



**MONITOREO BIOLÓGICO
CAMPAÑA 09 – TEMPORADA SECA - 2021
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME ESTACIONAL 2021

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961888866/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Enero, 2022

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Miguel Gómez	Emitido para Revisión Interna	12/02/2022	Karol Orosco	28/02/2022

COMENTARIOS DEL CLIENTE:

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	OBJETIVO GENERAL	3
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3.	CONSIDERACIONES	4
4.	EVALUACIÓN DE COMPONENTES BIOLÓGICOS	6
4.1.	FLORA Y VEGETACIÓN.....	6
4.1.1.	METODOLOGÍA.....	6
4.2.	FAUNA SILVESTRE	14
4.2.1.	METODOLOGÍA.....	14
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1.	FLORA Y VEGETACIÓN.....	24
5.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS VEGETALES.....	24
5.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN	27
5.1.3.	ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO	29
5.1.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO POR COBERTURA VEGETAL	41
5.1.5.	ANÁLISIS COMPARATIVO POR UNIDADES DE VEGETACIÓN	64
5.1.6.	ANÁLISIS COMPARATIVO POR ESTACIONES DE MONITOREO	110
5.1.7.	ESPECIES DE IMPORTANCIA	116
5.1.8.	ANÁLISIS COMPARATIVO ESTACIONAL	117
5.1.9.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°9 Y CAMPAÑAS ANTERIORES DURANTE LA TEMPORADA SECA POR ZONA DE ACTIVIDAD.	119
5.2.	FAUNA.....	121
5.2.1.	AVES	121
5.2.2.	MAMÍFEROS	180
5.2.3.	ANFIBIOS Y REPTILES	228
6.	CONCLUSIONES.....	255
6.1.	FLORA Y VEGETACIÓN.....	255
6.2.	AVIFAUNA	257
6.3.	MASTOFAUNA.....	258
6.4.	HERPETOFAUNA.....	259
7.	SÍNTESIS BIOLÓGICA.....	260
8.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	263

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Ubicación de Estaciones de monitoreo de Flora y Vegetación	7
Cuadro 2.	Ubicación de Estaciones de monitoreo de fauna	15
Cuadro 3.	Puntajes de diferentes tipos de evidencias directa e indirectas para calcular el índice de ocurrencia	19
Cuadro 4.	Interpretación de la diversidad de Shannon Wiener (H')	20
Cuadro 5.	Coberturas y unidades de vegetación observadas en toda la zona de estudio.....	27
Cuadro 6.	Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto.	29
Cuadro 7.	Distribución de órdenes, familias y géneros por grupos taxonómicos de flora en la temporada seca 2021.	30
Cuadro 8.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el área del proyecto en la temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.	36
Cuadro 9.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo según cobertura vegetal en temporada seca 2021.....	45
Cuadro 10.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en bofedal en temporada seca 2021.	51
Cuadro 11.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	55
Cuadro 12.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino en temporada seca 2021.	60
Cuadro 13.	Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en Monte ribereño en temporada seca 2021.	64
Cuadro 14.	Índices de diversidad de las unidades de vegetación evaluadas en la temporada seca 2021.	69
Cuadro 15.	Índices de diversidad en césped de arroyo en temporada seca 2021.....	73
Cuadro 16.	Índices de diversidad de formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2021.	77
Cuadro 17.	Índices de diversidad de formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	81
Cuadro 18.	Índices de diversidad de formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.	86
Cuadro 19.	Índices de diversidad de formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.	90
Cuadro 20.	Índices de diversidad de formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.	95

Cuadro 21.	Índices de diversidad de matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.	99
Cuadro 22.	Índices de diversidad de matorral en temporada seca 2021.	104
Cuadro 23.	Índices de diversidad de pajonal de puna seca en temporada seca 2021.	108
Cuadro 24.	Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.	111
Cuadro 25.	Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones en temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.	114
Cuadro 26.	Listado de especies de flora categorizadas por la normativa nacional e internacional en el área de monitoreo en temporada seca 2021.	116
Cuadro 27.	Listado de especies de flora categorizadas por endémicas en el área de monitoreo temporada seca 2021.	117
Cuadro 28.	Distribución de familias y géneros por orden referente en temporada seca 2021 y temporada húmeda 2021.	117
Cuadro 29.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada seca 2021	127
Cuadro 30.	Listado de especies de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021	130
Cuadro 31.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021	131
Cuadro 32.	Listado de especies de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021	134
Cuadro 33.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021	137
Cuadro 34.	Listado de especies de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021	141
Cuadro 35.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021	145
Cuadro 36.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021	147
Cuadro 37.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 2021.	148
Cuadro 38.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021	151
Cuadro 39.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación Cardonal- Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.	153
Cuadro 40.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	157

Cuadro 41.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	159
Cuadro 42.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	162
Cuadro 43.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	165
Cuadro 44.	Esfuerzo de muestreo para el censo de Suris en temporada seca 2021.	166
Cuadro 45.	Evidencia de Suris en el área de estudio en temporada seca 2021.	166
Cuadro 46.	Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.	169
Cuadro 47.	Especies de aves de importancia socioeconómica en temporada seca 2021	172
Cuadro 48.	Distribución de familias, género y especie según temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021	176
Cuadro 49.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la zona de operaciones en temporada seca 2021	180
Cuadro 50.	Listado total de mamíferos medianos y mayores en temporada seca 2021.	183
Cuadro 51.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en temporada seca 2021.	185
Cuadro 52.	Riqueza, abundancia y diversidad de aves por formación vegetal en temporada seca 2021.	186
Cuadro 53.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.	188
Cuadro 54.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.	188
Cuadro 55.	Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.	189
Cuadro 56.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	190
Cuadro 57.	Listado de especies de mamíferos mediano y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	190
Cuadro 58.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	193
Cuadro 59.	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	194
Cuadro 60.	Listado de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	196

Cuadro 61.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2021.	196
Cuadro 62.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2021.....	199
Cuadro 63.	Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021	200
Cuadro 64.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.	202
Cuadro 65.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 2021.	203
Cuadro 66.	Listado de mamíferos menores (roedores) en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada seca 2021.	203
Cuadro 67.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada seca 2021.	203
Cuadro 68.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada seca 2021.	204
Cuadro 69.	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada seca 2021.	205
Cuadro 70.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	206
Cuadro 71.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	207
Cuadro 72.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	209
Cuadro 73.	Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	210
Cuadro 74.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	211
Cuadro 75.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	212
Cuadro 76.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	213
Cuadro 77.	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	213
Cuadro 78.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	214
Cuadro 79.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	214

Cuadro 80.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	215
Cuadro 81.	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	216
Cuadro 82.	Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	216
Cuadro 83.	Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	217
Cuadro 84.	Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal en temporada seca 2021.	218
Cuadro 85.	Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	219
Cuadro 86.	Registros directos e indirectos de “Vicuñas” y “Tarucas” en temporada seca 2021.	220
Cuadro 87.	Registros directos e indirectos de “Guanaco” en temporada seca 2021.	221
Cuadro 88.	Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.	223
Cuadro 89.	Distribución de familias, género y especie según temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021	224
Cuadro 90.	Número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles registrados en temporada seca 2021.	228
Cuadro 91.	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna por coberturas vegetales en temporada seca 2021.	231
Cuadro 92.	Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	234
Cuadro 93.	Riqueza, abundancia y diversidad de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	235
Cuadro 94.	Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Pajonal andino en temporada seca 2021.	238
Cuadro 95.	Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	239
Cuadro 96.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.	241
Cuadro 97.	Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.	242
Cuadro 98.	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal- Piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	242
Cuadro 99.	Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.	243

Cuadro 100. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.	244
Cuadro 101. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	244
Cuadro 102. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	245
Cuadro 103. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Monte ribereño en temporada seca 20221.	245
Cuadro 104. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Monte ribereño en temporada seca.	246
Cuadro 105. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal andino en temporada seca 2021.	248
Cuadro 106. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	249
Cuadro 107. Especies de anfibios y reptiles en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.	250
Cuadro 108. Interacciones ecológicas de las especies de herpetofauna registradas en temporada seca 2021.	251
Cuadro 109. Distribución de familias y géneros por orden en temporada seca 2021.....	252

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Composición de flora a nivel de taxa superior en el área del proyecto.	30
Figura 2	Composición de flora a nivel de división taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2021.	31
Figura 3	Composición de flora a nivel de orden taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2021 vs temporada húmeda 2021.	31
Figura 4	Composición de flora a nivel de familia taxonómica en el área del proyecto entre la temporada seca 2021 vs temporada húmeda 2021.	32
Figura 5	Abundancia relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en la temporada seca 2021	33
Figura 6	Cobertura relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en temporada seca 2021	34
Figura 7	Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto, temporada seca 2021	40
Figura 8	Composición de flora a nivel de taxa superior según cobertura vegetal en la temporada seca 2021.	42
Figura 9	Composición de flora a nivel de orden taxonómico según cobertura vegetal en temporada seca 2021.	43
Figura 10	Composición de flora a nivel de familia taxonómico según cobertura vegetal en temporada seca 2021.	43
Figura 11	Abundancia de especies en las coberturas vegetales en temporada seca 2021.....	44
Figura 12	Cobertura de especies según cobertura vegetal en temporada seca 2021.	45
Figura 13	Dendrograma de similaridad Jaccard y Morissita, según cobertura vegetal en temporada seca 2021.	46
Figura 14	Composición de estaciones de muestreo según número de especies y familia, temporada seca 2021.	47
Figura 15	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en bofedal en la temporada seca 2021.	47
Figura 16	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en bofedal en temporada seca 2021.	48
Figura 17	Abundancia de especies en bofedal en temporada seca 2021.	49
Figura 18	Cobertura de especies en bofedal en temporada seca 2021.	50
Figura 19	Dendrograma de Jaccard y Morissita en bofedal en temporada seca 2021.	51
Figura 20	Número de especies y número de familias en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	52
Figura 21	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	52

Figura 22	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	53
Figura 23	Abundancia relativa de especies en matorral arbustivo en temporada seca 2021. ...	54
Figura 24	Cobertura relativa de especies en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	55
Figura 25	Dendrogramas de Jaccard y Morissita en matorral arbustivo en temporada seca 2021.	56
Figura 26	Número de especies y número de familias en pajonal andino en temporada seca 2021.	57
Figura 27	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino en temporada seca 2021.	57
Figura 28	Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino en temporada seca 2021.	58
Figura 29	Abundancia relativa en pajonal andino en temporada seca 2021.	59
Figura 30	Cobertura relativa en pajonal andino en temporada seca 2021.	60
Figura 31	Dendrogramas de Jaccard y Morissita en pajonal andino en temporada seca 2021. .	61
Figura 32	Número de especies y familias de acuerdo a la división taxonómica en monte ribereño, temporada seca 2021.	62
Figura 33	Composición según orden taxonómico de monte ribereño en temporada seca 2021.	62
Figura 34	Composición según familia taxonómica de monte ribereño en temporada seca 2021.	63
Figura 35	Abundancia relativa de especies en Monte ribereño en temporada seca 2021.	63
Figura 36	Cobertura relativa de especies en Monte ribereño en temporada seca 2021.	63
Figura 37	Número de especies y familias en las unidades de vegetación en temporada seca 2021.	64
Figura 38	Composición de flora a nivel de orden taxonómico según unidades de vegetación en temporada seca 2021.	65
Figura 39	Composición de flora a nivel de familia taxonómico según unidades de vegetación en temporada seca 2021.	66
Figura 40	Abundancia relativa de especies según unidades de vegetación en temporada seca 2021.	67
Figura 41	Cobertura relativa según unidades de vegetación en temporada seca 2021.	68
Figura 42	Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto en temporada seca 2021.	70
Figura 43	Número de especies y familias para Césped de arroyo en temporada seca 2021.	70
Figura 44	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en césped de arroyo en temporada seca 2021.	71

Figura 45	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en césped de arroyo en temporada seca 2021.	71
Figura 46	Abundancia relativa de especies en césped de arroyo en temporada seca 2021.....	72
Figura 47	Cobertura relativa en césped de arroyo en temporada seca 2021.	73
Figura 48	Dendrograma de las estaciones evaluadas en Césped de arroyo en temporada seca 2021.	74
Figura 49	Número de especies y familias en formación mixta de matorral y pajonal, temporada seca 2021.	75
Figura 50	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.	75
Figura 51	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2021.....	76
Figura 52	Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.	76
Figura 53	Cobertura relativa formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.77	
Figura 54	Número de especies y familias en formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	78
Figura 55	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	78
Figura 56	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	79
Figura 57	Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	79
Figura 58	Cobertura relativa formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.	80
Figura 59	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021	81
Figura 60	Número de especies y familias en formación mixta de pajonal y matorral, temporada seca 2021.	82
Figura 61	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.	83
Figura 62	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2021.	83
Figura 63	Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.	84
Figura 64	Cobertura relativa formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.85	
Figura 65	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral... 86	

Figura 66	Número de especies y familias en formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis, temporada seca 2021.	87
Figura 67	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2021.....	88
Figura 68	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.	88
Figura 69	Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.	89
Figura 70	Cobertura relativa formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.	90
Figura 71	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis	91
Figura 72	Número de especies y familias en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.....	91
Figura 73	Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.	92
Figura 74	Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.	92
Figura 75	Abundancia relativa de especies formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.....	93
Figura 76	Cobertura relativa formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.	94
Figura 77	Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	96
Figura 78	Número de especies y familias en matorral andino con afloramiento rocoso, temporada seca 2021.	96
Figura 79	Composición de flora a nivel de orden taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.	97
Figura 80	Composición de flora a nivel de familia taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.	97
Figura 81	Abundancia relativa de especies matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.	98
Figura 82	Cobertura relativa matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.	99
Figura 83	Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso	100
Figura 84	Número de especies y familias en matorral en temporada seca 2021.	100
Figura 85	Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral en temporada seca 2021.	101

Figura 86	Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral en temporada seca 2021.	102
Figura 87	Abundancia relativa de especies en matorral en temporada seca 2021.	103
Figura 88	Cobertura relativa en matorral en temporada seca 2021.	104
Figura 89	Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral.....	105
Figura 90	Número de especies y familias en pajonal de puna seca en temporada seca 2021.	106
Figura 91	Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal de puna seca en temporada seca 2021.	106
Figura 92	Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal de puna seca en temporada seca 2021.	107
Figura 93	Abundancia relativa de especies pajonal de puna seca en temporada seca 2021....	107
Figura 94	Cobertura relativa pajonal de puna seca en temporada seca 2021.	108
Figura 95	Dendrograma de estaciones evaluadas en pajonal de puna seca.....	109
Figura 96	Número de especies y familias en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.	110
Figura 97	Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.	113
Figura 98	Número de especies y familias en zona de operaciones en temporada seca 2021. .	114
Figura 99	Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.	115
Figura 100	Número de órdenes, familias y especies por cobertura vegetal referente en temporada seca 2021 y temporada húmeda 2021.	118
Figura 101	Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de operaciones en la temporada seca desde el año 2007 hasta el 2021.	120
Figura 102	Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de abastecimiento en la temporada seca desde el año 2007 hasta el 2021.	121
Figura 103	Composición total de aves por orden taxonómico en temporada seca 2021.....	122
Figura 104	Composición total de aves por familia taxonómica en temporada seca 2021.....	123
Figura 105	Número de especies, familias y órdenes por cobertura vegetal en temporada seca 2021	124
Figura 106	Abundancia relativa de aves en el área del proyecto en temporada seca 2021.....	125
Figura 107	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada seca 2021	128
Figura 108	Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021	129
Figura 109	Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021	130

Figura 110	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021	131
Figura 111	Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	132
Figura 112	Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	133
Figura 113	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	136
Figura 114	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021	138
Figura 115	Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021	139
Figura 116	Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	139
Figura 117	Abundancia relativa de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	144
Figura 118	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	146
Figura 119	Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021	149
Figura 120	Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021.	149
Figura 121	Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021.	150
Figura 122	Composición de aves por orden taxonómico en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.	151
Figura 123	Composición de aves por familia taxonómica en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.	152
Figura 124	Abundancia relativa de aves en la formación de Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.	153
Figura 125	Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	154
Figura 126	Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	155
Figura 127	Abundancia relativa de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	156
Figura 128	Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	157

Figura 129	Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	158
Figura 130	Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque ribereño en temporada seca 2021.	159
Figura 131	Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	160
Figura 132	Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	161
Figura 133	Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	162
Figura 134	Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	163
Figura 135	Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	163
Figura 136	Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	164
Figura 137	Porcentaje de grupos tróficos de aves para el área de estudio en temporada seca 2021.	173
Figura 138	Número de órdenes, familias y especies de aves por cobertura vegetal en temporada húmeda 2021 vs temporada seca 2021.....	177
Figura 139	Riqueza y abundancia de aves por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019 y 2021.....	178
Figura 140	Riqueza de mamíferos menores terrestres por cobertura vegetal en temporada seca 2021	181
Figura 141	Composición total de mamíferos medianos y mayores por orden taxonómico en temporada seca 2021.	182
Figura 142	Composición total de mamíferos medianos y mayores por familia taxonómica en temporada seca 2021	182
Figura 143	Abundancia relativa de roedores en el área del proyecto en temporada seca 2021.	184
Figura 144	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por coberturas vegetales en temporada seca 2021.	187
Figura 145	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.....	189
Figura 146	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	191
Figura 147	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	195

Figura 148	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	197
Figura 149	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Pajonal andino en temporada seca 2021.	201
Figura 150	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación Bosque de <i>Polylepis</i> en temporada seca 2021.	204
Figura 151	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	207
Figura 152	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	211
Figura 153	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	212
Figura 154	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	215
Figura 155	Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	218
Figura 156	Número de órdenes, familias y especies de mamíferos por cobertura vegetal en temporada seca 2021.	225
Figura 157	Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019 y 2021.	226
Figura 158	Composición de especies a nivel de familias en temporada seca 2021.	228
Figura 159	Número de especies, familias, órdenes y clases por cobertura vegetal en temporada seca 2021.	229
Figura 160	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en temporada seca 2021.	230
Figura 161	Abundancia de anfibios y reptiles por cobertura vegetal en temporada seca 2021.	230
Figura 162	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en temporada seca 2021.	232
Figura 163	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	233
Figura 164	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	233
Figura 165	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	235
Figura 166	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.	236
Figura 167	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	237

Figura 168	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	237
Figura 169	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	238
Figura 170	Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	240
Figura 171	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.	243
Figura 172	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.	246
Figura 173	Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	247
Figura 174	Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.	248
Figura 175	Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.	249
Figura 176	Número de órdenes, familias y especies de anfibios y reptiles por cobertura vegetal en temporada seca 2021.	252
Figura 177	Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2013, 2015, 2019 y 2021.	254

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados del monitoreo biológico de los componentes de flora y fauna del proyecto minero Quellaveco, realizado a partir del 18 al 28 de octubre del 2021, periodo que corresponde a la temporada seca.

El monitoreo biológico es un compromiso ambiental que permite conocer la dinámica de los ecosistemas, a partir de la evaluación sistemática y comparable de los resultados obtenidos de las estaciones de monitoreo para los componentes de flora y fauna, durante un determinado tiempo. En consecuencia, el monitoreo biológico constituye una herramienta importante para garantizar la conservación y manejo de la biodiversidad presentes en el área del proyecto.

El Proyecto Minero Quellaveco se ubica entre los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto y en el distrito de Ilo de la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua, fuera de área naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

Para realizar el monitoreo biológico se ha dividido el área del proyecto en tres zonas de trabajo de acuerdo a las actividades en ejecución: zona de operaciones, zona de abastecimiento (ubicada en la zona de alta montaña) y la zona de la ciudad de Moquegua (en relación con los ríos evaluados). De las cuales, las dos primeras zonas contienen las estaciones de monitoreo de flora y fauna autorizadas mediante la R.D.G. N°D00039-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS (Código de Autorización N°AUT-EP-2020-067) de fecha 22 de julio del 2020. En la tercera zona se realizó la evaluación hidrobiológica (ecosistema acuático y peces) en los ríos y/o quebradas seleccionadas.

Los grupos taxonómicos evaluados fueron flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Las estaciones de monitoreo evaluadas para flora fueron de 54, distribuidos en 17 puntos para la zona de operaciones y 34 puntos para la zona de abastecimiento. Para fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) se evaluaron 12 estaciones de monitoreo en la zona de operaciones y 5 estaciones en la zona de abastecimiento. Además, se realizaron censos específicos para aves (4 puntos de suris) y mamíferos (6 puntos de vicuña y taruca) y censo de guanacos (4 zonas).

Es importante señalar que hubo estaciones de monitoreo que no fueron evaluados debido a que se encontraban en zonas intervenidas (campamentos, carretera, áreas inundadas) y/o de difícil acceso (pendientes), por lo que se levantaron fichas de esas estaciones, las cuales se adjuntan. En el caso de flora, se levantaron 3 fichas y en el caso de fauna, 5 fichas para aves, 4 fichas para mamíferos y 4 fichas para anfibios y reptiles.

Respecto a las características ecosistémicas, según el sistema de clasificación de Holdridge, el área del proyecto se ubica en 6 zonas de vida: Desierto Desecado, Desierto Superárido, Desierto Perárido, Matorral arbustivo Desértico, Páramo húmedo y Tundra muy Húmeda.

Asimismo, en el área del proyecto se encuentran 4 coberturas vegetales: Pajonal andino (Pj), Matorral arbustivo (Ma), Monte ribereño (Mr) y Bofedal (Bo). Dentro de la cobertura de Pajonal andino se encontraron diversas unidades de vegetación tales como: Formación mixta de pajonal y matorral, Pajonal de puna seca; Matorral andino con afloramiento rocoso y pajonal andino con afloramiento rocoso. Mientras en la cobertura de Monte ribereño, encontramos la Formación Mixta de monte ribereño y matorral.

En la cobertura vegetal de matorral arbustivo, se identificó la Formación mixta de matorral y pajonal, Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares, Formación mixta de matorral y monte ribereño, formación mixta de matorral, formación mixta de pajonal, matorral y *Polylepis*, formación mixta de pajonal y matorral. Finalmente, en la cobertura de Bofedal, se identificaron la formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo y la formación Césped de arroyo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar las comunidades biológicas de los ecosistemas terrestres concernientes al área de influencia de Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la Campaña N°09 – Temporada Seca 2021.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprobar las formaciones vegetales existentes dentro del área de influencia del Proyecto Minero Quellaveco.
- Estimar la riqueza, abundancia, frecuencia, cobertura vegetal, similaridad e índices de diversidad para las comunidades biológicas terrestres presentes en el área de influencia del proyecto.
- Identificar las especies de flora y fauna terrestre protegidas por la normativa nacional e internacional, así como las especies endémicas presentes en el área de influencia del proyecto.
- Identificar las especies de importancia económica o aquellas que puedan ser de aprovechamiento o uso por las comunidades locales.
- Realizar un análisis comparativo con los monitoreos realizados en años anteriores y así observar cambios en las diferentes poblaciones de flora y fauna.

3. CONSIDERACIONES

El presente monitoreo biológico forma parte del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP), un compromiso de cumplimiento permanente asumido por Anglo American Quellaveco con el fin de hacer seguimiento al desempeño ambiental del proyecto, el cual, se inició desde el año 2013 con muestras de agua posteriormente, desde el tercer monitoreo, se añadieron otros componentes de medición (agua, aire, ruido y vibraciones, suelo, hidrobiología, flora y fauna). Es, así que, como parte de la novena campaña del MAP (9° Campaña MAP) se realizó en el mes de octubre del 2021, bajo el contexto del estado de emergencia debido a la pandemia por el COVID-19, la evaluación biológica (flora, fauna e hidrobiología) para lo cual se siguieron los protocolos de seguridad y medio ambiente, así como, el protocolo de bioseguridad para la realización de las actividades en campo.

El monitoreo biológico de la temporada seca 2021, se realizó de acuerdo con los términos de referencia los cuales fueron aprobados en la Minuta de Reunión de Coordinación del Sub Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Compromisos Ambientales del Comité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los Acuerdos con la Empresa Anglo American Quellaveco R.M. 106-2020-PCM llevada a cabo el 9 de Marzo de 2021; para flora se establecieron un total de 54 puntos, de los cuales 17 se encontraban en la zona de operaciones y 34 puntos en la zona de abastecimiento. Sin embargo, 3 de los puntos no fueron evaluados debido a que se encontraban en zonas intervenidas y/o de difícil acceso, por lo que tuvieron que levantarse fichas (**Anexo 5**) explicando el motivo del por qué no se levantó la información. Así en el caso de la zona de abastecimiento se elaboraron 3 fichas para los puntos F24-T1-Tb_Ca, F35-T1-Pj y F31-T1-Ca (Tb) (ubicados en zonas inundadas por la represa Vizcachas). Cabe mencionar, que las 3 primeras estaciones de monitoreo tampoco fueron evaluadas el grupo de fauna.

Para el caso de fauna, todos los grupos taxonómicos compartieron 17 estaciones de monitoreo, de los cuales 12 se encontraban en la zona de operaciones y 5 en la zona de abastecimiento. Asimismo, 3 estaciones no fueron evaluadas por encontrarse en un área con pendiente de difícil acceso (hacia zona de Cortadera). En el caso de aves, anfibios y reptiles además de estos puntos se levantó una ficha para la estación O15PC8, T14, O33 y O32, el primero por encontrarse impactado por la presencia de una carretera y los demás por tener pendiente elevada. También, se evaluaron estaciones específicas para el monitoreo de suris (4 puntos), vicuñas y tarucas (6 puntos) y guanacos (4 puntos). En el caso de mamíferos, el punto Ma 4 también se encontraba en medio de la construcción la presa, por lo que para ambas estaciones se elaboraron fichas. En total se elaboraron 6 fichas.

Para realizar los análisis históricos de tipo comparativo, se utilizó la data cualitativa del monitoreo del año 2015 y la información cualitativa de estudios de impacto ambiental de los años 2007 y 2013.

Así como también se utilizó la data cuantitativa de los monitoreos de los años o monitoreos anteriores de los años 2019 y 2020.

Los monitoreos biológicos del año 2019 y 2020 para flora se establecieron un total de 63 puntos, de los cuales 19 se encontraban en la zona de operaciones y 44 puntos en la zona de abastecimiento. Para el caso de fauna, todos los grupos taxonómicos compartieron 20 estaciones de monitoreo, de los cuales 16 se encontraban en la zona de operaciones y 4 en la zona de abastecimiento. También, se evaluaron estaciones específicas para el monitoreo de suris (4 puntos), vicuñas y tarucas (6 puntos) y guanacos (1 puntos).

Cabe resaltar que, para analizar cambios en las poblaciones de las especies de flora y fauna se debe seguir la misma metodología y las mismas estaciones de monitoreo. Los informes del 2019 y 2020 cumplen con dichas características, sin embargo, también se consideró la información del 2015 pese a tener estaciones de monitoreo diferentes. Asimismo, se realizó una comparación estacional donde se destaca que la temporada húmeda presentó una diversidad mayor, tanto para aves, mamíferos y anfibios y reptiles, siendo este último grupo poco diferenciado, en comparación a los demás grupos.

Para todos los grupos taxonómicos el análisis histórico de tipo comparativo se realizó a nivel de zona de operaciones y abastecimiento. En el caso de flora se tomó en cuenta la data de riqueza de especies de la temporada húmeda 2021. En el caso de fauna se tomó en cuenta el número de órdenes, familias y especies por zonas en las temporadas seca de los años 2015, 2019 y 2020, asimismo, se realizó una comparación de la riqueza y abundancia por zona de evaluación. Además, en fauna se realizó un análisis estacional entre la temporada húmeda y seca 2021, de manera que se pueda evidenciar la importancia de la variación climática en la riqueza de especies.

4. EVALUACIÓN DE COMPONENTES BIOLÓGICOS

4.1. FLORA Y VEGETACIÓN

La evaluación de la flora y/o vegetación de las diferentes estaciones de monitoreo y su respectivo análisis responde a los compromisos establecidos en la resolución de autorización de estudios de patrimonio, RDG N° D000039-2020-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS. Cabe señalar que algunos puntos de monitoreo presentaban afectaciones propias de las actividades locales como el sobre pastoreo y el avance de las áreas para cultivo. Asimismo, las actividades que se iban desarrollando en el marco de la ejecución de partidas como parte del proyecto, representaron una disminución en el área de evaluación.

4.1.1. METODOLOGÍA

4.1.1.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo establecidos para la evaluación de flora fueron de 54, de los cuales 17 corresponden a la zona de operaciones, 34 puntos a la zona de abastecimiento de agua (Ver **Anexo 1** - Mapa de estaciones de monitoreo y **Anexo 3** - Descripción de puntos de flora y fauna) y 3 estaciones que no pudieron ser evaluadas debido a estar inundadas.

Cabe recalcar que se levantaron fichas para los puntos que no pudieron ser evaluados, ya que estos, se encontraban en áreas intervenidas y de difícil acceso representando un riesgo alto para los evaluadores en campo. Dichas fichas se adjuntan en el **Anexo 5**. En el Cuadro 1 se observan los puntos de monitoreo, así como las coberturas y unidades de vegetación identificadas.

Cuadro 1. Ubicación de Estaciones de monitoreo de Flora y Vegetación

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
1	F22-	Abastecimiento	19k	354654	8158673	4387	Pajonal andino (subtipo "tolar")	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
2	F05-T1-Ma	Abastecimiento	19k	354680	8159162	4413	Pajonal andino (subtipo "tolar")	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
3	F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	357515	8159357	4374	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
4	F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	356898	8159521	4379	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
5	F23-T1-Pj_m	Abastecimiento	19k	356776	8156873	4358	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
6	F33-T1-Pj_m	Abastecimiento	19k	356869	8155988	4387	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
7	F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	357648	8155716	4382	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
8	F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	358117	8155683	4381	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
9	F08-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358453	8156423	4395	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
10	F26-T1-Pj	Abastecimiento	19k	357895	8156554	4377	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
11	F14-1	Abastecimiento	19k	354878	8155871	4413	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
12	F14-2	Abastecimiento	19k	354813	8155856	4411	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
13	F15-T1-Pj	Abastecimiento	19k	356782	8154247	4403	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
14	F12-	Abastecimiento	19k	354581	8154356	4405	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
15	F01-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358753	8159108	4449	Pajonal andino	Pajonal andino	Evaluado
16	O15a	Operaciones	19k	327985	8107162	3941	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
17	A25-T2-T6 (Tb)	Abastecimiento	19k	354007	8149657	4453	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
18	O30	Operaciones	19K	330825	8110781	4256	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
19	O32	Operaciones	19K	314516	8103634	3172	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
20	O04	Operaciones	19K	312659	8102472	2952	Monte ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral	Evaluado

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
21	O10	Operaciones	19K	319765	8105525	3567	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
22	O08	Operaciones	19K	325284	8102263	3413	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y monte ribereño	Evaluado
23	O34	Operaciones	19K	320199	8100066	3439	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
24	F05-T2-Ma	Abastecimiento	19k	354724	8159124	4409	Pajonal andino (subtipo "tolar")	Pajonal andino con afloramiento rocoso	Evaluado
25	A25-T1-T6 (Tb)	Abastecimiento	19k	354087	8149702	4454	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
26	F02-T1-Ca (Tb)	Operaciones	19k	358691	8158978	4436	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
27	F02-T2-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	358649	8158995	4465	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
28	F03-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358520	8159015	4457	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
29	F06-T1-Pj_m	Abastecimiento	19k	356495	8156636	4419	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
30	F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	355721	8157119	4407	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
31	F04-T1-Ca	Abastecimiento	19k	359186	8156875	4405	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
32	F04-T2-Ca	Abastecimiento	19k	359259	8156873	4396	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
33	F09-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358702	8156903	4391	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
34	F25-T1-Ca	Abastecimiento	19k	358568	8157196	4390	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
35	F10-	Abastecimiento	19k	357682	8158131	4391	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
36	F27-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	357626	8158107	4388	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
37	F13-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	354489	8154328	4400	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
38	F07-T1-Pj	Abastecimiento	19k	356986	8157799	4402	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
39	A17-T1-Tb	Abastecimiento	19k	354618	8150940	4432	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
40	A17-T2-Tb	Abastecimiento	19k	354592	8150719	4437	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
41	O15b	Operaciones	19k	328958	8107004	4045	Matorral arbustivo	Formación mixta de pajonal, matorral y Polylophis	Evaluado
42	O15	Operaciones	19k	328507	8107158	4018	Matorral arbustivo	Formación mixta de pajonal, matorral y Polylophis	Evaluado
43	O06	Operaciones	19k	328646	8109057	3842	Matorral arbustivo	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte	Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
44	O6b	Operaciones	19k	329711	8109757	4055	Matorral arbustivo	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
45	O26	Operaciones	19k	326984	8109914	3957	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
46	O09	Operaciones	19k	322279	8106665	3744	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
47	O33	Operaciones	19k	315342	8103647	3199	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
48	O03c	Operaciones	19k	322405	8095932	3407	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
49	O03b	Operaciones	19k	322759	8096128	3445	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
50	O03	Operaciones	19k	320204	8097670	3204	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	Evaluado
51	A34-T2-Tb_Ca	Abastecimiento	19k	357394	8159369	4379	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
52	F24-T1-Tb_Ca	Abastecimiento	19k	356996	8157261	4386	-	-	Inundado por embalse de la presa Vizcachas
53	F35-T1-Pj	Abastecimiento	19k	357425	8157828	4379	-	-	Inundado por embalse de la presa Vizcachas
54	F31-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	354498	8156278	4382	-	-	Inundado por embalse de la presa Vizcachas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.1.1.2. MÉTODOS PARA EL MONITOREO DE FLORA

Para el levantamiento de información se tomó como referencia a la “Guía de Inventario de la Flora y Vegetación” del Ministerio del Ambiente de Perú con Resolución Ministerial N° 059-2015 MINAM; además, de seguir la metodología de los monitoreos anteriores.

El monitoreo de flora se llevó a cabo en el mes de octubre, referente a la temporada seca de la novena campaña del MAP (2021). Para la evaluación se emplearon transectos de 50 m con el método de Cobertura Repetida (Mateucci & Colima, 1982), que consiste en contar el número de veces que una varilla contacta a cada especie de planta al descender a través de la vegetación hasta el suelo. Este tipo de evaluación permite obtener valores tanto de cobertura repetida como de cobertura porcentual de las especies.

4.1.1.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS ESPECÍMENES

Las muestras inicialmente fueron determinadas *in situ*, en los casos de muestras que no pudieron ser identificadas en campo, se procedió al registro fotográfico con énfasis en las estructuras morfológicas vegetales que sirvieron para el diagnóstico posterior en la etapa de gabinete.

4.1.1.4. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

La determinación se basó en los caracteres morfológicos de las plantas mediante el uso de claves y descripciones disponibles en Macbride *et al.* (1936), Sagástegui y Leiva (1993), Tovar (1993), Ostolaza (2011, 2014) y Beltrán y Roque (2015). Además de la consulta de la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (2020), y los herbarios virtuales como JSTOR Plant Science (2019) y Field Museum Herbarium (2020).

Para el agrupamiento taxonómico de las plantas vasculares se utilizó en el sistema de clasificación de Angiosperm Phylogeny Group IV - APG IV (2016) y se complementó con la clasificación de Cronquist (1988). En cuanto a los cambios nomenclaturales registrados se tomó en cuenta la base de datos del Missouri Botanical Garden (2020) y The Plant List (2013) version 1.1.

4.1.1.5. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó usando los siguientes parámetros:

A. PARÁMETROS




Riqueza: Es el número de especies distintas encontradas en una determinada área de estudio.




Abundancia (N): Es el número total de individuos registrados para una especie en particular y luego dividido por la suma de todos los individuos correspondientes a su unidad de muestreo.

Este resultado se puede promediar entre todas las unidades de muestreo que corresponden a una formación vegetal y/o para toda el área de estudio. El resultado se presenta en porcentaje.

 **Abundancia Relativa (AR):** es el porcentaje (%) de cada especie registrada en función del número total de individuos por estrato (leñoso o herbáceo) registrado en las unidades de muestreo


$$AR = (\text{Número de individuos por especie} / \text{Número de individuos totales por forma de vida}) \times 100$$

 **Cobertura vegetal total:** entendida como la proporción de área ocupada por la vegetación, es decir, es el área generada sobre el suelo por la proyección horizontal de las plantas. Este parámetro se calculará en base a la metodología de intersección punto, tomando la sumatoria del número de toques de todas las especies, entre los 100 puntos por 100.

$$\text{Cobertura vegetal} = \frac{\# \text{ de toques de todas las especies}}{\text{N}^\circ \text{ de puntos totales}} \times 100$$

B. DIVERSIDAD

En el análisis de los índices de diversidad se empleó el programa PAST versión 2.17c (Hammer et al., 2001), asimismo, se realizó las conversiones para el caso del índice de Shannon-Wiener (H') con el fin de obtener los datos en las unidades correspondientes a lo establecido en los lineamientos de la “Guía de Inventario de la Flora y Vegetación” del Ministerio del Ambiente de Perú (2015).

 **Índice de Shannon Wiener (H'):** Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección dada. El Índice de diversidad de Shannon-Wiener puede ser interpretado como una medida de la heterogeneidad de la diversidad (diversidad alfa), pues depende del número de especies y de la abundancia de cada una de ellas, es decir, el índice aumentará si hay un mayor número de especies (riqueza) y si cada especie posee un número similar de individuos (equidad). Este índice varía entre 1 y 5.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$


Donde:

p_i = Probabilidad de encontrar a la especie i o proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total

\log_2 = Logaritmo en base 2.

El valor del índice de Shannon-Wiener (H') usualmente oscila entre 1.5 y 3.5 (Gilbert y Mejía 2002). El cálculo del índice usando logaritmo en base 2 implica que las unidades sean

bits/individuo. Para interpretar los valores de este índice se agrupó mediante la siguiente escala: baja (0 a 1 bits/ind.), media (1 - 2 bits/ind.) y alta (>2 bits/ind.)

 **Índice de dominancia de Simpson (1-D):** mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; está fuertemente influenciado por la abundancia de las especies más dominantes. Este índice se expresa con la siguiente fórmula:


$$D = \frac{\sum_{i=1}^S ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

S = Es el número de especies

N = Es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

n = Es el número de ejemplares por especie.

 **Índice de uniformidad de Pielou (J')**: mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de manera que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J = \frac{H'}{H' \max}$$


Donde:

H' max = lnS

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

C. SIMILARIDAD

Para el análisis de los datos de similaridad se empleó el programa PAST versión 2.17c (Hammer et al., 2001) utilizando los siguientes parámetros:

 **Coeficiente de similitud de Jaccard (Ij):** Mide la similitud de especies entre los diferentes ecosistemas. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.


$$Ij = \frac{c}{(a + b + c)}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

 **Índice de Morisita-Horn:** Este índice es ampliamente empleado y recomendado por la literatura, sin embargo, no es tan popular como los anteriores. El índice de Morisita (forma abreviada de llamarlo) es un índice basado en la abundancia (a diferencia de los anteriores que se basan en la incidencia de especies), no está influenciado por el tamaño de muestra o riqueza, pero es muy sensible a la abundancia de las especies más abundantes (Moreno, 2001).

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_n \times b_n)}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Dónde:

a_{ni} = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A.

b_{nj} = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio B.

N_a = número de individuos en el sitio A.

$d_a = \sum a_{ni}^2 / N_a^2$ para el sitio A.

$d_b = \sum b_{nj}^2 / N_b^2$ para el sitio B.

D. ESFUERZO DE MUESTREO

Las curvas de acumulación de especies representan el número de especies diferentes que se espera encontrar dentro de un área geográfica o comunidad, expresado como una función de la medida del esfuerzo de muestreo realizado (Díaz-Frances y Soberón, 2005). Las curvas de acumulación permiten según Jiménez-Valverde y Hortal (2003):

- Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y hacer posible su comparación.
- Estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Para el análisis de curva de acumulación se utilizó el modelo de Clench, es el más utilizado y ha demostrado tener un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. Para ello se emplean los datos de abundancia del área total y por unidad de vegetación que son analizadas con los programas Estimates v9.1.0 y Statistica v10 (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Cabe indicar que según los lineamientos de la “Guía de Inventario de la Flora y Vegetación” del Ministerio del Ambiente de Perú (2015) el esfuerzo de muestreo representativo que debe registrarse debe ser mayor al 50% de la flora existente.

E. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

Para establecer la existencia o no de especies protegidas en el área del estudio, se consultó el Listado sobre la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre en el Decreto Supremo N° 043-2006-AG; y de acuerdo a categorizaciones internacionales, se utilizaron las especies listadas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre - CITES (2021) y la lista Roja de The International Union of Conservation of Nature - IUCN versión 2021-II

F. ESPECIES ENDÉMICAS

Se consultó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas de Perú editado por León *et al.* (2018) que considera los criterios establecidos por la IUCN.

G. ESPECIES CON POTENCIAL USO LOCAL

Los usos asignados a las especies fueron consultados a los apoyos locales durante el trabajo de campo, asimismo, se revisó bibliografía especializada, con la finalidad de elaborar un listado de las especies que tienen importancia económica y cultural en estas poblaciones. Ornamental (ORN): especies que por sus características físicas adornan el paisaje.

4.2. FAUNA SILVESTRE

Para la evaluación de fauna silvestre se consideró lo descrito en la “*Guía de Inventario de Fauna Silvestre*” publicada por el Ministerio del Ambiente – MINAM y aprobada mediante Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM, y las metodologías empleadas en los monitoreos biológicos de las anteriores campañas del MAP.

El levantamiento de información para el monitoreo biológico durante la temporada seca, correspondiente a la 9° campaña, consideró tres (03) grupos taxonómicos: i) aves (ornitología), ii) mamíferos (menores terrestres y mayores - mastozoología) y, iii) anfibios y reptiles (herpetología).

4.2.1. METODOLOGÍA

4.2.1.1. UBICACIÓN DE LOS ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo correspondiente a fauna son 19, de los cuales quince (15) están ubicados en la zona de operaciones y cuatro (04) en la zona abastecimiento (**Anexo 1: Mapas de estaciones de monitoreo; Anexo 3: Descripción de los puntos de flora y fauna**). Las estaciones de monitoreo fueron los mismos para todos los grupos taxonómicos. También se evaluaron estaciones

específicas para el Censo de Suris (04) y para Vicuña y Taruca (06), adicionalmente se formaron 4 frentes para el Censo de Guanacos.

De las 19 estaciones de monitoreo, cuatro (04) estaciones no fueron evaluados por encontrarse en áreas intervenidas e inaccesibles (O15PC8, T-14, O32, O33, Ma-04), por lo que se elaboraron fichas que se adjuntan en el **Anexo 5**. Cabe señalar que estas estaciones se ubican en la cobertura vegetal Matorral arbustivo y Pajonal andino.

