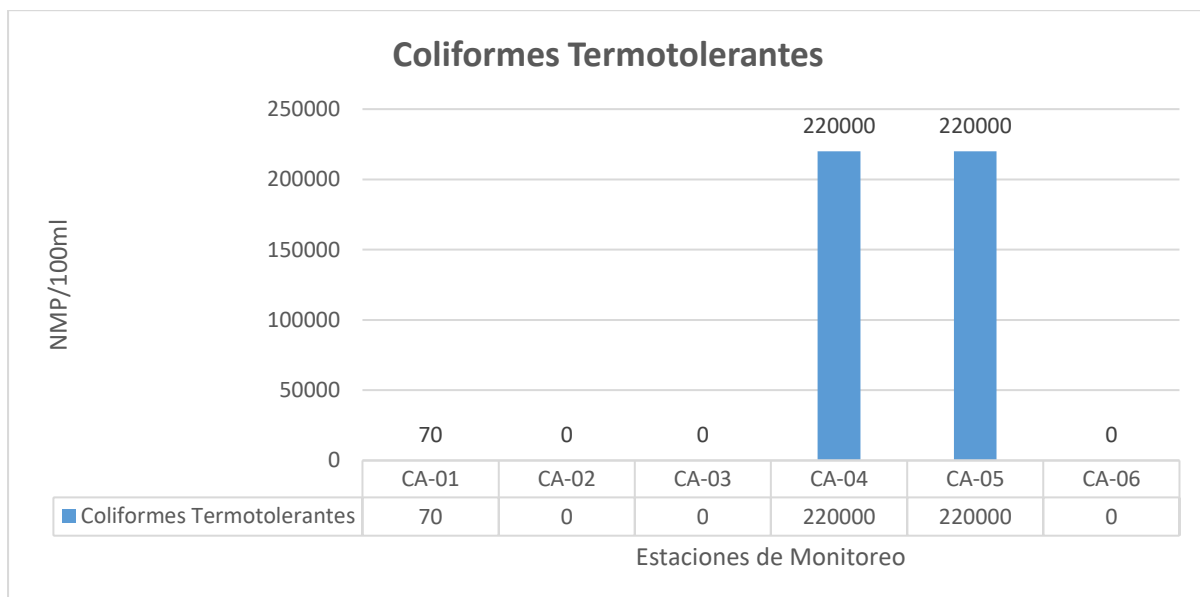
Figura 105*Coliformes termotolerantes - 2017***Figura 106***Coliformes termotolerantes – 2018*

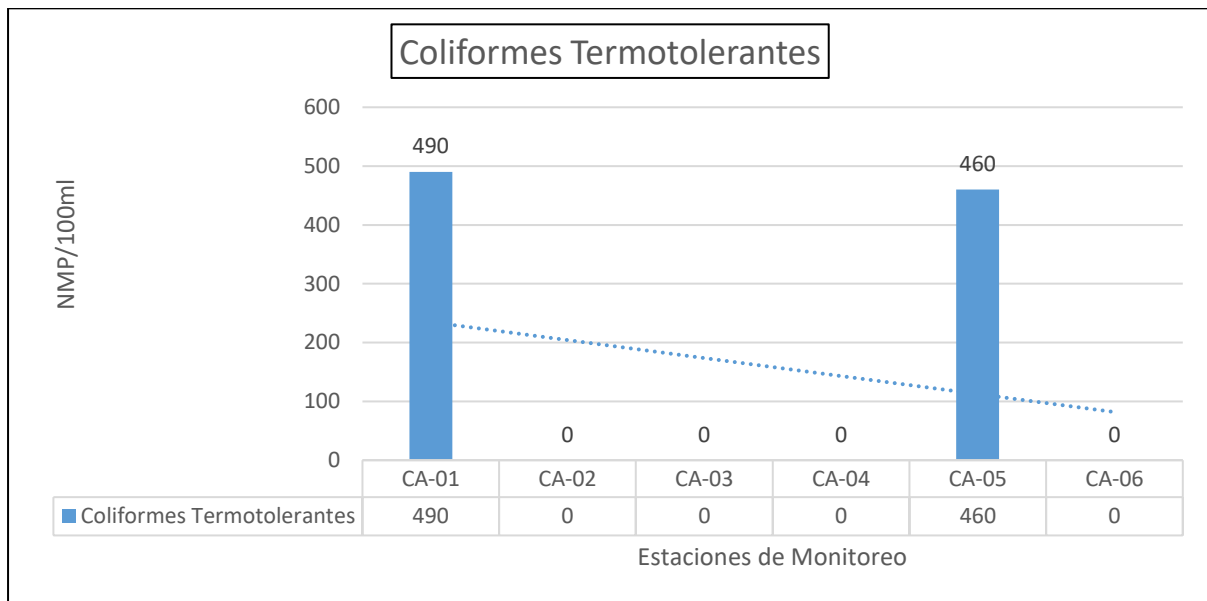
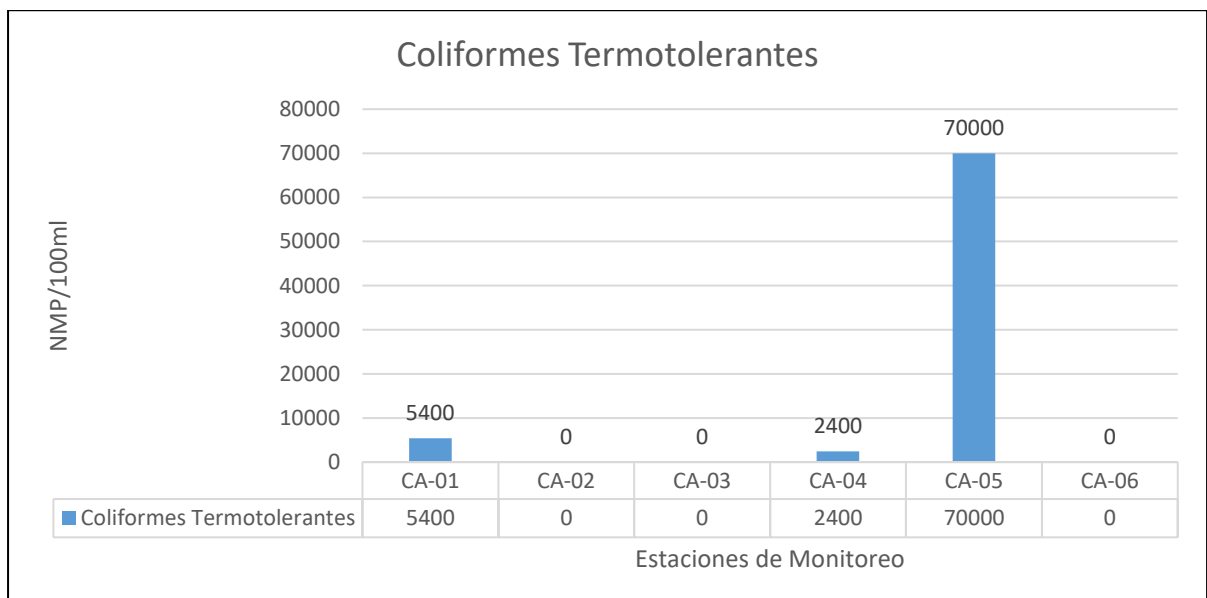
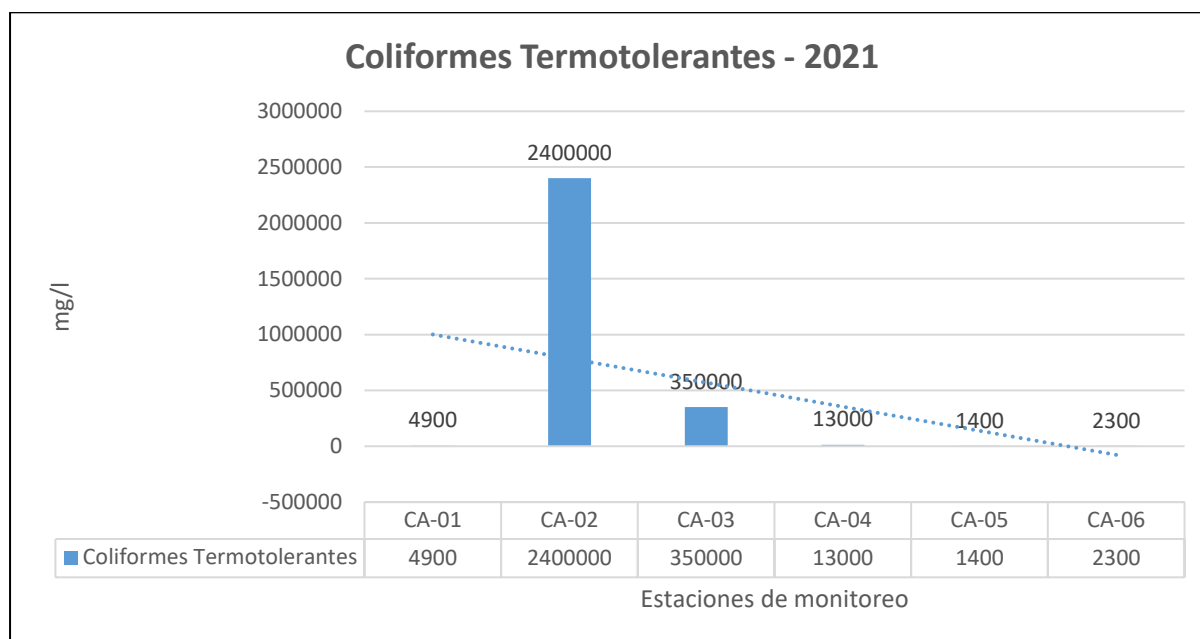
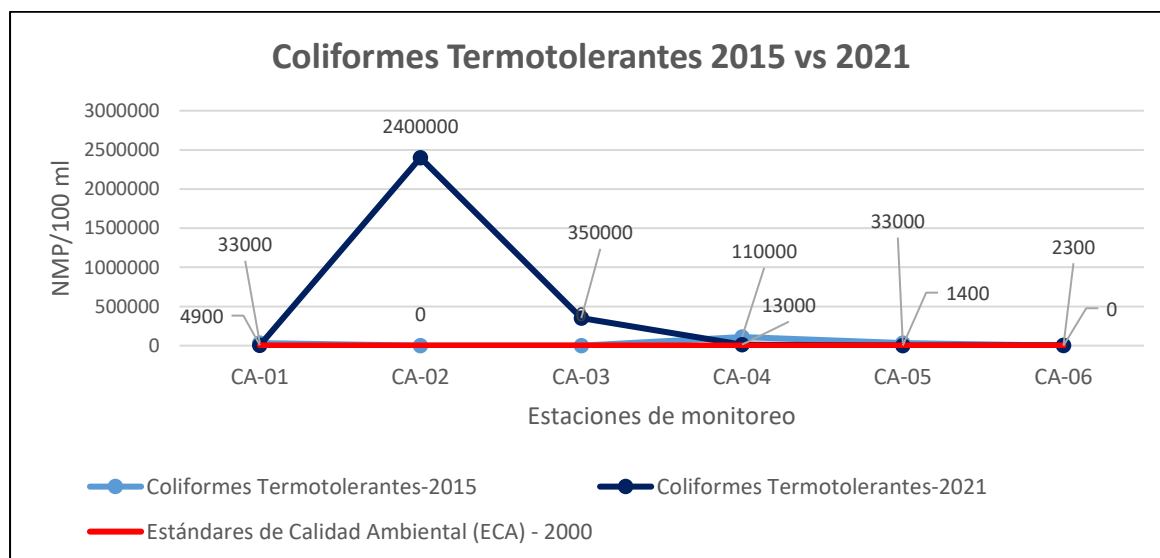
Figura 107*Coliformes termotolerantes – 2019***Figura 108***Coliformes termotolerantes – 2020*