Cuadro 2. Ubicación de Estaciones de monitoreo de fauna

Estaciones de monitoreo	Zona	Coordenadas		Cobertura vegetal	Formación vegetal	Ficha
		Este	Norte			
O6	Operaciones	328667	8109072	Matorral arbustivo - Ma	Matorral arbustivo	
T-14		331006	8107872	Pajonal andino - Pj	Pajonal - Matorral arbustivo	x
O15		328376	8107245		Bosque de Polylepis	
O15PC1		329201	8106785		Pajonal - Matorral arbustivo	
O15PC8		327991	8107153		Matorral arbustivo	
O31		329552	8109863	Bosque relicto altoandino - Br-al		
O9		322248	8106663	Matorral arbustivo - Ma	Monte ribereño	
O10		319856	8105528			
O8		325564	8102309			
T-6		328938	8101222			
OCONTROL		322405	8095932			
M-52		323757	8096481			
O34		320252	8100059			
O33		315258	8,097,981			Matorral arbustivo
O32		314369	8103762			x
T-6		Abastecimiento	356352	8158916	Pajonal andino - Pj	Pajonal andino
T-20	352757		8170111			
T-15	353628		8149098			
T-16	356038		8154350			
Suri 01	343781		8139027	Área altoandina con escasa y sin vegetación		
Suri 02	328667		8149738	Pajonal andino - Pj		
Suri 03	351552		8169562			
Suri 04	356364		8159114			
Ma-01 (Vicuña y Taruca)	342251		8140381	Área altoandina con escasa y sin vegetación		
Ma-02 (Vicuña y Taruca)	347118		8143130			

Estaciones de monitoreo	Zona	Coordenadas		Cobertura vegetal	Formación vegetal	Ficha
		Este	Norte			
Ma-03 (Vicuña y Taruca)		355200	8148000	Pajonal andino - Pj		
Ma-04 (Vicuña y Taruca)		355282	8159230			x
Ma-05 (Vicuña y Taruca)		368233	8151054			
Ma-06 (Vicuña y Taruca)		354064	8167761			
Pampa Tolar	Operaciones	326428	8099227			
Quebrada Yarito		323794	8096593			
Quebrada Salviani		324751	8104468			
Cerro Prieto		323642	8102541			

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.2.1.2. MÉTODOS PARA EL MONITOREO DE FAUNA

A continuación, se detallan los métodos usados para cada grupo taxonómico:

A. ORNITOLOGÍA

Se aplicó el método de puntos de conteo o "Point Counts" (PC), el cual consiste en la observación directa e indirecta de aves a lo largo de un recorrido de 2000 metros, en el que se establecieron 10 puntos fijos de conteo por estación de monitoreo. Cada PC estuvo separado entre sí por una distancia de 200 m (MINAM, 2015). En cada uno de ellos se registró las especies de aves y contó el número de individuos observados durante un tiempo aproximado de diez minutos, considerando tres minutos de anotación y registro de las condiciones ambientales en el momento de la evaluación (microhábitat, hora de registro, etc). Cada PC fue georreferenciado y caracterizado en cuanto al tipo de vegetación, suelo, pendiente, actividades antropogénicas, entre otras. El avistamiento de aves se hizo con la ayuda de binoculares de 10 x 45, marca Vortex HD.

Asimismo, con la finalidad de confirmar la determinación taxonómica de algunas especies, se colocaron redes de neblina en el área de operaciones. Cada ave captura fue liberada posteriormente a la toma de fotografías, registro de datos que incluyeron especie, sexo, coloración, grado de osificación, longitud de pico, ala, tarso, cola, entre otros.

Monitoreo de *Rhea pennata* "Suri"

Se realizaron transectos o recorridos en camioneta a una velocidad constante de 25 km/h, a lo largo de caminos y carreteras. Los transectos tuvieron un ancho de banda de 1 km a ambos lados de la línea de transecto. En los lugares donde el acceso con vehículos no fue posible, se realizó recorridos a pie. La evaluación fue realizada por dos observadores, a manera de poder cubrir ambos lados del

transecto. De manera complementaria se realizó registros oportunistas al momento de la evaluación en los estaciones de monitoreo

B. MASTOZOLOGÍA

Monitoreo de mamíferos menores terrestres

Para la evaluación de pequeños mamíferos terrestre se empleó el método de transectos con trampas. En cada estación de monitoreo se estableció un transecto lineal de 240 metros, dividido en 25 estaciones con dos trampas de captura viva tipo Sherman, con una separación de 10 m. Las trampas fueron instaladas durante el día y revisadas a la mañana siguiente (24 horas de actividad). Los individuos capturados de manera temporal fueron colocados en bolsas de tela para la toma de datos. Antes de la liberación se procedió al registro fotográfico y toma de medidas morfométricas (longitud de la oreja, cola, total, entre otros). Los roedores capturados fueron identificados en campo.

Monitoreo de mamíferos medianos y mayores

Para la evaluación de este grupo se realizaron transectos lineales durante el horario diurno tratando de abarcar 1 km de recorrido (Burnham *et al.*, 1980; Aquino *et al.*, 2001), este transecto estuvo sujeto a los diferentes hábitats encontrados, además de la fisiografía del terreno y la accesibilidad en la zona evaluada. En estos transectos se tomaron en cuenta registros directos (avistamientos), e indirectos (huellas, rasguños, heces, pelos, restos óseos).

Monitoreo de Vicugna vicugna “Vicuña” y Hippocamelus antisensis “Taruca”

Para el censo de vicuña y taruca se realizaron recorridos en camioneta a una velocidad constante de 20 km/h, a lo largo de caminos y carreteras. En los lugares donde el acceso con vehículos no fue posible, se realizaron registros a pie. La evaluación contó con la participación de dos observadores a manera de cubrir ambos lados de la carretera o zona de evaluación.

El censo fue realizado durante horas de la mañana y se recorrieron transectos con una distancia de entre 2 y 4 km dependiendo de la accesibilidad y estado del área de evaluación.

Los datos que se tomaron fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados.

Monitoreo de Lama guanicoe “Guanaco”

Basado en los registros de guanacos realizados en estudios anteriores se establecieron cuatro zonas de evaluación: Pampa Tolar, Quebrada Yarito, Cerro Prieto y Quebrada salviani.

El censo fue ejecutado en un solo día, cada grupo compuesto por dos personas se desplazó a cada una de las zonas en horas de la mañana entre las 7 y 8 am. Se realizaron transectos entre 2 y 4 km de distancia dependiendo de la accesibilidad y estado del área de evaluación.

Se anotaron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados y georreferenciados.

C. HERPETOFAUNA

El método empleado fue la Evaluación por Encuentros Visuales (VES) o por sus siglas en inglés Visual Encounter Survey (Crump & Scott, 1994). Este método es empleado para determinar la riqueza y medir la abundancia relativa, por tanto, es apropiado para inventarios y estudios de muestreo (Crump & Scott, 2001). El VES es ampliamente usado y recomendado para evaluaciones en grandes áreas donde los hábitats son uniformes y con buena visibilidad (Crump & Scott, 2001).

En cada estación de monitoreo se realizaron VES, con un tiempo de búsqueda de 30 minutos. Este método consistió en la búsqueda intensiva de reptiles y/o anfibios revisando sobre el sustrato, así como entre la vegetación, buscando potenciales lugares de refugio (debajo de rocas, piedras, arbustos, etc). De manera complementaria se realizaron transectos de 100 m para la búsqueda de anfibios y reptiles.

4.2.1.3. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

A. AVIFAUNA

Para la identificación taxonómica de las especies de aves registradas en campo se consultó las siguientes referencias bibliográficas: Aves de Sudamérica (Erize et al., 2006), A Field Guide to the Birds of Peru (Clements y Shany, 2001), y el Libro de Aves del Perú (Schulenberg et al., 2010). Para la actualización de los nombres científicos se empleó la Lista de Aves del Perú (Plenge, 2021).

B. MASTOFAUNA

Para la identificación taxonómica de las especies de mamíferos se usó las siguientes referencias bibliográficas (Patton et al, 2015; Eisenberg y Redford, 1999; Steppan et al., 2001; Steppan, 1995). Las evidencias indirectas registradas para los mamíferos medianos y mayores fueron identificadas con la ayuda de material bibliográfico, como las guías de huellas de Wilson *et al.* (1996); Krebs *et al.* (2008), Becker y Dalponte (1999); Emmons y Feer (1999); y Tirira (2007).

Para la elaboración de los listados de riqueza de especies, se siguió la nomenclatura propuesta por Wilson y Reeder (2005) y los arreglos realizados por Pacheco *et al.* (2009; 2020).

C. HERPETOFAUNA

La identificación taxonómica se realizó en campo y fue verificada mediante registros fotográficos. Para el proceso de identificación se empleó bibliografía especializada para cada grupo taxonómico. Para el caso de anfibios se emplearon referencias como Vellard (1960), Duellman (2000), Lehr (2005). Duellman & Lehr (2009), Duellman & Wiens (1993). Para la actualización de nombres científicos se usó la web de Amphibians Species of the World (Frost, 2021).

Para reptiles se usó referencias como Dixon & Wright (1975), Boulenger (1994), Avila-Pires (1995), Carrillo e Icochea (1995), Aguilar *et al.* (2016) y para la actualización de nombres científicos se utilizó The Reptile Database (Uetz, 2021).

4.2.1.4. ANÁLISIS DE DATOS

A. PARÁMETROS

- **Riqueza de especies:** Número de especies (S) presentes en una comunidad o muestra (varios inventarios).
- **Abundancia:** Es el número total de individuos (N) registrados en una o más comunidades durante un inventario.
- **Abundancia relativa (AR):** Se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales de las unidades de vegetación. Se aplica en los diferentes grupos taxonómicos de fauna silvestre.
- **Índice de Ocurrencia de Boddicker (IO):** Se emplea el índice de ocurrencia de acuerdo con el criterio de Boddicker *et al.* (2002). El índice consiste en puntos acumulados de las diferentes evidencias registradas para cada especie. Cuando el índice alcanza un mínimo de 10 puntos o más, se concluye que la especie está presente en el sitio

Cuadro 3. Puntajes de diferentes tipos de evidencias directa e indirectas para calcular el índice de ocurrencia

Tipo de Evidencia	Puntaje
<i>Evidencia No Ambigua</i>	
Especie observada (Obs)	10
Especie colectada (Co)	10
<i>Evidencia de Alta Calidad</i>	
Huellas (Hu)	5
Despojos (huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales.	5
Vocalizaciones y emanación de sustancias odoríferas. (Vo)	5
<i>Evidencia de Baja Calidad</i>	
Camas (Ca), madrigueras (Ma), caminos (Cam), rasguños [®]	4
Restos fecales (He)	4

Restos de alimentos (Ra)	4
--------------------------	---

Fuente: Boddicker *et al.* (2002)

- **Índice de Actividad de Boddicker (IAB):** Se utilizó el Índice de Actividad (IA) en base a la metodología descrita por Rodríguez y Amanzo (2001). Para determinar el valor del índice se asume cada registro como un evento diferente, por tanto, se multiplica el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el IA. Cuando los valores son superiores a 25 indican una mayor actividad de una especie en el área de estudio y valores inferiores a 25 indican niveles bajos de actividad.

B. DIVERSIDAD

- **Índice de Shannon Wiener (H')**: mide el grado de incertidumbre en predecir, si un individuo es escogido al azar, a qué especie puede corresponder. Está basado en la presunción que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988; Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) \log_2$$

Donde:

H'=Índice de diversidad de Shannon

Pi= ni/N

Ni=Número de individuos de la especie i

N=Número total de Individuos

- **El valor del índice de Shannon-Wiener (H')** usualmente oscila entre 1.5 y 3.5 (Gilbert y Mejía, 2002,21). El cálculo del índice usando logaritmo en base 2 implica que las unidades sean bits/individuo. Para interpretar los valores de este índice, en el siguiente cuadro se presenta la escala de diversidad en base de los valores numéricos que la fórmula nos expresa.

Cuadro 4. Interpretación de la diversidad de Shannon Wiener (H')

Diversidad de Shannon – Wiener (H') (bits/ind)	Escala de diversidad
0 – 1	Escasa
1 – 2	Media
> 2	Alta

Fuente: Magurran (1988), Gilbert y Mejía (2002) y Moreno (2001).

- Índice de Simpson:** El índice de Simpson (1-D) también es utilizado para estimar la diversidad de las especies (Simpson, 1949). En comparación al índice de Shannon-Wiener, este índice da mayor peso a especies más comunes y menor peso a especies no comunes. La D se define como la probabilidad de que dos individuos dentro de una comunidad sean de la misma especie al ser tomados al azar. A medida que D se incrementa, la diversidad decrece, por ello el índice de diversidad de Simpson es generalmente expresado como 1-D. La fórmula del índice de Diversidad de Simpson (1-D) es la siguiente:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

El rango de valores del índice de diversidad de Simpson va desde cero (baja diversidad) a un máximo de (1-1/s), donde “s” es el número total de especies (Krebs ,1985).

- Índice de Pielou:** Propone que, si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Odum, 1985). Hurlbert (1971) destacó que todos los índices de equidad mantendrían esta propiedad si son expresados como una proporción entre el valor de la diversidad con el máximo y/o mínimo de la diversidad. La fórmula del índice de Pielou (J') es la siguiente:

$$J' = H' / \log_2 S$$

Donde:

J' = Índice de equidad de Pielou.

H' = Índice de Shannon-Wiener.

log₂ S = Es la diversidad máxima (H' max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativa.

S = Número de especies.

El valor obtenido varía entre 0 y 1, adquiere el valor 1 en situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

C. SIMILARIDAD

- Coficiente de Similitud de Jaccard:** El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Se formula de la siguiente manera:

$$IJ = \frac{C}{a + b - c}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A,

b = número de especies presentes en el sitio B,

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

- **Índice de Morisita-Horn:** Complementa al índice de similaridad cualitativo ya que expresa la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias. Está fuertemente influenciado por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y el total.

$$IM = \frac{2 \sum(DNi * ENi)}{(da + db) aN * bN}$$

Dónde:

aN = número de individuos presentes en el sitio A,

bN = número de individuos presentes en el sitio B,

DN= número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

EN = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

D. ESPECIES CATEGORIAZADAS EN LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

Se determinó el estado de protección de las especies registradas según listas de categorización nacional: Lista de Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre aprobada mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, e internacional: Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Lista de Especies Incluidas en los Apéndices de la Convención Internacional sobre la Comercialización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre – CITES).

E. ESPECIES ENDÉMICAS

- Para aves se empleó la “Lista de Aves del Perú” de Plenge (2021).
- Para mamíferos se empleó la “Lista de especies amenazadas de la IUCN” (2021-2) y los estudios realizados por Pacheco *et al.* (2002; 2009; 2020).
- Para anfibios y reptiles se empleó las listas de anfibios (Rodríguez *et al.*, 1993) y reptiles (Carillo e Icochea, 1995), así como referencias bibliográficas especializadas.

F. ESPECIES MIGRATORIAS SEGÚN CMS

Convención de Especies Migratorias (CMS por sus siglas en inglés). El Apéndice I de esta convención lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales para su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú (CMS, 2020).

G. EBAS E IBAS

Se consideró las Áreas de Aves Endémicas (EBAs) del Perú. Estas son áreas donde se concentran las especies de distribución restringida (Statterfield *et al.*, 1998). En países con territorios extensos, el concepto de especies de distribución restringida desarrollado por BirdLife Internacional puede tener mayor importancia que el concepto de especies endémicas pues las especies endémicas se presentan dentro de los límites políticos, pero pueden tener un área de distribución relativamente grande. Las especies de distribución restringida, que ocupan áreas menores de 50,000 km², son vulnerables debido a su pequeño rango y consecuente pequeña población. Las áreas donde existen varias de estas especies usualmente coinciden con áreas de distribución restringida de otros grupos de biota.

H. ESPECIES CON POTENCIAL DE USO

Se indican las especies con mayor importancia en el ecosistema como las de importancia económica para los pobladores locales, en su rol como controladores naturales de potenciales plagas o indicadores ambientales, etc. De la misma manera para los grupos taxonómicos de fauna silvestre que a través de encuestas semiestructuradas se registra la importancia en la comunidad local de las especies, como fuente de alimento, mascota, entre otros.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. FLORA Y VEGETACIÓN

5.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS VEGETALES

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivo.

De acuerdo con el Mapa de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), para las zonas de evaluación del monitoreo biológico se han identificado un total de 4 coberturas vegetales para flora entre las cuales se tienen: Matorral arbustivo (Ma), Monte ribereño (Mr), Pajonal Andino (Pj) y Bofedal (Bo).

En las siguientes secciones se realizará una descripción general de cada tipo de cobertura vegetal identificada.

A. PAJONAL ANDINO

Este tipo de cobertura vegetal está conformado mayormente por herbazales ubicado en la porción superior de la cordillera de los andes, aproximadamente entre 3800 y 4800 m.s.n.m. Se desarrolla sobre terrenos que van desde casi planos como en las altiplanicies hasta empinados o escarpado, en las depresiones y fondo de valles glaciares.

En esta gran unidad de cobertura vegetal se ha integrado en tres subunidades, fisonómica y florísticamente diferentes, tales como: pajonal (hierbas en forma de manojos de hasta 80 cm de alto), césped (hierbas de porte bajo hasta de 15 cm de alto) y tolar (arbustos de hasta 1,20 m de alto).

En el denominado subtipo pajonal, existen asociaciones de *Calamagrostis-Stipa* (predominan las especies *Calamagrostis rigida*, *Stipa hans-meyeri*, seguido de *Pycnophyllum molle*, *Parastrephia phyllocaeformis*, *Loricaria graveolens*, entre otras; en la Asociación *Festuca - Stipa*, predominan las especies *Festuca weberbaueri*, *Stipa inconspicua*, *Calamagrostis amoena*, entre otras; y en la Asociación *Stipa - Margiricarpus*, predominan las especies *Stipa ichu*, *Margyricarpus strictus* seguidas de *Aciachne pulvinata*.

Flores *et al.* (2005), menciona que el subtipo “céspedes”, con alturas de hasta 15 cm, está dominado por gramíneas y gramioides, con inclusiones de especies en forma de cojines o almohadillas, planos o convexos, tales como: *Aciachne pulvinata*, *Aciachne acicularis*, *Calamagrostis vicunarum*, *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis minima*, *Dissanthelium calycinum*, *Dissanthelium macusaniense*, *Festuca peruviana*. Entre las especies arbustivas destacan las asteráceas como *Werneria nubigena*, *Werneria pygmaea*, *Baccharis caespitosa*, *Senecio repens*, *Gamochoeta oreophila*, *Cuatrecasasiella isernii*; gentianáceas como, *Gentianella chrysosphaera*, *Gentiana sedifolia*; malváceas como *Nototriche pinnata*; geraniáceas como *Geranium pavonianum* y rosáceas como *Alchemilla pinnata*. El subtipo “tolar” se caracteriza por el predominio de comunidades arbustivas sobre las herbáceas, teniendo su mayor representatividad geográfica en la puna del sur, como los departamentos de Puno, Tacna, Moquegua, Arequipa, Ayacucho y Apurímac. Predominan las especies resinosas como *Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia phyllocaeformis*, *Baccharis tricuneata*, *Diplostephyum sp.*; se incluyen otras arbustivas como, *Fabiana densa*, *Lupinus microphyllus*, *Chuquiraga espinosa*, *Senecio spinosus*, *Ephedra americana*; herbáceas como *Stipa inconspicua*, *Pycnophyllum molle*, *Festuca rigescens*, *Aciachne pulvinata*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa ichu*, *Aciachne pulvinata*, *Werneria sp.*, *Senecio spinosus* y *Calamagrostis vicunarum*, entre otras.

Mientras que en el subtipo Tolar, se determinan asociaciones vegetales de *Parastrepetium-Stipetum*.

B. MATORRAL ARBUSTIVO

Este tipo de cobertura vegetal se encuentra distribuido ampliamente en la región andina, desde aproximadamente 1500 hasta 3800 m.s.n.m. en la zona sur y centro del país, y desde 1000 hasta los 3000 m.s.n.m. en la zona norte del país, es decir, en ambos casos, hasta el límite de los pajonales naturales.

En el Matorral arbustivo se distinguen tres subtipos de Matorral arbustivo:

- El subtipo Matorral arbustivo del piso inferior, es influenciado por la condición de humedad del suelo, es decir aridez y semiaridez, ubicado aproximadamente a partir de 1500 m.s.n.m.
- En el subtipo Matorral arbustivo del piso medio y alto, es comprendido en los rangos altitudinales de aproximadamente 2500-3800 m.s.n.m., dominado por las condiciones subhúmedas. La vegetación está conformada por comunidades arbustivas tanto de carácter caducifolio como de carácter perennifolio, mostrando una mayor diversidad florística que el subtipo descrito anteriormente. Entre las especies más frecuentes se mencionan a las siguientes: *Dodonea viscosa*, *Kageneckia lenceolata*, *Mutisia acuminata*, *Barnadesia dombeyana*, *Agave americana*, *Tecoma sambucifolia*, *Ophryosporus peruvianus*, *Ambrosia arborescens*, *Grindelia sp.*, *Heliotropium sp.*, *Spartium junceum*,

Senecio sp., *Bidens* sp., etc.; entre las cactáceas más frecuentes se encuentran *Opuntia subulata* “anjokishka”, etc. Se incluyen en este piso algunas especies arbóreas de porte bajo y de manera dispersa, tales como: *Acacia macracantha*, *Schinus molle* y *Caesalpineia spinosa*.

- En el nivel superior, comprendido en los rangos altitudinales de 2000-3500 en la zona central y valles interandinos, de 3500-3800 en la zona central occidental y de 3600 y 3800 en la zona sur, existen mejores condiciones de humedad y menores valores de temperatura las condiciones humedad propicia el desarrollo de una mayor diversidad de especies arbustivas, entre ellas se mencionan a las siguientes: *Lupinus balianus*, *Baccharis tricuneata*, *Parastrephya lepidopylla*, *Diplostephyum* sp., *Dunalia espinosa*, *Hesperomeles* sp., *Brachiotun* sp., *Tibouchina* sp., *Aristeguietia* sp., *Senna biflora*, *Bereberis lutea*, *Monnina* sp., *Solanun* sp., entre otras.

C. BOFEDAL

El bofedal llamado también “oconal” o “turbera”, constituye un ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina, a partir de los 3800 m.s.n.m., principalmente en las zonas sur y central del país.

Se alimentan del agua proveniente del deshielo de los glaciares, del afloramiento de agua subterránea (puquial) y de la precipitación pluvial.

La vegetación herbácea hidrófila es siempre verde, compacta y de porte almohadillado o en cojín, representadas de manera general por las siguientes especies: *Distichia muscoides* (“champa”) de la familia Juncaceae, *Plantago rigida* (“champa estrella”) de la familia Plantaginaceae, *Alchemilla pinnata* familia Rosaceae, *Werneria caespitosa* - familia Asteraceae, *Hypochoeris* sp. – familia Asteraceae, *Hypochaeris* sp. - familia Asteraceae, *Eleocharis* sp. (familia Cyperaceae), *Poa ovatum* (familia Poaceae), *Rorippa nasturtium* (familia Cruciferae), *Luzula peruviana* (familia Juncaceae), *Gentiana sedifolia* (familia Gentianaceae), *Calamagrostis rigescens* (familia Poaceae), *Calamagrostis jamesoni* (familia Poaceae), *Scirpus rigidus* (familia Cyperaceae), *Agrostis* sp. (familia Poaceae), *Genciana prostrata* (familia Gencianaceae), entre otras, etc.

En los bofedales de la vertiente oriental, están representados por las especies: *Oreobolus obtusangulus*, *Gentianella perscurarrosa*, *Oritrophium limnophilum*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Hypochaeris taraxacoides* y *Carex* sp. Mientras que, en bofedales más secos de la vertiente occidental, figuran las especies *Phylloscirpus acaulis*, *Lachemilla diplophylla*, *Zameioscirpus muticus*, *Gentiana sedifolia*, *Werneria pygmaea* y *Eleocharis* sp. Asimismo, en bofedales de gran altitud, se encuentran especies como *Poa aequigluma*, *Distichia muscoides*, *Arenaria gigyna*, *Poa humillina*, *Aciachne pulvinata* y *Lucilia kunthiana* (Valencia et al., 2013).

D. Hallazgo

Por otro lado, cabe señalar que en los espacios cercanos a las estaciones de monitoreo se ha identificado la presencia de parches de *Polylepis rugulosa*, en el caso de la estación de monitoreo **015a** se ubica un parche de este relicto a 40 m de distancia. Mientras que en la estación de monitoreo **030** a 120 m de distancia se identificó otro parche similar de la misma especie.

Si bien estos parches no se encuentran dentro de las estaciones de monitoreo como tal, se define que pertenecen a la cobertura vegetal denominada como **Bosque Relicto Altoandino**, considerado como “relicto” debido a su baja representatividad (reducida superficie), alta fragmentación y poca accesibilidad, está representado por el género *Polylepis* conocido localmente como “queñoal”, “quinual” o “quenual”, el cual está conformado en nuestro país por más de 19 especies, como, por ejemplo, *Polylepis canoi*, *P. flavipila*, *P. incana*, *P. incarum*, *P. lanata*, *P. microphylla*, etc.

Los árboles son de porte bajo y achaparrado con alturas que van desde los 2,5 m (zonas secas del suroccidental) hasta los 10 m (zonas húmedas). La altura de los árboles está limitada por la humedad, alcanzando el bosque alturas máximas de hasta 10 m en sitios húmedos.

En el estrato inferior del bosque se desarrolla un tapiz herbáceo típico de la vegetación de puna, donde son comunes algunas poáceas como *Stipa* y *Festuca*, así como *Bidens*, *Alchemilla*, *Hypochaeris*, *Geranium*, etc. También se incluye algunas especies arbustivas como *Lupinus balianus*, *Diplstiphyum*, *Baccharias tricuneata*, *Ribes* sp., *Chuquiraga huamanpinta*, etc.

5.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN

Dentro de las coberturas vegetales se han identificado unidades de vegetación, sobre las cuales caen los puntos de las estaciones de monitoreo.

En el cuadro 5, se observan las unidades de vegetación correspondientes a cada cobertura vegetal.

Cuadro 5. Coberturas y unidades de vegetación observadas en toda la zona de estudio.

Cobertura vegetal	Unidades de Vegetación
Bofedal	Césped de arroyo
	Formación mixta de turbera de <i>Distichia</i> y césped de arroyo
Matorral arbustivo	Matorral
	Formación mixta de matorral y pajonal
	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares
	Formación mixta de matorral y monte ribereño
	Formación mixta de pajonal, matorral y <i>Polylepis</i>
	Matorral andino con afloramiento rocoso

Cobertura vegetal	Unidades de Vegetación
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral
Pajonal andino	Pajonal andino
	Pajonal de puna seca
	Formación mixta de pajonal y matorral

Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se hace una breve descripción de las unidades de vegetación:

A. Césped de arroyo

Caracterizado por la presencia de plantas de pequeño tamaño a manera de alfombra como *Alchemilla diplophylla*, *Werneria pygmaea*. Están asociados a cuerpos de agua o zonas de alta humedad con una altitud superior a los 4000 msnm. La principal diferencia con las turberas de *Distichia* es que no se observan plantas almohadilladas (en cojines) y ni presencia de turberas de alta profundidad.

B. Formación mixta de turbera de *Distichia* y Césped de arroyo

Es una formación mixta con presencia de turberas de *Distichia* en forma de cojines asociadas a una alta disponibilidad de materia orgánica y zonas con vegetación cespitosa con menor porcentaje de materia orgánica, ambas dependientes de la disponibilidad de agua.

C. Matorral

Formación con dominancia de vegetación arbustiva, sobre todo de asteráceas y rosáceas, también se observan elementos acompañantes como gramíneas vigorosas y hierbas de porte bajo.

D. Formación mixta de Matorral y Pajonal

Superficies dominadas principalmente por parches de matorrales altoandinos (generalmente *Baccharis*) interrelacionadas con gramíneas (Poáceas) vigorosas de porte alto.

E. Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares

Formación asociada a la presencia de cactus columnares de medio a gran tamaño de géneros como *Corryocactus* y *Oreocereus*, pueden presentarse como individuos dispersos o en pequeños rodales que alternan con especies herbáceas y arbustivas. Generalmente en zonas de alta pendiente.

F. Formación mixta de pajonal, matorral y *Polylepis*

Superficies con asociaciones vegetales con predominancia de pajonales vigorosos, arbustos altoandinos y la presencia de parches de bosque relictos de *Polylepis rugulosa*.

G. Matorral andino con afloramiento rocoso

Formación principalmente dominada por arbustos, sobre todo de asteráceas y rosáceas, los cuales se desarrollan generalmente en terrenos con afloramientos rocosos o pedregosos.

H. Pajonal de puna seca

Superficie diferenciada del pajonal andino por la escasa presencia de lluvias. Superficies dominadas fisionómicamente por gramíneas vigorosas, las cuales se encuentran dispersas en el terreno alternando con arbustos espinosos, hierbas y plantas almohadilladas como *Pycnophyllum*; generalmente se presentan en superficies con escasa pendiente.

I. Formación mixta de Pajonal y Matorral arbustivo

Superficies dominadas principalmente por gramíneas (Poáceas) vigorosas de porte alto y arbustos sobre todos de especies de asteráceas o compuestas, los cuales se interrelacionan también con frecuencia con afloramientos rocosos o suelos pedregosos.

5.1.3. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.1.3.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En las zonas del proyecto se evaluó un total de 52 transectos de puntos de intercepción, cada uno de ellos de 50 m y con 100 puntos de intersección (cada 0.5 m) por transecto. No se evaluaron 3 estaciones de monitoreo, debido a la accesibilidad o la presencia de áreas intervenidas. La evaluación de la flora y vegetación incluye observaciones cualitativas, la mayoría fuera de los transectos evaluados. A fin de proporcionar una mejor riqueza florística.

Cuadro 6. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto.

Cobertura vegetal	Puntos de intersección 50 m (100 puntos)	Búsqueda intensiva (recorrido de 50 m ²)
Matorral arbustivo	14	14
Monte ribereño	10	10
Pajonal andino	14	14
Bofedal	14	14
Total	52	52

Elaboración: ASILORZA, 2022.

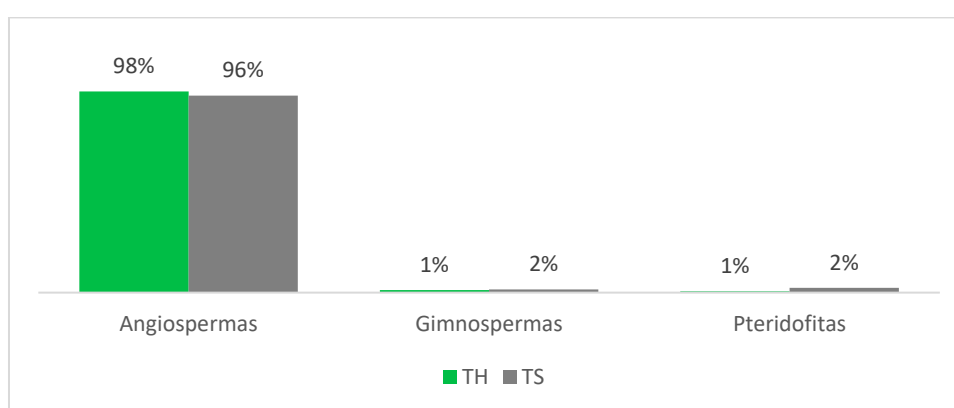
5.1.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En la temporada seca, se aplicaron tanto métodos cualitativos como cuantitativos, de los cuales se reporta un total de 130 especies de las cuales 91 son de carácter cuantitativo. Si bien, existen reportes cualitativos estos se encuentran en áreas alrededor de las estaciones de evaluación y/o en líneas limítrofes.

En la temporada húmeda-2021 se reportaron 163 especies (registros cualitativos y cuantitativos) y en la temporada seca-2021 se reportan 130 especies (registros cualitativos y cuantitativos). Lo que denota un 20% de diferencia entre estas dos temporadas y lo que se interpreta por las condiciones climáticas de la temporada.

De las especies reportadas tanto en temporada seca como húmeda, predominan los registros de Angiospermas, en porcentajes similares para ambas temporadas. No obstante, los registros de Pteridofitas son de carácter cualitativo y son poco representativos en ambas temporadas.

Figura 1. Composición de flora a nivel de taxa superior en temporada húmeda 2021 vs temporada seca 2021.



Donde: TH=Temporada húmeda 2021 TS= Temporada seca 2021

Elaboración: ASILORZA, 2022.

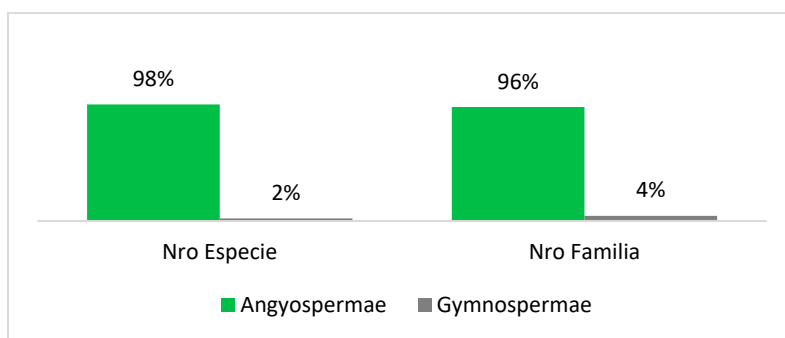
Cuadro 7. Distribución de órdenes, familias y géneros por grupos taxonómicos de flora en la temporada húmeda 2021 vs temporada seca 2021.

División	Temporada húmeda 2021				Temporada seca 2021			
	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Angiospermas	23	36	96	160	22	28	78	125
Gimnospermas	1	1	1	2	1	1	1	2
Pteridofitas	1	1	1	1	2	2	3	3
Total general	25	38	98	163	25	31	82	130

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Los datos cuantitativos reportados en la temporada seca, muestran un mayor registro de número de especies y familias en la división Angiospermae.

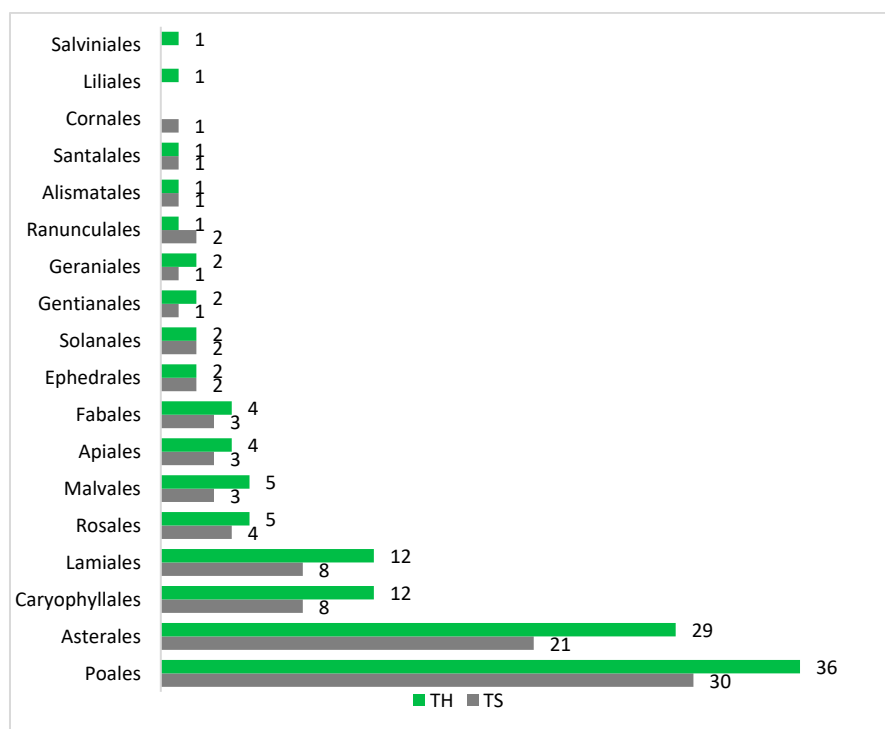
Figura 2. Composición de flora a nivel de división taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

El orden con mayor representatividad de especies en la temporada seca, son los órdenes Poales (30 especies), Asterales (21 especies) y Caryophyllales (8 especies). En la temporada húmeda se observa la coincidencia en cuanto a la representatividad de los órdenes ya mencionados, con un mayor registro de especies. Por otro lado, los únicos órdenes que son reportados con especies en la temporada húmeda son Liliales y Salviniales, con una especie registrada cada una respectivamente. En la temporada seca se registró una especie en el orden Cornales.

Figura 3. Composición de flora a nivel de orden taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2021 vs temporada húmeda 2021.

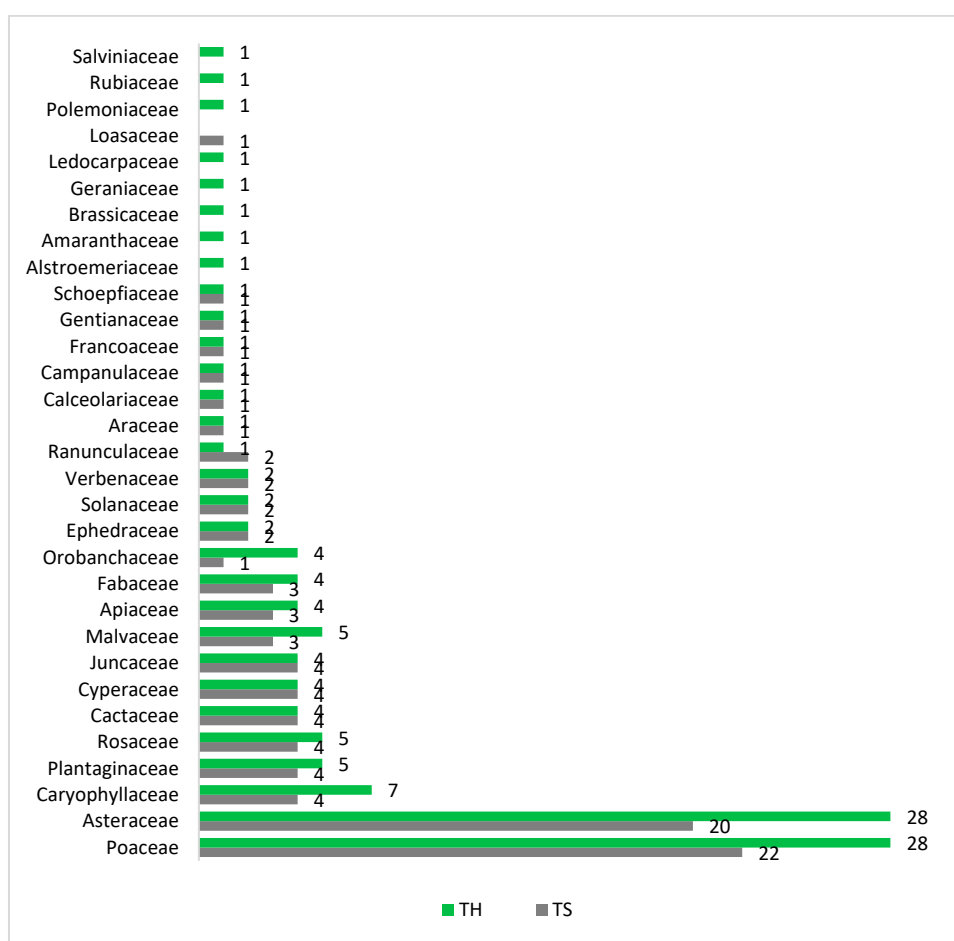


Donde: TH=Temporada húmeda 2021 TS= Temporada seca 2021

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto al número de familias más representativas encontradas en el proyecto en la temporada seca, dominan: Poáceae (22 especies), Asteraceae (20 especies), Cactaceae (4 especies), Caryophyllaceae (4 especies), Cyperaceae (4 especies), Juncaceae (4 especies), Plantaginaceae (4 especies) y Rosaceae (4 especies). En tanto que en la temporada húmeda las familias con mayor número de especies fueron Poáceae y Asteraceae: con una diferencia aproximada de 16% en el reporte de especies de temporada húmeda en comparación con la temporada seca.

Figura 4. Composición de flora a nivel de familia taxonómica en el área del proyecto entre la temporada seca 2021 vs temporada húmeda 2021.



Dónde: TH=Temporada húmeda 2021, TS= Temporada seca 2021.

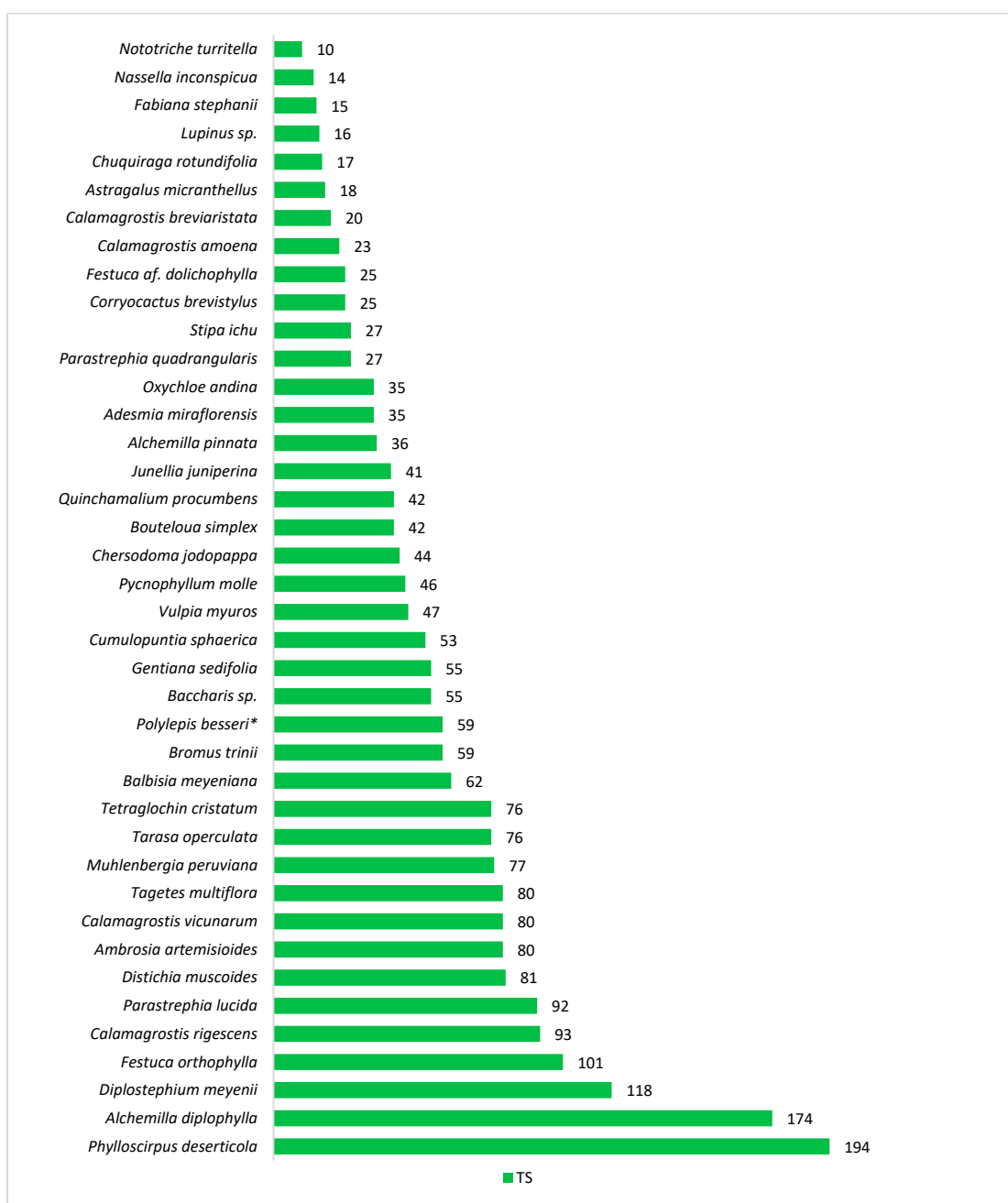
Elaboración: ASILORZA, 2022.

Este patrón mostrado la dominancia de las dos primeras familias (Asteraceae y Poaceae) es típica en la composición florística de los ecosistemas altoandinos (Weberbauer, 1945; Flores *et al.*, 2005), no obstante, se debe considerar también la presencia de rodales de cactáceas, las cuales han sido también reportadas en estudios florísticos como los de Arakaki & Cano (2003) para la región Moquegua.

5.1.3.3. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Para el análisis de abundancia relativa se tomó en cuenta el número de individuos de las especies de flora contados en los puntos de intercepción. De las especies reportadas en el muestreo cuantitativo, las de mayor abundancia fueron; *Phylloscirpus deserticola* (194 individuos), *Alchemilla diplophylla* (174 individuos), *Diplostephium meyenii* (118 individuos) y *Festuca orthophylla* (101 individuos).

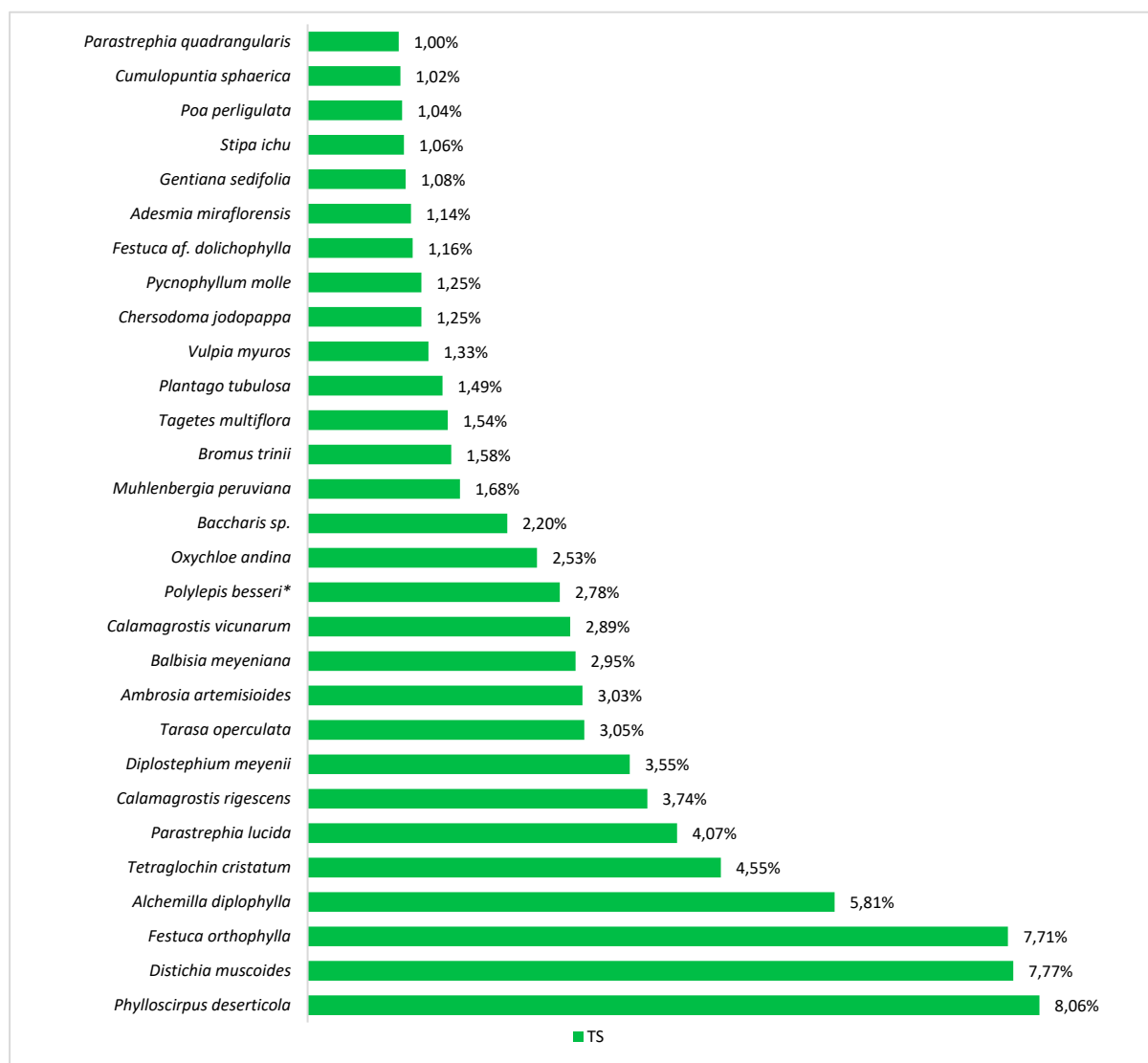
Figura 5. Abundancia relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en la temporada seca 2021



Donde: TS= Temporada seca 2021. **Elaboración:** ASILORZA, 2022.

En lo referente a la cobertura, calculada en base al número de toques de las especies respecto al total de toques evaluados en los transectos, los datos son parecidos a la abundancia, sin embargo, se toma en consideración superficies que no contaron con vegetación (roca, suelo, materia orgánica). Las especies dominantes en cobertura reportadas en la temporada seca son *Phylloscirpus deserticola* (8.06%), *Distichia muscoides* (7.77%) y *Festuca orthophylla* (7.71%).

Figura 6. Cobertura relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en temporada seca 2021



Donde: TS= Temporada seca 2021

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.3.4. DIVERSIDAD

En la temporada seca (2021) se reporta a la estación 015b con un alto índice de diversidad ($H' = 0.91$ bits/ind.), y la estación F12 como aquella con el menor índice de diversidad ($H' = 0.30$ bits/ind.). esta última estación es también la que tiene el más alto índice de Simpson ($1-D = 0.70$ bits/ind.). y la estación F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales), es la que tiene el mayor valor de similitud ($J = 1.39$).

De acuerdo a los índices o parámetros de diversidad en los puntos monitoreados, para el índice de Shannon-Wiener se registró un valor máximo en la unidad de vegetación de Formación mixta de matorral y monte ribereño (Ma Mr) ($H' = 2.829$ bits/ind.), mientras que el valor mínimo se registró en la unidad de vegetación de Formación Pajonal de puna seca (Pj Ps) ($H' = 1.24$ bits/ind.), lo que implica que la diversidad varía según parches de las coberturas vegetales, probablemente condicionadas por aspectos de microsistemas.

Cabe resaltar que existe una distribución relativamente semejante entre las especies y sus poblaciones, esto explicado por los índices de Simpson (máx. $1-D = 0.9217$ probits/ind.; mín. $1-D = 0.6929$ probits/ind.) y equidad (máx. $J' = 0.895$; mín. $J' = 0.6426$), donde se observan valores próximos a 1, es decir valores cercanos a la máxima uniformidad. Todo ello en la temporada seca.

Cuadro 8. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el área del proyecto en la temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Seca 2021				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
Bofedal	Césped de arroyo (Ca)	F04-T1-Ca	11.00	116.00	1.77	0.79	0.74	12.00	92.00	0.79	0.21	1.25
		F04-T2-Ca	12.00	124.00	1.66	0.73	0.67	11.00	115.00	0.86	0.14	1.03
		F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	24.00	174.00	2.30	0.84	0.72	10.00	69.00	0.75	0.25	1.20
		F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	13.00	138.00	1.93	0.79	0.75	8.00	154.00	0.74	0.26	0.64
	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo (Td Ca)	A17-T1-Tb	13.00	145.00	1.70	0.75	0.66	14.00	112.00	0.78	0.22	1.32
		A17-T2-Tb	13.00	158.00	1.82	0.78	0.71	11.00	132.00	0.68	0.32	0.96
		A25-T1-T6 (Tb)	25.00	150.00	2.58	0.88	0.80	15.00	117.00	0.84	0.16	1.39
		A25-T2-T6 (Tb)	22.00	166.00	2.56	0.90	0.83	10.00	108.00	0.83	0.17	0.96
		A34-T2-Tb_Ca	18.00	173.00	2.50	0.90	0.86	12.00	128.00	0.81	0.19	1.06
		F02-T1-Ca (Tb)	16.00	141.00	1.94	0.79	0.70	7.00	120.00	0.70	0.30	0.64
		F02-T2-Ca (Tb)	12.00	120.00	1.60	0.69	0.64	8.00	70.00	0.79	0.21	0.96
		F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18.00	160.00	2.14	0.81	0.74	12.00	115.00	0.69	0.31	1.12

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Seca 2021				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
		F13-T1-Ca (Tb)	11.00	102.00	1.81	0.78	0.75	8.00	147.00	0.80	0.20	0.66
		F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	13.00	137.00	2.11	0.85	0.82	12.00	109.00	0.88	0.12	1.15
		F25-T1-CA	11.00	76.00	2.15	0.86	0.90	13.00	107.00	0.82	0.18	1.26
		F27-T1-Ca (Tb)	13.00	149.00	2.14	0.86	0.84	5.00	158.00	0.76	0.24	0.40
		F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	17.00	151.00	2.43	0.89	0.86	16.00	133.00	0.74	0.26	1.39
Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y monte ribereño (Ma Mr)	O08	24.00	60.00	2.83	0.92	0.89	11.00	160.00	0.80	0.20	0.87
	Formación mixta de matorral y pajonal (Ma Pj)	O30	21.00	99.00	1.98	0.76	0.65	11.00	116.00	0.79	0.21	1.02
	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares (Ma Cac)	O03	10.00	101.00	1.76	0.77	0.77	7.00	62.00	0.75	0.25	0.89
		O03b	12.00	79.00	2.07	0.85	0.83	7.00	54.00	0.78	0.22	0.95
		O03c	10.00	145.00	1.75	0.76	0.76	8.00	101.00	0.83	0.17	0.80
		O10	10.00	102.00	1.50	0.69	0.65	12.00	121.00	0.76	0.24	1.09
		O32	11.00	68.00	1.51	0.69	0.63	8.00	107.00	0.62	0.38	0.77
O33	8.00	171.00	1.51	0.74	0.72	8.00	149.00	0.68	0.32	0.66		

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Seca 2021				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
	Formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis (Pj Ma Po)	O15	22.00	206.00	2.41	0.87	0.78	10.00	115.00	0.75	0.25	0.93
		O15b	18.00	184.00	2.37	0.88	0.82	16.00	156.00	0.91	0.09	1.28
	Matorral (Ma)	O09	17.00	121.00	2.40	0.88	0.85	6.00	60.00	0.75	0.25	0.77
		O15a	26.00	146.00	2.41	0.86	0.74	11.00	153.00	0.87	0.13	0.89
		O34	19.00	57.00	2.00	0.72	0.68	9.00	84.00	0.81	0.19	0.98
	Matorral andino con afloramiento rocoso (Man Af)	F05-T1-Ma	17.00	63.00	2.29	0.85	0.81	7.00	53.00	0.70	0.30	0.96
		F05-T2-Ma	7.00	99.00	1.77	0.82	0.91	7.00	57.00	0.68	0.32	0.93
		F-22	19.00	44.00	2.57	0.89	0.87	9.00	46.00	0.75	0.25	1.33
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral (Mr Ma)	O04	10.00	79.00	1.48	0.70	0.64	7.00	127.00	0.62	0.38	0.62
Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral (Pj Ma)	F06-T1-Pj_m	9.00	79.00	1.78	0.80	0.81	7.00	73.00	0.74	0.26	0.82
		F10-	11.00	113.00	1.67	0.73	0.70	7.00	120.00	0.71	0.29	0.64
		F12-	10.00	40.00	1.39	0.58	0.61	3.00	40.00	0.30	0.70	0.47
		F14-1	11.00	47.00	1.84	0.77	0.77	7.00	65.00	0.64	0.36	0.87
		F14-2	15.00	49.00	1.85	0.70	0.68	7.00	49.00	0.69	0.31	1.00
		O06	17.00	160.00	2.50	0.90	0.88	15.00	143.00	0.83	0.17	1.25

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Temporada Húmeda 2021					Temporada Seca 2021				
			Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
		O26	15.00	162.00	2.30	0.88	0.85	13.00	155.00	0.78	0.22	1.04
		O6b	20.00	175.00	2.33	0.83	0.78	8.00	130.00	0.39	0.61	0.70
	Pajonal andino (Pj and)	F01-T1-Pj	6.00	83.00	1.43	0.71	0.80	4.00	62.00	0.66	0.34	0.51
	Pajonal de puna seca (Pj Ps)	F03-T1-Pj	4.00	75.00	1.24	0.67	0.89	6.00	55.00	0.71	0.29	0.81
		F07-T1-Pj	8.00	39.00	1.65	0.75	0.79	4.00	44.00	0.70	0.30	0.60
		F08-T1-Pj	22.00	84.00	2.18	0.80	0.70	7.00	115.00	0.67	0.33	0.65
		F09-T1-Pj	10.00	81.00	1.77	0.78	0.77	8.00	108.00	0.48	0.52	0.77
		F15-T1-Pj	16.00	85.00	2.22	0.85	0.80	8.00	106.00	0.76	0.24	0.78
		F23-T1-Pj_m	19.00	89.00	2.28	0.85	0.77	8.00	59.00	0.77	0.23	1.04
		F26-T1-Pj	27.00	132.00	2.38	0.84	0.72	9.00	73.00	0.82	0.18	1.05
F33-T1-Pj_m	19.00	90.00	2.39	0.88	0.81	9.00	82.00	0.71	0.29	0.99		

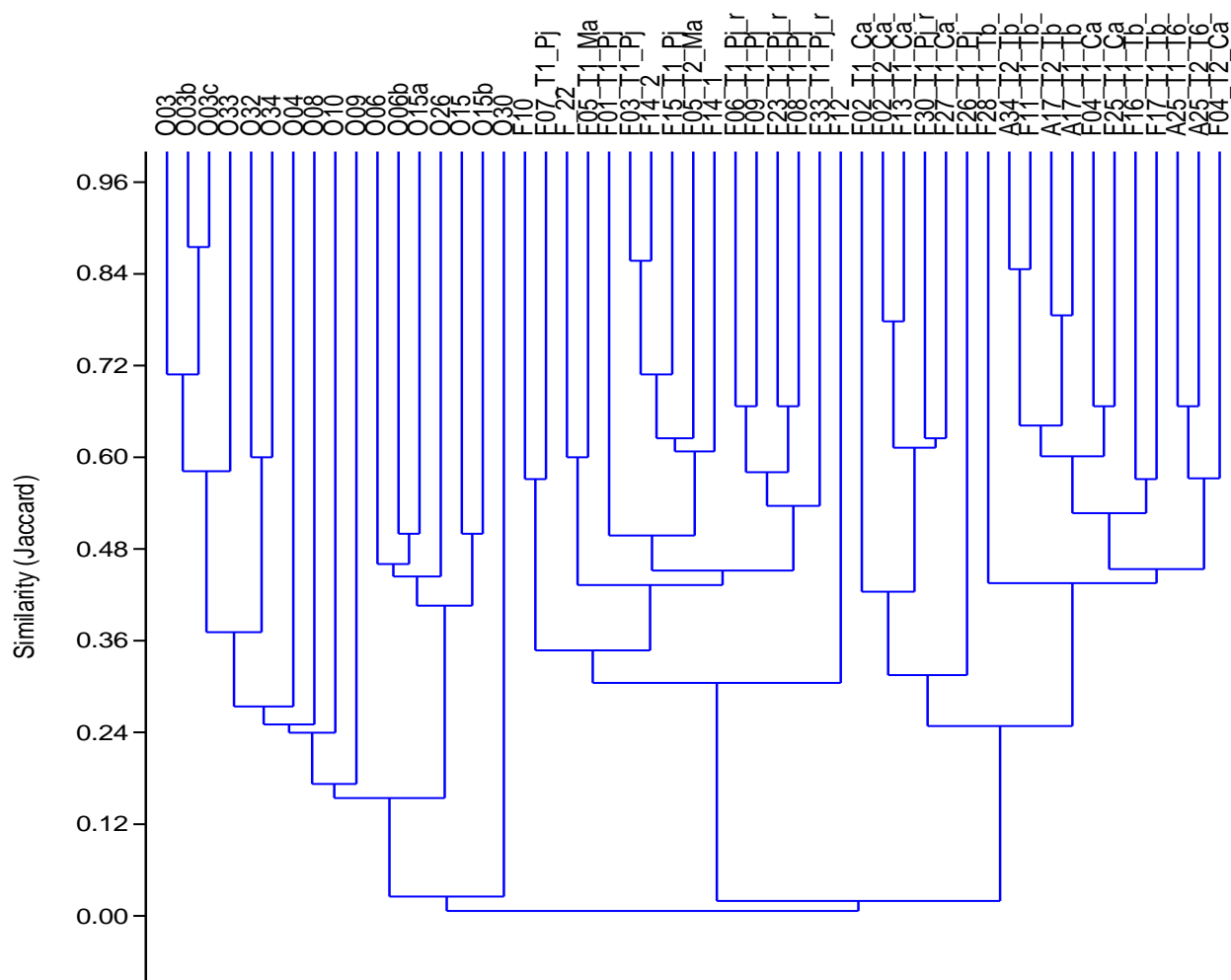
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.3.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

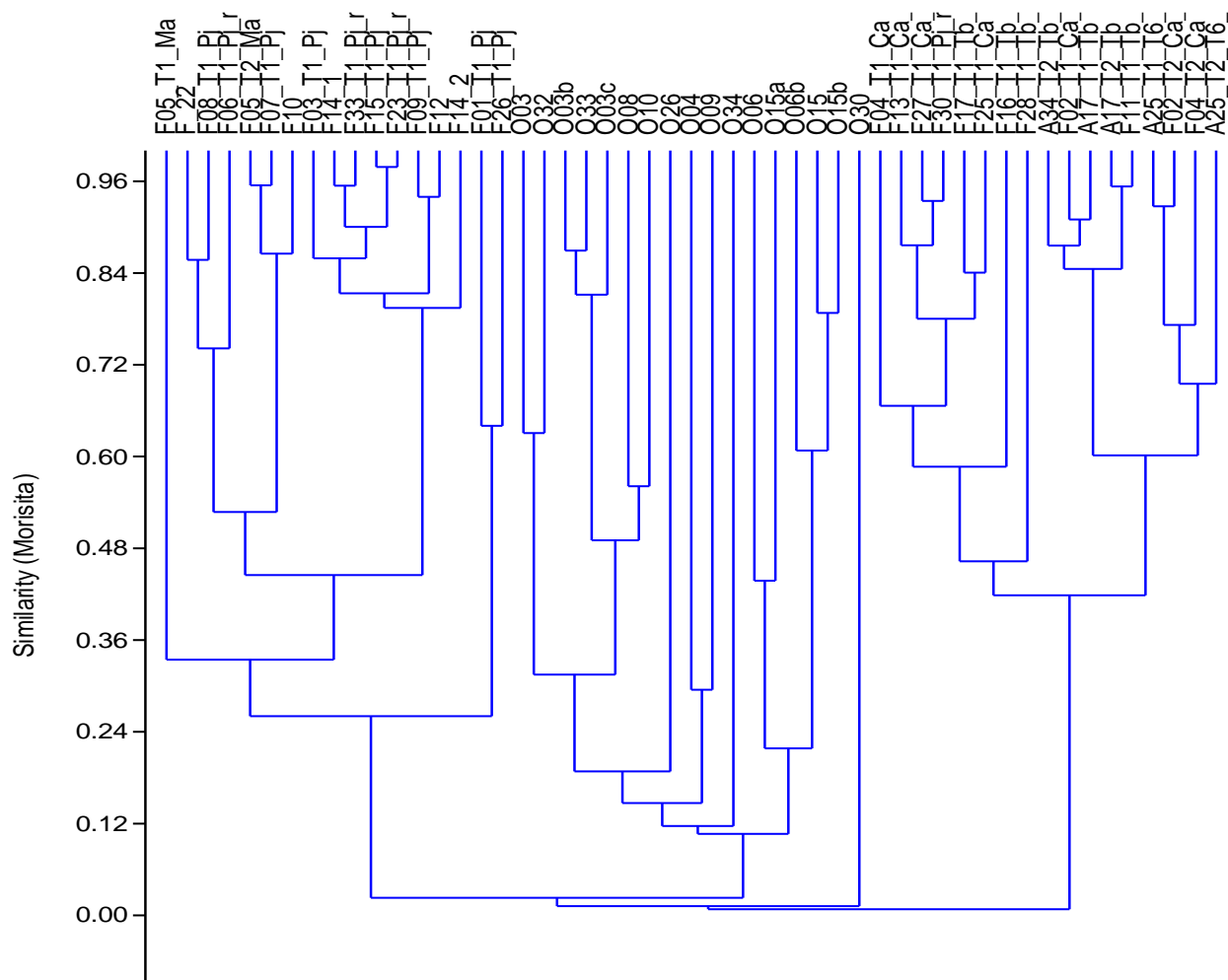
Este análisis de diversidad beta comprende la caracterización a nivel de composición y abundancia de especies por los puntos monitoreados mediante transectos. Se utilizó el índice de similaridad de Jaccard tomando como registros la presencia y/o ausencia; y a nivel de abundancia se utilizó el índice de Morisita.

Con respecto al análisis de abundancia mediante la similaridad de Morisita, tampoco se observa un agrupamiento de especies notorio relacionado a las poblaciones de las especies dominantes, en general la similitud es de alta, superior al 80% hasta una completa disimilitud.

Figura 7. Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto, temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

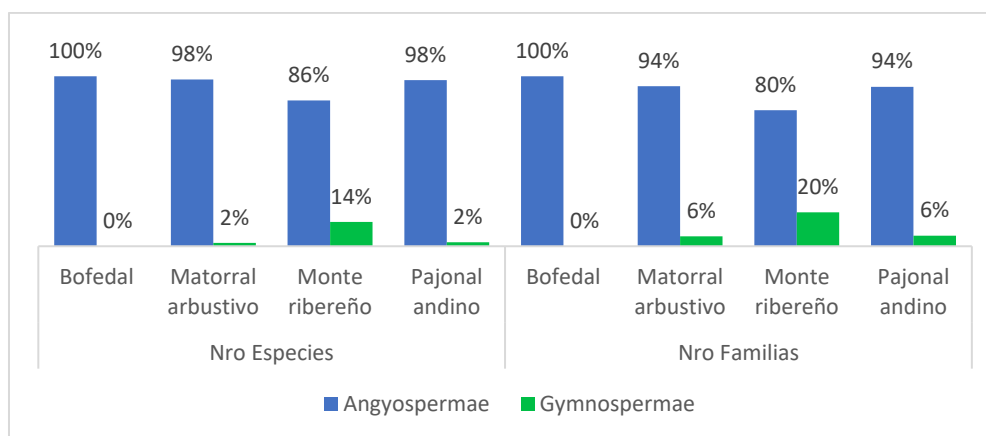


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4. ANÁLISIS COMPARATIVO POR COBERTURA VEGETAL

De las cuatro (04) coberturas vegetales reportadas en el ámbito de evaluación, se reporta que las Angiospermas son las más representativas a nivel de número de especies y familias. En tanto que las Gymnospermas se registran en mayor número en la cobertura vegetal Monte ribereño.

Figura 8. Composición de flora a nivel de taxa superior según cobertura vegetal en la temporada seca 2021.



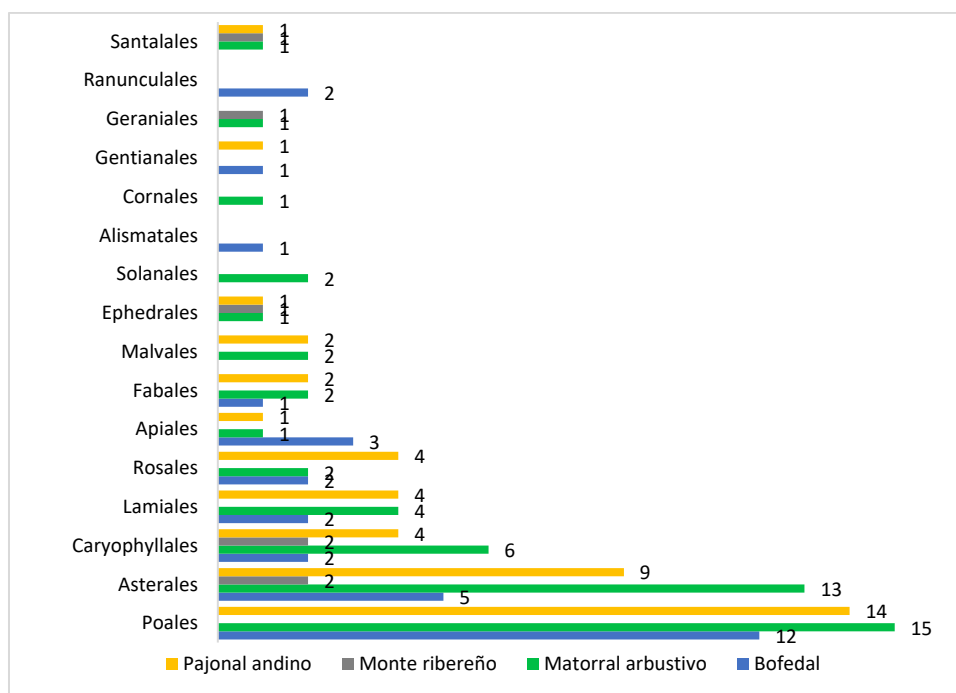
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los reportes de la temporada seca muestran que los órdenes de mayor número de especies son Asterales (29 especies), Poales (41 especies) y Caryophyllales (14 especies) distribuidos en las cuatro coberturas vegetales. Obteniendo mayores registros en la cobertura de matorral arbustivo.

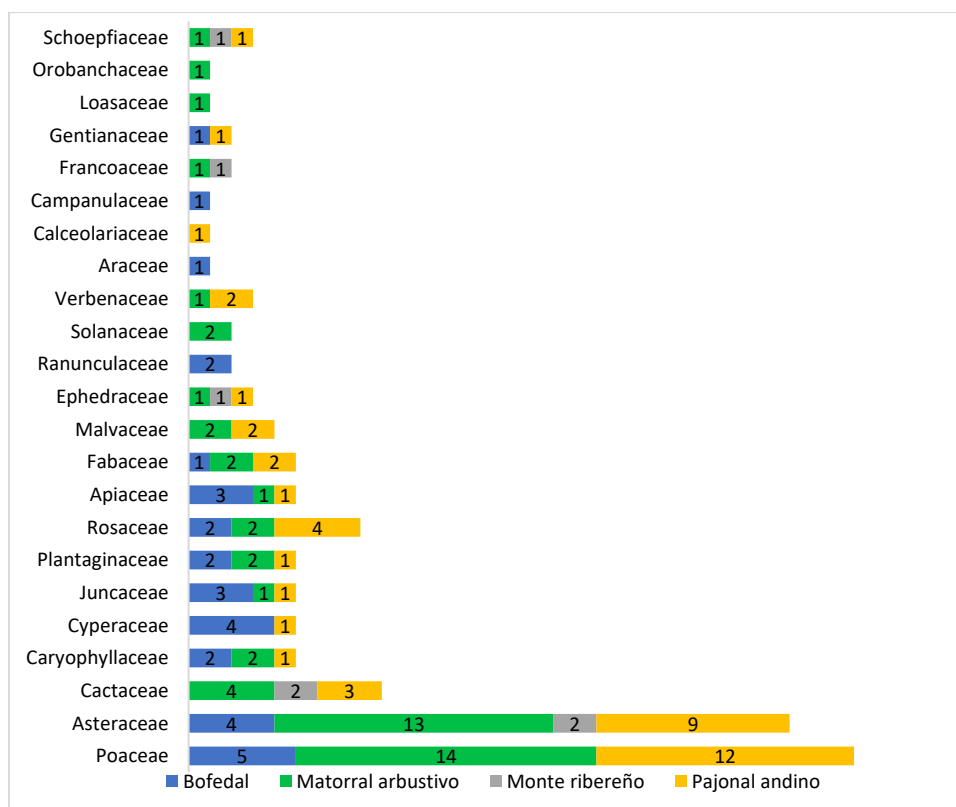
A nivel de familias taxonómicas, los reportes demuestran que las familias con mayor número de especies reportadas son Asteraceae (28 especies), Poaceae (31 especies) y Cactaceae (9 especies). Existiendo mayores reportes en las coberturas de matorral arbustivo y pajonal andino, que por la temporada seca, son las coberturas que tienen a contar con una mayor riqueza de individuos, a nivel de cantidad y diversidad de especies.

Figura 9. Composición de flora a nivel de orden taxonómico según cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 10. Composición de flora a nivel de familia taxonómico según cobertura vegetal en temporada seca 2021.

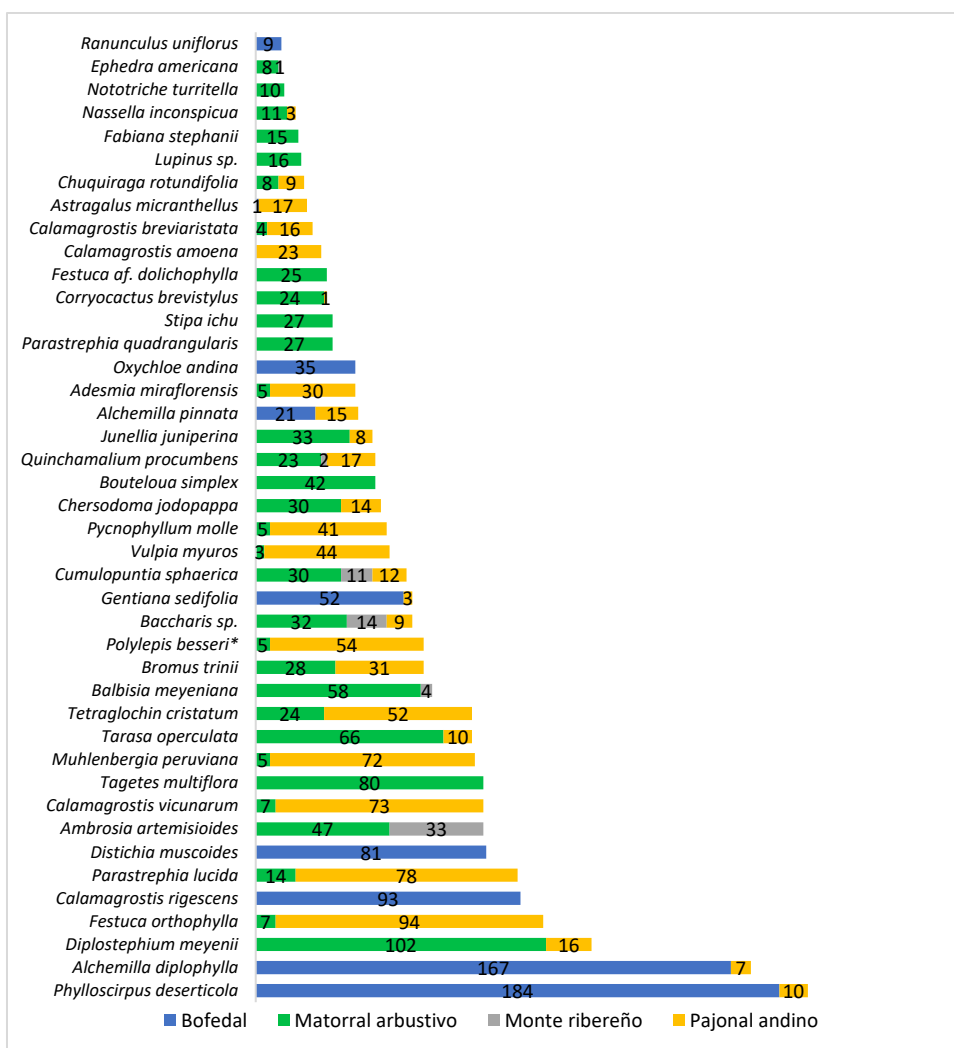


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies con mayor abundancia identificadas en las diferentes coberturas vegetales son *Phylloscirpus deserticola* (194 individuos), *Alchemilla diplophylla* (174 individuos), *Diplostephium meyenii* (118 individuos) y *Festuca orthophylla* (101 individuos). Siendo especies representativas de zonas altoandinas, que soportan los cambios en las condiciones climáticas y en la disponibilidad de agua.

Figura 11. Abundancia de especies en las coberturas vegetales en temporada seca 2021.

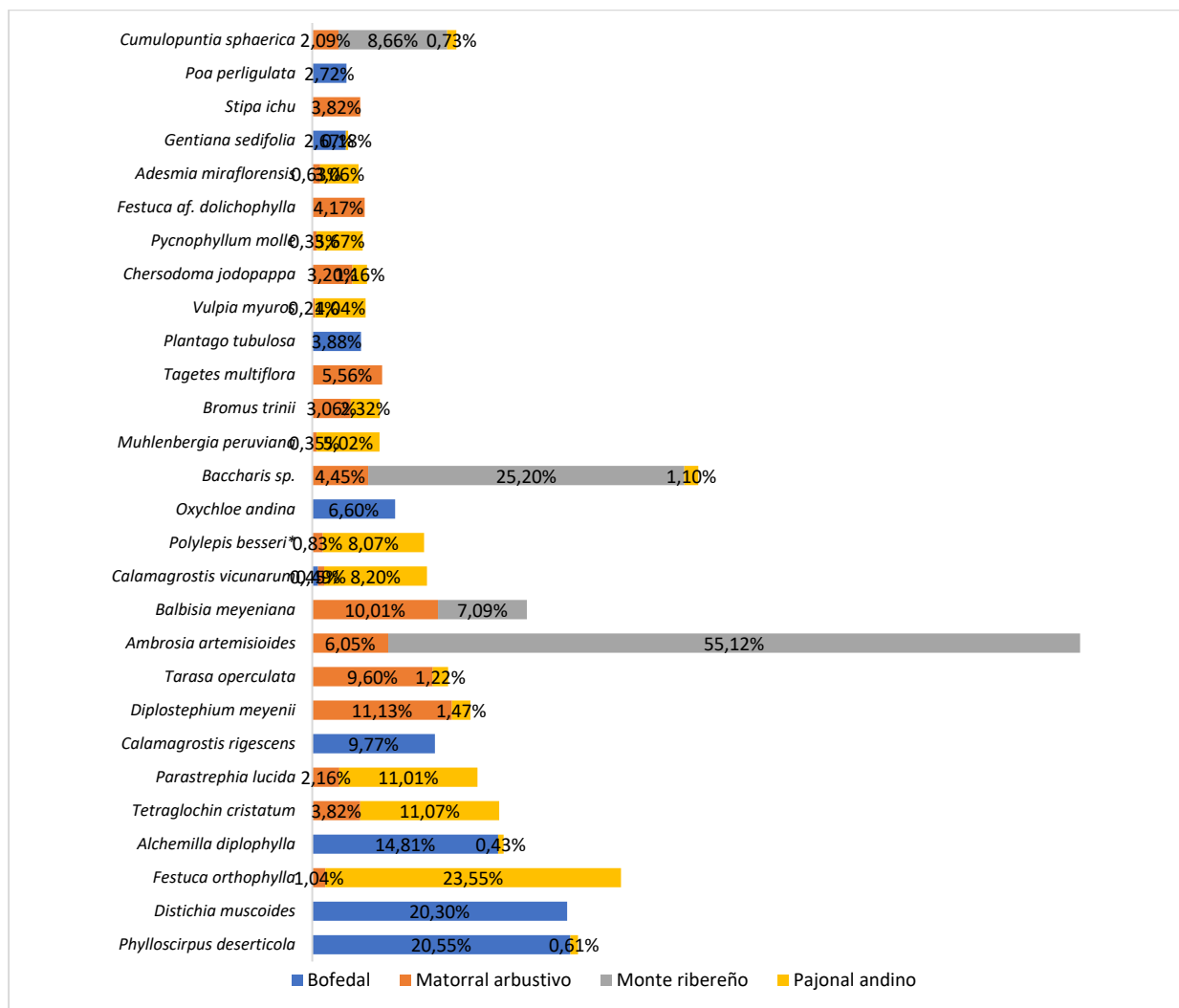


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura identificada con el número de toques, en cada una de las coberturas vegetales, se identificaron a tres (03) especies con una mayor cobertura a nivel global que son *Phylloscirpus deserticola* (8.06%), *Distichia muscoides* (7.77%) y *Festuca orthophylla* (7.71%)

Por otro lado, *Ambrosia artemisioides* es la especie que tiene mayor porcentaje de cobertura en el Monte ribereño.

Figura 12. Cobertura de especies según cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.3. DIVERSIDAD

Matorral arbustivo es la cobertura que presenta el mayor índice de diversidad de acuerdo a la fórmula de Shannon (3.31) lo cual coincide con los índices de Simpson (0.95) y Pielou (7.39). Además de ser esta cobertura aquella que registra un mayor número de individuos y especies en relación con los registros totales para la temporada seca.

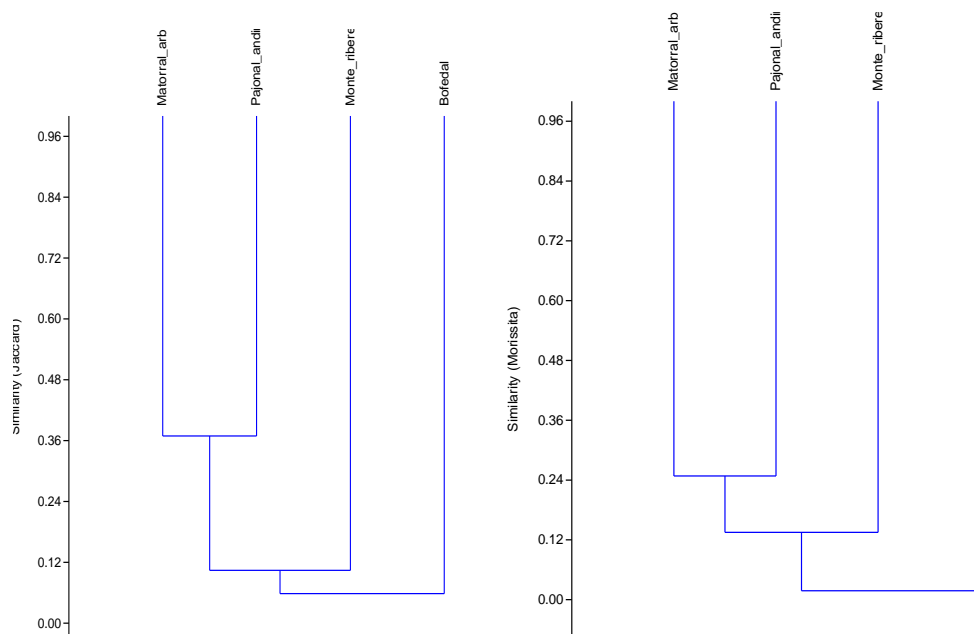
Cuadro 9. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo según cobertura vegetal en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Bofedal	13	648	1.834	0.8061	1.854
Matorral arbustivo	51	869	3.308	0.9492	7.388
Monte ribereño	7	66	1.377	0.6722	1.432
Pajonal andino	38	778	3.011	0.9352	5.558

Elaboración: ASILORZA, 2022.

De acuerdo con los dendrogramas de similaridad Jaccard y Morissita, matorral arbustivo y pajonal andino se encuentran por encima de los 25%, siendo este el mayor dato reportado. Lo que tiene sustento ya que, en la temporada seca, las especies de pajonal andino y matorral arbustivo pueden llegar a presentar una similaridad respecto al número de poaceas que registran.

Figura 13. Dendrograma de similaridad Jaccard y Morissita, según cobertura vegetal en temporada seca 2021.

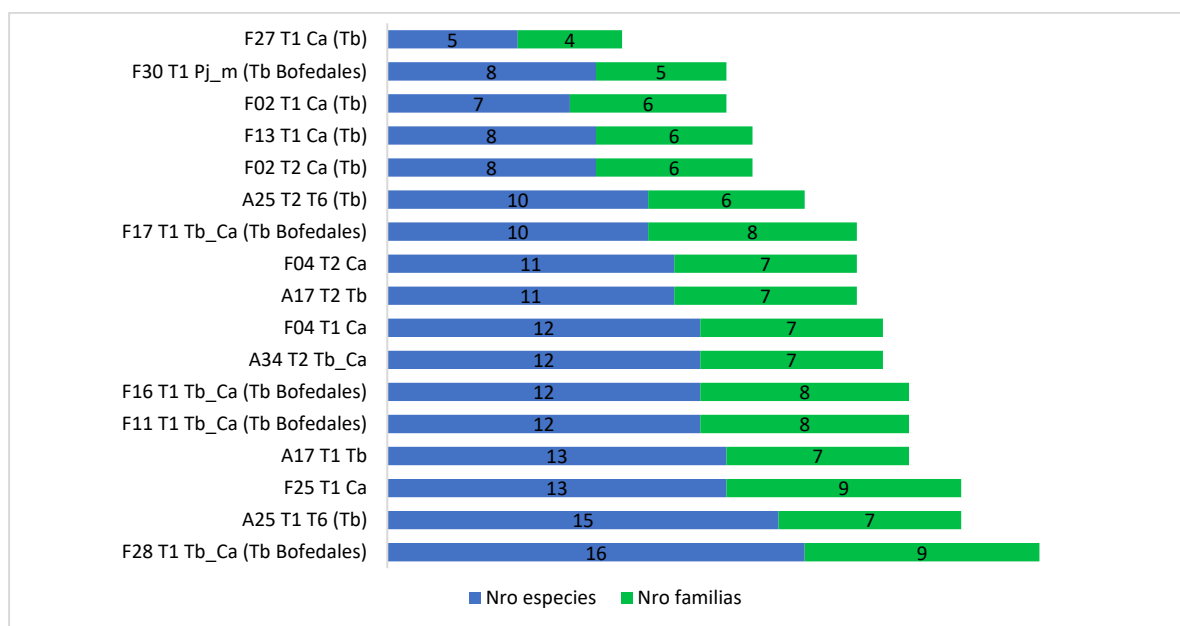


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4. BOFEDAL

De las estaciones de evaluación ubicadas dentro de bofedales, se observa que las estaciones F28 T1 Tb_Ca (Tb Bofedales) (16, especies, 9 familias), A25 T1 T6 (Tb) (15 especies, 7 familias) y F25 T1 Ca (13 especies, 9 familias), son aquella que cuentan con mayores registros cuantitativos.

Figura 14. Composición de estaciones de muestreo según número de especies y familia, temporada seca 2021.

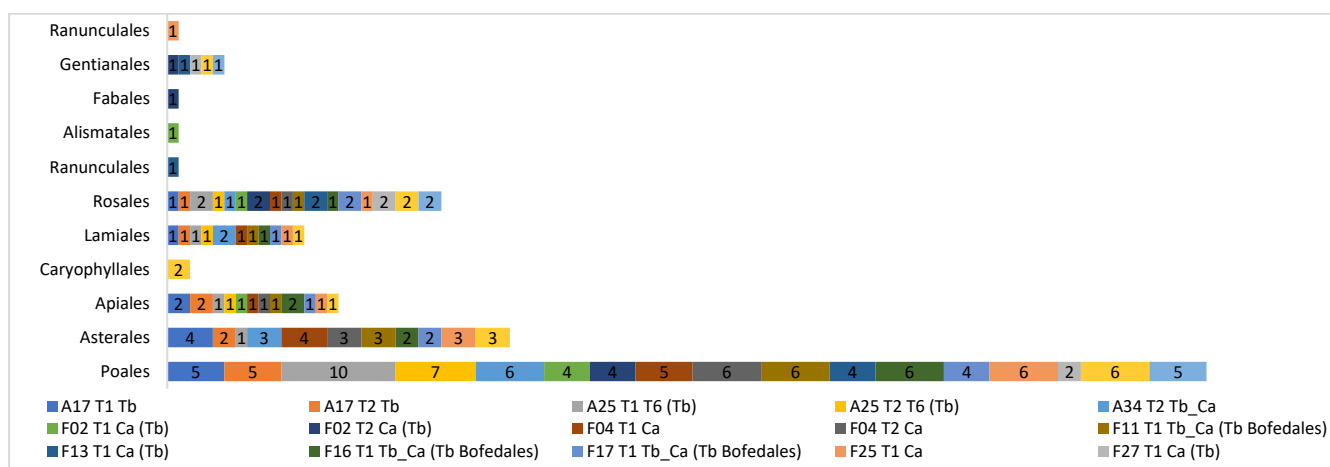


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes Poales (12 especies) y Asterales (5 especies), son los que cuentan con un mayor reporte en la mayoría de las estaciones de monitoreo. Además de que son los órdenes que, de acuerdo a la temporada evaluada, abundan en el área y soportan niveles altos de estrés hídrico lo que les permite continuar en el ecosistema y/o entrar a una etapa de encapsulación para su posterior liberación en la siguiente temporada.