Figura 109*Coliformes termotolerantes – 2021*

- **Análisis comparativo de resultados para coliformes termotolerantes**

A continuación, en las *figuras 110 al 115*, se muestran las concentraciones de coliformes termotolerantes para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 versus el año 2021 de las 6 estaciones de monitoreo considerados en la cuenca baja del río Rímac.

Figura 110*Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2015 vs 2021*

Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2015 tenemos 33000 NMP/100ml y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2015 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para ambas estaciones fueron de 2400000 y 350000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Se presume que esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 110000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a los vertimientos no controlados de aguas residuales domésticas, botaderos de residuos sólidos ubicados en la ribera del cuerpo natural del agua (Lurigancho-Chosica, el agustino, cercado de lima , san martín de porres, Carmen de la legua Reynoso). Para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes

de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las márgenes de esta cuenca.

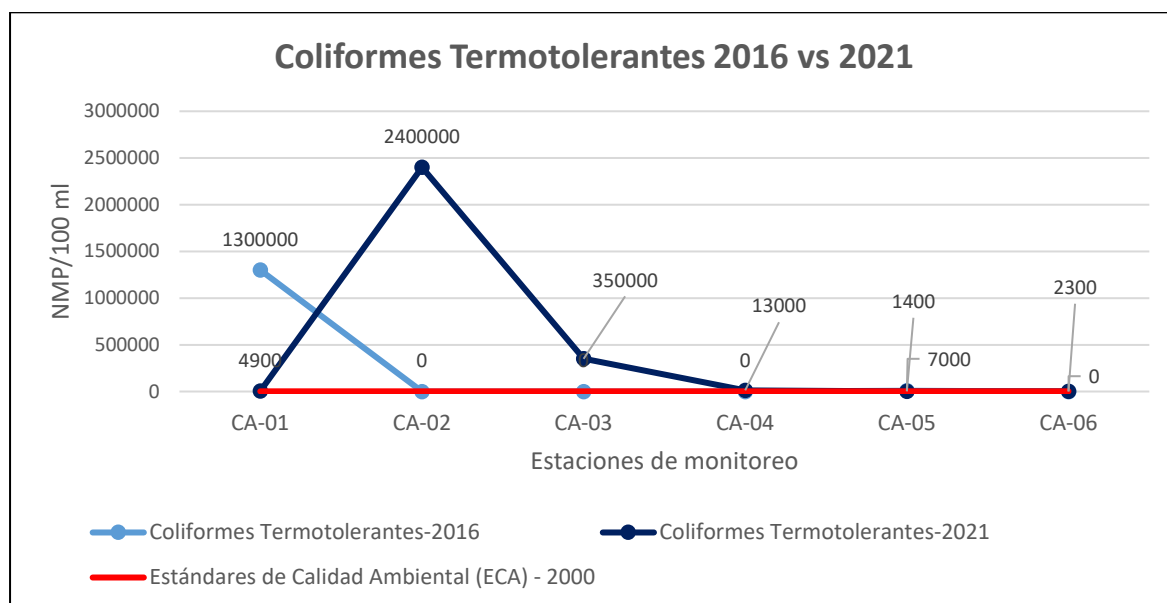
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2015 se registró un valor de 33000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), asociado posiblemente a la existencia de vertimientos provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor de agua superficial.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2015 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos de aguas residuales domésticas sin adecuado tratamiento previo al vertimiento en el lecho del río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río.

Figura 111

Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2016 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2016 tenemos 1 300 000 NMP/100ml y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02**, **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2016 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para las tres estaciones fueron de 2400000, 350000 y 13000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), se presume que

esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las márgenes de esta cuenca.