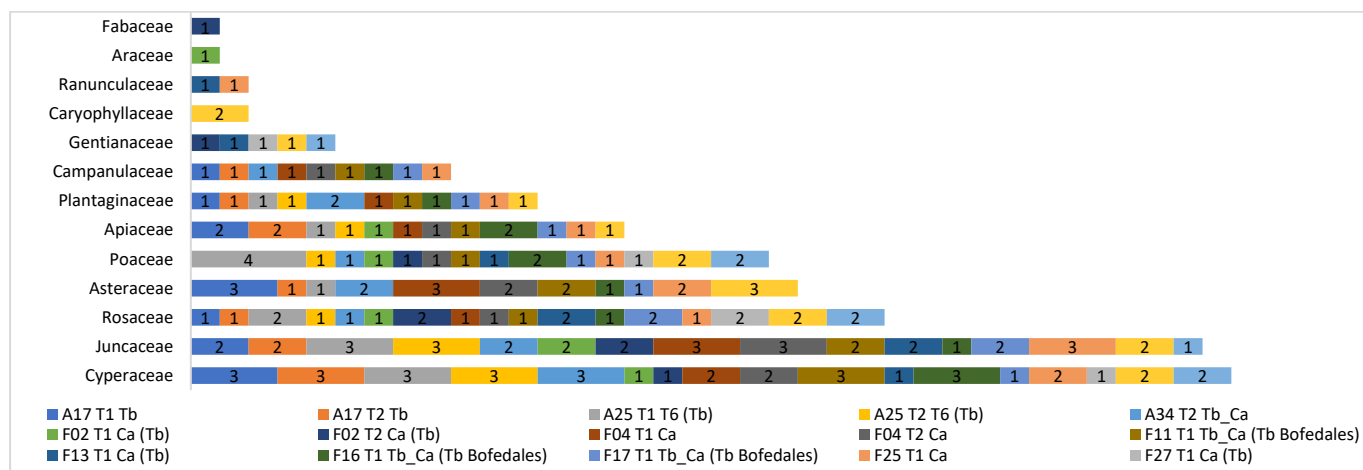
Figura 15. Composición de flora a nivel de orden taxonómico en bofedal en la temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las familias Cyperaceae, Juncaceae y Rosaceae son aquellas que se encuentran en una mayor distribución en las estaciones de monitoreo. Además de ser reportadas con un mayor número de incidencia. De lo que se interpreta que las estaciones evaluadas muestran una alta representatividad en los puntos evaluados en relación con el área total de los bofedales evaluados, esto a pesar del desarrollo/ejecución de las partidas del proyecto.

Figura 16. Composición de flora a nivel de familia taxonómico en bofedal en temporada seca 2021.



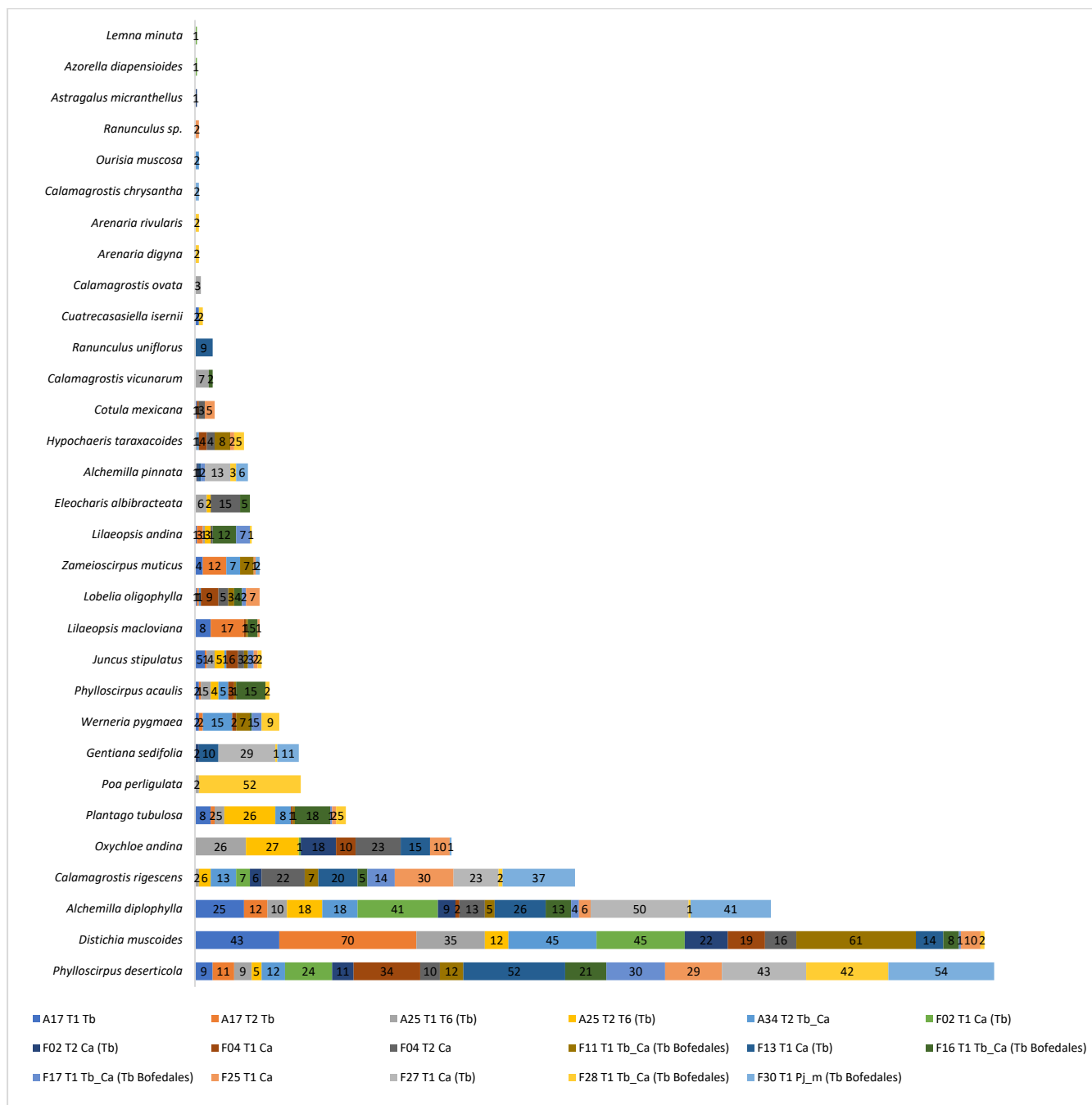
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.1. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia de las especies y su distribución en las estaciones de muestreo en la temporada seca, se observa que las especies mayormente abundantes son *Phylloscirpus deserticola* (408 individuos), *Distichia muscoides* (403 individuos), *Alchemilla diplophylla* (294 individuos), *Calamagrostis rigescens* (194 individuos) y *Oxychloe andina* (131 individuos).

Las especies anteriormente citadas son propias de bofedales activos, siendo un poco más precisos, en su mayoría son parte de la zona nuclear de los bofedales. Por lo cual sus registros son importantes en tanto al seguimiento del estado del bofedal en temporada seca en un entorno de desarrollo de actividades antrópicas propias del proyecto.

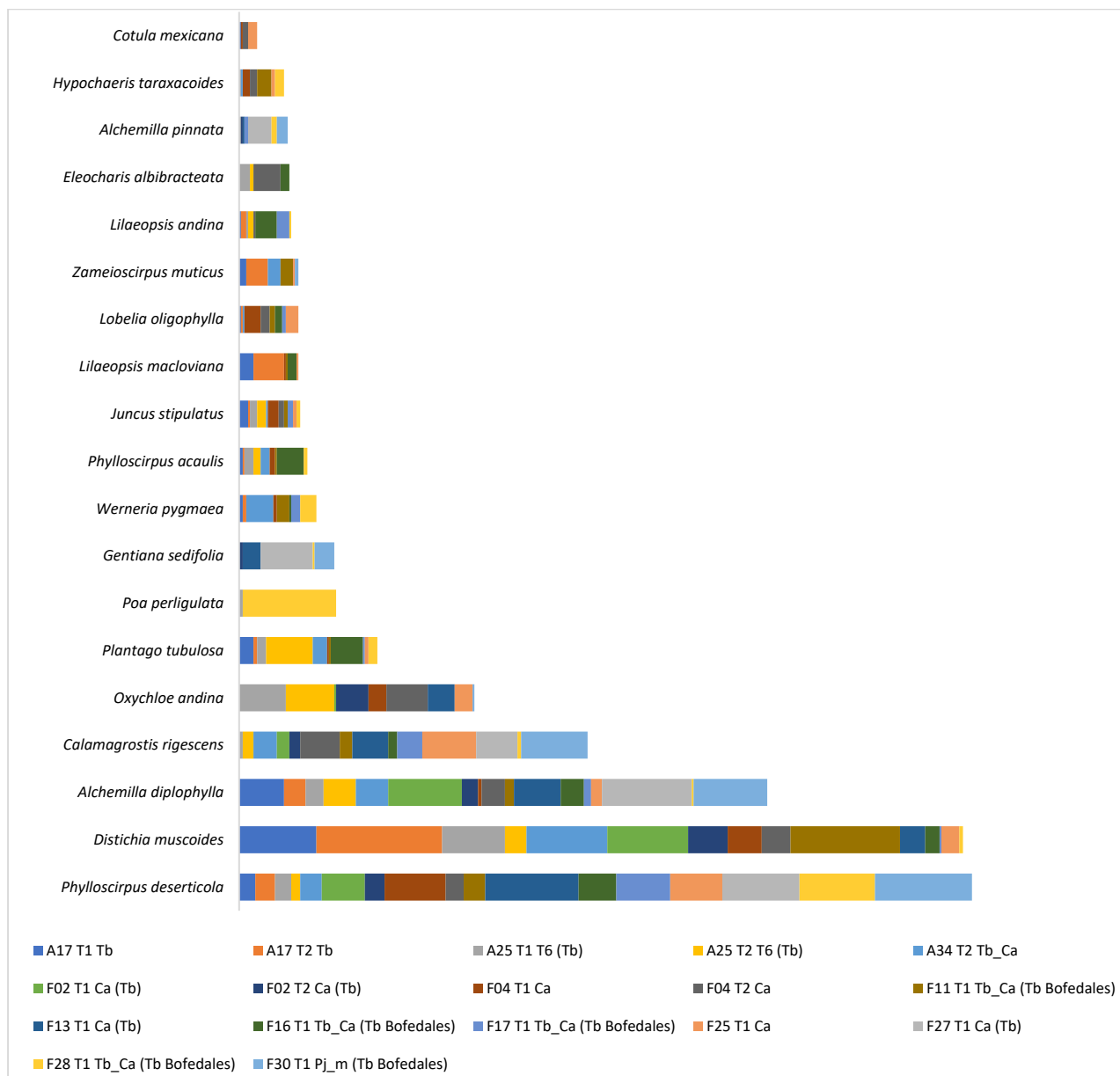
Figura 17. Abundancia de especies en bofedal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura, o el porcentaje de cobertura en la cobertura vegetal bofedal, en las diferentes estaciones se identificaron especies cuya cobertura es significativa, ya que se encuentran en la mayoría de las estaciones y además a nivel global tienen una mayor cobertura en relación con el área evaluada en la temporada seca, las especies son *Phylloscirpus deserticola* (20.54%), *Distichia muscoides* (20.29%) y *Alchemilla diplophylla* (14.80%).

Figura 18. Cobertura de especies en bofedal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.4.2. DIVERSIDAD

La estación de evaluación con mayor índice de diversidad de acuerdo a la ecuación de Shannon es F16_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales) (S= 2.24), la cual también reporta un mayor índice en el caso de Simpson (0.88), por otro lado, la estación F28_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales) reporta un valor mayor en el índice Pielou (3.07).

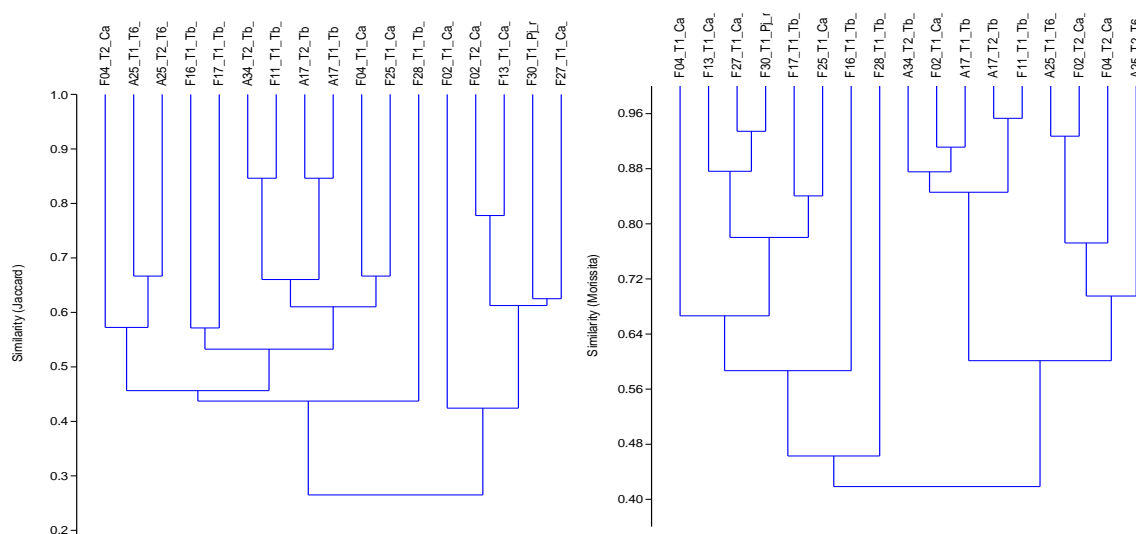
Cuadro 10. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en bofedal en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17_T1_Tb	13	111	1.89	0.778	2.548
A17_T2_Tb	11	132	1.567	0.678	2.048
A25_T1_T6 (Tb)	15	117	2.164	0.835	2.94
A25_T2_T6 (Tb)	10	108	1.973	0.83	1.922
A34_T2_Tb_Ca	12	128	1.986	0.815	2.267
F02_T1_Ca (Tb)	7	120	1.342	0.699	1.253
F02_T2_Ca (Tb)	8	70	1.701	0.785	1.648
F04_T1_Ca	12	92	1.902	0.791	2.433
F04_T2_Ca	11	115	2.122	0.862	2.108
F11_T1_Tb_Ca (Tb_Bofedales)	12	115	1.694	0.689	2.318
F13_T1_Ca (Tb)	8	147	1.79	0.797	1.403
F16_T1_Tb_Ca (Tb_Bofedales)	12	109	2.238	0.877	2.345
F17_T1_Tb_Ca (Tb_Bofedales)	10	69	1.738	0.747	2.126
F25_T1_Ca	13	107	2.021	0.819	2.568
F27_T1_Ca (Tb)	5	158	1.515	0.764	0.79
F28_T1_Tb_Ca (Tb_Bofedales)	16	133	1.798	0.738	3.067
F30_T1_Pj_m (Tb_Bofedales)	8	154	1.523	0.741	1.39

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 70% mayormente, denotando una alta similitud entre las estaciones de evaluación y su composición florística.

Figura 19. Dendrograma de Jaccard y Morissita en bofedal en temporada seca 2021.

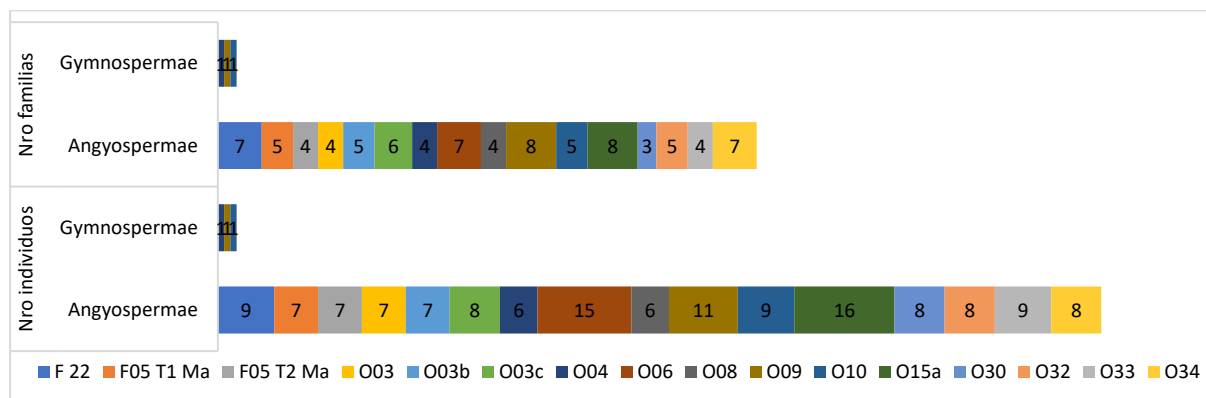


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1. MATORRAL ARBUSTIVO

En matorral arbustivo se reportan cincuenta y uno (51) especies y diecisiete (17) familias, todas distribuidas en las diferentes estaciones de evaluación que se encuentran en esta cobertura. Existiendo en ambos casos mayores registros de Angyospermas.

Figura 20. Número de especies y número de familias en matorral arbustivo en temporada seca 2021.

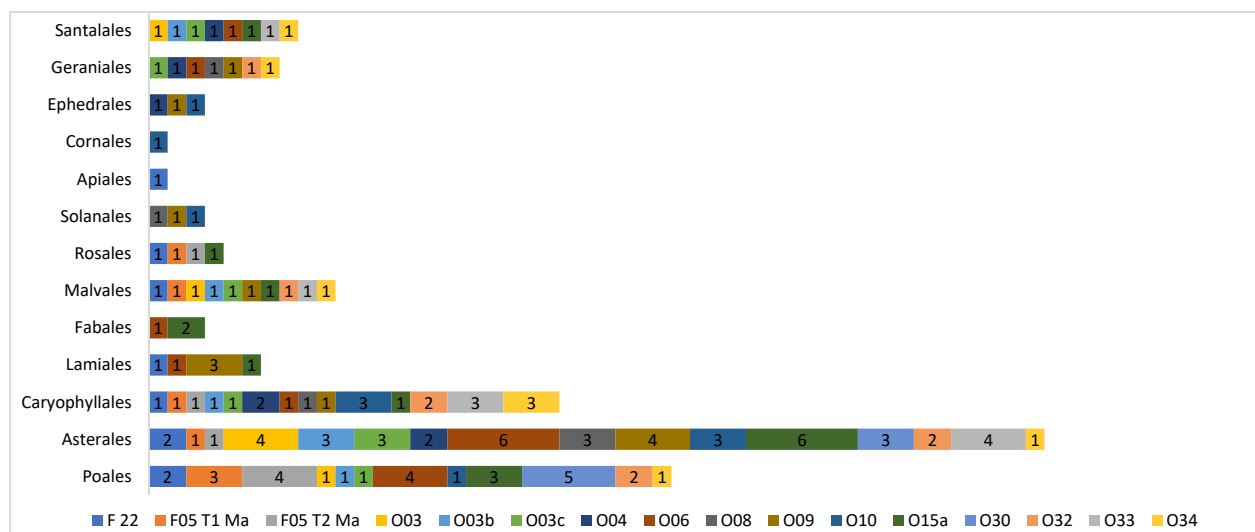


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Matorral arbustivo con las diferentes estaciones evaluadas dentro, reporta registros mayores en los órdenes Poales (15 especies), Asterales (13 especies) y Caryophyllales (6 especies), las que están distribuidos en las diferentes estaciones de evaluación.

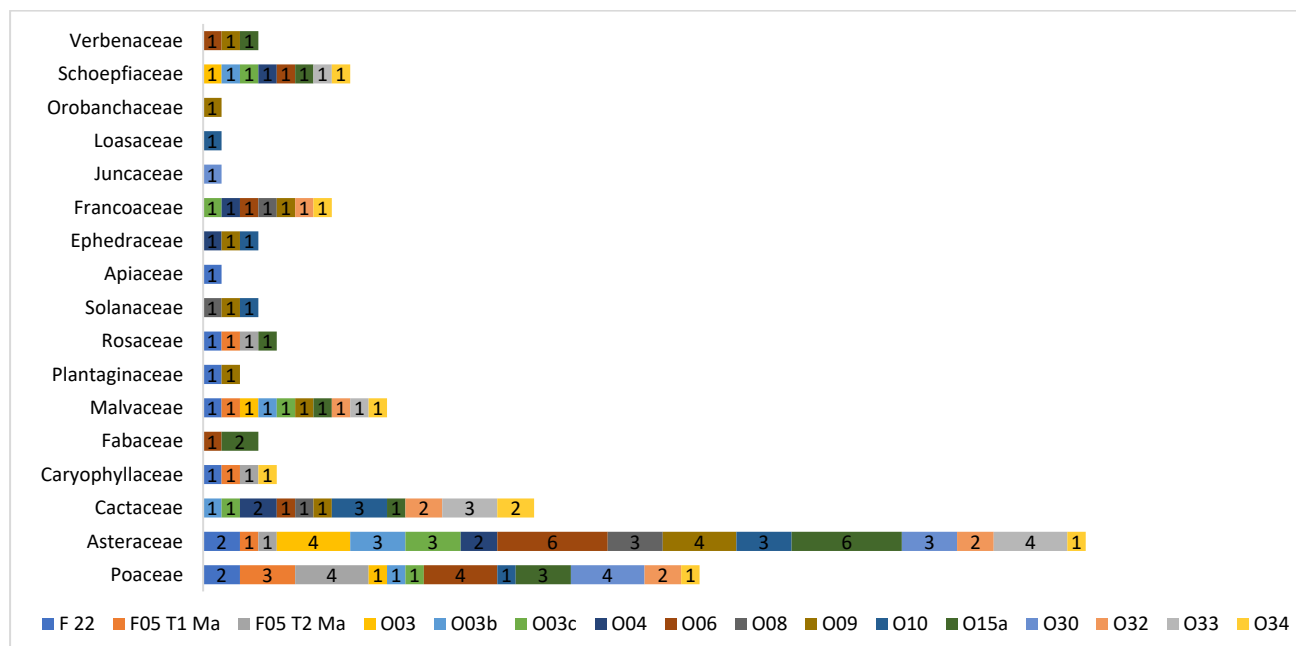
Figura 21. Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la composición en función a las familias identificadas en matorral arbustivo, Poaceae (14 especies) y Asteraceae (13 especies), son las familias con mayor representatividad en las diferentes estaciones y a nivel de matorral arbustivo.

Figura 22. Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral arbustivo en temporada seca 2021.

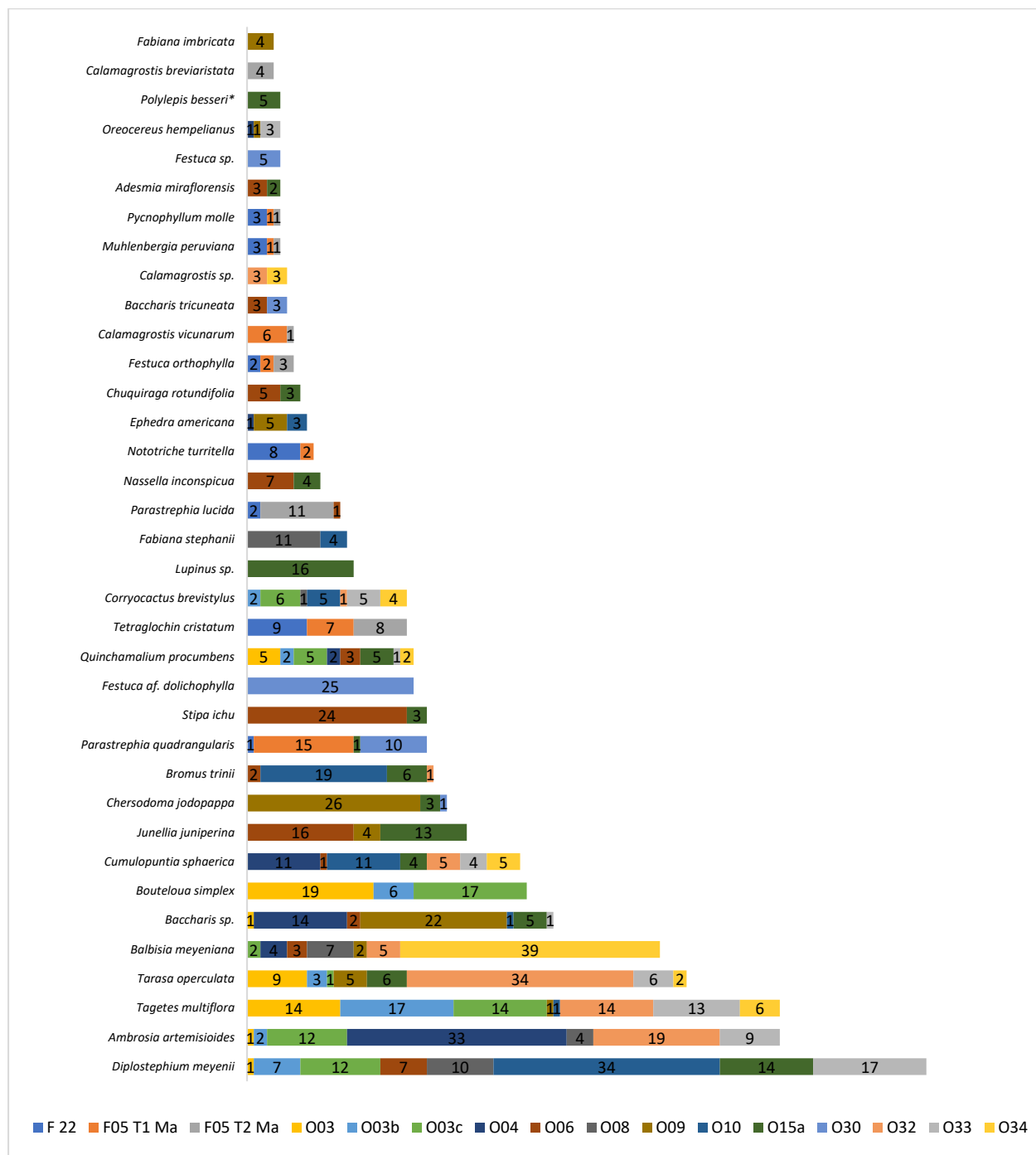


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.1. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies de mayor abundancia registradas en matorral arbustivo son *Diplostegium meyenii* (102 individuos), *Ambrosia artemisioides* (80 individuos) y *Tagetes multiflora* (80 individuos). Las cuales se registran como aquellas con mayor distribución en las estaciones de monitoreo dentro de matorral arbustivo.

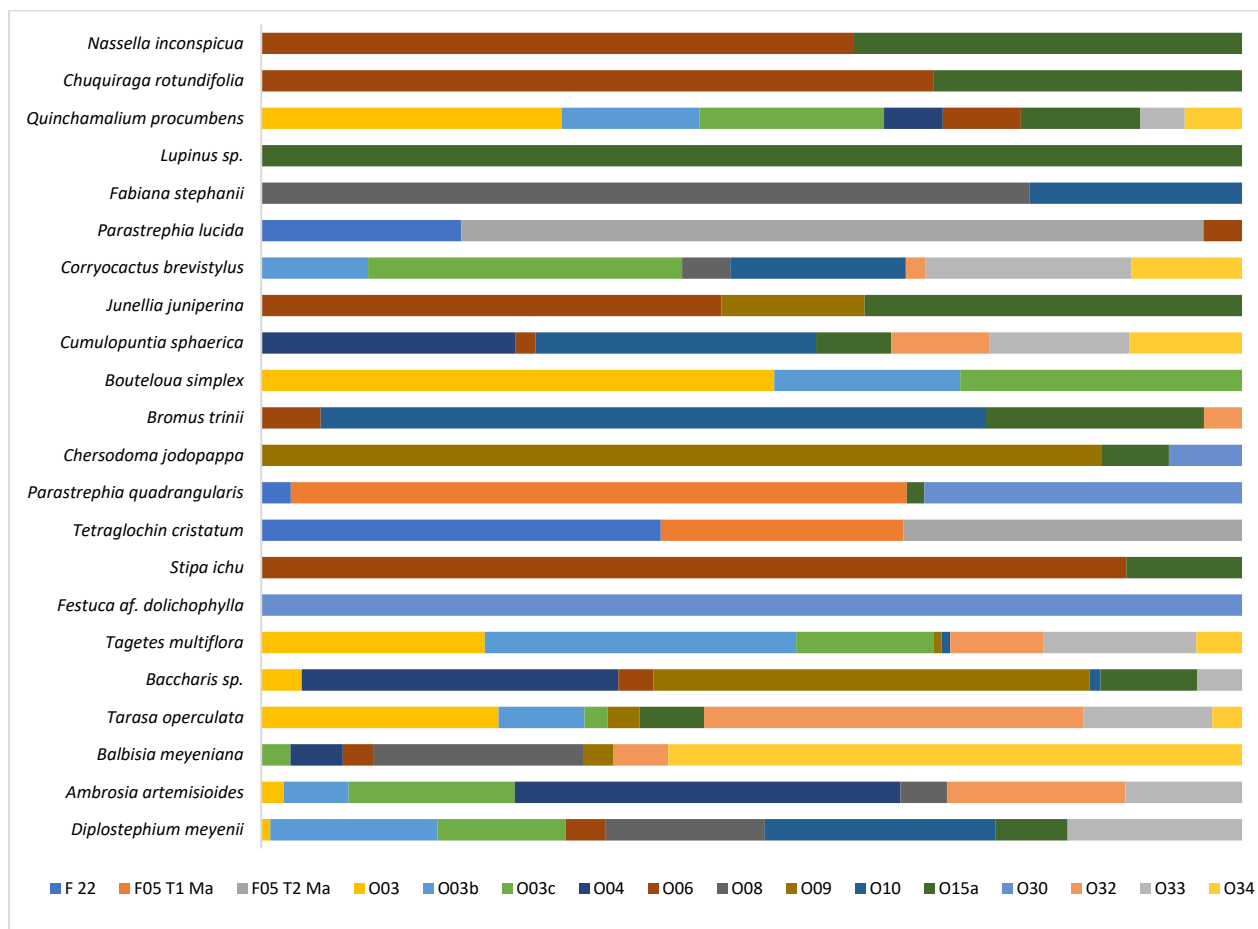
Figura 23. Abundancia relativa de especies en matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura, en matorral arbustivo, existe la dominancia de *Diplostephium meyenii* (10.22%), *Ambrosia artemisioides* (10.03%) y *Balbisia meyeniana* (9.78%). Especies que a nivel de estaciones de muestreo son las que tienen mayor cobertura en relación con las otras especies reportadas en la temporada seca 2021.

Figura 24. Cobertura relativa de especies en matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.2. DIVERSIDAD

La estación O15a reporta el índice de Shannon más alto (2.521), lo mismo pasa en el índice de Simpson (0.9012) y en Pielou (0.909), siendo dicha estación la de mayor representatividad en diversidad para la cobertura vegetal: Matorral arbustivo.

Cuadro 11. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en matorral arbustivo en temporada seca 2021.

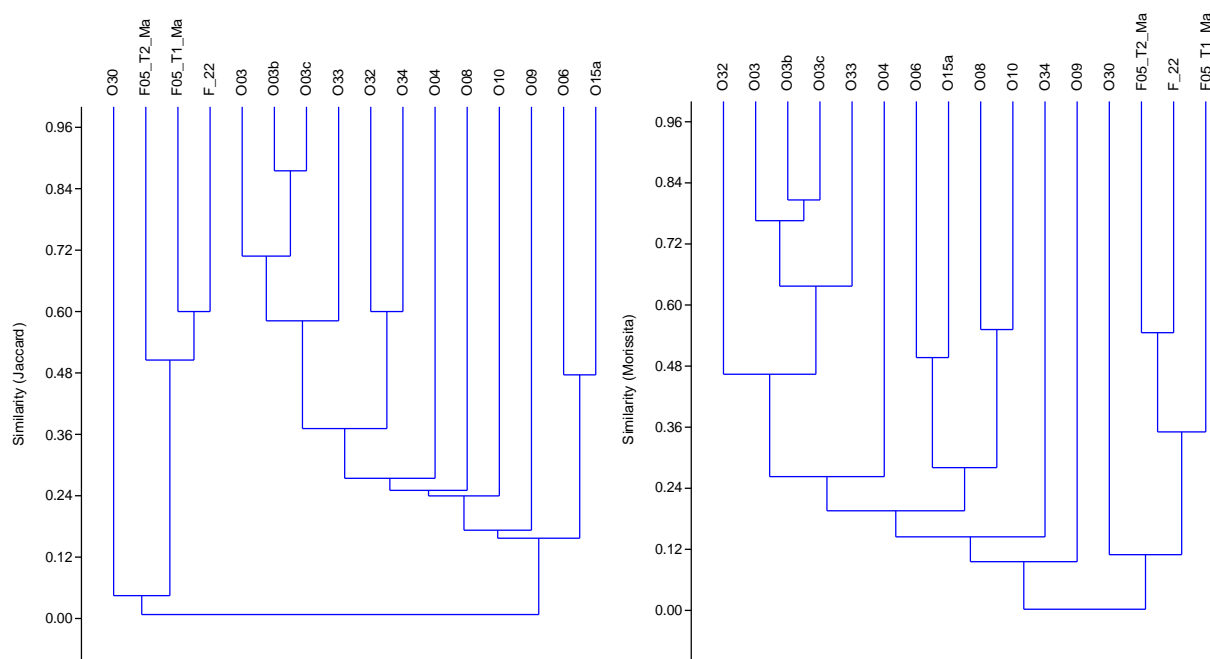
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F_22	9	30	1.875	0.8067	0.853
F05_T1_Ma	7	34	1.533	0.7232	0.787
F05_T2_Ma	7	29	1.579	0.7467	0.811
O03	7	50	1.498	0.7336	0.769
O03b	7	39	1.613	0.7403	0.828
O03c	8	69	1.844	0.8238	0.886
O04	7	66	1.377	0.6722	0.707
O06	15	81	2.232	0.8459	0.824

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O08	6	35	1.557	0.7624	0.868
O09	12	75	1.863	0.7765	0.749
O10	10	84	1.744	0.7579	0.757
O15a	16	92	2.521	0.9012	0.909
O30	8	47	1.407	0.6546	0.676
O32	8	82	1.575	0.7362	0.757
O33	9	59	1.892	0.8199	0.861
O34	8	63	1.37	0.5921	0.659

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 30% mayormente, denotando una baja similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística. Por otro lado, las estaciones O03b y O03c son las que muestran una similitud por encima del 90%.

Figura 25. Dendrogramas de Jaccard y Morissita en matorral arbustivo en temporada seca 2021.

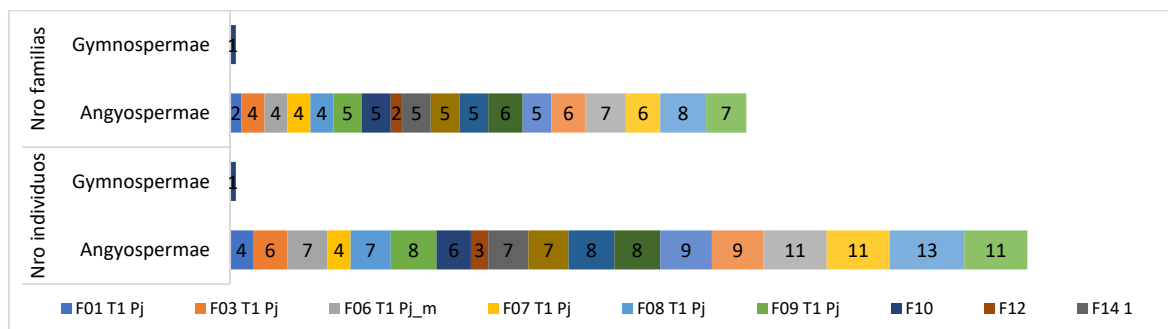


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1. PAJONAL ANDINO

En pajonal andino se reportan 43 especies y 16 familias, distribuidas a lo largo de las diferentes estaciones de monitoreo halladas en esta cobertura vegetal. Además de que en su mayoría son Angyospermas.

Figura 26. Número de especies y número de familias en pajonal andino en temporada seca 2021.



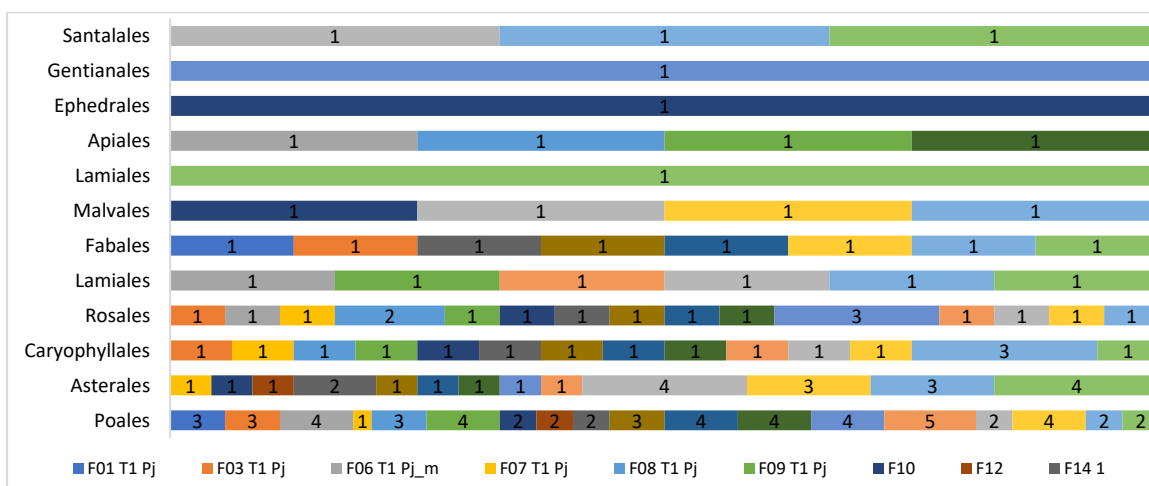
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A nivel de ordenes taxonómicos, se identificaron tres órdenes que abarcan el mayor número de especies reportados en pajonal andino a nivel de las 16 estaciones evaluadas. Se observa que los órdenes Poales (14 especies), Asterales (9 especies) y Caryophyllales (4 especies) se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones monitoreadas.

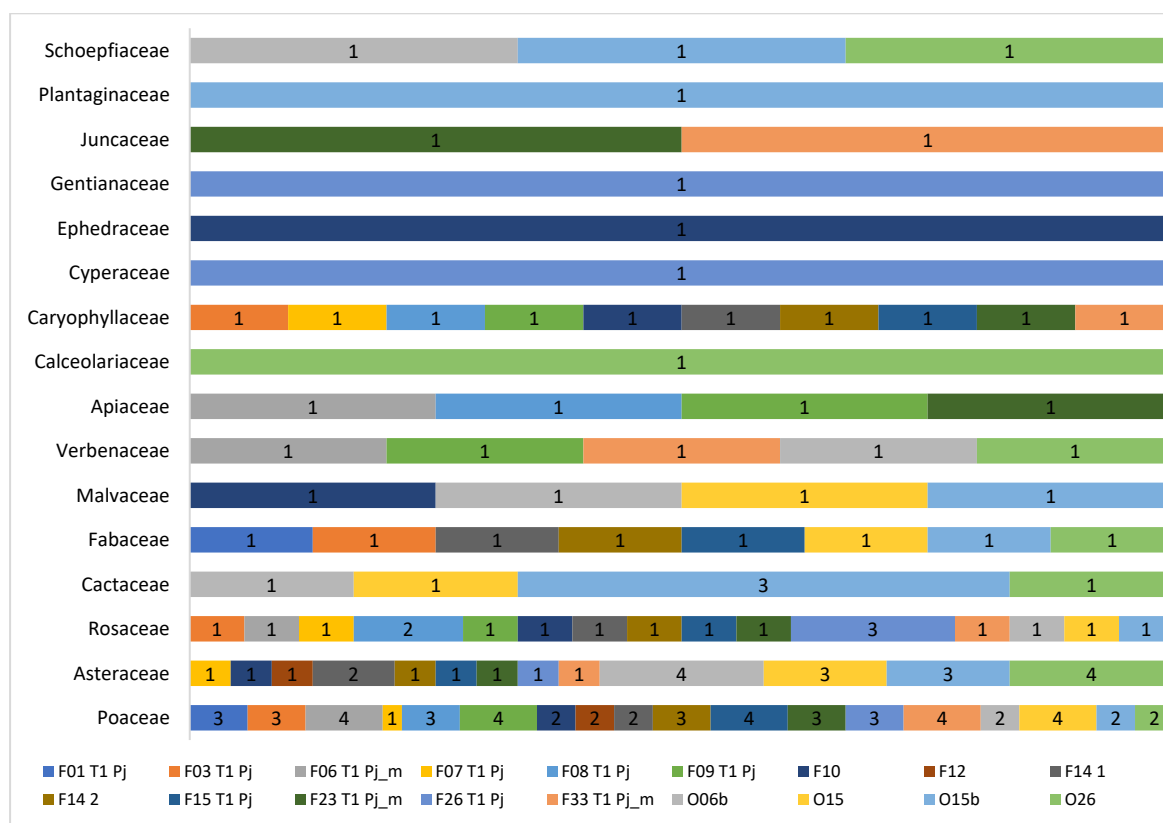
Por otro lado, a nivel de familias se observa que las familias Poaceae (12 especies), Asteraceae (9 especies) y Rosaceae (4 especies) son aquellas con un mayor reporte a nivel de pajonal andino, además se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones de monitoreo dentro de esta cobertura vegetal.

Figura 27. Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 28. Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino en temporada seca 2021.

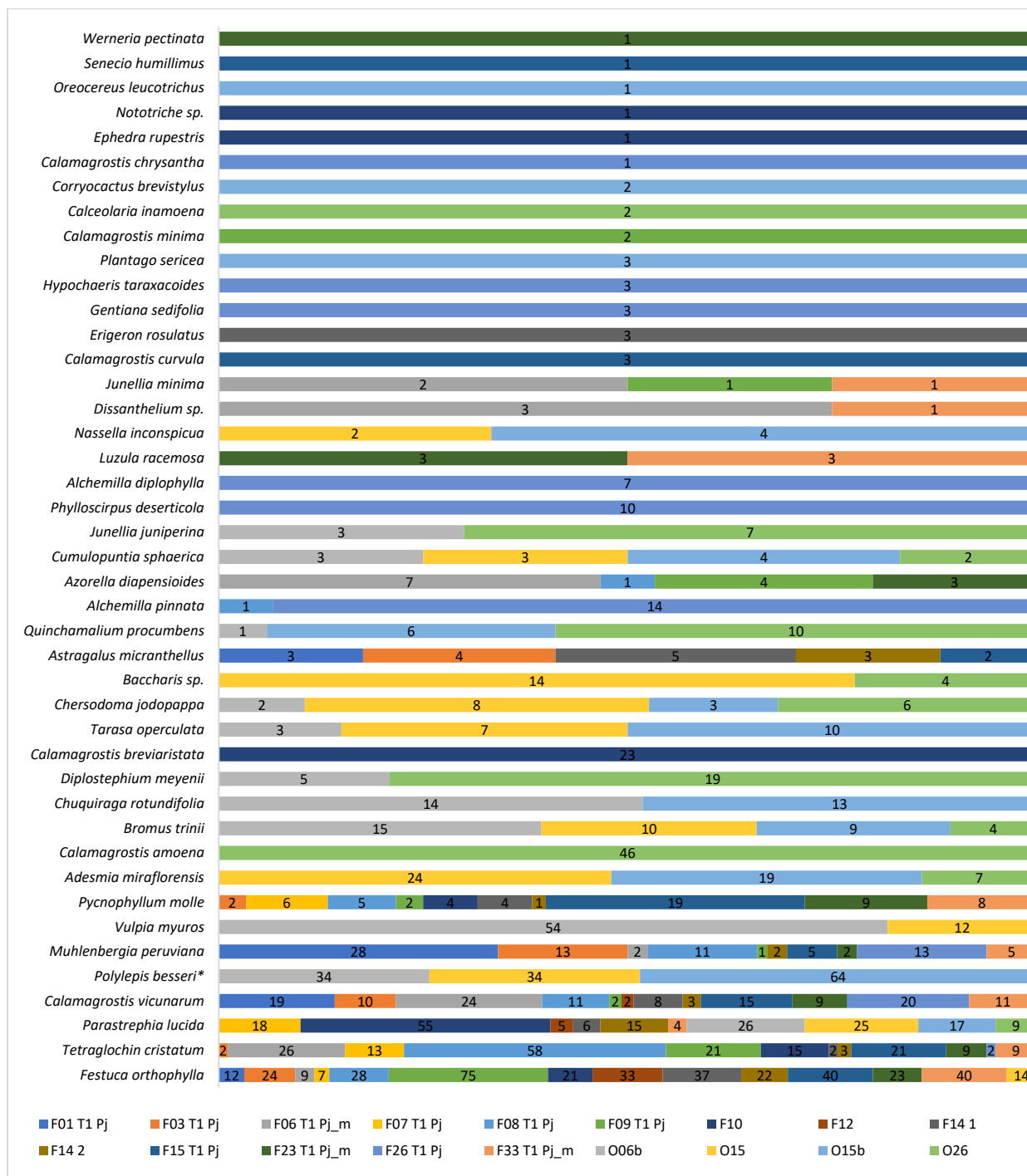


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.1. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Sobre la abundancia relativa en pajonal andino, se observa que hay cinco (05) especies con una amplia distribución en las estaciones de monitoreo. Estas especies son *Festuca orthophylla* (385 individuos), *Tetraglochin cristatum* (181 individuos), *Parastrephia lucida* (180 individuos), *Calamagrostis vicunarum* (134 individuos) y *Polylepis besseri* (132 individuos).