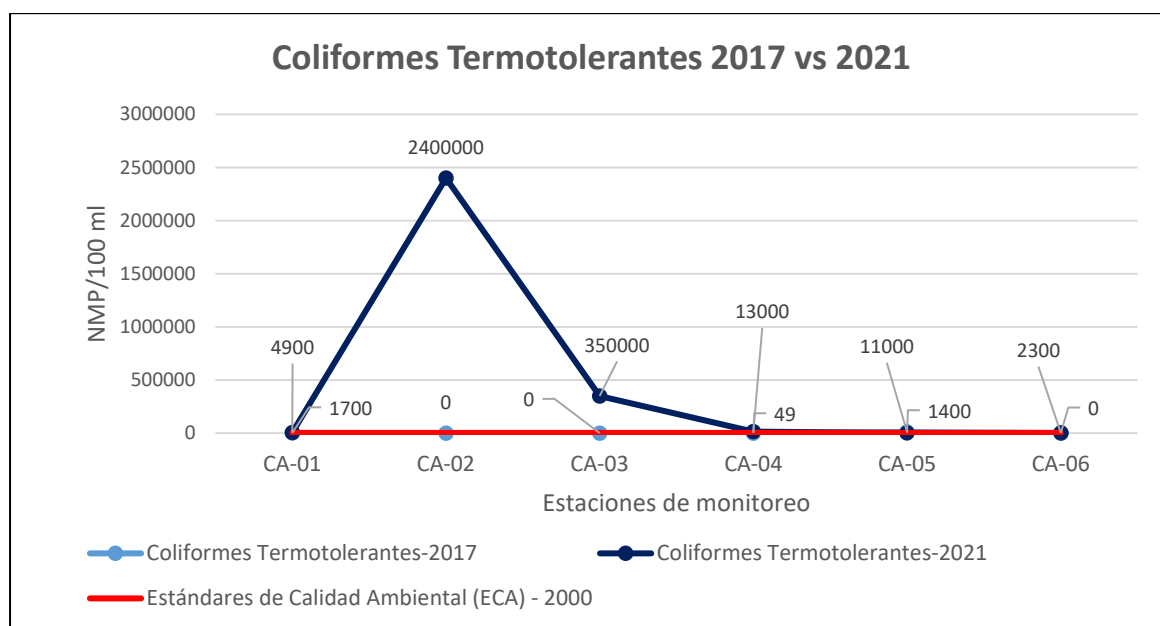
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2016 se registró un valor de 7000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), asociado posiblemente a la existencia de vertimientos provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2016 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021; sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos de aguas residuales domésticas sin adecuado tratamiento previo al vertimiento en el lecho del río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río.

Figura 112

Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2017 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2017 tenemos 1700 NMP/100ml y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Cabe precisar que para ambos años los niveles registrados exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2017 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para ambas estaciones fueron de

2400000 y 350000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Se presume que esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 49 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, valor con el cual no excede el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las márgenes de esta cuenca.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2017 se registró un valor de 11000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), asociado posiblemente a la existencia de vertimientos provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor.

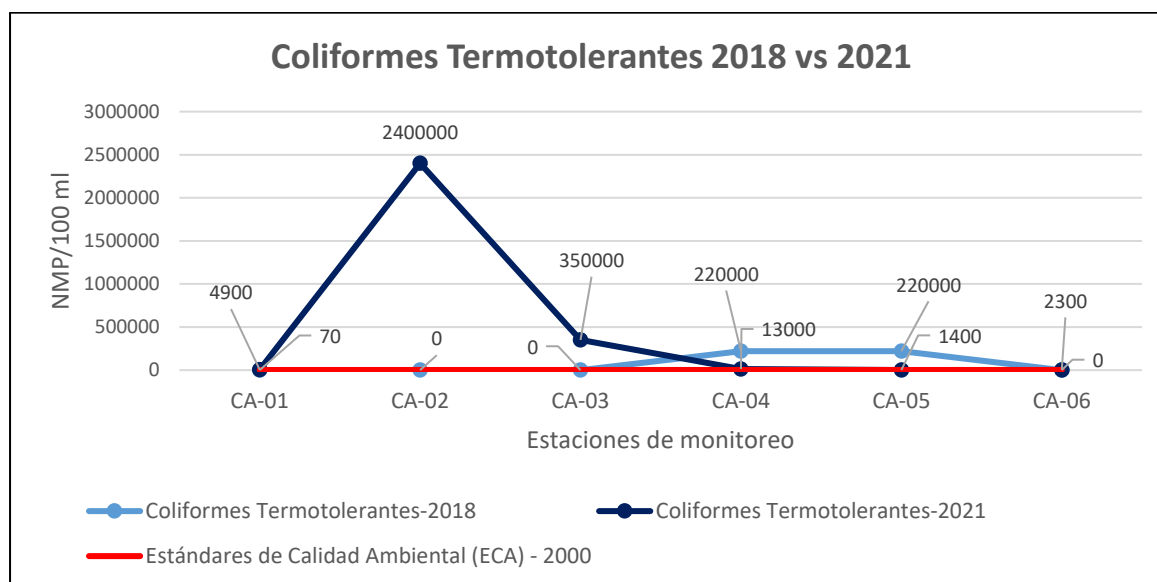
Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2017 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo,

en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos de aguas residuales domésticas sin adecuado tratamiento previo al vertimiento al río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río.

Figura 113

Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2018 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2018 tenemos 70 NMP/100ml, no excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml) y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Mientras que el segundo valor excede los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2018 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para ambas estaciones fueron de 2400000 y 350000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Se presume que esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 220000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, valor con el cual excede el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a vertimientos no controlados de aguas residuales domésticas y botaderos de residuos sólidos ubicados en la ribera del cuerpo receptor (Lurigancho-Chosica, el agustino, cercado de lima, san martín de porres, Carmen de la legua Reynoso). Para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las márgenes de esta cuenca.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2018 se registró un valor de 220000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), asociado posiblemente a la existencia de vertimientos provenientes de viviendas

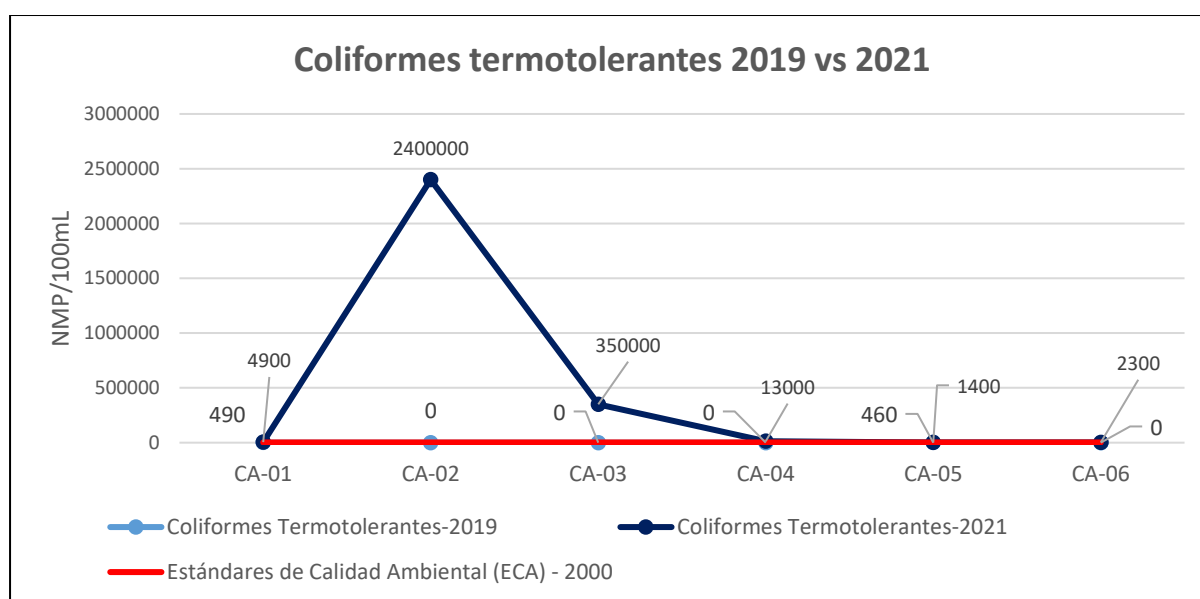
asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2018 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos domésticos sin adecuado tratamiento previo a la descarga en el río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río.

Figura 114

Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2019 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2019 tenemos 490 NMP/100ml, no excediendo el estándar de calidad ambiental (1000NMP/100ml) y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Para el año 2021 los niveles registrados exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02**, **CA-03** y **CA-04** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2019 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para las tres estaciones fueron de 2400000, 350000 y 13000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Se presume que esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos en las márgenes de esta cuenca.

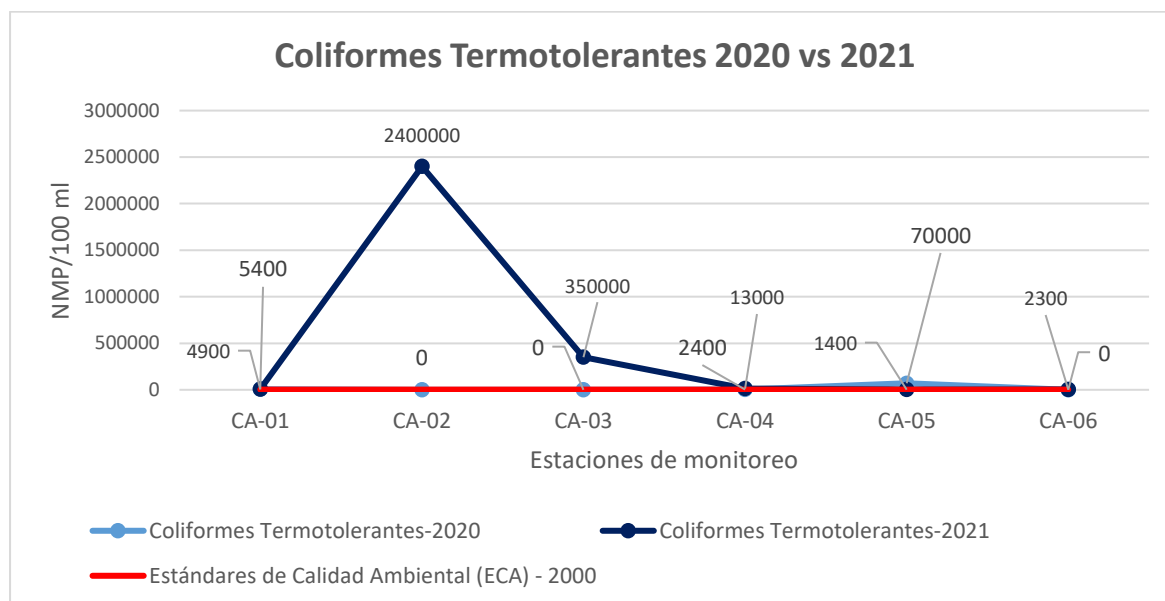
Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2019 se registró un valor de 460 NMP/100ml de coliformes termotolerantes no excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2019 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos de aguas residuales domésticas sin adecuado tratamiento previo al vertimiento en el lecho del río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río.

Figura 115

Comparativa entre Coliformes termotolerantes – 2020 vs 2021



Para la estación **CA-01** se aprecia que por ubicarse a la entrada de la ciudad de Lima y tener aportes de aguas residuales agroindustriales y domésticas del río Huaycoloro, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentran elevadas, así por ejemplo para el año 2020 tenemos 5400 NMP/100ml y para el año 2021 tenemos una concentración de 4900 NMP/100ml. Cabe señalar que ambos valores exceden los estándares de calidad ambiental para la CAT 3 - Riego de vegetales y bebida de animales (1000 NMP/100ml).

Cabe precisar que para las estaciones **CA-02** y **CA-03** la ANA no realizó monitoreos en dichos puntos para el año 2020 por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se aprecia que las concentraciones de coliformes termotolerantes para ambas estaciones fueron de 2400000 y 350000 NMP/100ml respectivamente, los resultados obtenidos demuestran que las aguas que discurren por la quebrada Huaycoloro constituyen una fuente importante de contaminación del río Rímac, siendo así que al unirse con el río principal se observan que exceden los estándares de calidad ambiental (1000 NMP/100ml). Se presume que esto es debido a la descarga de efluentes domésticos de los asentamientos humanos que no cuentan con red de alcantarillado, que conectan directamente a las aguas del río.

Para la estación **CA-04** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 2400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, valor con el cual excede el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a vertimientos no controlados de aguas residuales domésticas y botaderos de residuos sólidos ubicados en la ribera del cuerpo natural del agua (Lurigancho-Chosica, el agustino, cercado de lima , san martín de porres, Carmen de la legua Reynoso). Para el año 2021 se registró un valor de 13000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), debido a la presencia de diversas tuberías que descargan aguas residuales del tipo doméstico provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por

conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado, esto sumado a la disposición inadecuada de los residuos sólidos en las márgenes de esta cuenca.

Para la estación **CA-05** se aprecia que para el año 2020 se registró un valor de 70000 NMP/100ml de coliformes termotolerantes excediendo el estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), asociado posiblemente a la existencia de vertimientos provenientes de viviendas asentadas cerca de las márgenes del río Rímac o por conexiones no autorizadas realizadas por localidades que no cuentan con el servicio de alcantarillado. Para el año 2021 se registró un valor de 1400 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de igual manera por encima del estándar de calidad ambiental (1000 NMP/100ml), lo cual puede estar asociado a la descarga de aguas residuales domésticas al cuerpo receptor.

Para la estación **CA-06** se aprecia que para el año 2020 la ANA no realizó monitoreo en dicho punto por lo que no se puede hacer una comparación con el año 2021, sin embargo, en el monitoreo desarrollado por el investigador en el año 2021 se registró un valor de 2300 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, encontrándose por encima del estándar de calidad ambiental, lo cual puede estar asociado a vertimientos de aguas residuales domésticas sin adecuado tratamiento previo a la descarga en el río.

Se presume que a esta altura de la cuenca los coliformes reducen sus concentraciones debido a que están sujetos a un proceso de dilución mayor y a la disminución de vertimientos domésticos al cauce del río

V DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según Arif et al. (2020), en su artículo “Reduction in Water Pollution in Yamuna River due to lockdown under COVID-19 Pandemic”, indican que la epidemia por COVID-19 fue reportado en India desde enero del 2020 y aumentó día a día debido al movimiento de personas del extranjero a India y luego a las diferentes partes del país. El COVID-19 ha sido declarado pandemia por su alta tasa de transmisión y ha afectado a más de 210 países del mundo. Ha sido muy interesante notar que los cambios de comportamiento en la naturaleza son altamente positivos y la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera se están rejuveneciendo y da la apariencia de que la tierra está desarrollando un proceso de autopurificación. Bajo esta recuperación natural, se observó la mejora en la calidad del agua del río Yamuna en Delhi, que ha sido uno de los ríos contaminados por la explosión demográfica. Para estudiar este río fueron medidos las concentraciones de pH, CE, OD, DBO y DQO las cuales mostraron una reducción de 1-10%, 33-66%, 51%, 45-90% y 33-82% respectivamente durante la fase de confinamiento en comparación con la fase previa al confinamiento. El puente Nizamuddin, Okhla U/s, Najafgarh Drain y Shahdara Drain fueron los principales puntos críticos responsables del deterioro de la calidad del agua del río Yamuna al pasar por la región de Delhi. En este documento se analizaron cinco ubicaciones principales del río Yamuna que mostraron una recuperación muy impresionante de la calidad del agua durante la fase de cierre en comparación con el estado de calidad del agua anterior al cierre. Los Valores registrados de los parámetros DBO y DQO antes del confinamiento en los puntos de monitoreos mencionados anteriormente, fueron los siguientes: Palla (Yamuna) 7.29 y 28 mg/l respectivamente, Puente Nizamuddin 57 y 90 mg/l respectivamente, Shahdara Drain 78 y 271 mg/l. Los valores registrados de los parámetros DBO y DQO en el confinamiento en los puntos de monitoreo mencionados; fueron los siguientes: Palla (Yamuna) 2 y 6 mg/l respectivamente, Puente Nizamuddin 5.6 y 16 mg/l respectivamente, Shahdara Drain 55 y 150 mg/l. Los resultados obtenidos en nuestra

investigación, para los indicadores de DBO y DQO en el tiempo de confinamiento (2020), mostraron para la estación CA-01 una concentración para ambos parámetros de 2.0 mg/l , para la estación CA-04 de 2.0 y 11.0 mg/l respectivamente, para la estación CA-05 de 2.0 y 12.0 mg/l respectivamente, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Con relación a los valores de los parámetros DBO y DQO luego del confinamiento (2021) mostraron para la estación CA-01 una concentración de 2.0 y 11.4 mg/l respectivamente, para la estación CA-02 de 42.2 y 124 mg/l respectivamente, para la estación CA-03 de 75.6 y 235 mg/l respectivamente, para la estación CA-04 de 2.79 y 17.2 mg/l respectivamente, para la estación CA-05 de 2.0 y 10.0 mg/l respectivamente y para la estación CA-06 de 2 y 10 mg/l respectivamente. Con relación a los años 2020 y 2021, los porcentajes de variación en la DBO para las estaciones CA-01, CA-04 y CA-05 fueron de 0% , 39.5% y 0% respectivamente, mientras que para la DQO fue del 470 , 56.4 y -16.7% respectivamente.

De acuerdo Chakraborty et al. (2021) en su publicación "Eco-restoration of river water quality during COVID-19 lockdown in the industrial belt of eastern India", menciona que el confinamiento repentino recupera la salud del medio ambiente total, en particular el aire y el agua, mientras que el crecimiento económico del país y el ritmo sociocultural de las personas se han visto completamente obstaculizados debido a la pandemia de COVID-19. La mayoría de las industrias dentro del área de captación del río Damodar han sido cerradas; como resultado, se han reflejado cambios significativos en todo el tramo del río Damodar. El principal objetivo del estudio fue analizar el impacto del confinamiento en la calidad del agua del río Damodar. Se recolectó un total de 55 muestras de once sitios diferentes de confluencia de nallas con el cauce principal del río durante el período previo al confinamiento. El índice de calidad del agua (WQI) se utiliza para el análisis de la idoneidad de la calidad del agua potable, seguido del BIS. Los valores de WQI mostraron "muy pobre" (S1, S2, S3, S6, S7 y S11) a "no apto para beber" (S4, S5, S8, S9 y S10) de agua de río durante la temporada anterior al monzón.

El estado de enriquecimiento de nutrientes del río se analizó mediante el método del índice de estado trófico (TSI) y muestra la condición eutrófica "alta" con una gran concentración de floraciones de algas en casi todo un tramo. Durante el cierre, los suministros de nutrientes como TN y TP se han reducido y se designan como condición eutrófica "Baja" (S1, S2) a "Moderada" (S3 a S11) del tramo medio de Damodar. En el área de estudio, la DBO en antes del confinamiento; condiciones normales, osciló entre 7 y 18 mg/l con un valor medio de $12,54 \pm 3,47$ mg/l. En el período de confinamiento, la mezcla baja o nula de productos químicos orgánicos ha ayudado a disminuir el nivel de DBO en el agua de este río y oscila entre 5 y 13 mg/l con un valor promedio de $7,27 \pm 2,41$ mg/l (media \pm DE). DO u oxígeno disuelto es totalmente lo contrario de DBO. En el período previo al confinamiento, el rango de OD era de 4,2 a 5,67 mg/l con un valor medio de $4,87 \pm 0,49$ mg/l, y durante el confinamiento se ha incrementado a un rango de 6,15 a 8,15 mg/l con un valor medio de $4,87 \pm 0,49$ mg/l. valor medio de $7,31 \pm 0,59$ mg/l. Los resultados obtenidos para la DBO en nuestra investigación en la época de confinamiento (2020), mostraron para la estación CA-01 una concentración de 2.0 mg/l, para la estación CA-04 de 2.0 mg/l, y para la estación CA-05 igualmente 2.0 mg/l, cabe indicar que las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados.

Según Tokatli & Varol (2021), en su artículo "Impact of the COVID-19 lockdown period on surface water quality in the Meriç-Ergene River Basin, Northwest Turkey" menciona que: Los recursos de agua superficial en la cuenca del río Meriç-Ergene, especialmente el río Ergene y el arroyo Çorlu, se encuentran entre los ríos más contaminados de Turquía. La implementación de un bloqueo a nivel nacional debido al COVID-19 probablemente podría conducir a una mejora en la calidad del agua superficial. Evaluaron el impacto del confinamiento en la calidad del agua midiendo los niveles de variables fisicoquímicas y metaloides en muestras de agua tomadas de 25 estaciones de muestreo en la cuenca. Los niveles de DBO, DQO, EC, turbidez, TSS y Mn no mostraron diferencias significativas entre los

períodos previos al cierre y el cierre debido a las continuas descargas de aguas residuales domésticas y las actividades agrícolas en la cuenca durante el período de cierre. Sin embargo, las concentraciones de Cr, Ni, Zn, Cu, As, Pb y Cd disminuyeron considerablemente durante el confinamiento. Los Valores promedios de las variables de calidad del agua determinadas en los períodos de pre-confinamiento fueron los siguientes; en la DBO se registró 32 mg/l, DQO registró 75.4 mg/l, Arsénico registró 17.35 mg/l, cadmio registró 0.212 mg/l, plomo registró 1.33(0.51) mg/l. Los valores registrados en los periodos de confinamiento fueron los siguientes: en la DBO se registró 35 mg/l, DQO registró 75.8 mg/l, Arsénico registró 4.03 mg/l, cadmio registró 0.287 mg/l, plomo registró 0.75 mg/l.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación en la época de confinamiento para la DBO fueron los siguientes: La estación CA-01 registró 2.0 mg/l, la estación CA-04 registró 2.0 mg/l, la estación CA-05 registró 2.0 mg/l, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Después del confinamiento, la DBO registró los siguientes resultados: La estación CA-01 registró 2.0 mg/l, la estación CA-02 registró 42.2 mg/l, la estación CA-03 registró 75.6 mg/l, la estación CA-04 registró 2.79 mg/l, la estación CA-05 registró 2.0 mg/l y la estación CA-06 registró 2.0 mg/l.

Los resultados para la DQO en la época de confinamiento fueron los siguientes: La estación CA-01 registró 2.0 mg/l, la estación CA-04 registró 11.0 mg/l, la estación CA-05 registró 12.0 mg/l, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Después del confinamiento se obtuvieron los siguientes resultados: La estación CA-01 registró 11.4 mg/l, la estación CA-02 registró 124 mg/l, la estación CA-03 registró 235 mg/l, la estación CA-04 registró 17.2 mg/l, la estación CA-05 registró 10 mg/l y la estación CA-06 registró 10.0 mg/l.