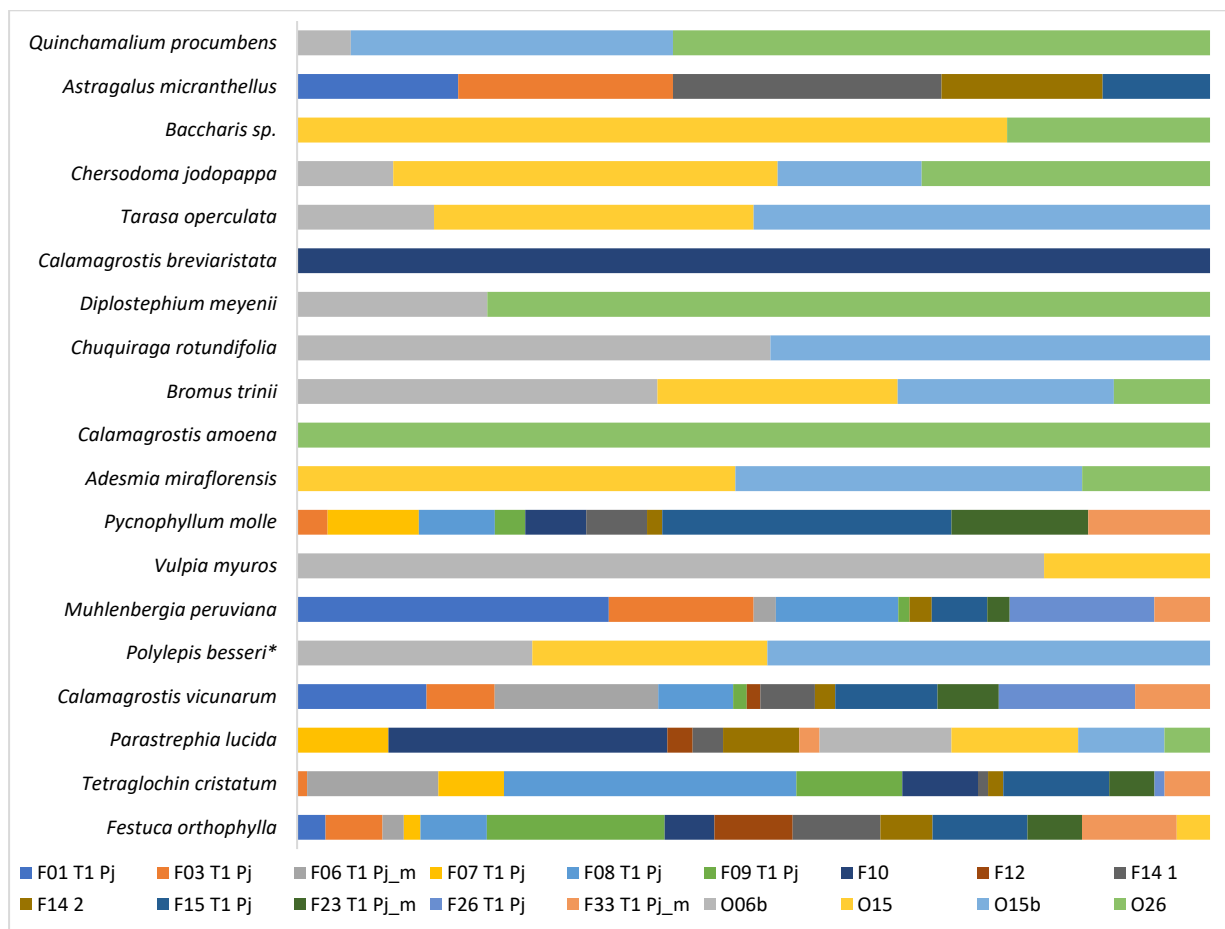
Figura 29. Abundancia relativa en pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura relativa en pajonal andino, se observa que *Festuca orthophylla* (23.55%), *Tetraglochin cristatum* (11.07%) y *Parastrephia lucida* (11.01%), las cuales a nivel general son las que mayor cobertura ocupan en el pajonal andino y a nivel de estaciones de monitoreo se encuentran distribuidas en la mayoría de las estaciones de evaluación.

Figura 30. Cobertura relativa en pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.2. DIVERSIDAD

La estación O15 presenta el mayor índice de Shannon (2.17) y también con Simpson (1-D= 0.87), mientras que de acuerdo al índice de Pielou la estación O15b es la que presenta un mayor valor (2.38). de lo que se infiere que las estaciones O15 y O15b son aquellas que tienen una representatividad en cuanto a la riqueza y diversidad florística en la cobertura vegetal pajonal andino.

Cuadro 12. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino en temporada seca 2021.

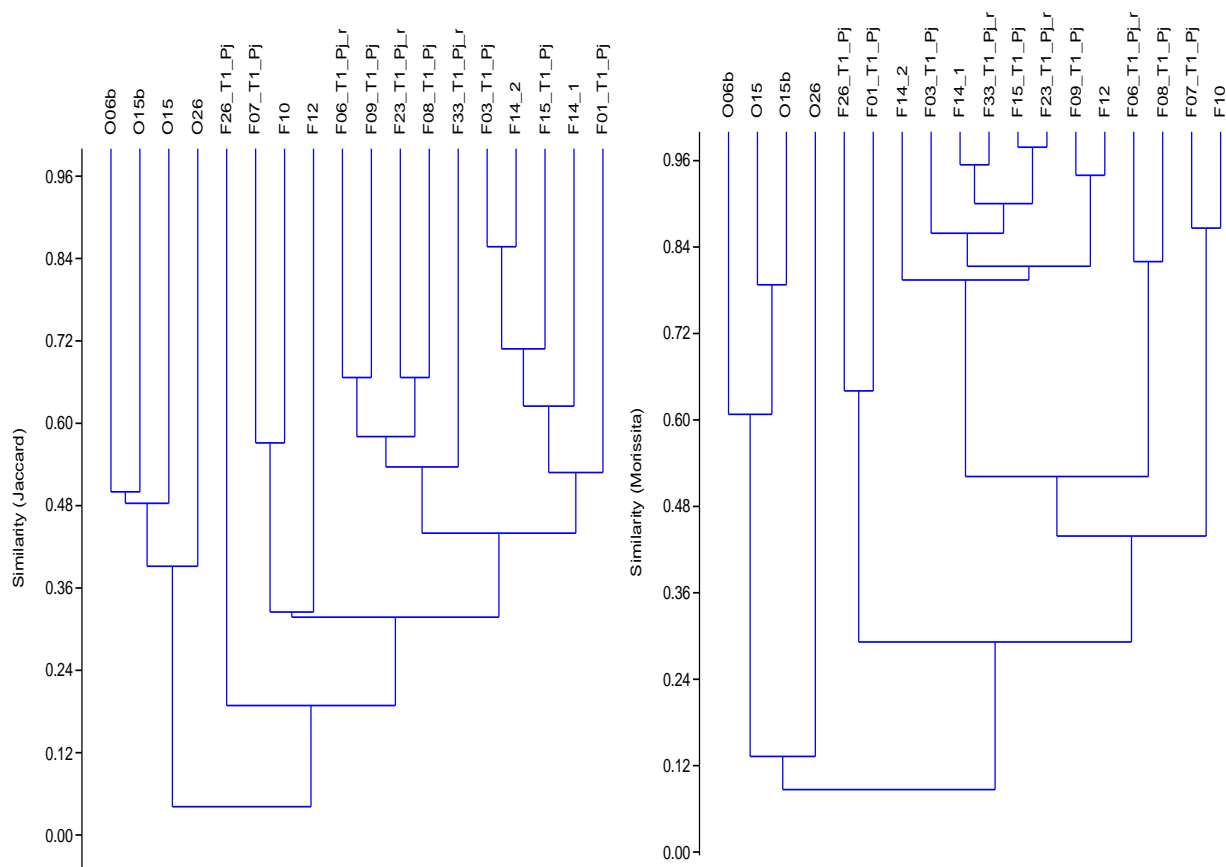
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01_T1_Pj	4	62	1.186	0.662	0.727
F03_T1_Pj	6	55	1.444	0.713	1.248
F06_T1_Pj_m	7	73	1.545	0.738	1.398
F07_T1_Pj	4	44	1.29	0.701	0.793
F08_T1_Pj	7	115	1.357	0.666	1.265
F09_T1_Pj	8	108	1.002	0.477	1.495

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F10	7	120	1.432	0.706	1.253
F12	3	40	0.568	0.301	0.542
F14_1	7	65	1.416	0.64	1.437
F14_2	7	49	1.445	0.691	1.542
F15_T1_Pj	8	106	1.637	0.763	1.501
F23_T1_Pj_m	8	59	1.714	0.772	1.717
F26_T1_Pj	9	73	1.896	0.824	1.865
F33_T1_Pj_m	9	82	1.636	0.715	1.815
O06b	11	160	1.845	0.796	1.97
O15	11	153	2.166	0.867	1.988
O15b	13	155	1.971	0.784	2.379
O26	11	116	1.937	0.79	2.104

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está por encima del 60% en la mayoría de las estaciones evaluadas en temporada seca, denotando una alta similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística.

Figura 31. Dendrogramas de Jaccard y Morissita en pajonal andino en temporada seca 2021.

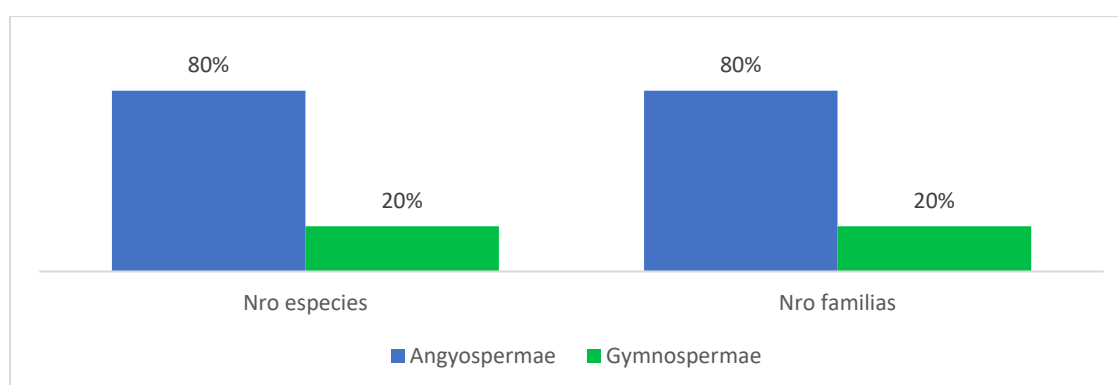


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1. MONTE RIBEREÑO

Esta cobertura vegetal ubica únicamente la estación O04, la cual reporta siete (07) especies, y se caracteriza por ser un área altamente intervenida, con la presencia alta de material rocoso aflorado, así como material pedregoso que en la temporada seca limita el crecimiento de varias otras especies de flora. Asimismo, la zona muestra indicios de ganadería intensiva y extensiva, así como algunos rastros de ampliación de áreas de ejecución de trabajos de campo, según las partidas del proyecto.

Figura 32. Número de especies y familias de acuerdo a la división taxonómica en monte ribereño, temporada seca 2021.

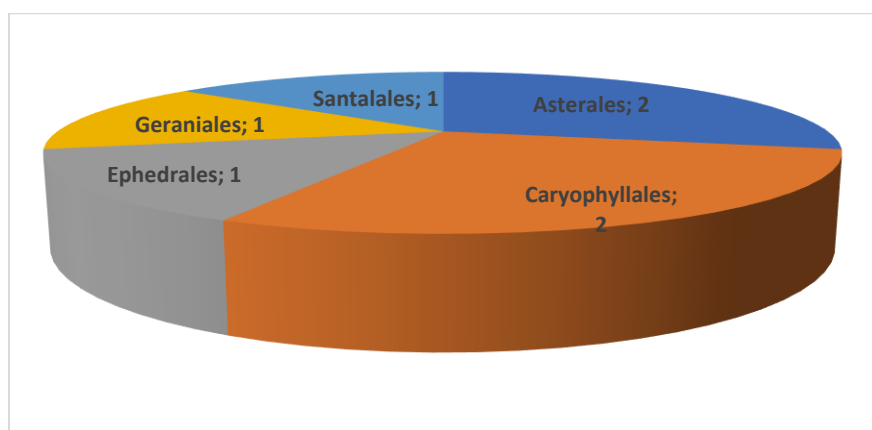


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

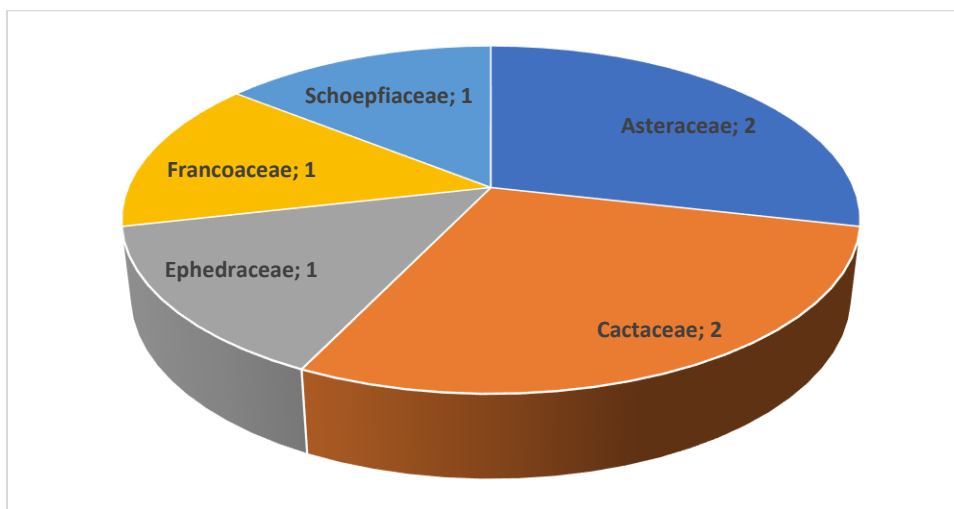
Los órdenes Asterales y Caryophyllales son los que tienen mayor número de individuos, lo propio sucede en las familias Asteraceae y Cactaceae. Estos reportes son racionales, teniendo en cuenta que estas familias contienen especies con mejor adaptabilidad durante escasez de lluvias, y más en zonas donde no se evidencia cauces de agua.

Figura 33. Composición según orden taxonómico de monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 34. Composición según familia taxonómica de monte ribereño en temporada seca 2021.

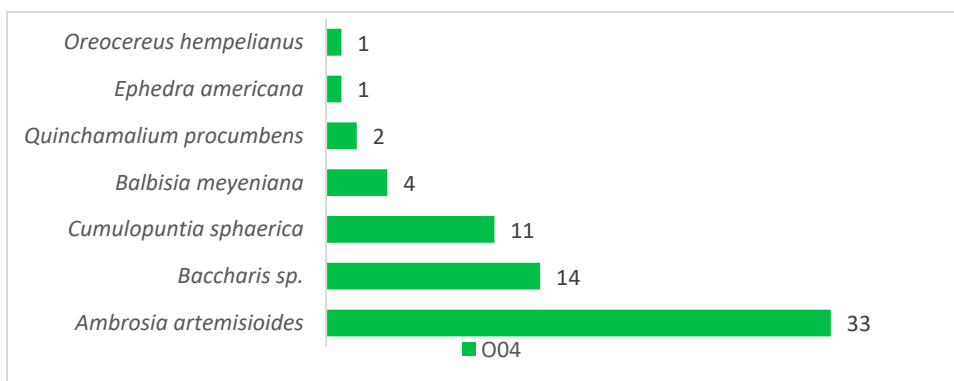


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

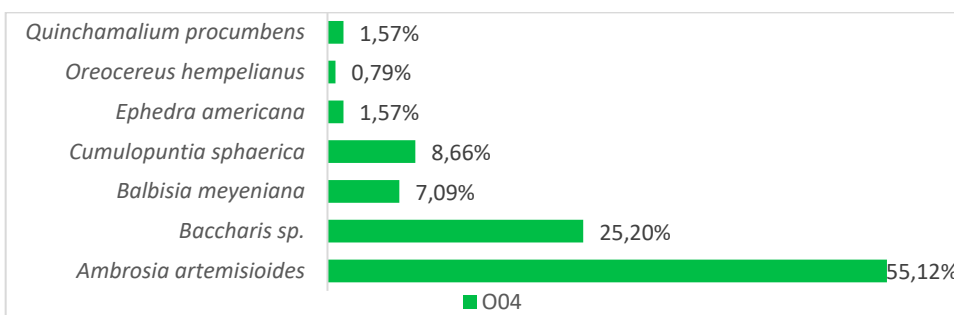
A nivel de cobertura y abundancia, *Ambrosia artemisioides* es la especie con mayor registro, con treinta y tres (33) individuos en la estación de evaluación, coberturando más del 50% de este.

Figura 35. Abundancia relativa de especies en Monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 36. Cobertura relativa de especies en Monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.4.1.3. DIVERSIDAD

De acuerdo con los índices reportados, la estación O04 tiene una diversidad relativa, con pocos registros en cuanto a número de especies, no obstante, el número de individuos observados denotan una riqueza moderada para la zona y temporada.

Cuadro 13. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en Monte ribereño en temporada seca 2021.

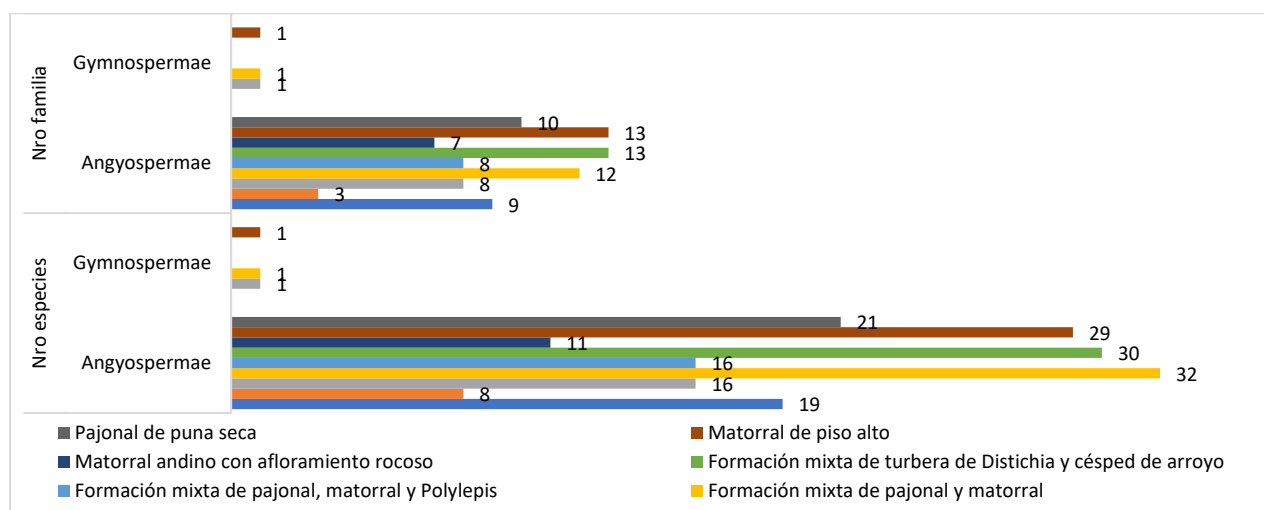
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O04	7	66	1.377	0.6722	1.432

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5. ANÁLISIS COMPARATIVO POR UNIDADES DE VEGETACIÓN

En las unidades de vegetación se observa también la predominancia de Angiospermas en la mayoría de las unidades de vegetación identificadas.

Figura 37. Número de especies y familias en las unidades de vegetación en temporada seca 2021.

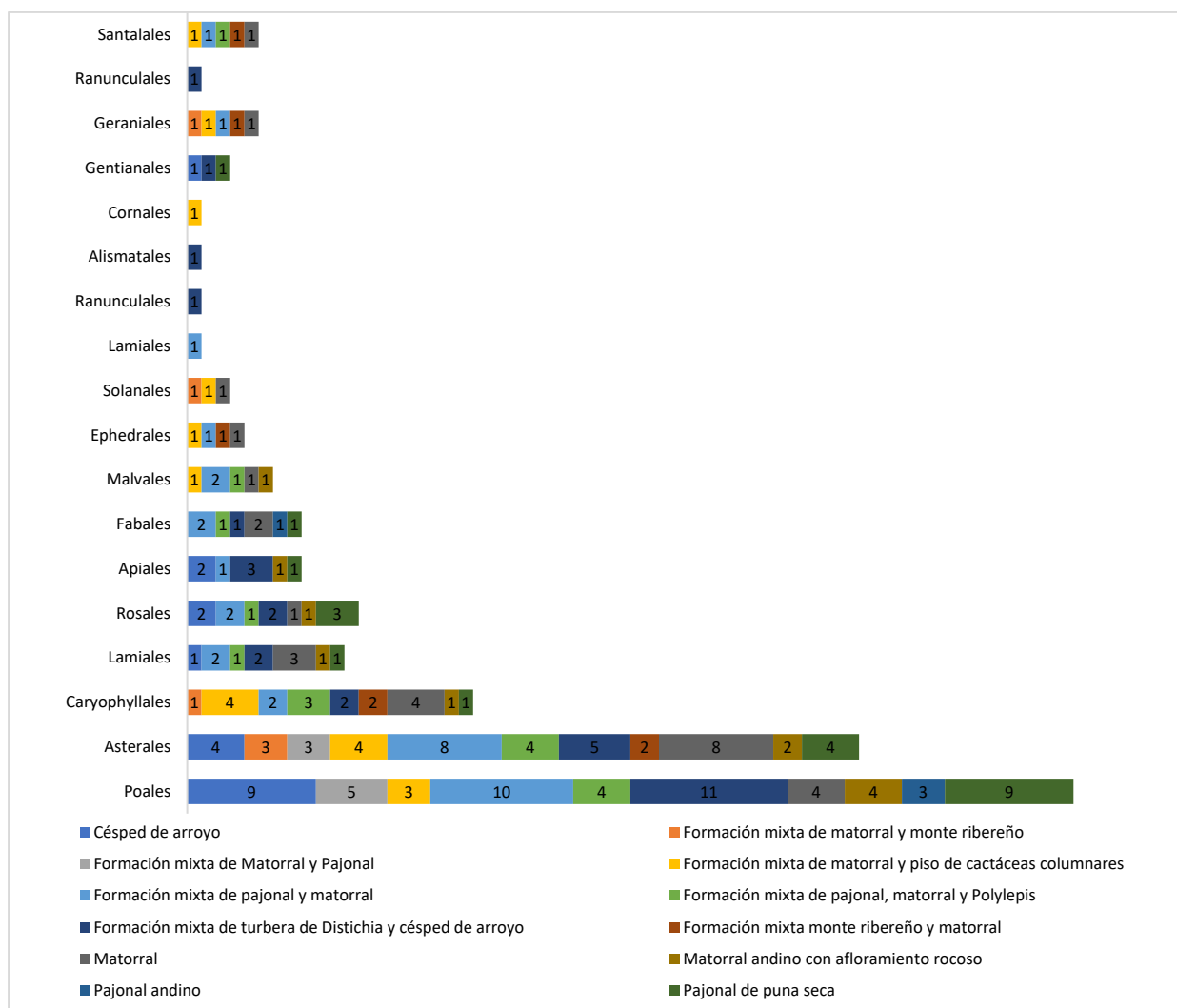


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

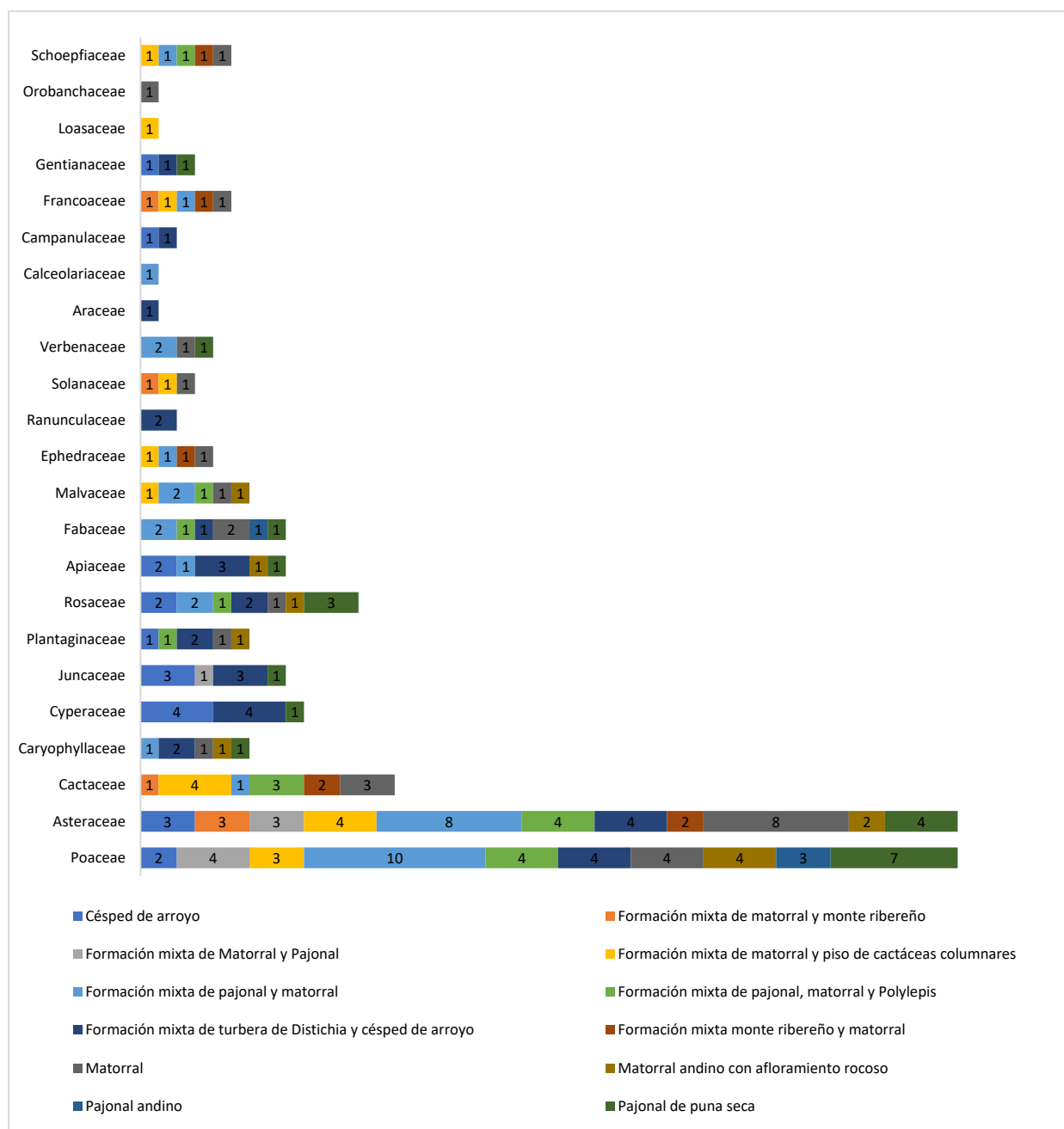
Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (30 especies), Asterales (21 especies) y Caryophyllales (8 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las unidades de vegetación en temporada seca. En lo referente a las familias reportadas a nivel de unidades de vegetación, Poaceae (22 especies), Asteraceae (20 especies) y Cactaceae (4 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las unidades de vegetación.

Figura 38. Composición de flora a nivel de orden taxonómico según unidades de vegetación en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 39. Composición de flora a nivel de familia taxonómico según unidades de vegetación en temporada seca 2021.

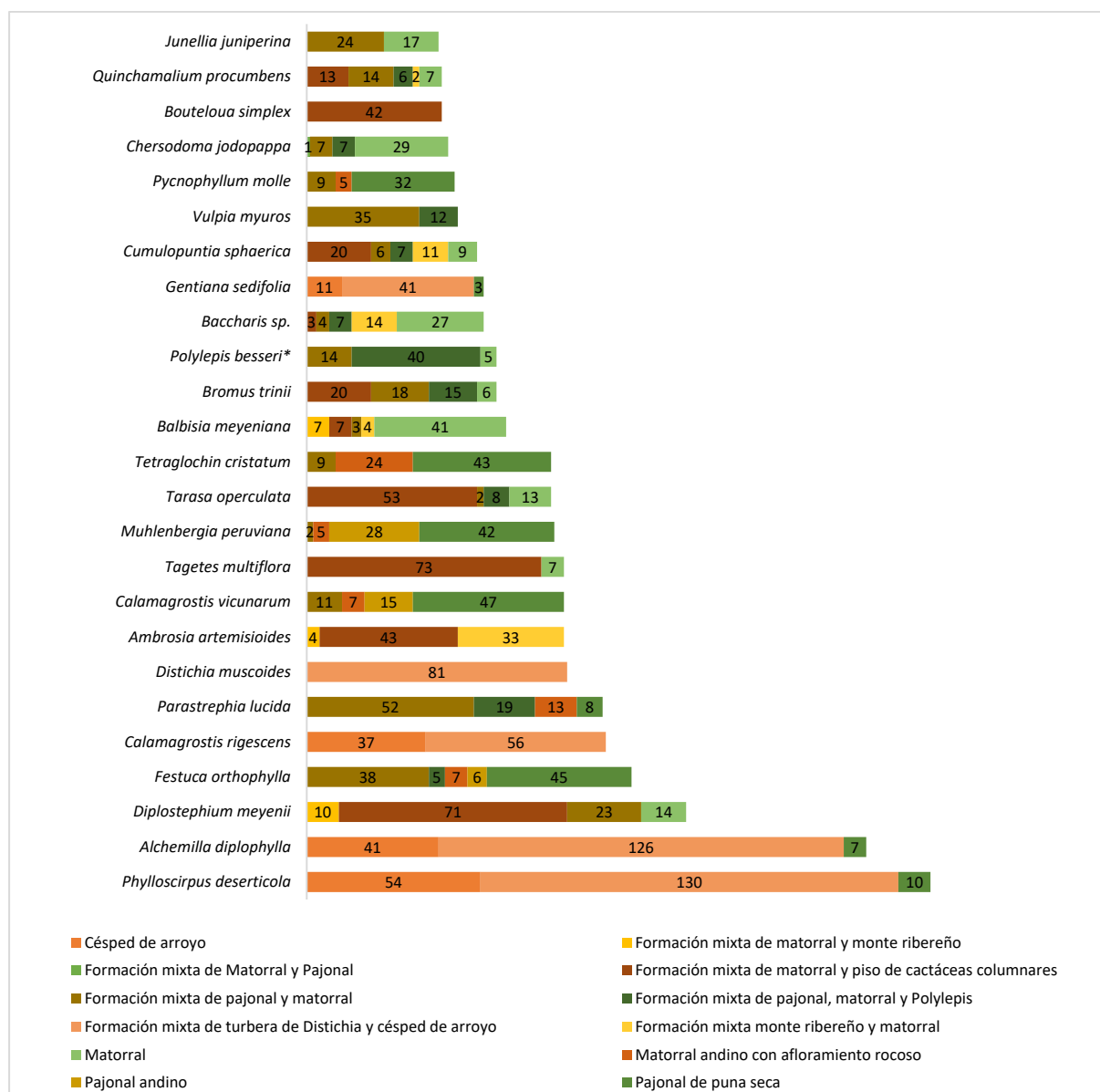


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.1. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Phylloscirpus deserticola* (194 individuos), *Alchemilla diplophylla* (174 individuos), *Diplostephium meyenii* (118 individuos) y *Festuca orthophylla* (101 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las unidades de vegetación evaluadas.

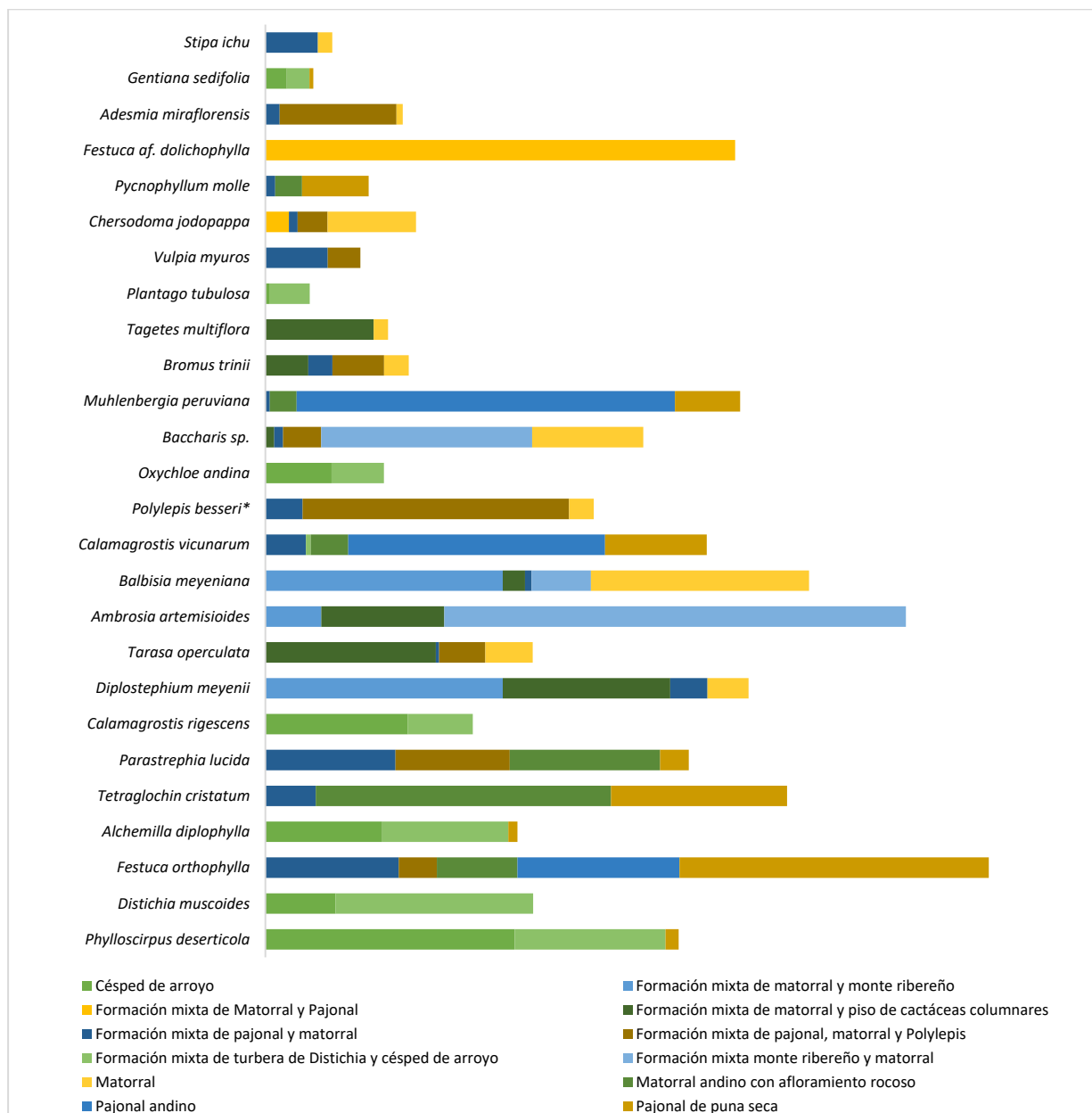
Figura 40. Abundancia relativa de especies según unidades de vegetación en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Phylloscirpus deserticola* (8.06%), *Distichia muscoides* (7.77%) y *Festuca orthophylla* (7.71%) son la de mayor cobertura a nivel global, mientras que a nivel de las unidades de vegetación son las especies que se distribuyen mayormente en las unidades de vegetación, teniendo porcentajes significativos de cobertura en cada uno.

Figura 41. Cobertura relativa según unidades de vegetación en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.2. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2021 se identificaron doce (12) unidades de vegetación, de las cuales: Matorral y Formación mixta de pajonal y matorral presentan la mayor diversidad según el índice de Simpson (1-D); mientras, en el caso de Shannon y Pielou la unidad de vegetación: Formación mixta de pajonal y matorral presenta la mayor diversidad con índices de 2.976 y 4.891 respectivamente.

Cuadro 14. Índices de diversidad de las unidades de vegetación evaluadas en la temporada seca 2021.

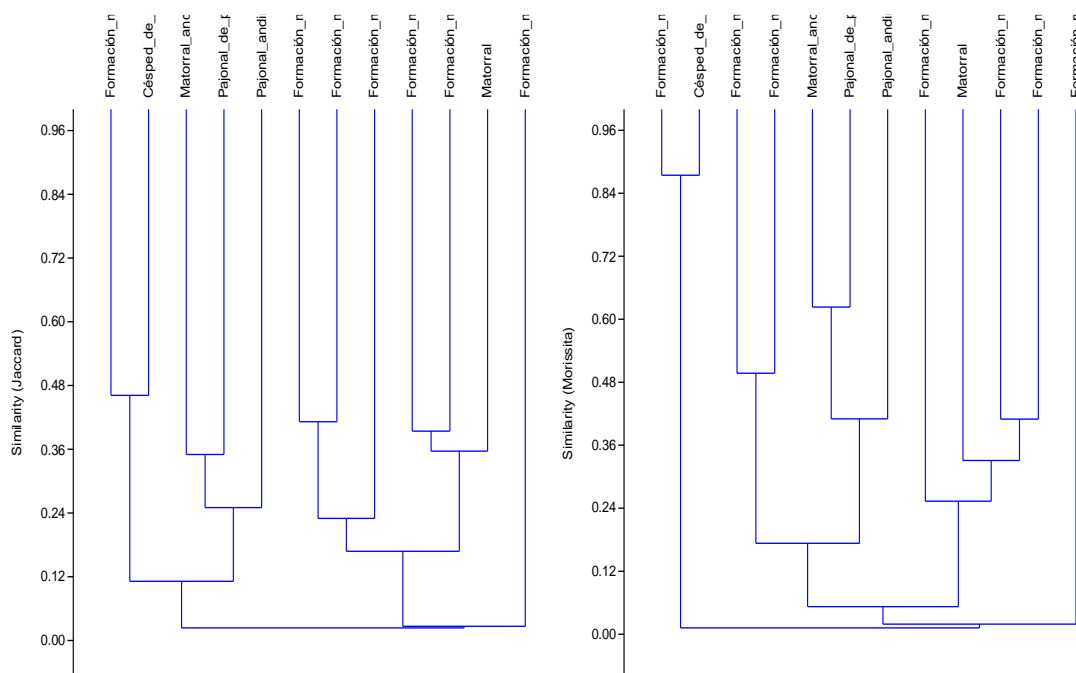
UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Césped de arroyo	8	153	1.502	0.738	1.392
Formación mixta de matorral y monte ribereño	6	35	1.557	0.762	1.406
Formación mixta de Matorral y Pajonal	8	47	1.407	0.655	1.818
Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	17	383	2.311	0.876	2.690
Formación mixta de pajonal y matorral	30	376	2.976	0.935	4.891
Formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis	16	164	2.374	0.877	2.941
Formación mixta de turbera de <i>Distichia</i> y césped de arroyo	11	495	1.849	0.814	1.612
Formación mixta monte ribereño y matorral	7	66	1.377	0.672	1.432
Matorral	27	230	2.790	0.915	4.781
Matorral andino con afloramiento rocoso	11	93	2.104	0.854	2.206
Pajonal andino	4	52	1.106	0.610	0.759
Pajonal de puna seca	16	267	2.230	0.869	2.685

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.3. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las unidades de vegetación formación mixta de turbera de *Distichia* y Césped de arroyo se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 80%. Mientras que las demás unidades de vegetación se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 42. Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto en temporada seca 2021

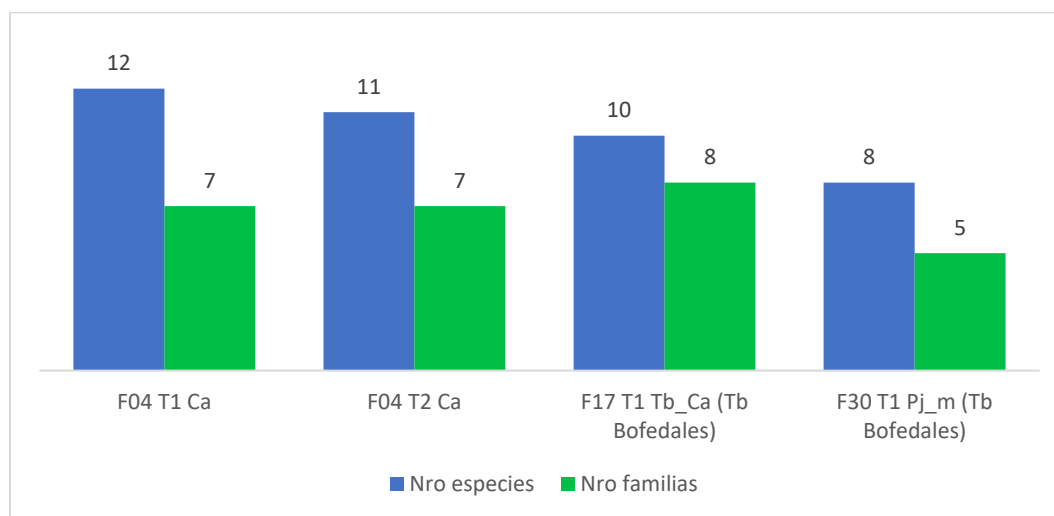


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4. CÉSPED DE ARROYO

En la unidad de vegetación Césped de arroyo reportan diecinueve (19) especies distribuidas en nueve (09) familias, todas ellas Angyospermas, con un mayor número de especies en la estación F04-T1-Ca (12 especies).

Figura 43. Número de especies y familias para Césped de arroyo en temporada seca 2021.