Los resultados para Arsénico en la época de confinamiento fueron los siguientes: La estación CA-01 registró 0.016 mg/l, la estación CA-04 registró 0.033 mg/l, la estación CA-05 registró 0.0396 mg/l, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Después del

confinamiento se obtuvieron los siguientes resultados: La estación CA-01 registró *0.01498 mg/l*, la estación CA-02 registró *0.04661 mg/l*, la estación CA-03 registró *0.17 mg/l*, la estación CA-04 registró *0.02641 mg/l*, la estación CA-05 registró *0.02133 mg/l* y la estación CA-06 registró *0.02136 mg/l*.

Los resultados para Cadmio en la época de confinamiento fueron los siguientes: La estación CA-01 registró *0.00184 mg/l*, la estación CA-04 registró *0.00201 mg/l*, la estación CA-05 registró *0.00257 mg/l*, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Después del confinamiento se obtuvieron los siguientes resultados: La estación CA-01 registró *0.00211 mg/l*, la estación CA-02 registró *0.00339 mg/l*, la estación CA-03 registró *0.01049 mg/l*, la estación CA-04 registró *0.00174 mg/l*, la estación CA-05 registró *0.00149 mg/l* y la estación CA-06 registró *0.00135 mg/l*.

Los resultados para Plomo, en la época de confinamiento fueron los siguientes: La estación CA-01 registró *0.0059 mg/l*, la estación CA-04 registró *0.0191 mg/l*, la estación CA-05 registró *0.022 mg/l*, las estaciones CA-02, CA-03 y CA-06 no fueron registrados. Después del confinamiento se obtuvieron los siguientes resultados: La estación CA-01 registró *0.00367 mg/l*, la estación CA-02 registró *0.01287 mg/l*, la estación CA-03 registró *0.05499 mg/l*, la estación CA-04 registró *0.00788 mg/l*, la estación CA-05 registró *0.00675 mg/l* y la estación CA-06 registró *0.00737 mg/l*.

VI CONCLUSIONES

Con relación al primer objetivo específico la variación entre los años 2020 y 2021 en las estaciones CA-01, CA-04 y CA-05 para la DBO fue de 0, 39.5 y 0 % respectivamente, indicando un incremento solo para la segunda estación, para la DQO fue de 470, 56.4 y -16.7 % respectivamente, donde el valor negativo de la última estación significa que hubo una reducción en su concentración, para los Nitratos fue de 84.7, 43.1 y 77.5 % respectivamente, manifestándose un incremento para las tres estaciones, para los Nitritos se registró información solo para las estaciones CA-02 y CA-03 cuyos resultados fueron del 181.8 y 73.4 % respectivamente, manifestándose un incremento en las dos estaciones.

Con relación al segundo objetivo específico la variación entre los años 2020 y 2021 en las estaciones CA-01, CA-04 y CA-05 para el Arsénico fue de -6.4, -20.0 y -46.1 % respectivamente, donde el valor negativo de las tres estaciones indican una reducción de sus concentraciones, para el Cadmio fue de 14.7, -13.4 y -42.0 % respectivamente, donde el valor negativo de las dos últimas estaciones indican que hubo una reducción de su concentración, para el Mercurio los resultados fueron de 0.0% para las tres estaciones, indicando que para las tres estaciones se mantuvo las mismas concentraciones, sin incrementos ni reducción, para el Plomo fue de -37.8, -58.7 y -69.3 % respectivamente, donde el valor negativo de las tres estaciones indican una reducción de sus concentraciones.

Con relación al tercer objetivo específico la variación entre los años 2020 y 2021 en las estaciones CA-01, CA-02 y CA-03 para los Coliformes Termotolerantes fue de -9.3, 441.7 y -98 % respectivamente, indicando un incremento solo para la segunda estación, mientras que para la primera y tercera estación se produjo una reducción en su concentración.

La zona de mayor contaminación del agua superficial en las aguas del río Rímac en la parte baja de la cuenca basado en monitoreo y análisis de los parámetros físico-químicos microbiológicos, metales pesados, antes, durante y después del marco de la emergencia

sanitaria COVID-19 se encontró en los puntos CA – 02 y CA – 03, encontrándose que en el primer caso exceden el ECA en el parámetro coliformes totales y termotolerantes por la presencia de vertimientos de aguas servidas provenientes de los asentamientos humanos en la orilla del río Rímac y en el otro punto excede en gran manera en metales pesados como Arsénico, Plomo y Cadmio y parámetro físico químicos como DBO5 y DQO encontrándose el presente punto a las afueras de la central térmica Santa Rosa.

Los puntos de monitoreo CA-02 y CA-03 donde se encontraron niveles elevados de contaminantes se ubican geográficamente en los límites distritales entre la municipalidad del Agustino y La municipalidad de San Juan de Lurigancho (Anexo A).

VII RECOMENDACIONES

- ✓ Identificar los focos de contaminación tomando como base la presente investigación donde se muestra las estaciones que han sufrido un incremento de sus concentraciones, a fin de tomar las medidas correspondientes en relación al vertimiento de efluentes industriales y domésticos en la cuenca baja del río Rímac.
- ✓ Realizar monitoreos periódicos de la parte baja del río Rímac por parte de las autoridades competentes. Así como limpieza ribereña periódicas en coordinación con los gobiernos locales.
- ✓ Realizar control de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, así como también de los residuos biocontaminados producto de la situación de emergencia sanitaria que atravesó el mundo a causa del virus COVID-19.
- ✓ Formular, desarrollar e implementar un plan de remediación y conservación ambiental para el área de estudio, involucrando a los titulares de las industrias, mineros, agrícolas, población que tienen influencia sobre las aguas del río Rímac con el gobierno central y local, a fin de que de manera coordinada y articulada con el objetivo de mejorar la calidad de las aguas del río Rímac. Ya que es de vital importancia el control de la contaminación de sus aguas debido a que desemboca en una bahía con presencia de ecosistemas marinos que sirven de alimento a varias especies inclusive al ser humano. Controlando y mitigando la macrofización y bioacumulación de los contaminantes en el cuerpo del ser humano por el consumo de especies marinas contaminadas con metales pesados y microplásticos.
- ✓ Realizar y/o actualizar el inventario de efluentes dentro de la cuenca baja del río Rímac.

VIII REFERENCIAS

- Albert, L. (1997). *Introducción a la Toxicología Ambiental*. Ecotol.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*. Ministerio de Agricultura. <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/filebase/senacenormativa/NAT-3-5-04-Protocolo-Nacional-Monitoreo.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Ministerio de Agricultura.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones*. Ministerio de Agricultura. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2019). *Glosario de términos de la Ley N° 29338 Ley de los Recursos Hídricos y de su Reglamento*. Ministerio de Agricultura. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-documento-denominado-glosario-terminos-ley-ndeg-29338-ley>
- Arif, M., Kumar, R., & Parveen, S. (2020). Reduction in Water Pollution in Yamuna River. *ChemRxiv*, *1*, 1-13. <https://chemrxiv.org/engage/chemrxiv/article-details/60c74c8ebdbb8978eba397ef>
- Chakraborty, B., Roy, S., Bera, A., Adhikary, P.P., Bera, B., Sengupta, D., Bhunia, G.S., & Shit, P.K. (2021). Eco-restoration of river water quality during COVID-19 lockdown. *Springer Link*, *28*, 25514–25528. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-12461-4>

- Bocanegra, K., Gamarra, F., & Tipian, P. (2020). *Gestión de los residuos sólidos en el Perú e tiempos de COVID – 19*. Defensoría del Pueblo. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Especial-N%C2%B0-24-2020-DP.pdf>
- Camp, D., & Mckee, I. (1992). *Guidelines for Water Reuse*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/waterreuse/guidelines-water-reuse>
- Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R., & Ríos, E. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf
- Díaz, P. (2018). *Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de tesis de la Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1532>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Evaluación de Muestras de Agua del río Rímac y principales afluentes con datos de DIGESA y SEDAPAL - 15 / 16 de junio 2011*. Ministerio de Salud [MINSAL]. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2011/Rio-Rimac-junio-2011-DIGESA-SEDAPAL-1.pdf>
- Encinas, M. (2011). *Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos*. ISBN.
- Eróstegui, C. (2009). *Contaminación por Metales Pesados / Entrevistado por Karla Romero*. Revista Científica Ciencia Médica. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013

- Fernandez, L. (11 de Mayo de 2020). Descontaminación del agua: qué es y métodos. *Ecologíaverde*. <https://www.ecologiaverde.com/descontaminacion-del-agua-que-es-y-metodos-2610.html>
- García, I., & Dorronsoro, C. (2005). *Contaminación por Metales Pesados*. Universidad de Granada. <http://edafologia.ugr.es>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). McGRAW-HILL.
- Mejía, J. (2010). *Estudio sobre la calidad de agua potable en el cantón Gualaquiza*. [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio de la Universidad de Cuenca. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UCUENCA_c7b0a396861b911db02e8a785cbdad7
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (23 de marzo de 2009). *Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos*. Diario oficial El Peruano.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2019). *Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338*. ANA.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2000). *Ley General de Residuos Sólidos*. Diario El Peruano.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2005). *LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611*. Diario El Peruano.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2012). *Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana*. Diario El Peruano.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio* (Vol. Módulo I). Servicios Generales Q&F Hermanos S. A. C.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *D. L. 1013 Ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente*. Diario El Peruano.

- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (09 de Octubre de 2019). *El Estado Peruano*. Ministerio del Ambiente. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2020). *Estándares de calidad ambiental*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2003). *Texto Unificado de la Legislación ambiental (TULAS)*. Registro Oficial.
- Ministero de Medio Ambiente [MINAM]. (2000). *Libro blanco del agua en España*. España: Centro de Publicaciones Secretaría general Técnica. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Ministerio de Salud. (2020). *D.S. N° 008-2020-SA que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID*. Diario El Peruano.
- Orellana, J. (2005). *Contaminación*. Facultad Regional Rosario. https://www.firro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_02_Contaminacion.pdf
- Pabón, S., Benítez, R., Gallo, J., & Sarria, R. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 9-18. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672020000100009
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2020). *D. S. N° 080-2020-PCM que aprueba la reanudación de actividades económicas en forma gradual y progresiva dentro del*

- marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación por el COVID-19.* Diario El Peruano. Presidencia del Consejo de Ministros. (2020). *D.S. N° 044-2020-PCM que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19.* Diario El Peruano.
- Pérez, I. (15 de abril de 2021). *El Coronavirus SARS-CoV-2 está en las aguas residuales.* Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/1107/-el-coronavirus-sars-cov-2-tambien-esta-en-las-aguas-residuales>
- Rodrigo, C., Pacheco, P., Orihuela, M., Piñeiros, M., & Cobo, E. (2018). *Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua.* Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://as-aeu-ecp-dev-sbn.azurewebsites.net/media/2rvngumg/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>
- Sierra, C. (2011). *Calidad de Agua-Evaluación y Diagnóstico.* Ediciones de la U.
- Tapia, J. (2017). *Impacto ambiental al recurso hídrico de la cuenca media del río Rímac a consecuencia de la minería, en el distrito Ricardo Palma, Chosica 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12977>
- Tokatli, G., & Varol, M. (2021). Impact of the COVID-19 lockdown period on surface water quality in Turkey. *Environmental Research*, 197, 1-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33753075/>
- Velásquez, M. A. (2018). *Contaminación por Plomo y Cobre en el Río Huaycoloro y su influencia en la Calidad del Agua en el Río Rímac* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20580>

Walsh, C. (20 de Septiembre de 2017). *Banco Mundial*.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/waterresourcesmanagement#1>

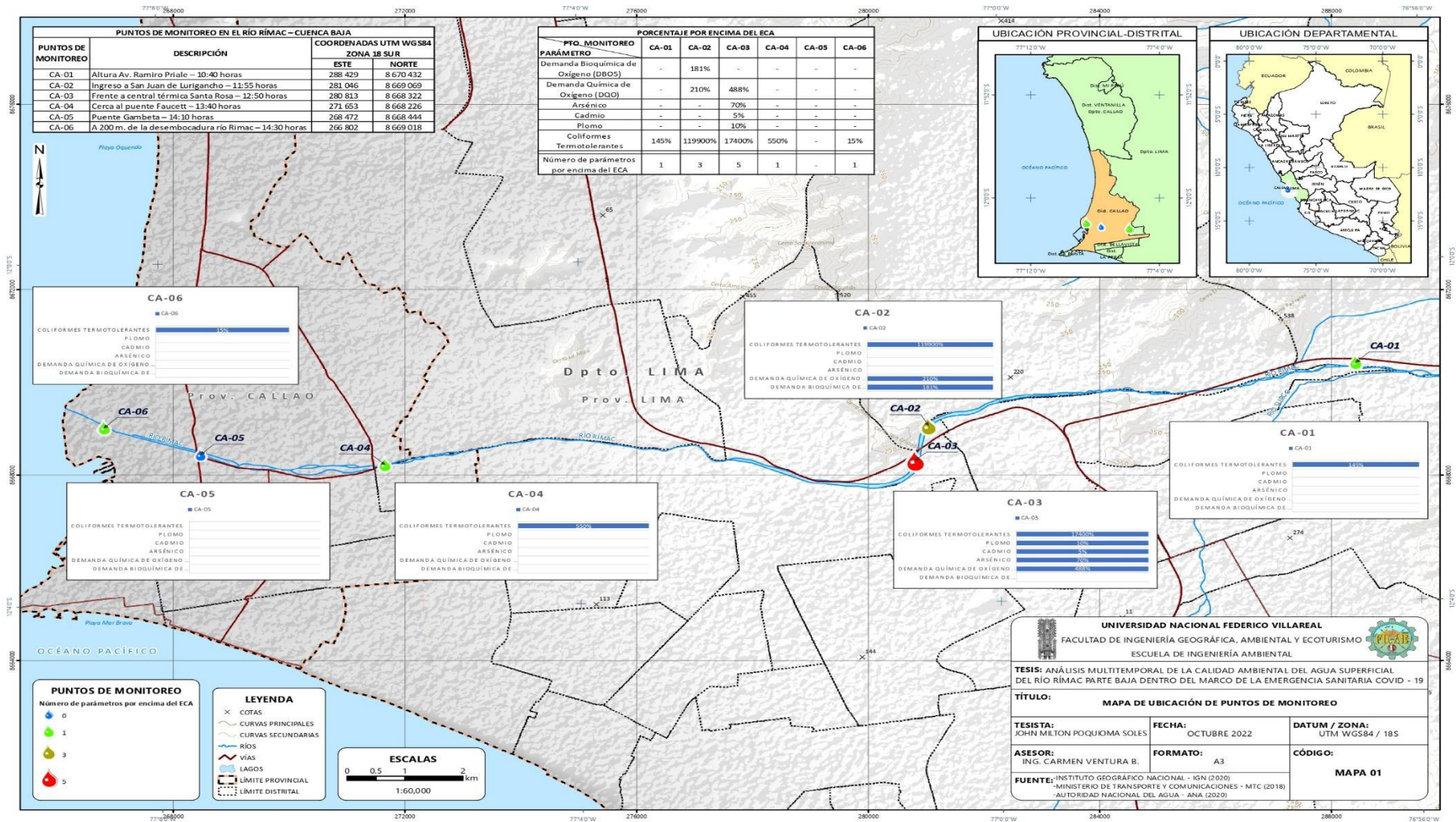
Yunus, A., Masago, Y., & Hijioka, Y. (2020). COVID-19 and surface water quality: Improved

lake water quality during the lockdown. *ELSEVIER*, 731, 1-8.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720325298>

IX ANEXOS

Anexo A. Mapa de puntos de monitoreo



Anexo C. Muestreo de campo

Foto 1

Punto de monitoreo CA-01.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-01 Altura Av. Ramiro Prialé, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8670432 y E 0288429. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 10:40. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en dicho punto presenta ligera turbiedad y presencia de partículas de sólidos.