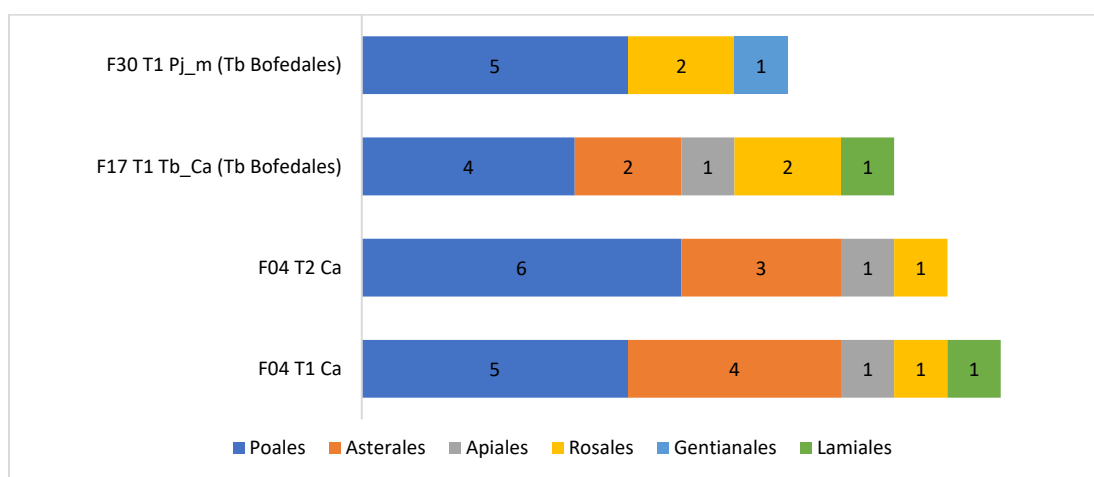
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies son Poales (9 especies) y Asterales (4 especies). son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones de evaluación en temporada seca.

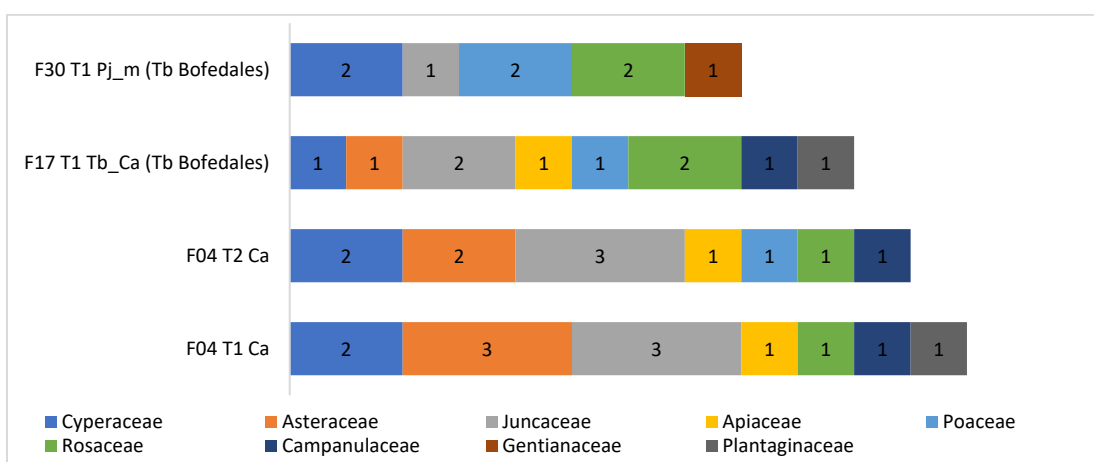
En lo referente a las familias reportadas Cyperaceae (4 especies), Asteraceae (3 especies) y Juncaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones de evaluación.

Figura 44. Composición de flora a nivel de orden taxonómico en césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 45. Composición de flora a nivel de familia taxonómico en césped de arroyo en temporada seca 2021.

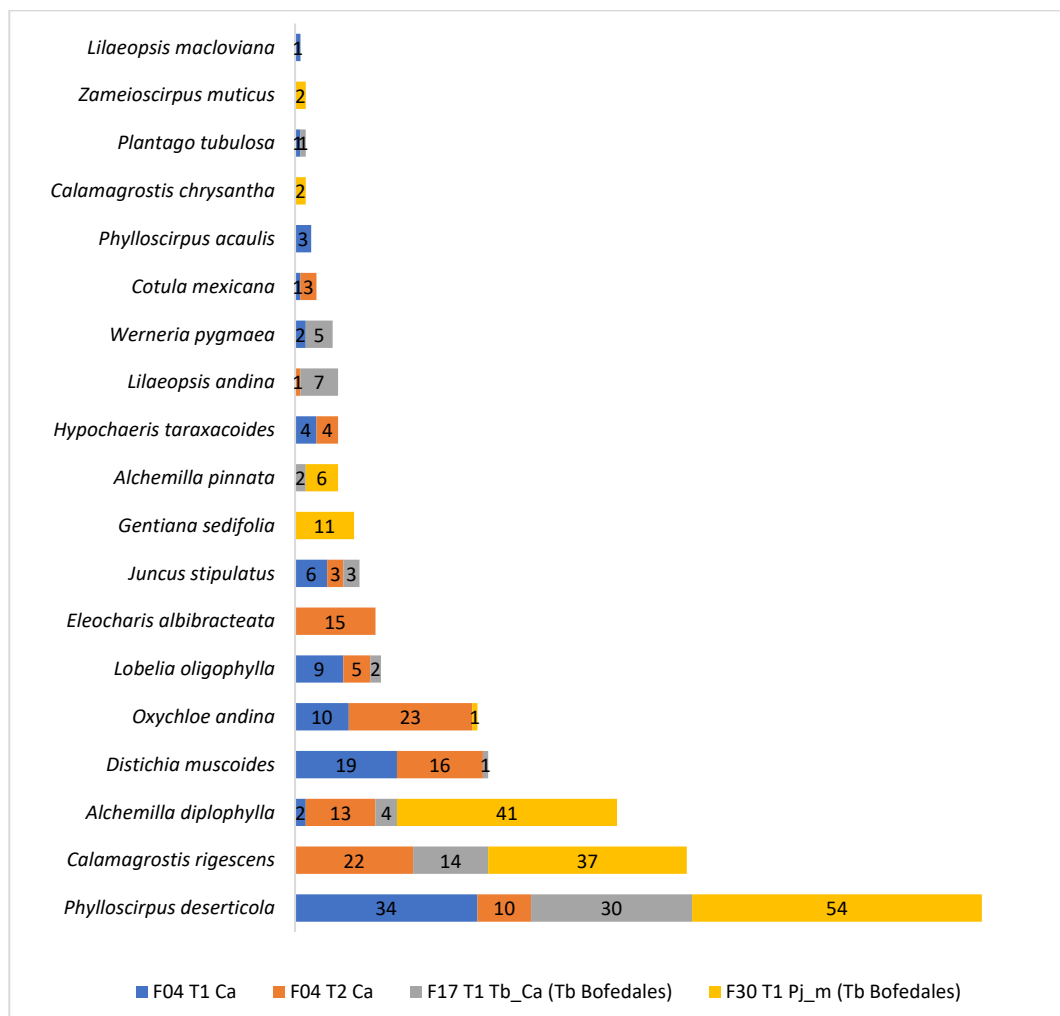


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Phylloscirpus deserticola* (128 individuos), *Calamagrostis rigescens* (73 individuos), *Alchemilla diplophylla* (60 individuos), *Distichia muscoides* (36 individuos) y *Oxychloe andina* (34 individuos), presentan mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

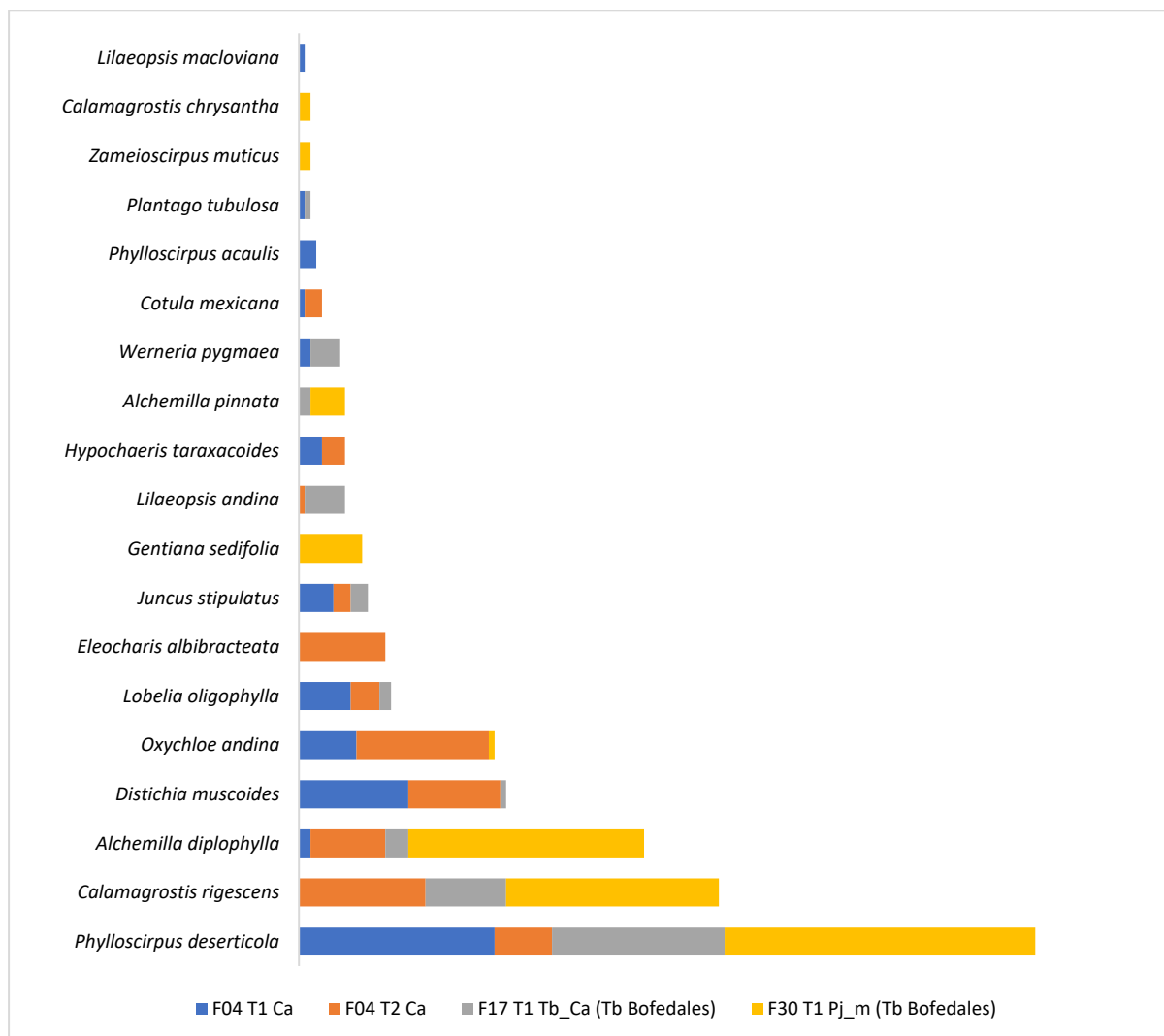
Figura 46. Abundancia relativa de especies en césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, las especies *Phylloscirpus deserticola* (29.77%), *Calamagrostis rigescens* (16.98%) y *Alchemilla diplophylla* (13.95%) son las de mayor cobertura a nivel global, mientras a nivel de estaciones evaluadas dichas especies se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos de cobertura en cada uno.

Figura 47. Cobertura relativa en césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2021 se identificaron cuatro (04) estaciones evaluadas en Césped de arroyo, de las cuales la estación F04_T2_Ca, es la que tiene un mayor índice de diversidad según Shannon y Simpson. Mientras que de acuerdo a los valores de Pielou la estación F04_T1_Ca es la de mayor diversidad.

Cuadro 15. Índices de diversidad en césped de arroyo en temporada seca 2021.

UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F04_T1_Ca	12	92	1.902	0.7909	2.433
F04_T2_Ca	11	115	2.122	0.8622	2.108
F17_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales)	10	69	1.738	0.7469	2.126

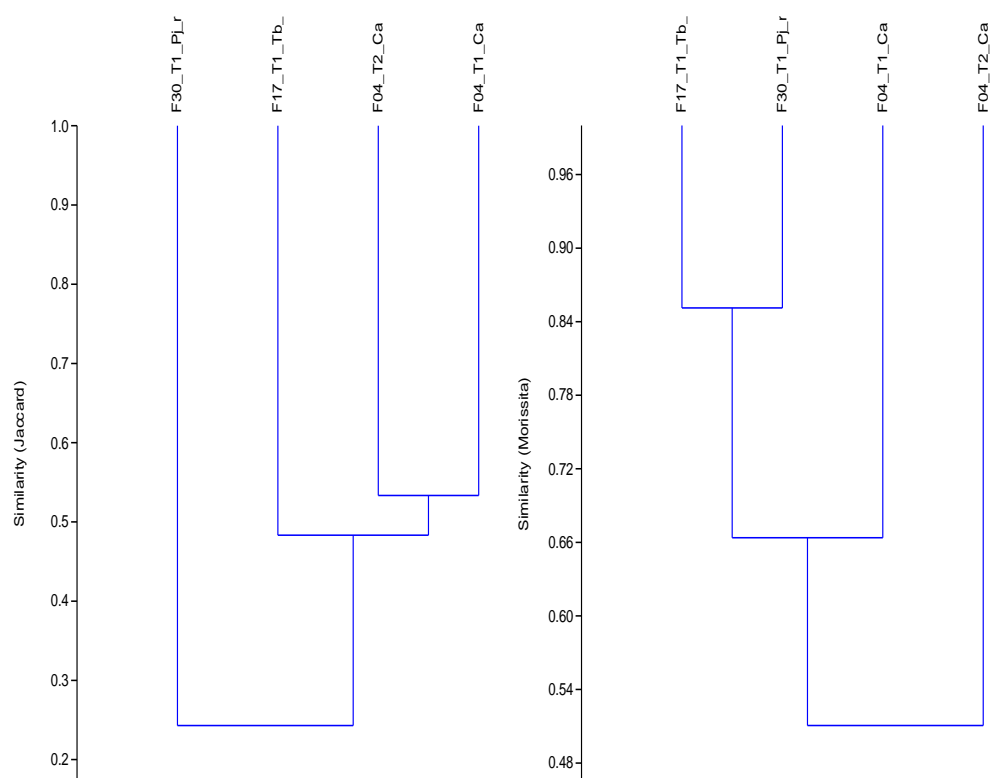
UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F30_T1_Pj_m_(Tb_Bofedales)	8	154	1.523	0.7414	1.39

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.4.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en Césped de arroyo muestran una similitud en su mayoría por encima del 30%, mientras que las estaciones F17_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales) y F30_T1_Pj_m_(Tb_Bofedales), son aquellas cuya similitud se encuentra por encima del 80%. Lo que implica que la distribución de las especies en estas estaciones de evaluaciones tiene una alta semejanza.

Figura 48. Dendrograma de las estaciones evaluadas en Césped de arroyo en temporada seca 2021.

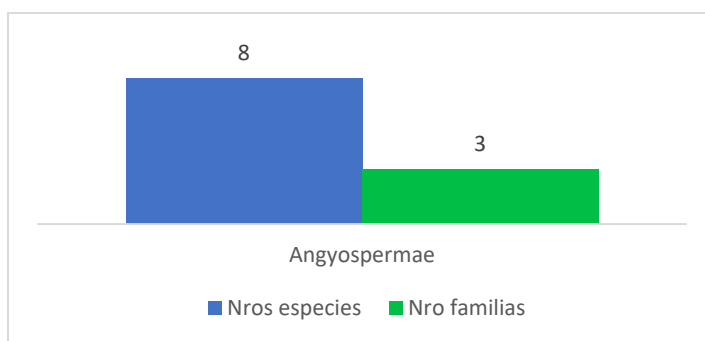


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PAJONAL

En la unidad de vegetación denominada Formación mixta de matorral y pajonal se reportan ocho (08) especies distribuidas en tres (03) familias, todas ellas de la división Angyospermae. En esta unidad se encuentra solamente la estación O30.

Figura 49. Número de especies y familias en formación mixta de matorral y pajonal, temporada seca 2021.



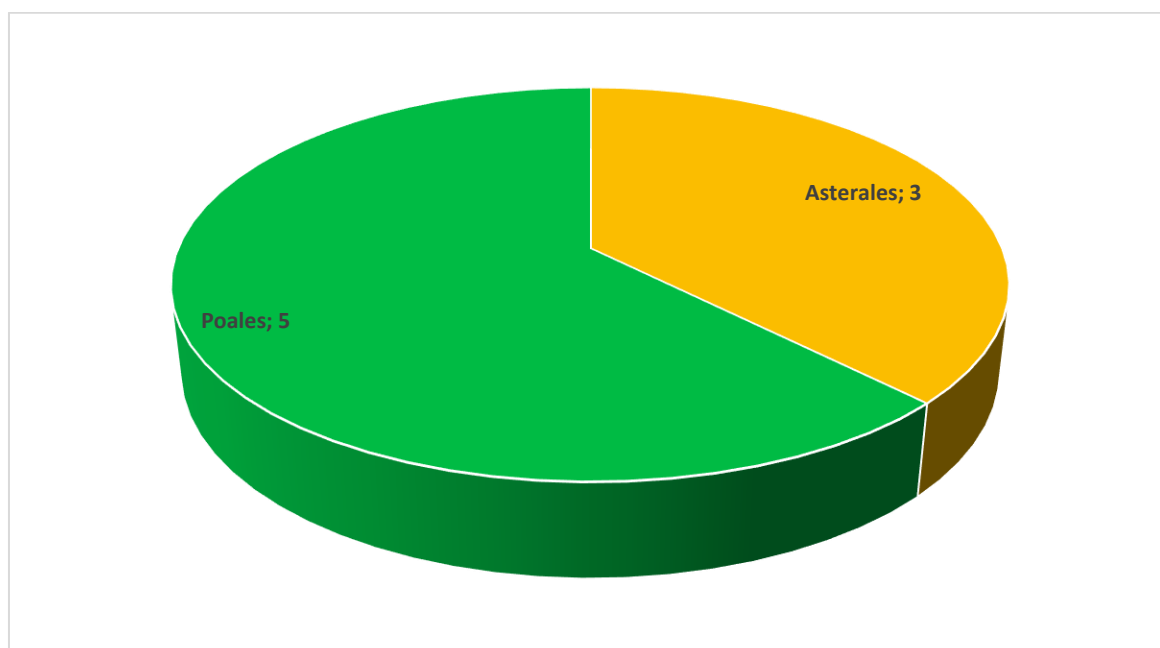
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes identificados son Asterales y Poales, de los cuales Poales es la que presenta un mayor número de especies. En adición, las condiciones climáticas de la temporada y las actividades que se realizaban alrededor de esta estación han mermado las opciones exitosas de propagación de la flora de esta unidad de vegetación.

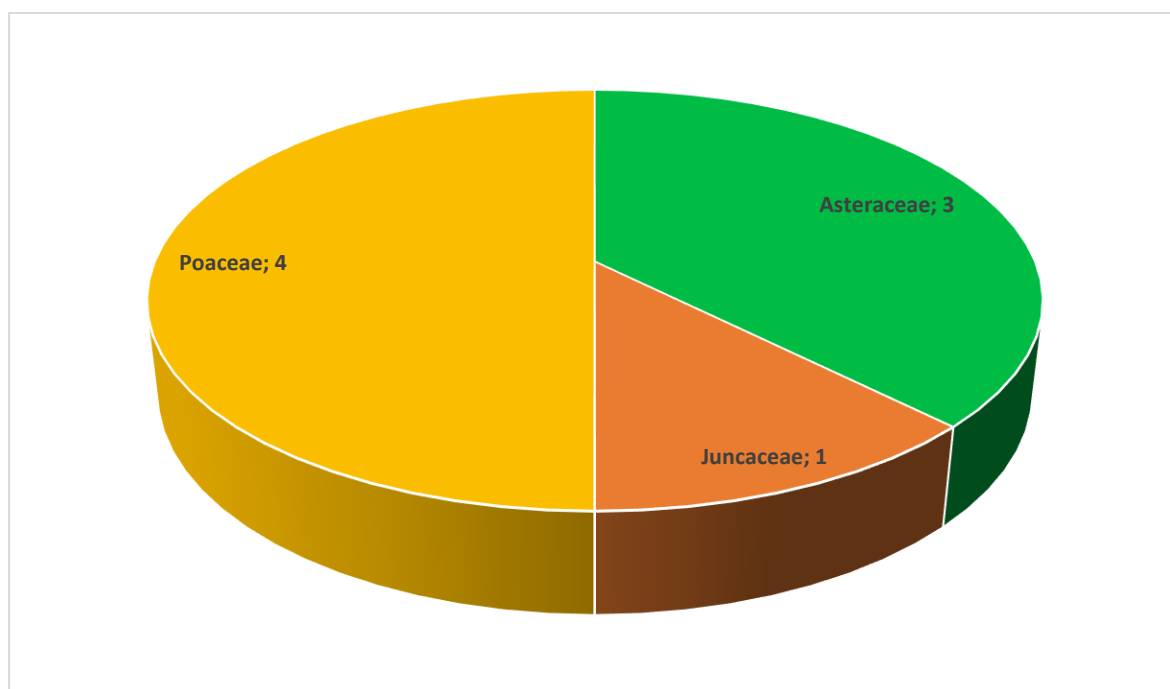
En lo referente a las familias reportadas en la estación O30, Poaceae (4 especies) y Asteraceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución.

Figura 50. Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 51. Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2021.

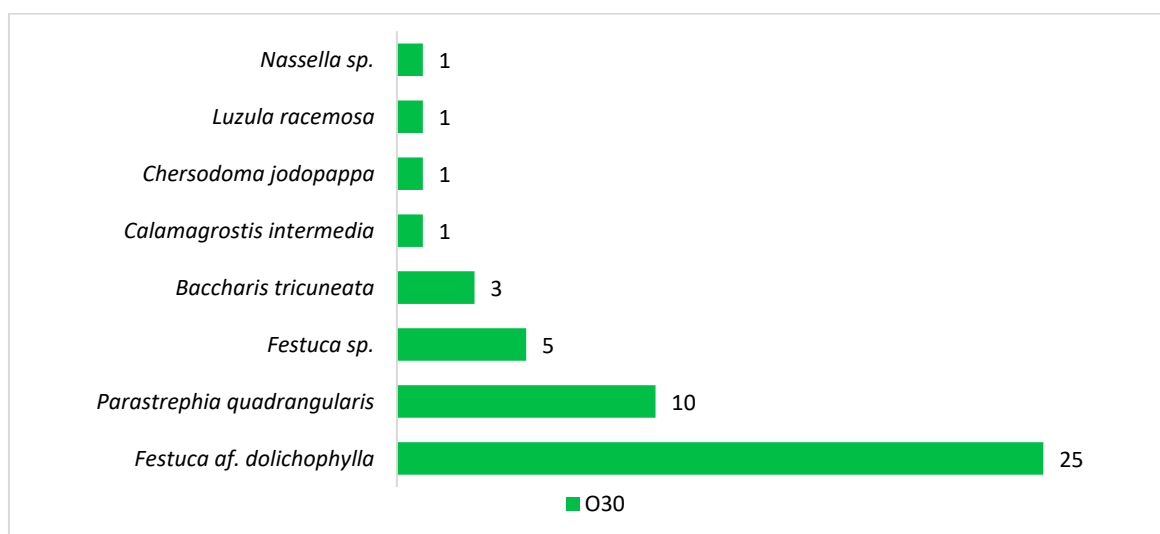


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca* af. *Dolichophylla* (25 individuos) y *Parastrephia quadrangularis* (10 individuos), son aquellas con mayor abundancia y mayor representatividad.

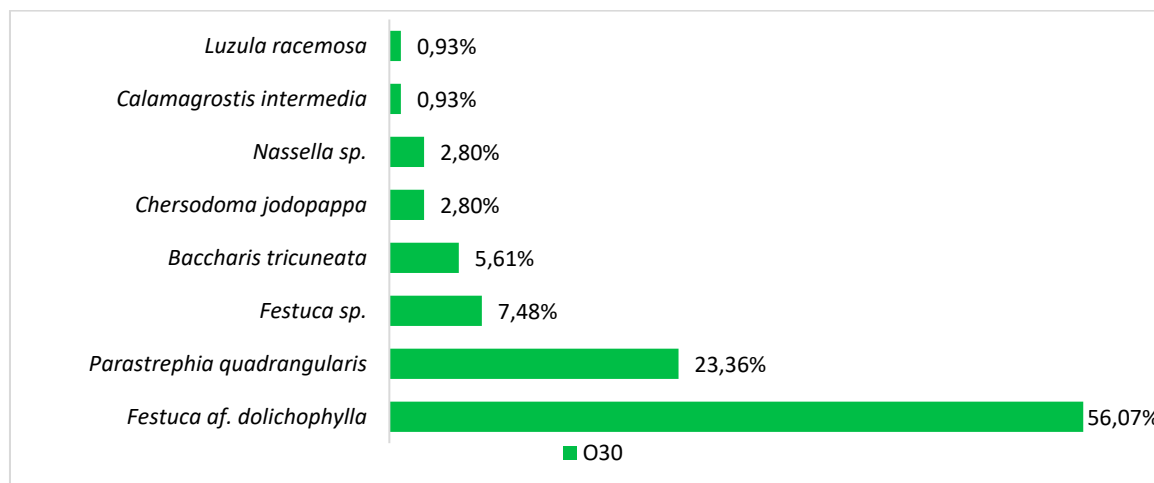
Figura 52. Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca* af. *Dolichophylla* (56.07%) y *Parastrephia quadrangularis* (23.36%) son la de mayor cobertura, y son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos de cobertura.

Figura 53. Cobertura relativa formación mixta de matorral y pajonal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.5.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2021 se identificó que la estación O30 tiene un índice de diversidad significativo.

Cuadro 16. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2021.

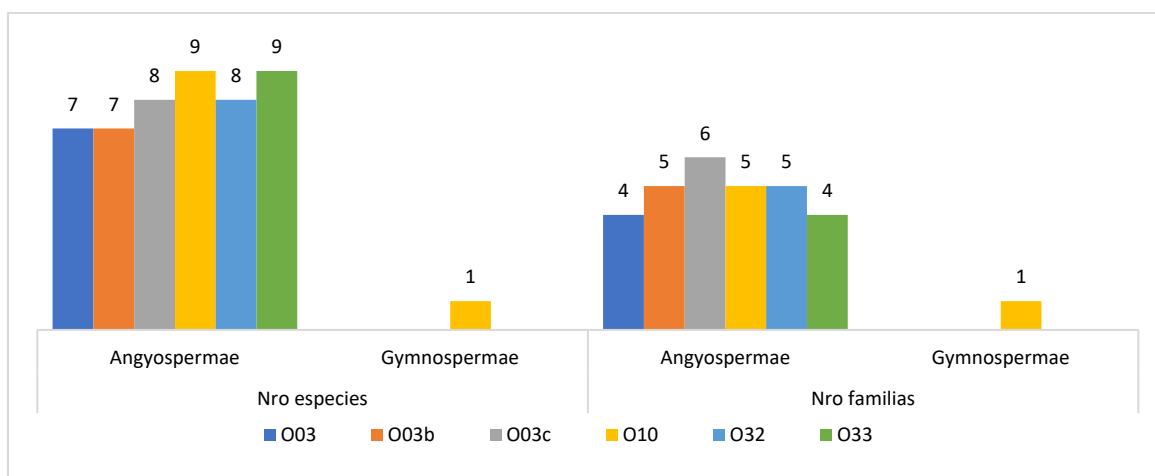
UNIDAD DE VEGETACIÓN	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O30	8	47	1.407	0.6546	1.818

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado seis (06) estaciones, reportándose diecisiete (17) especies y nueve (09) familias, siendo la O33 la estación con mayor número de especies registradas (9 sp.) y la estación O03c con mayor número de familias reportadas (6 familias).

Figura 54. Número de especies y familias en formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.



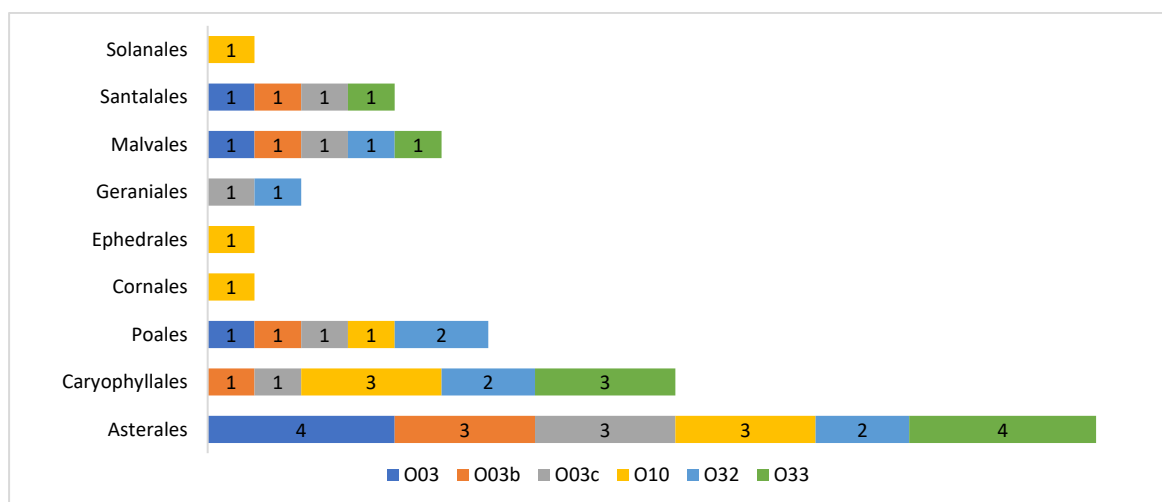
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (4 especies), Caryophyllales (4 especies) y Poales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

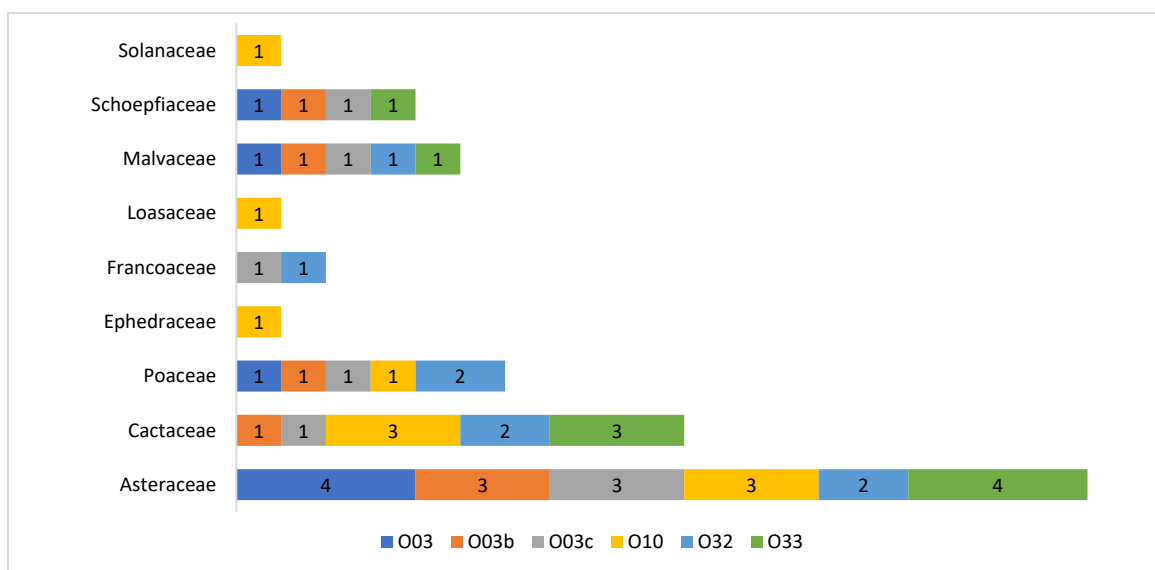
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (4 especies), Cactaceae (4 especies) y Poaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 55. Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 56. Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.

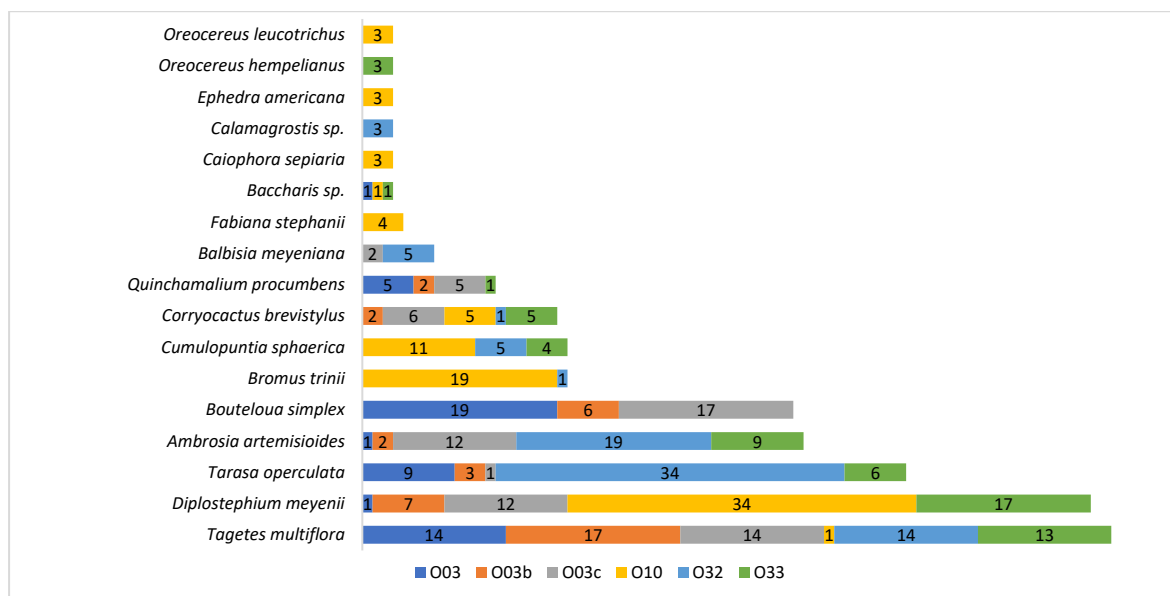


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Tagetes multiflora* (73 individuos), *Diplostephium meyenii* (71 individuos), *Tarasa operculata* (53 individuos) y *Ambrosia artemisioides* (43 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

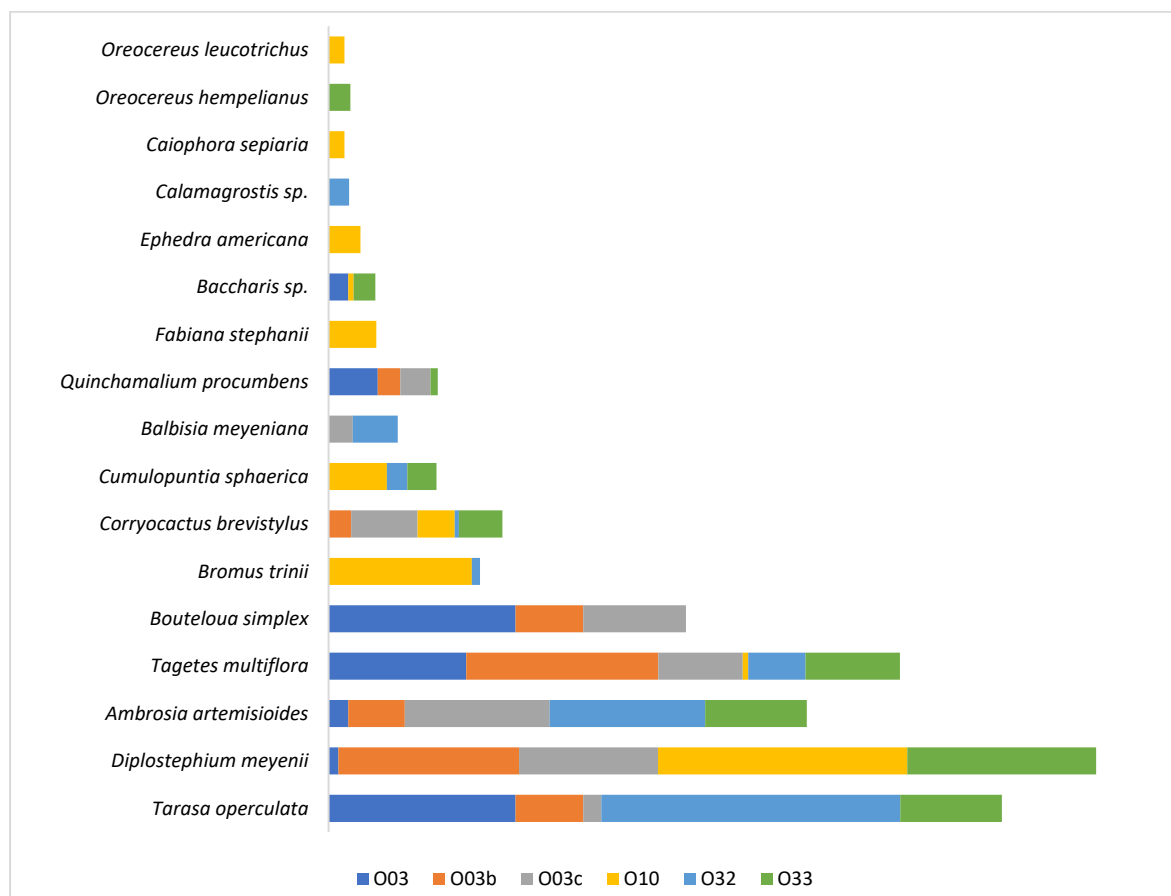
Figura 57. Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Tarasa operculata* (20.35%), *Diplostephium meyenii* (20.00%), *Ambrosia artemisioides* (14.69%) y *Tagetes multiflora* (12.92%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 58. Cobertura relativa formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares se evaluaron 06 estaciones, de las cuales O33 tiene los índices más altos en Shannon y Pielou; en tanto que la estación O03c tiene el valor más alto de acuerdo con el índice de Simpson. Siendo estas estaciones las de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 17. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.

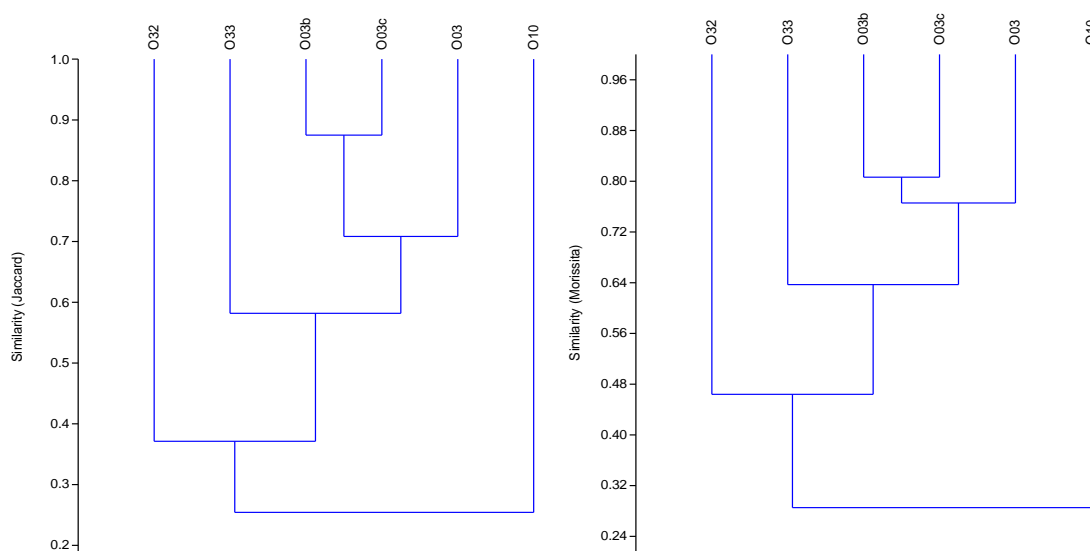
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O03	7	50	1.498	0.7336	1.534
O03b	7	39	1.613	0.7403	1.638
O03c	8	69	1.844	0.8238	1.653
O10	10	84	1.744	0.7579	2.031
O32	8	82	1.575	0.7362	1.588
O33	9	59	1.892	0.8199	1.962

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.6.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares se encuentran con una mayor similitud respecto a su composición florística superior al 60%. Mientras que las demás unidades de vegetación se encuentran con una similitud de 30% aproximadamente.

Figura 59. Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021



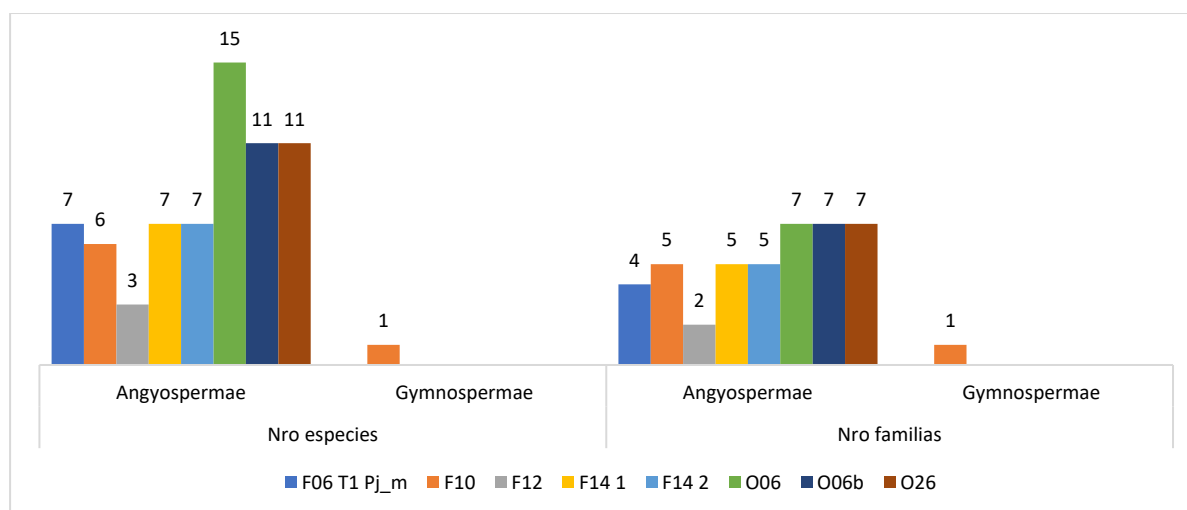
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL Y MATORRAL

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado ocho (08) estaciones, reportándose treinta y tres (33) especies y trece (13) familias, siendo la O06 la estación con mayor número de

especies registradas (15 especies) y las estaciones O06, O06b y O26 las estaciones con mayor número de familias reportadas (07 familias).

Figura 60. Número de especies y familias en formación mixta de pajonal y matorral, temporada seca 2021.