Foto 2

Punto de monitoreo CA-02.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-02 Ingreso a San Juan de Lurigancho, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8669069 y E 0281046. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 11:55. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto presenta turbiedad con presencia de sólidos y un ligero olor fétido.

Foto 3

Punto de monitoreo CA-03.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-03 frente a Central Térmica Santa Rosa, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8668322 y E 0280813. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 12:50. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, La coloración del agua en el punto es color verdoso oscuro con olor fétido y presencia de espuma.

Foto 4

Punto de monitoreo CA-04.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-04 Cerca al Puente Faucett, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8668226 y E 0271653. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 13:40. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, La coloración del agua en el punto es turbio, con bastante presencia de sólidos.

Foto 5

Punto de monitoreo CA-05.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-05 Puente Gambeta, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8668444 y E 0268472. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 14:10. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río, la coloración del agua en el punto con ligera turbiedad, presencia de sólidos.

Foto 6

Punto de monitoreo CA-06.



Nota. Los parámetros evaluados en CA-06, 200 m. De la Desembocadura Río Rímac en el Océano Pacífico, fueron DBO, DBO₅, Nitritos, Nitratos, Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes; metales pesados. Hg, As, Cd y Pb. Ubicación: N 8669018 y E 0266802. Fecha: 10 mayo de 2021. Hora: 14:30. Se observó presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración verdosa del agua, ligera turbiedad, presencia de sólidos.

Anexo D. Certificados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04967/21

Metales Totales por ICP-MS:

Pág. 2/2

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,1700
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,01049
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Plomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,05499

LDM: Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO₃⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohíbe la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04967/21 ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-03, color verdoso con olor fétido y presencia de espuma.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


ING. SONIA GARCÍA CANALES
C. I.P. 33422

ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

Info@cerper.com - www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04968/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Rio Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples, Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-04: CERCA AL PUENTE FAUCETT - HORA 13:40**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 14**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-04: CERCA AL PUENTE FAUCETT - HORA 13:40	18L	0271653	8668226

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	13 000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	35 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	2,79
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	17,2
Nitratos	0,044	mg/L	5,26
Nitritos	0,0013	mg/L	1,95

LDM: Límite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04968/21

Pág. 2/2

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,02641
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,00174
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Ploomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,00788

LDM: Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitros: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO₃⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04968/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-04, turbio, con bastante presencia de sólidos.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com • www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04969/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Rio Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples. Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-05: PUENTE GAMBETA - HORA 14:10**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 14**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-05: PUENTE GAMBETA - HORA 14:10	18L	0268472	8668444

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1 400
Coliformes Totales	NMP/100 mL	7 900

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	<10
Nitratos	0,044	mg/L	5,89
Nitritos	0,0013	mg/L	1,29

LDM: Límite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04969/21

Pág. 2/2

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,02133
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,00149
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Plomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,00675

LDM: Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformos Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed.2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO₃⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate), Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I. P. 133422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04969/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág. 1/1

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-05, ligera turbiedad, presencia de sólidos.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04964/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Rio Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples. Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-01: ALTURA AV. RAMIRO PRIALE - HORA 10:40**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 17**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-01: ALTURA AV. RAMIRO PRIALE - HORA 10:40	18L	0288429	8670432

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	4 900
Coliformes Totales	NMP/100 mL	13 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	11,4
Nitratos	0,044	mg/L	4,34
Nitritos	0,0013	mg/L	0,223

LDM: Límite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04964/21

Pág. 2/2

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,01498
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,00211
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Plomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,00367

LDM Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed.2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-NO₃⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate), Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2: 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04964/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.11/

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-01, ligera turbiedad, presencia partículas de sólidos.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04965/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Rio Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples. Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-02: INGRESO A SAN JUAN DE LURIGANCHO - HORA 11:55**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 14**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-02: INGRESO A SAN JUAN DE LURIGANCHO - HORA 11:55	18L	0281046	8669069

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2 400 000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	3 500 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	42,2
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	124
Nitratos	0,044	mg/L	0,097
Nitritos	0,0013	mg/L	0,005

LDM: Limite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04965/21

Pág. 2/2

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,04661
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,00339
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Plomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,01287

LDM: Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitratos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO₃⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate), Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite), Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2. 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONJA GARCÍA CANALES
O.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

Info@cerper.com - www.cerper.com



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04965/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.11/1

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-02, turbiedad, con presencia de sólidos y un ligero olor a fétido.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
D. I. P. 33422
ASIST. GESTION LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04966/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Río Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples. Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-06: 200 m. DE LA DESEMBOCADURA RÍO RIMAC - HORA 14:30**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 14**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-06: 200 m. DE LA DESEMBOCADURA RÍO RIMAC - HORA 14:30	18L	0266802	8669018

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2 300
Coliformes Totales	NMP/100 mL	13 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	<10
Nitratos	0,044	mg/L	5,76
Nitritos	0,0013	mg/L	1,12

LDM: Límite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 0000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04966/21

Pág. 2/2

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
Metales Totales ICP-Masa	Arsénico (As)	0,0005 mg/L	0,02136
	Cadmio (Cd)	0,00005 mg/L	0,00135
	Mercurio (Hg)	0,00005 mg/L	<0,00005
	Plomo (Pb)	0,0002 mg/L	0,00737

LDM: Límite de detección método

MÉTODOS

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA AWWA-WEF. Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NO₂⁻ E, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method

Nitritos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. PART 4500-NO₂⁻ B, 23 rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2, 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

OBSERVACIONES

Prohíbe la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-04966/21
ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

Nota: Presencia de vegetación al borde de toda la cuenca del río. La coloración del agua en el punto CA-06, ligera turbiedad, presencia de sólidos.

Callao, 18 de mayo de 2021
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES
C.I.P. 33422
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-04967/21

Pág. 1/2

Solicitante : **POQUIOMA SOLES, JOHN MILTON**
 Domicilio legal : **Mz M1 - Lote 23 - Cooperativa La Ensenada - Puente Piedra - Lima - Lima**
 Producto declarado : **AGUA NATURAL**
 Lugar de Muestreo : **Cuenca Baja Rio Rimac**
 Fecha de Muestreo : **2021 - 05 - 10**
 Método de Muestreo : **SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017. Collection and preservation of samples, Part 9060 A-B, 1060 B-C**
 Acta de Inspección : **21LM00171186537**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 4 L**
 Forma de Presentación : **En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado**
 Identificación de la muestra : **CA-03: FRENTE A CENTRAL TÉRMICA SANTA ROSA - HORA 12:50**
 Fecha de recepción : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de inicio del ensayo : **2021 - 05 - 10**
 Fecha de término del ensayo : **2021 - 05 - 14**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / ICP-AA**
 Identificado con : **H/S 21003691 (EXMA-03854-2021)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
CA-03: FRENTE A CENTRAL TÉRMICA SANTA ROSA - HORA 12:50	18L	0280813	8668322

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	350 000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	920 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LDM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2,00	mg/L	75,6
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg O ₂ /L	235
Nitratos	0,044	mg/L	1,93
Nitritos	0,0013	mg/L	0,428

LDM: Límite de detección del método



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.