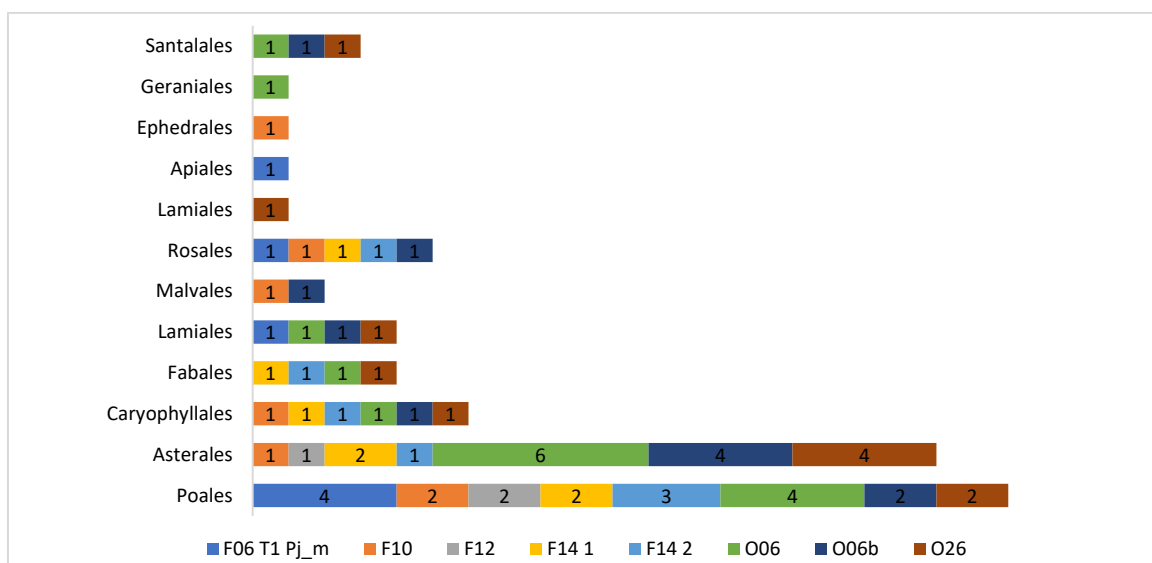
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (10 especies) y Asterales (8 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

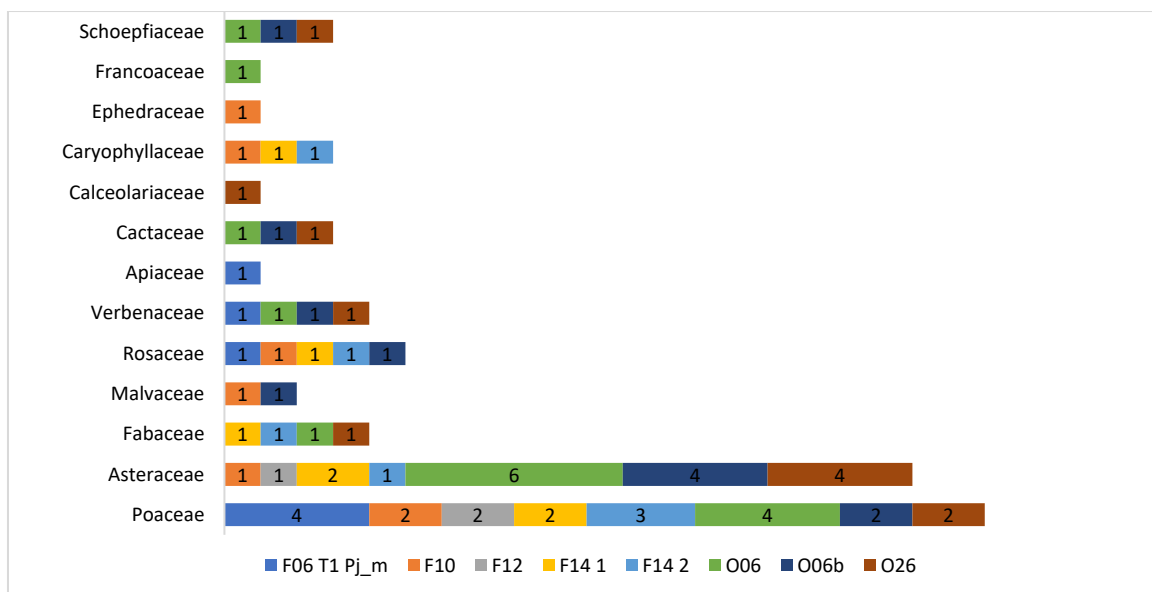
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (10 especies) y Asteraceae (8 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 61. Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 62. Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2021.

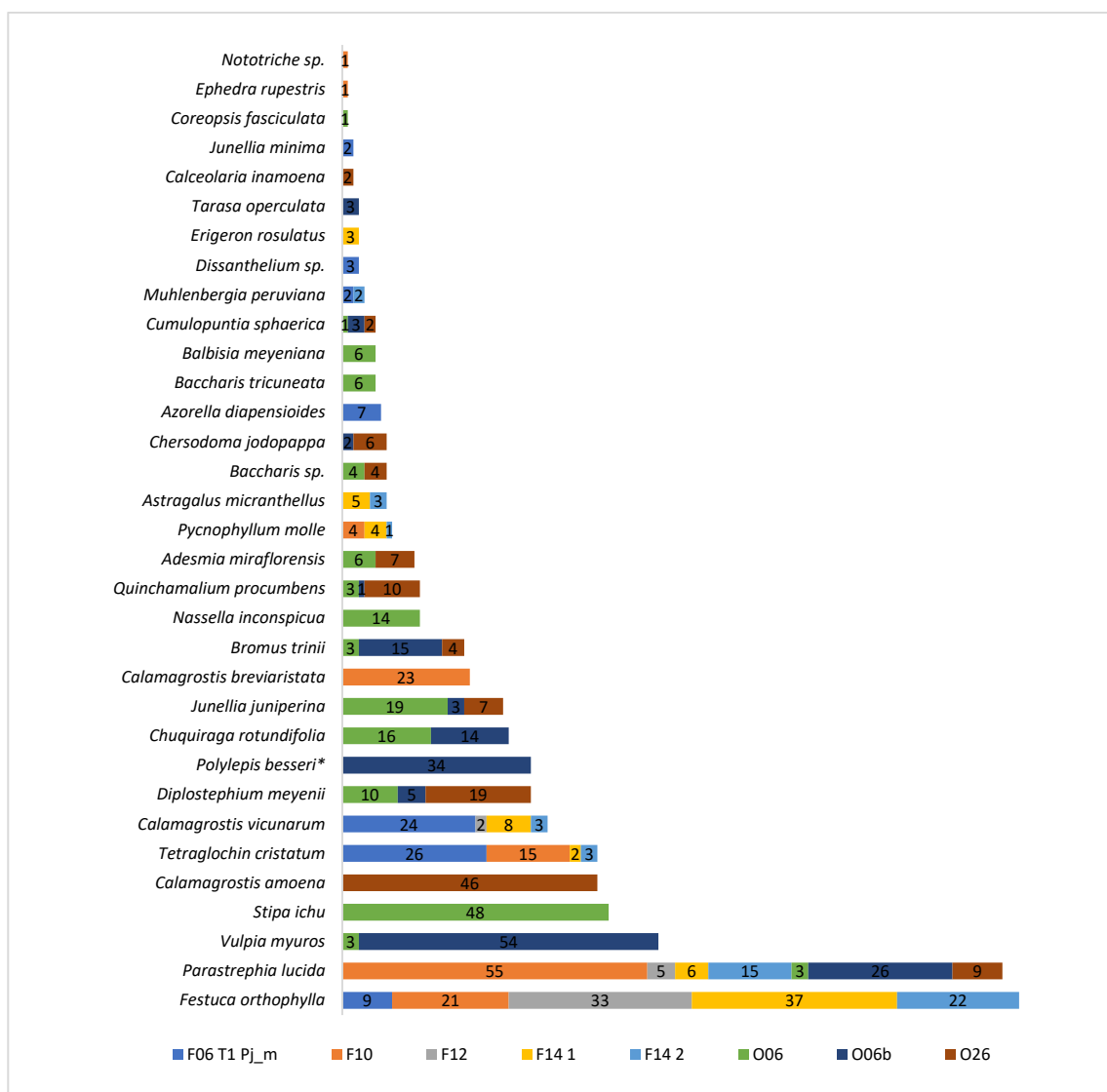


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (122 individuos), *Parastrephia lucida* (119 individuos) y *Vulpia myuros* (57 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

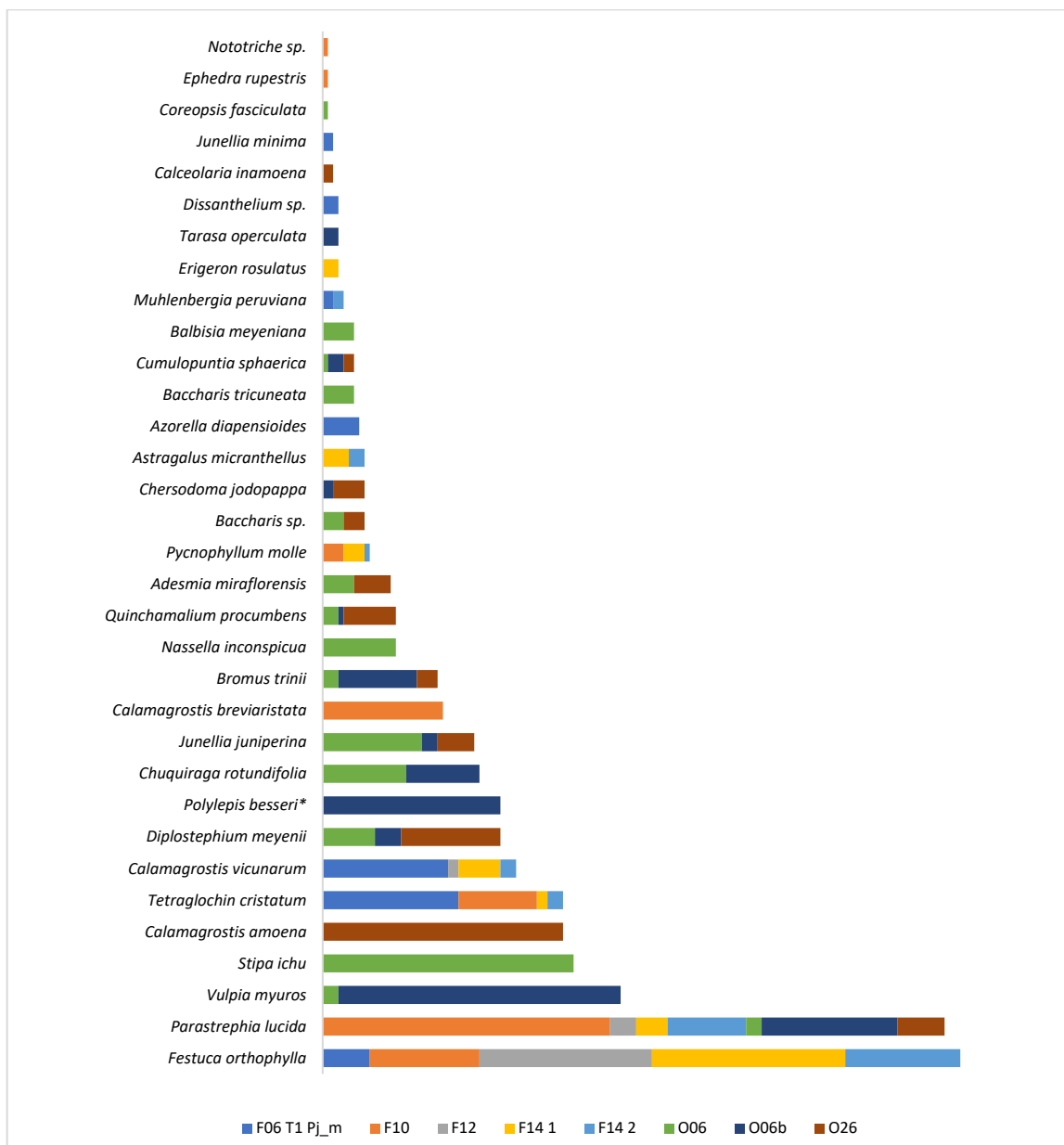
Figura 63. Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (15.93%), *Parastrephia lucida* (15.54%) y *Vulpia myuros* (7.44%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 64. Cobertura relativa formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal y matorral se evaluaron ocho (08) estaciones, de las cuales O06 tiene los índices más altos en Shannon, Simpson y Pielou; siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 18. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal y matorral en temporada seca 2021.

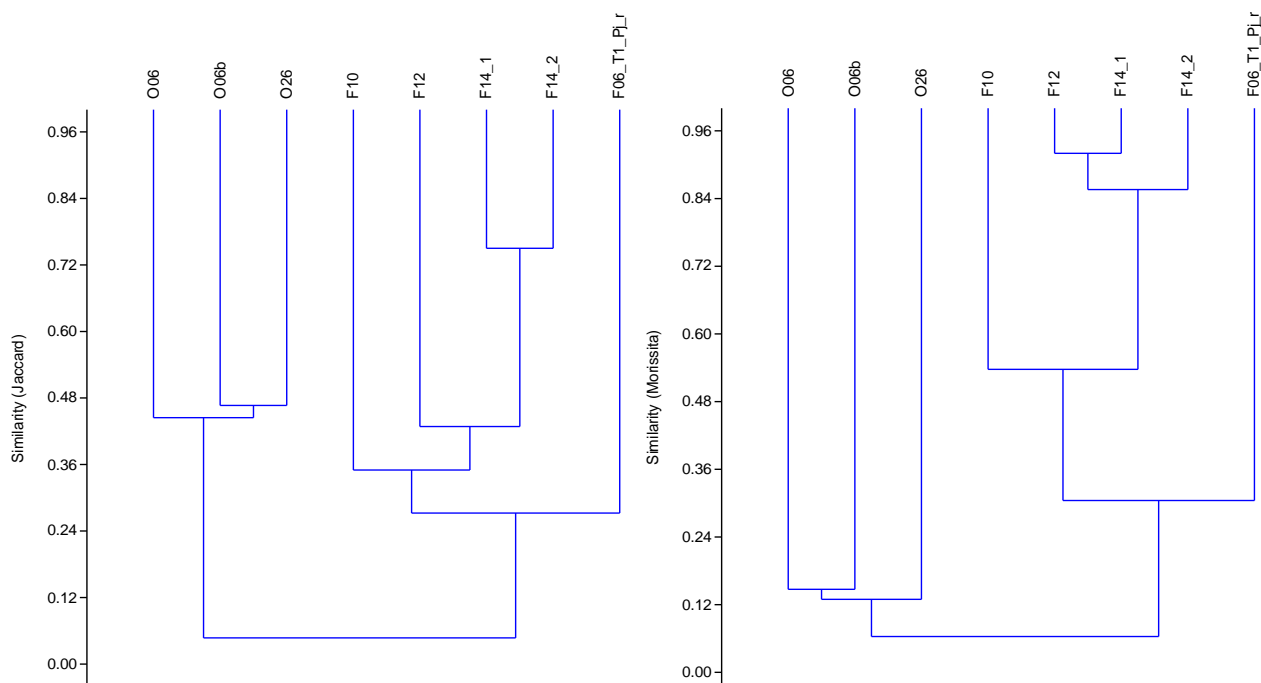
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F06_T1_Pj_m	7	73	1.545	0.7375	1.398
F10	7	120	1.432	0.7057	1.253
F12	3	40	0.5684	0.3013	0.5422
F14_1	7	65	1.416	0.6395	1.437
F14_2	7	49	1.445	0.6914	1.542
O06	15	143	2.186	0.8348	2.821
O06b	11	160	1.845	0.7959	1.97
O26	11	116	1.937	0.7895	2.104

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.7.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 45%. Mientras que las demás estaciones de evaluación se encuentran con una similitud de 25% aproximadamente.

Figura 65. Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral

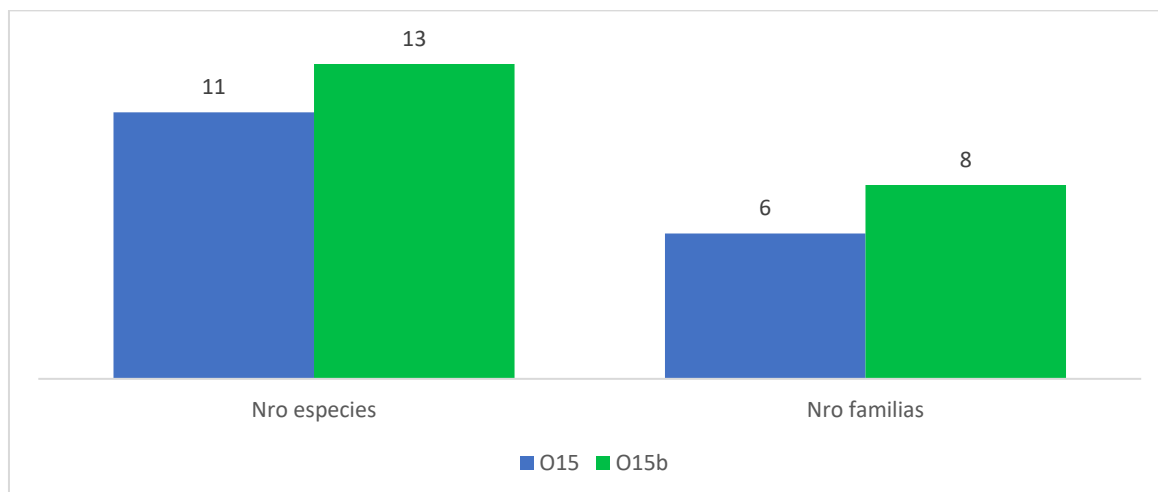


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL, MATORRAL Y POLYLEPIS

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado 02 estaciones, reportándose 16 especies y 08 familias, siendo la O15b la estación con mayor número de especies y familias registradas. Todas las especies reportadas son Angiospermas.

Figura 66. Número de especies y familias en formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis, temporada seca 2021.



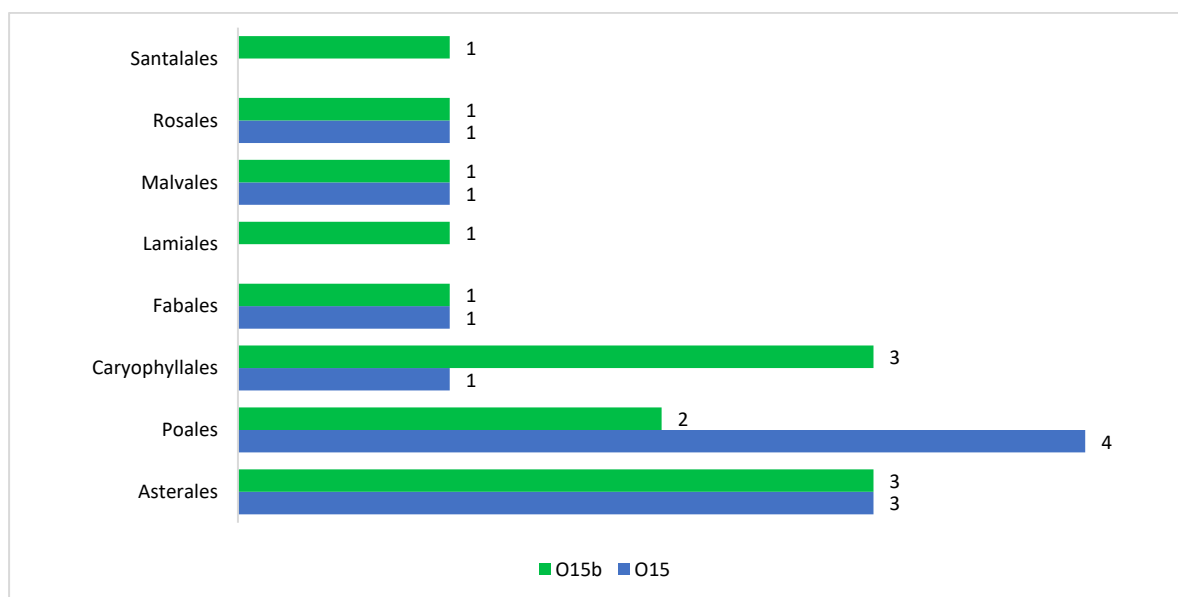
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (4 especies), Poales (4 especies) y Caryophyllales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

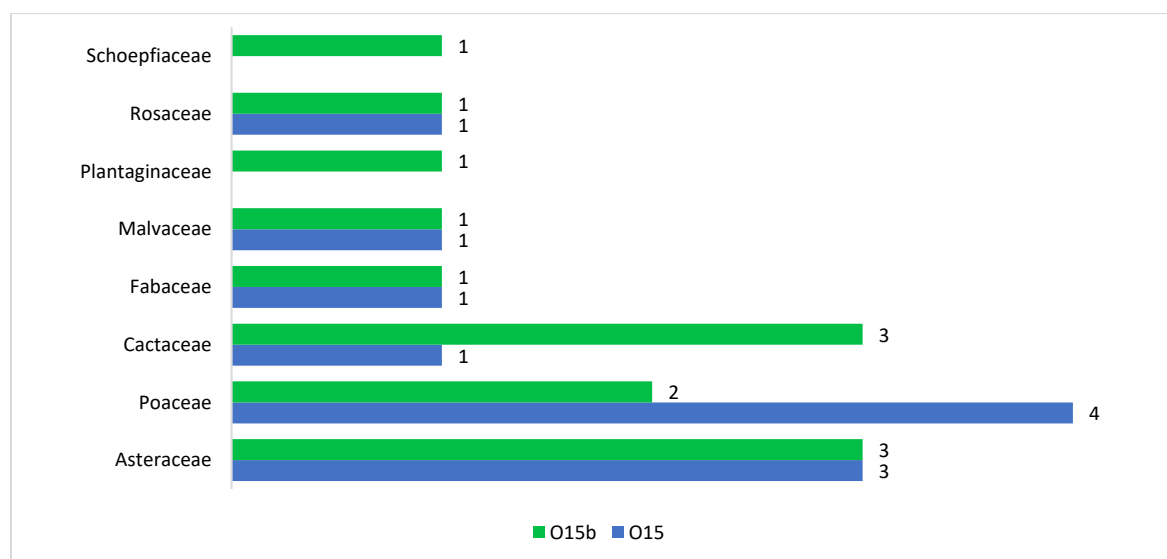
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (4 especies), Poaceae (4 especieS) y Cactaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 67. Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 68. Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.

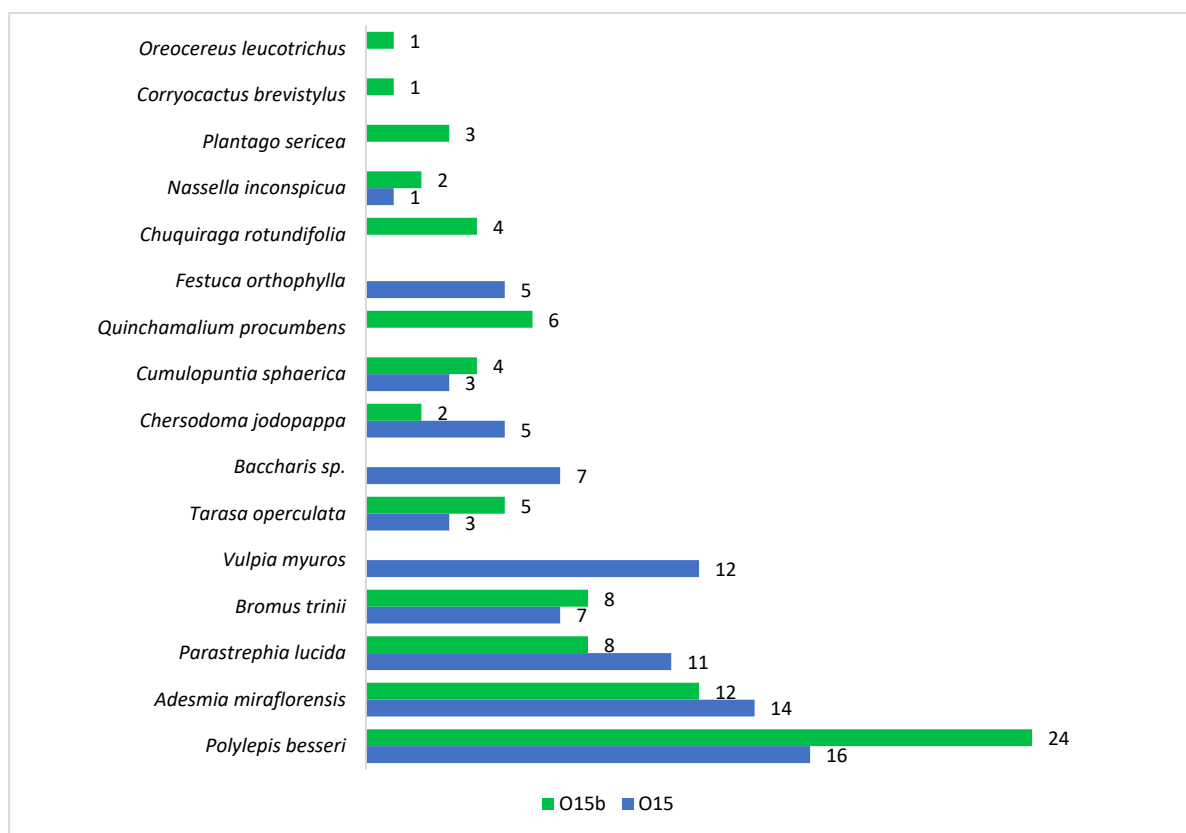


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Polylepis besseri* (40 individuos), *Adesmia miraflorensis* (26 individuos), *Parastrephia lucida* (19 individuos), *Bromus trinii* (15 individuos) y *Vulpia myuros* (12 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

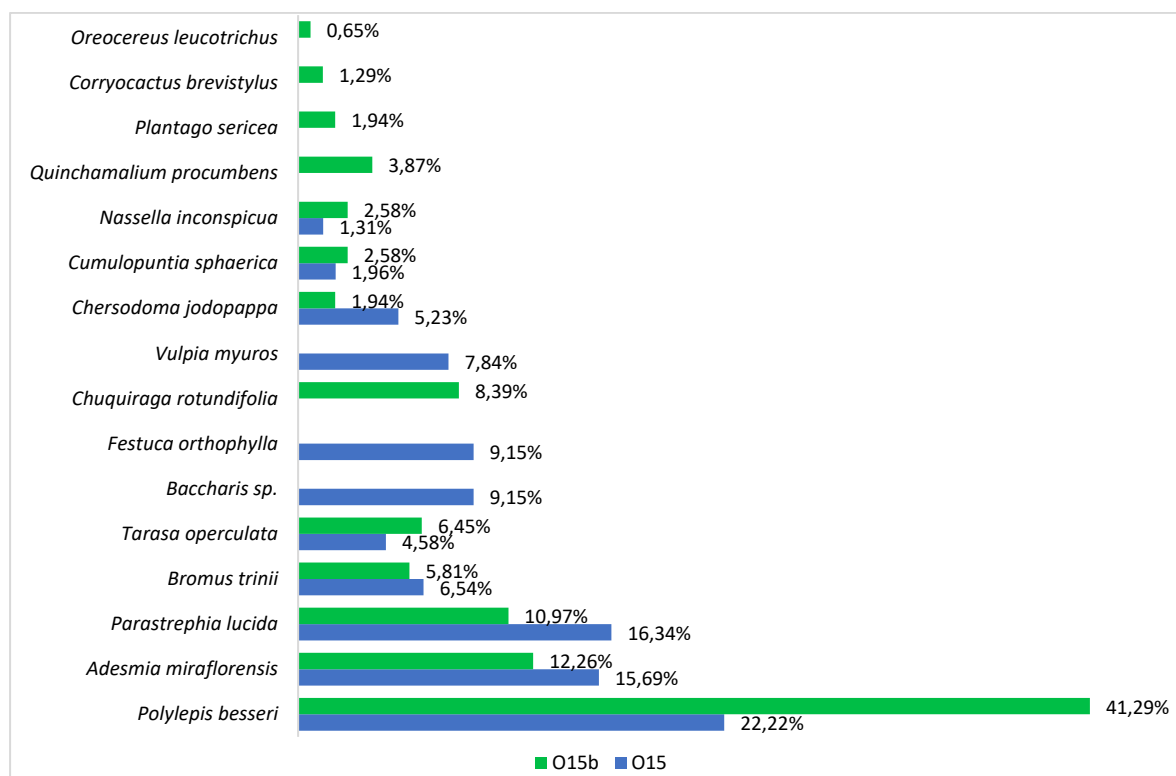
Figura 69. Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Polylepis besseri* (31.82%), *Adesmia miraflorensis* (13.96%) y *Parastrephia lucida* (13.64%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 70. Cobertura relativa formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis se evaluaron 06 estaciones, de las cuales O15 tiene los índices más altos en Shannon y Pielou; en tanto que la estación O15b tiene el valor más alto de acuerdo con el índice de Simpson.

Cuadro 19. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en temporada seca 2021.

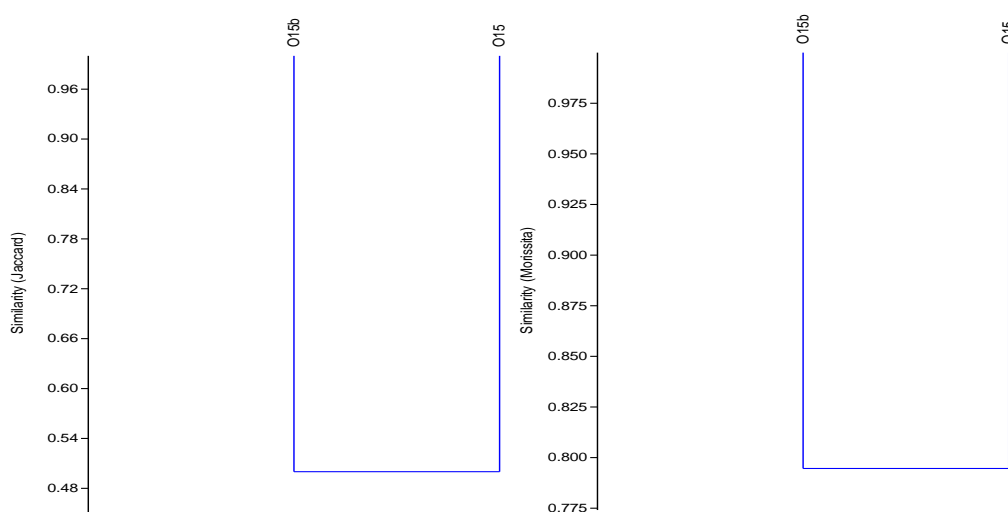
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O15	11	84	2.199	0.8747	2.257
O15b	13	80	2.191	0.85	2.738

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.8.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis se encuentran con una similitud en su composición florística superior al 70%.

Figura 71. Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis

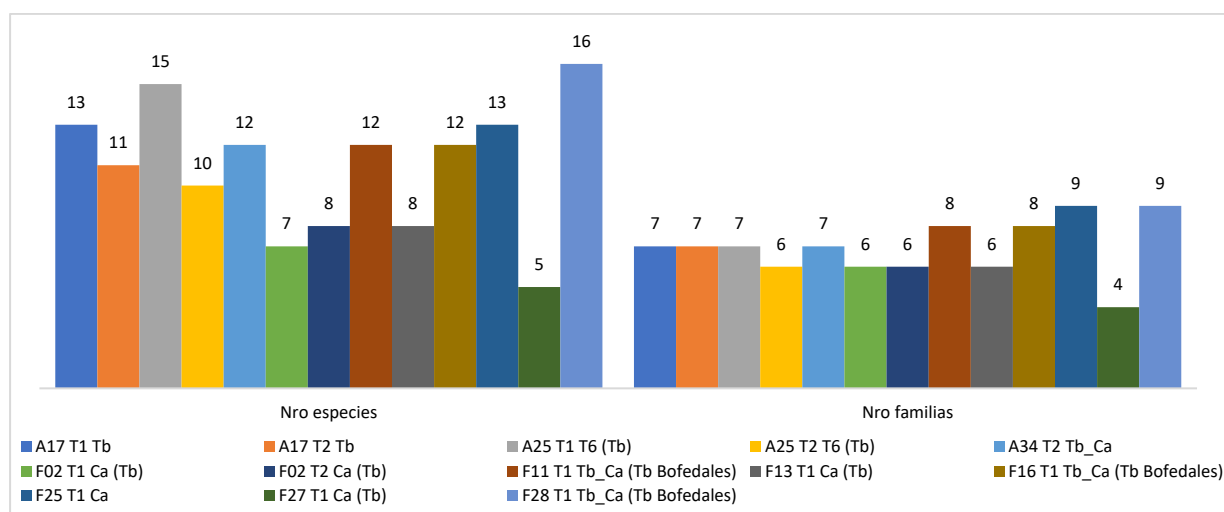


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9. FORMACIÓN MIXTA DE TURBERA DE DISTICHIA Y CÉSPED DE ARROYO

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado 13 estaciones, reportándose 30 especies y 13 familias, siendo la F28 T1 Tb_Ca (Tb Bofedales) la estación con mayor número de especies registradas y la estación F25 T1 Ca la estación con mayor número de familias reportadas.

Figura 72. Número de especies y familias en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.



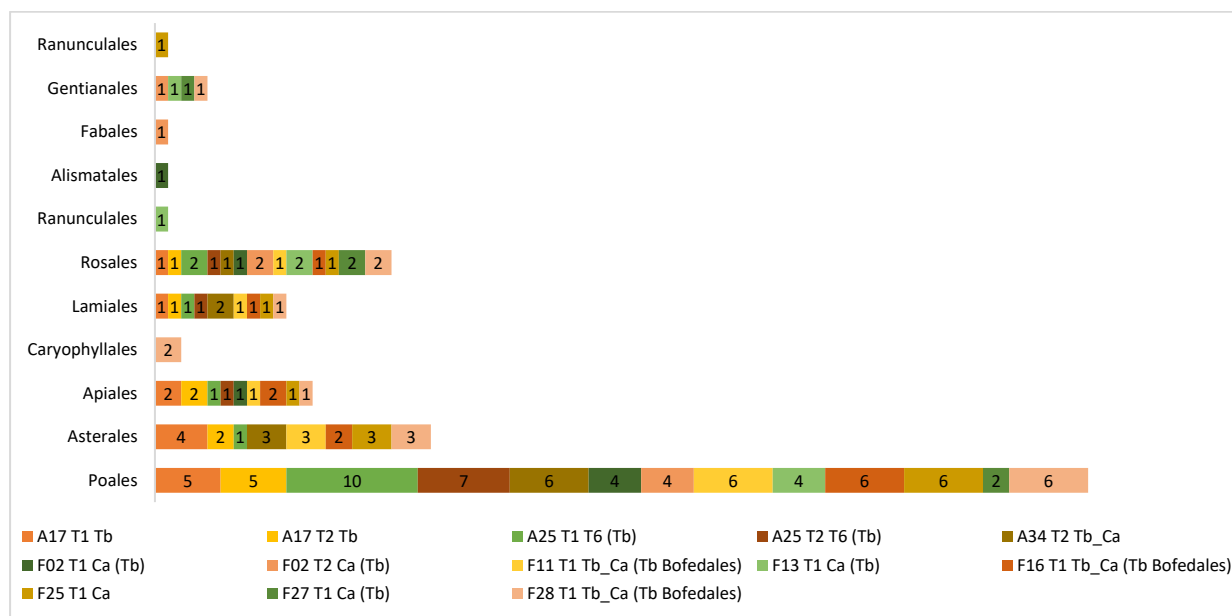
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (11 especies),

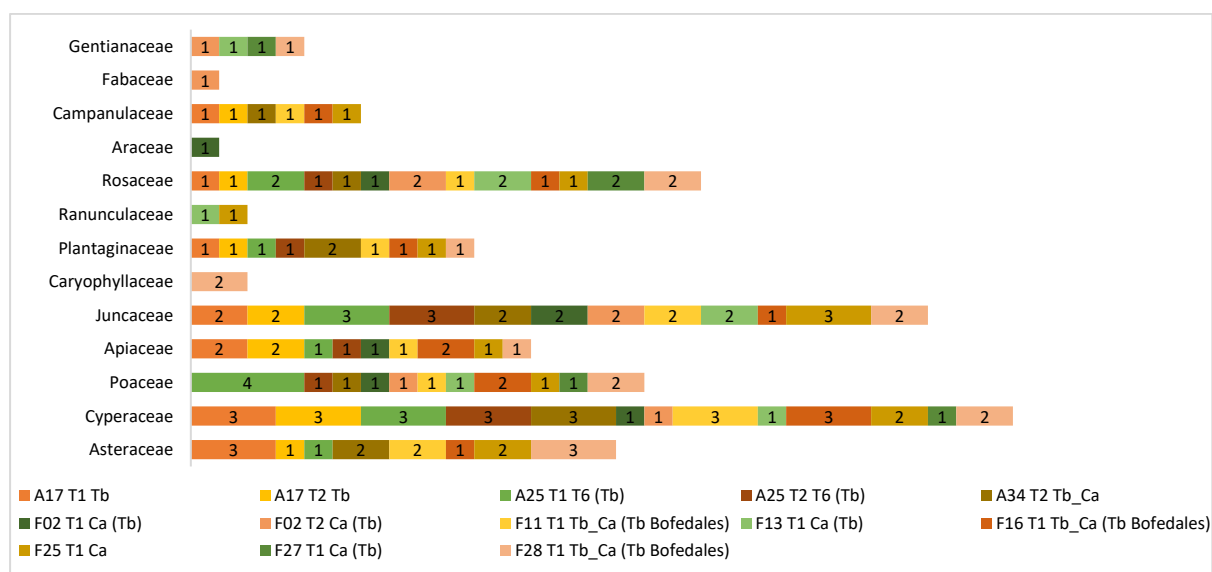
Asterales (5 especies) y Apiales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca. En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (4 especies), Cyperaceae (4 especies), Poaceae (4 especies) y Apiaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 73. Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 74. Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.

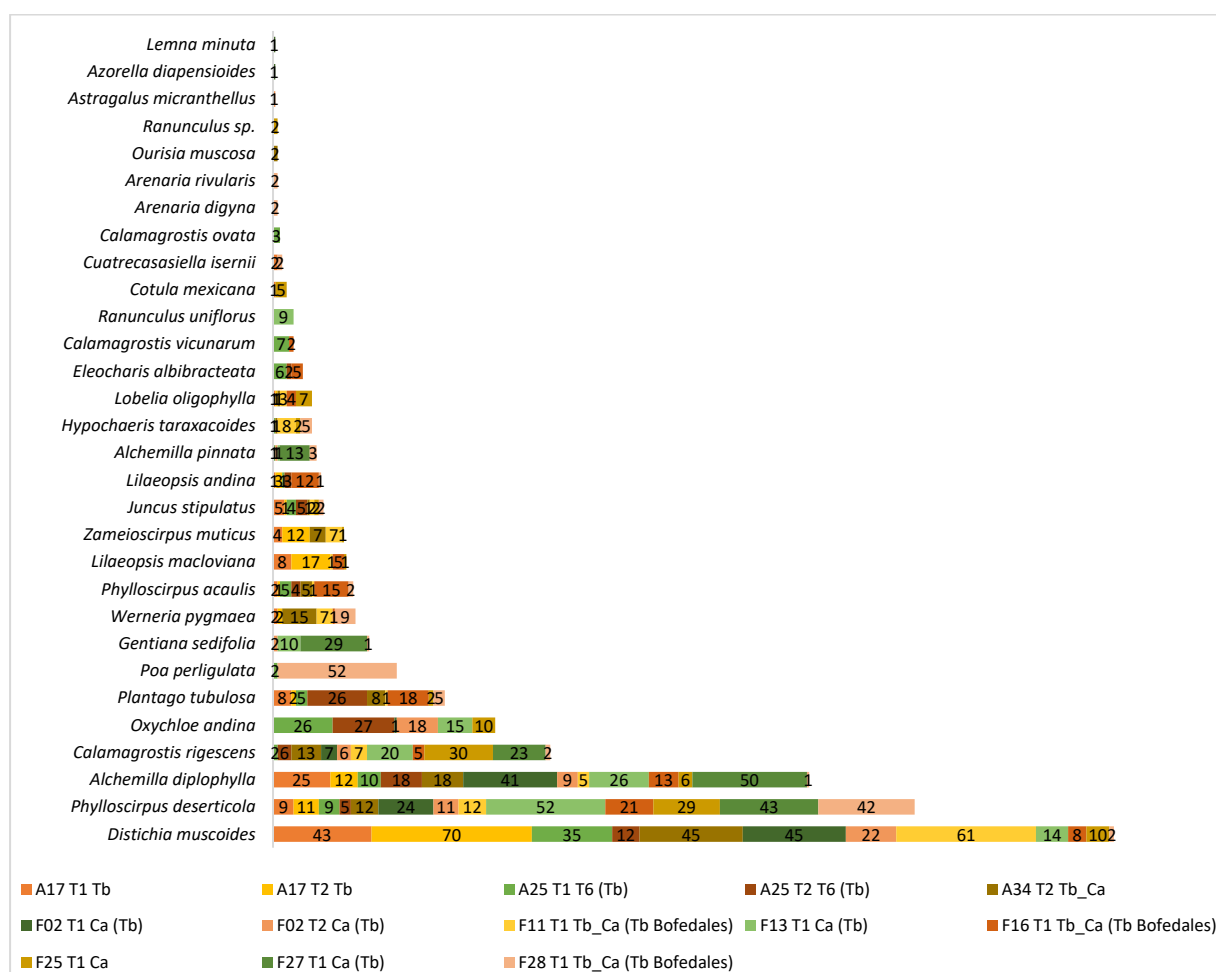


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Distichia muscoides* (367 individuos), *Phylloscirus deserticola* (280 individuos), *Alchemilla diplophylla* (234 individuos), *Calamagrostis rigescens* (121 individuos), *Oxychloe andina* (97 individuos) y *Plantago tubulosa* (75 individuos) son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

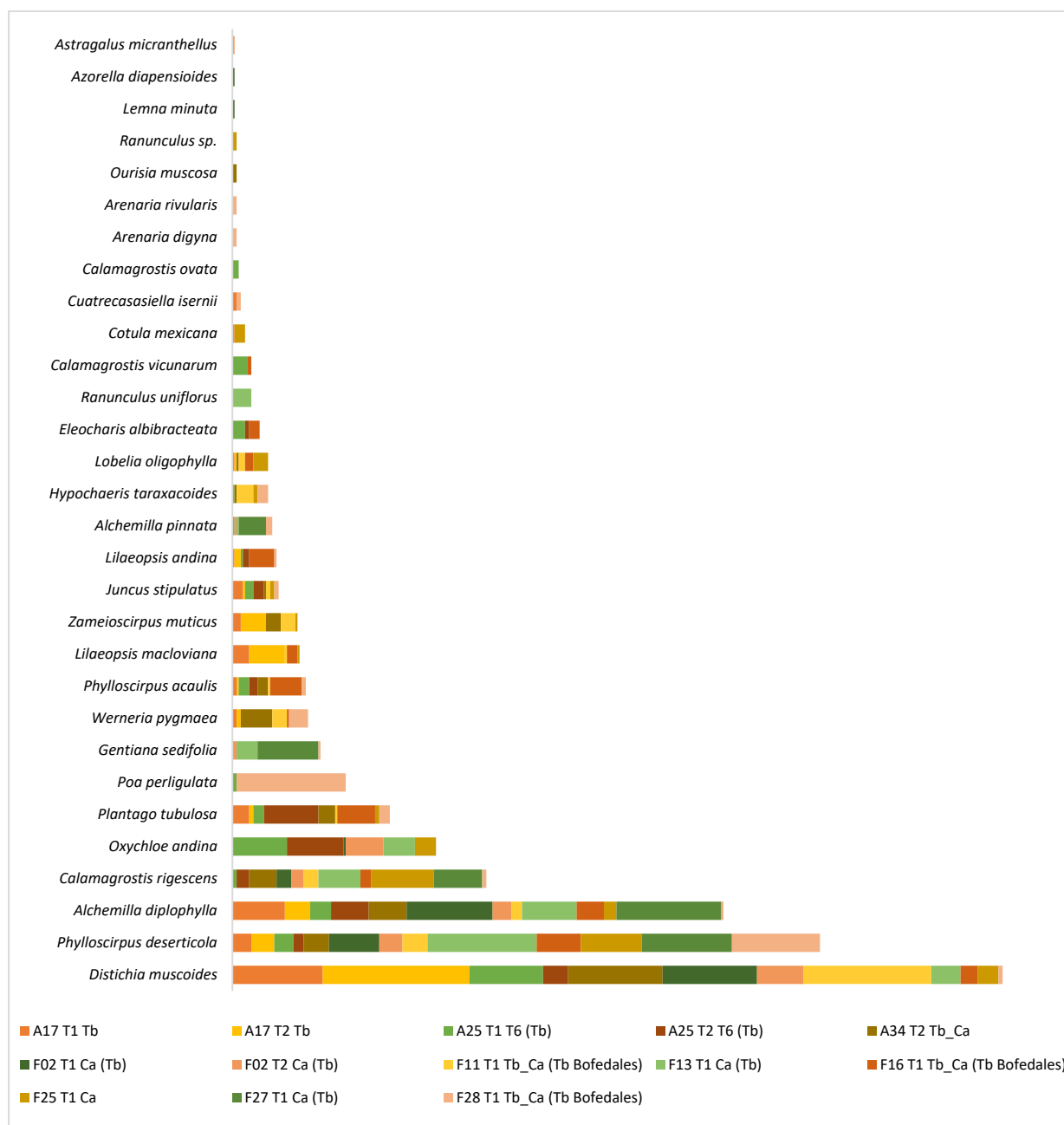
Figura 75. Abundancia relativa de especies formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Distichia muscoides* (23.60%), *Phylloscirus deserticola* (18.01%), *Alchemilla diplophylla* (15.05%) y *Calamagrostis rigescens* (7.78%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 76. Cobertura relativa formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo se evaluaron 13 estaciones, de las cuales F16_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales) tiene los índices más altos en Shannon y Simpson; en tanto que la estación F28_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales) tiene el valor más alto de acuerdo con el índice de Pielou. Siendo estas estaciones las de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 20. Índices de diversidad de formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en temporada seca 2021.

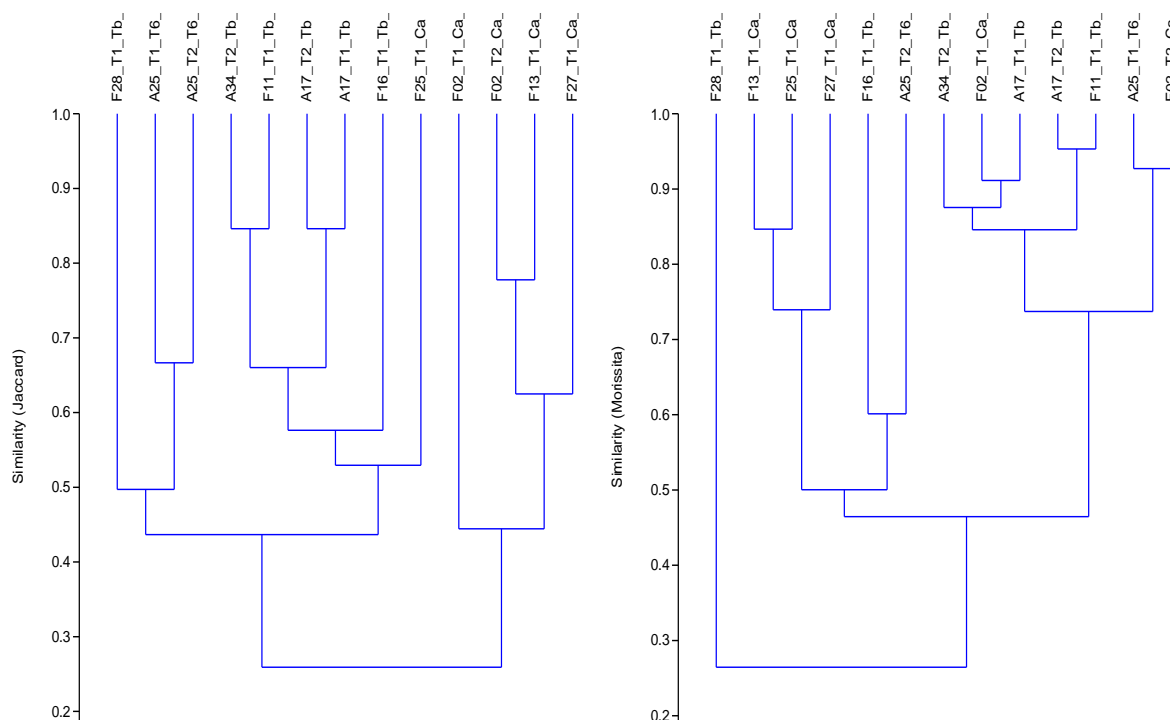
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17_T1_Tb	13	111	1.89	0.7777	2.548
A17_T2_Tb	11	132	1.567	0.6776	2.048
A25_T1_T6_(Tb)	15	117	2.164	0.8354	2.94
A25_T2_T6_(Tb)	10	108	1.973	0.8296	1.922
A34_T2_Tb_Ca	12	128	1.986	0.8149	2.267
F02_T1_Ca_(Tb)	7	120	1.342	0.699	1.253
F02_T2_Ca_(Tb)	8	70	1.701	0.7853	1.648
F11_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales)	12	115	1.694	0.6887	2.318
F13_T1_Ca_(Tb)	8	147	1.79	0.7972	1.403
F16_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales)	12	109	2.238	0.8769	2.345
F25_T1_Ca	13	107	2.021	0.8193	2.568
F27_T1_Ca_(Tb)	5	158	1.515	0.7641	0.7901
F28_T1_Tb_Ca_(Tb_Bofedales)	16	133	1.798	0.7377	3.067

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.9.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 50%. Mientras que las demás estaciones evaluadas se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 77. Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo

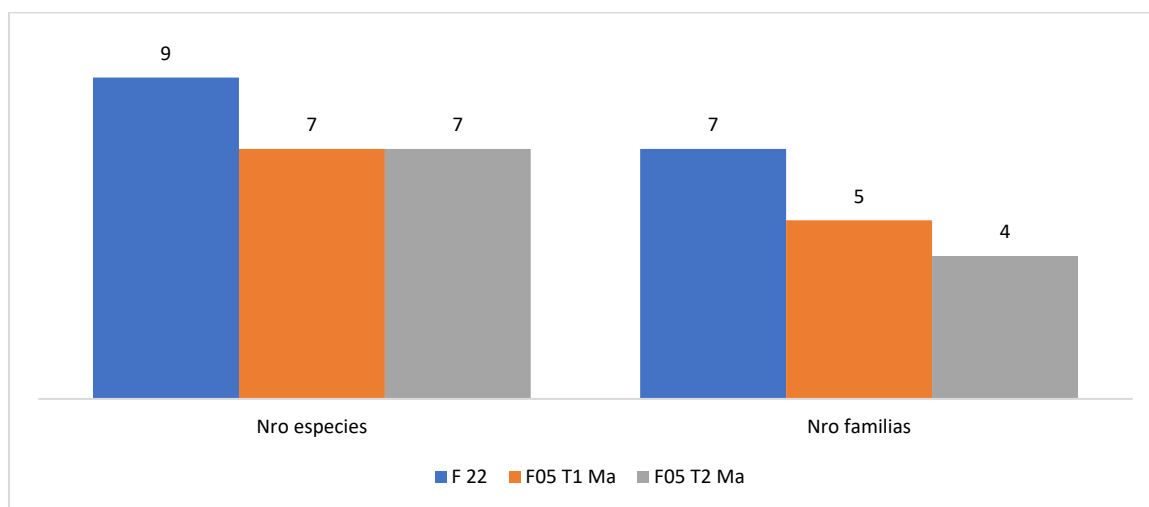


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10. MATORRAL ANDINO CON AFLORAMIENTO ROCOSO

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado 03 estaciones, reportándose 11 especies y 07 familias, siendo la F22 la estación con mayor número de especies y familias reportadas. Todas las especies reportadas pertenecen a la división Angyospermae.

Figura 78. Número de especies y familias en matorral andino con afloramiento rocoso, temporada seca 2021.



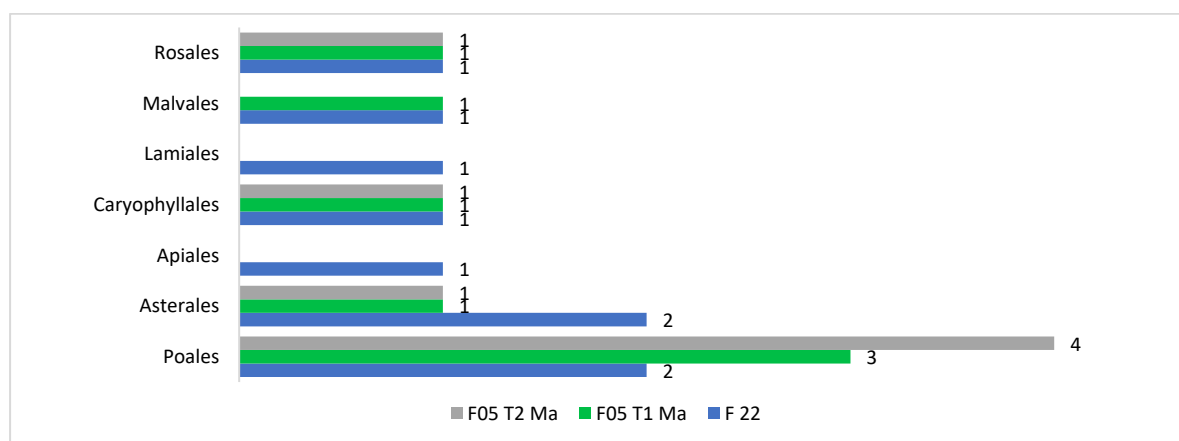
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (4 especies) y Asterales (2 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

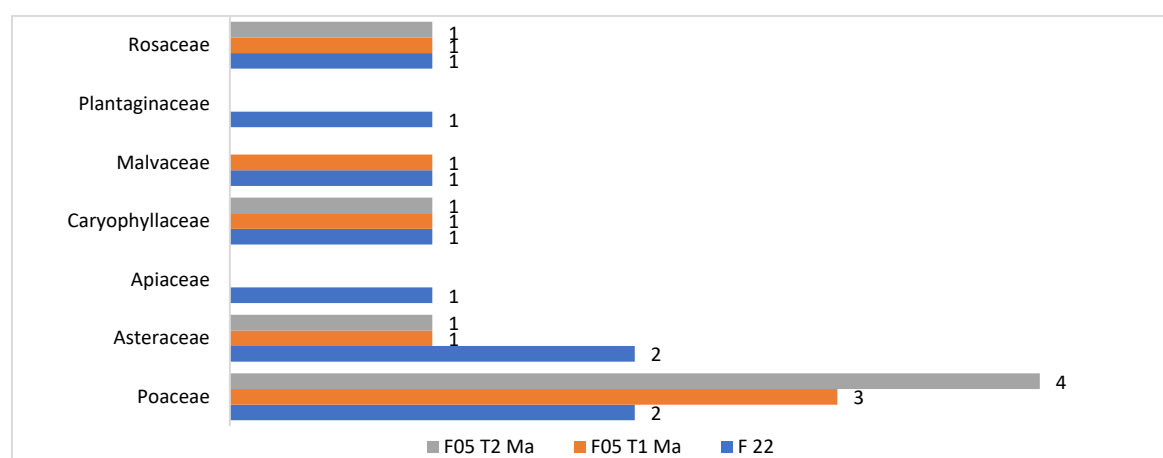
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (4 especies) y Asteraceae (2 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 79. Composición de flora a nivel de orden taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 80. Composición de flora a nivel de familia taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.

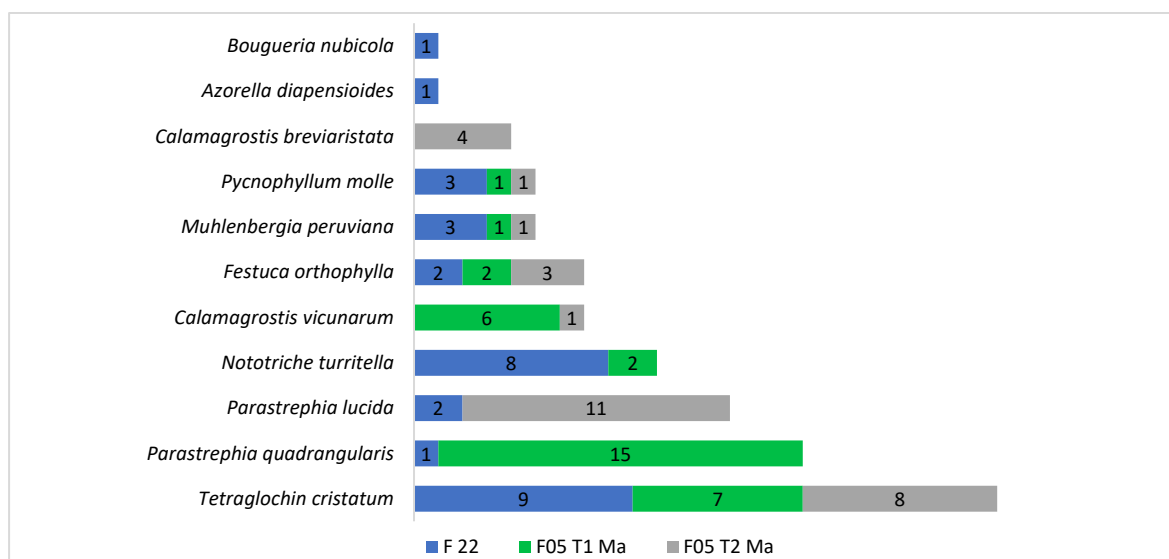


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Tetraglochin cristatum* (24 individuos), *Parastrephia quadrangularis* (16 individuos), *Parastrephia lucida* (13 individuos) y *Nototriche turritella* (10 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

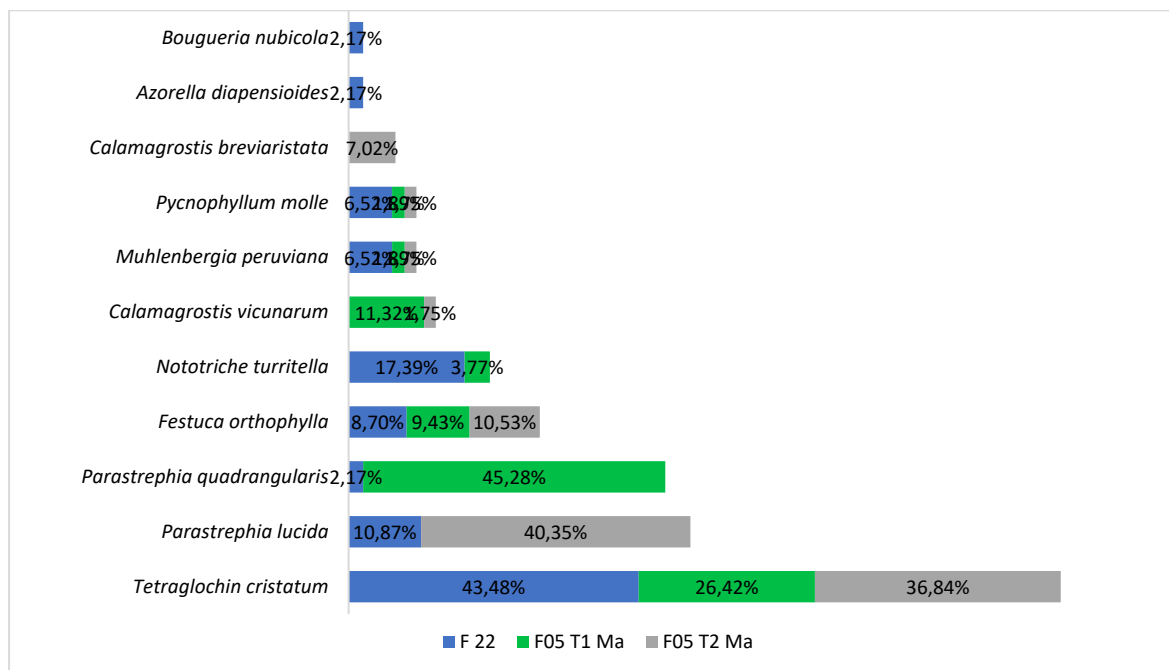
Figura 81. Abundancia relativa de especies matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Tetraglochin cristatum* (35.26%), *Parastrephia lucida* (17.95%), *Parastrephia quadrangularis* (16.03%) y *Festuca orthophylla* (9.62%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 82. Cobertura relativa matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación matorral andino con afloramiento rocoso se evaluaron tres (03) estaciones, de las cuales F22 tiene los índices más altos en Shannon, Simpson y Pielou, siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 21. Índices de diversidad de matorral andino con afloramiento rocoso en temporada seca 2021.

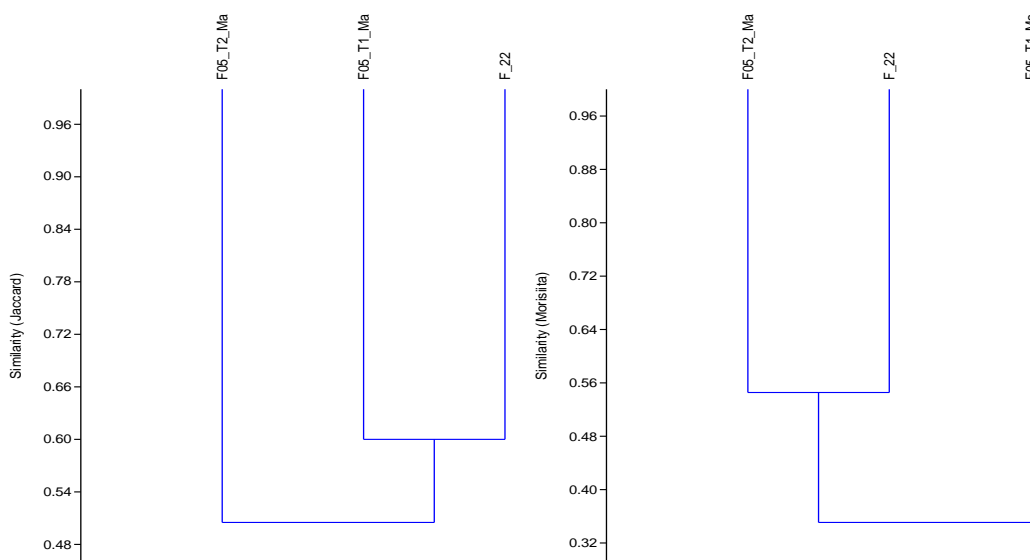
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F_22	9	30	1.875	0.8067	2.352
F05_T1_Ma	7	34	1.533	0.7232	1.701
F05_T2_Ma	7	29	1.579	0.7467	1.782

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.10.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 50%.

Figura 83. Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso

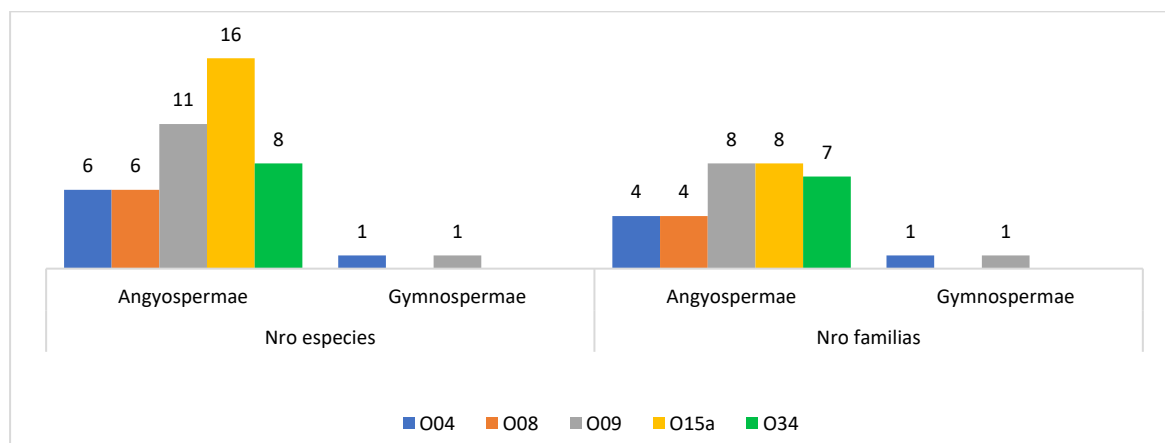


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11. MATORRAL

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado cinco (05) estaciones, reportándose diecisiete (17) especies y nueve (09) familias, siendo la O15a la estación con mayor número de especies registradas y la estación O09 la estación con mayor número de familias reportadas.

Figura 84. Número de especies y familias en matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

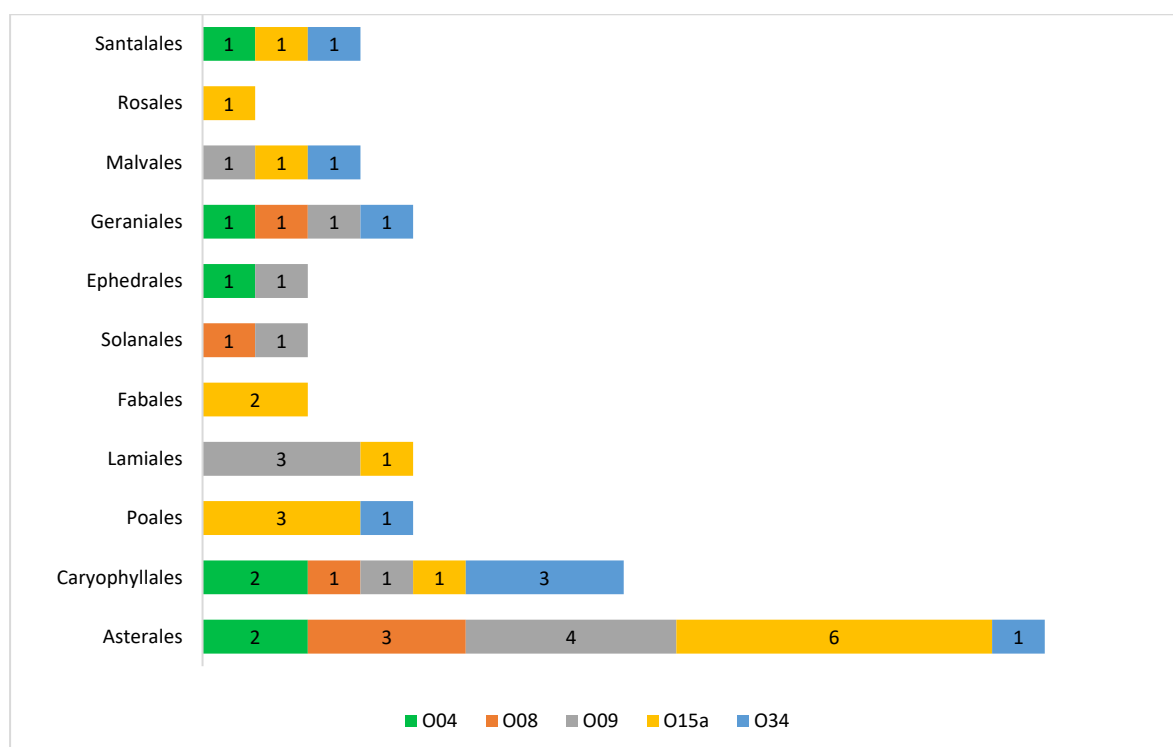
5.1.5.11.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Asterales (10 especies), Caryophyllales (4 especies), Poales (4 especies) y Lamiales (3 especies) son los órdenes más

representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

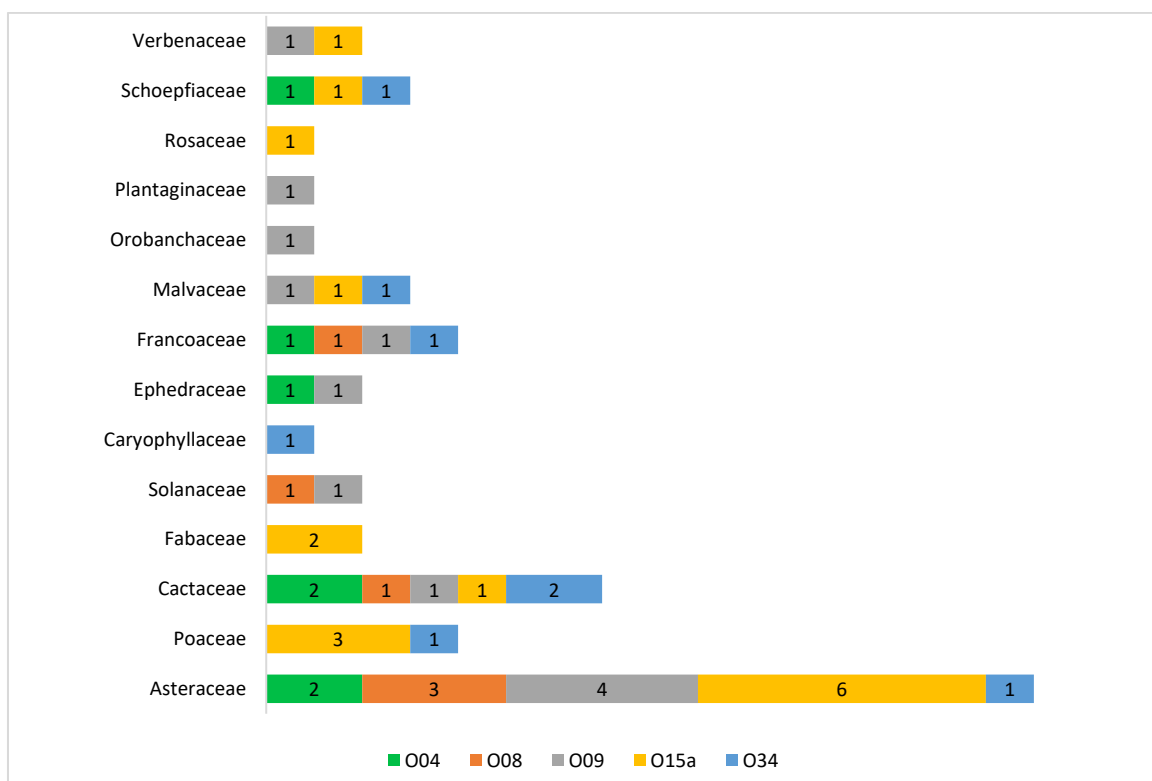
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae (10 especies), Poaceae (4 especies) y Cactaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 85. Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 86. Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral en temporada seca 2021.

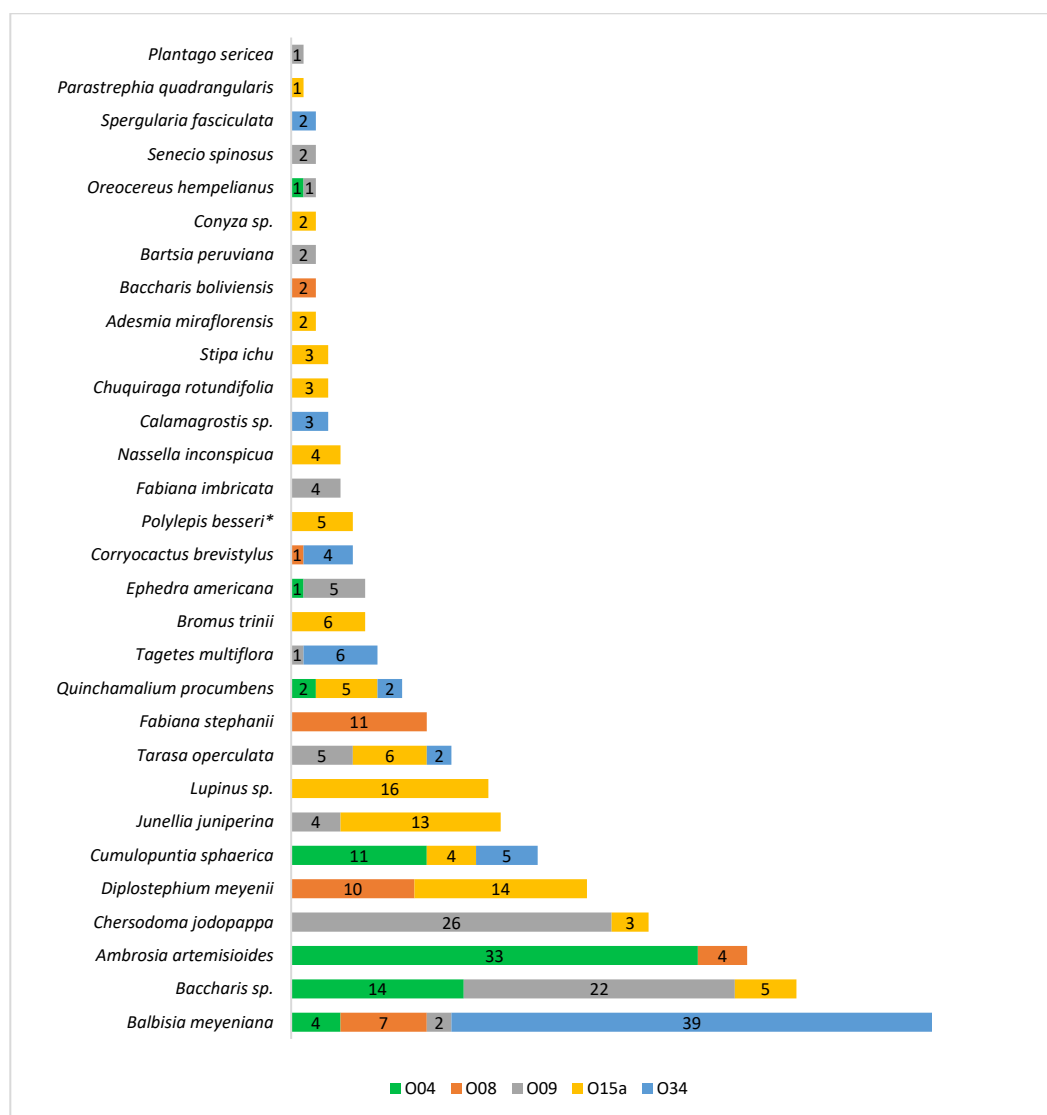


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Balbisia meyeniana* (52 individuos), *Baccharis sp.* (41 individuos), *Ambrosia artemisioides* (37 individuos), *Chersodoma jodopappa* (29 individuos), *Diplostephium meyenii* (24 individuos) y *Cumulopuntia sphaerica* (20 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

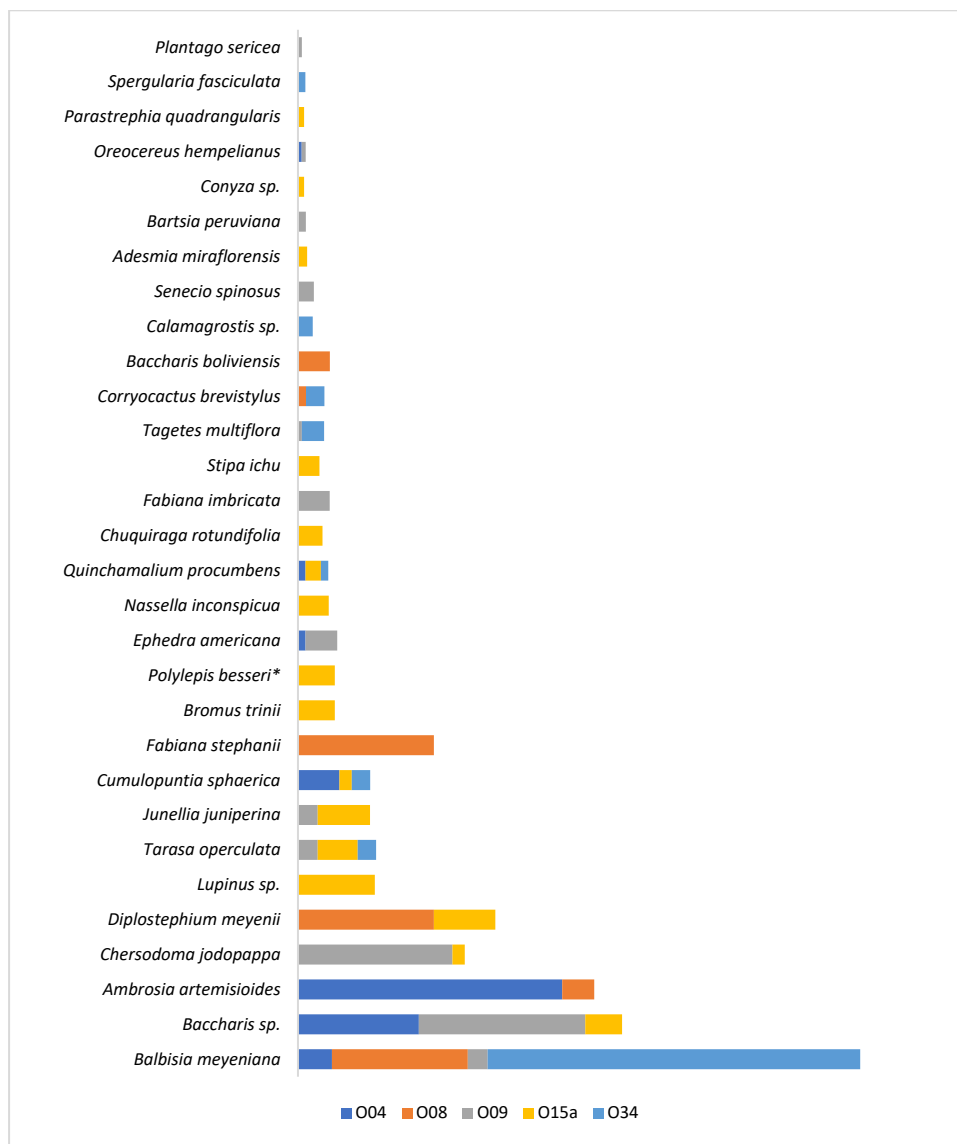
Figura 87. Abundancia relativa de especies en matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Balbisia meyeniana* (22.22%), *Baccharis sp.* (14.48%) y *Ambrosia artemisioides* (12.46%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 88. Cobertura relativa en matorral en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación matorral se evaluaron seis (06) estaciones, de las cuales O15a tiene los índices más altos en Shannon, Simpson y Pielou, siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 22. Índices de diversidad de matorral en temporada seca 2021.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O04	7	66	1.377	0.6722	1.432
O08	6	35	1.557	0.7624	1.406
O09	12	75	1.863	0.7765	2.548

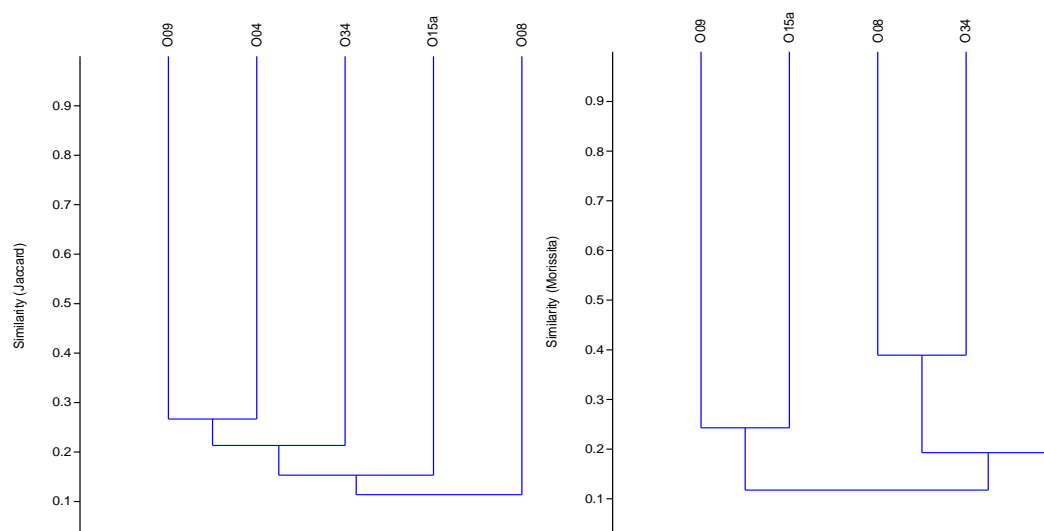
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O15a	16	92	2.521	0.9012	3.317
O34	8	63	1.37	0.5921	1.69

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.11.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 20%. Lo que denota una baja similitud entre las estaciones evaluadas.

Figura 89. Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral

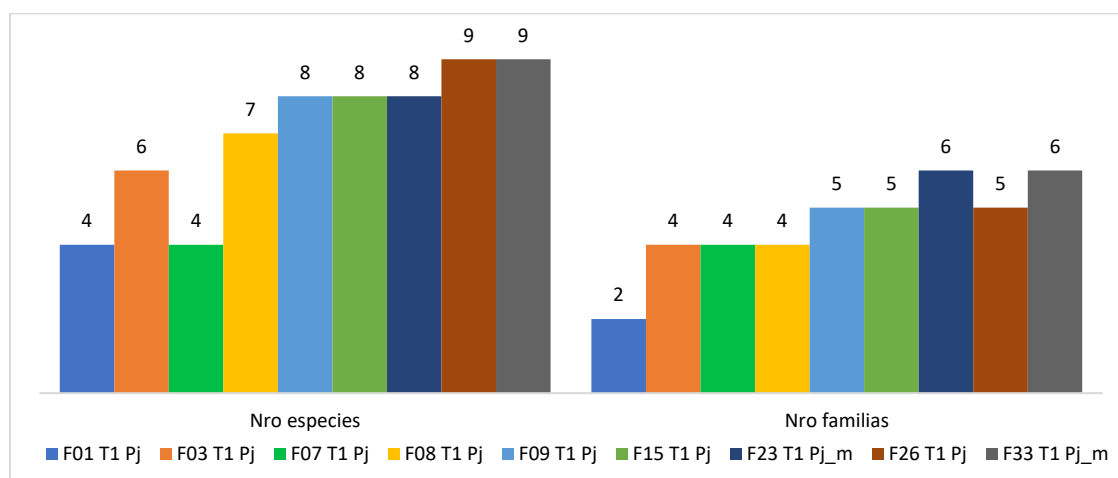


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12. PAJONAL DE PUNA SECA

Se observa que en esta unidad de vegetación se han evaluado nueve (09) estaciones, reportándose veintiún (21) especies y diez (10) familias, siendo la F33 T1 Pj_m la estación con mayor número de especies registradas y la estación F23 T1 Pj_m la estación con mayor número de familias reportadas.

Figura 90. Número de especies y familias en pajonal de puna seca en temporada seca 2021.



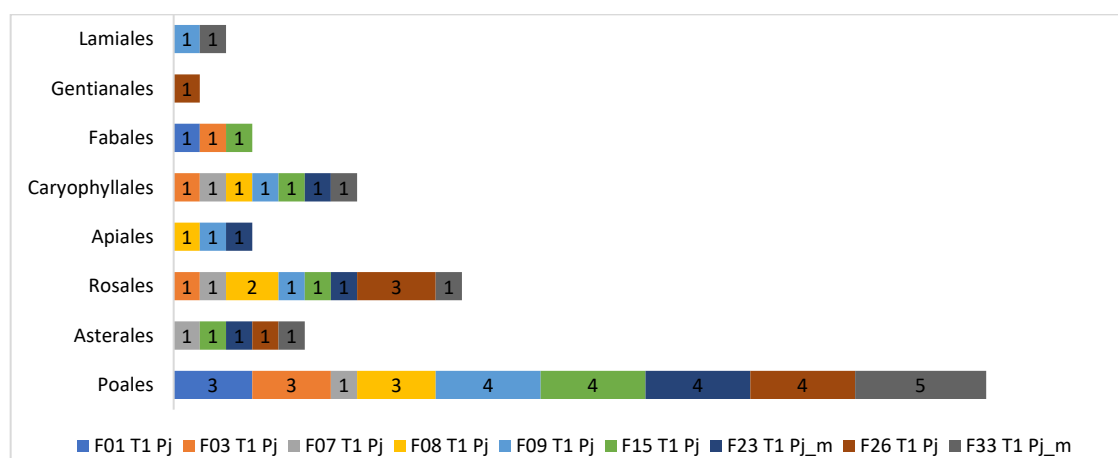
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies en las unidades de vegetación son también característicos de la temporada y de la zona de evaluación. Se observa que Poales (9 especies), Asterales (4 especies) y Rosales (3 especies) son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

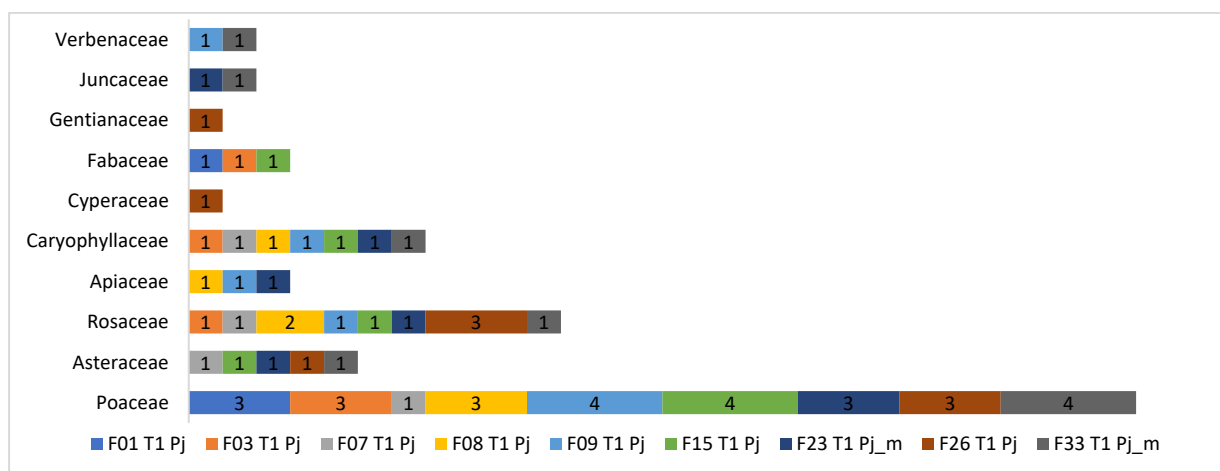
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae (7 especies), Asteraceae (4 especies) y Rosaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 91. Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal de puna seca en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 92. Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal de puna seca en temporada seca 2021.

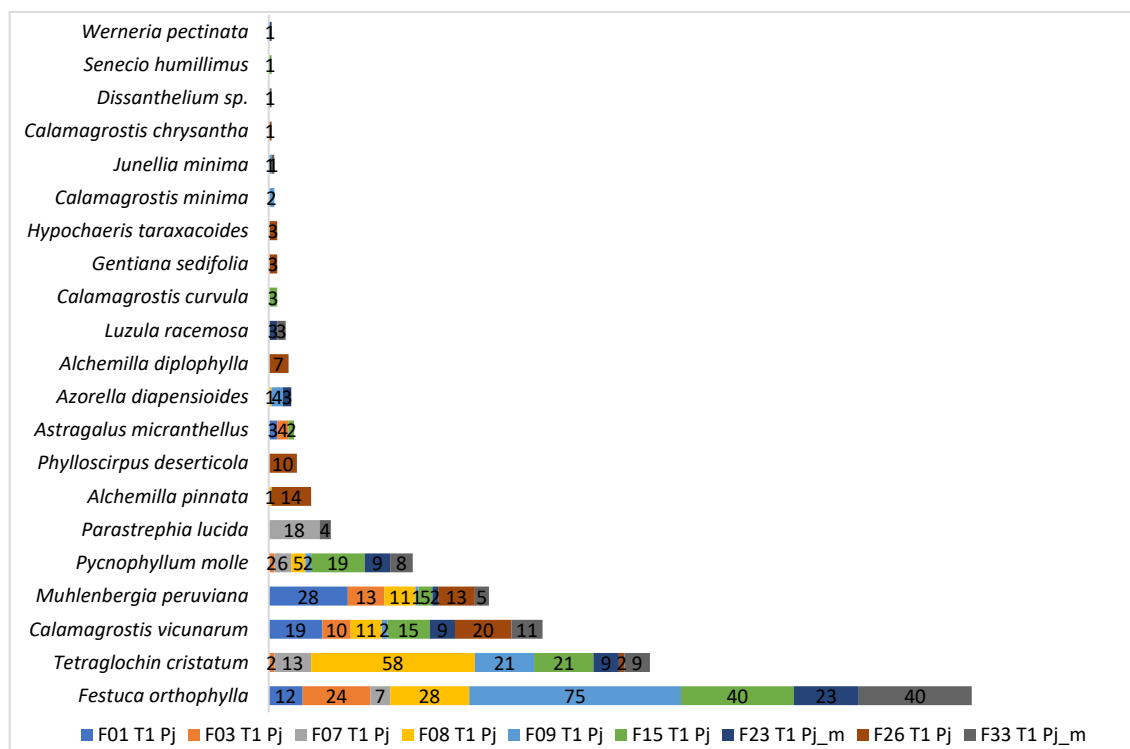


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (249 individuos), *Tetraglochin cristatum* (135 individuos), *Calamagrostis vicunarum* (97 individuos), *Muhlenbergia peruviana* (78 individuos) y *Pycnophyllum molle* (51 individuos), son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

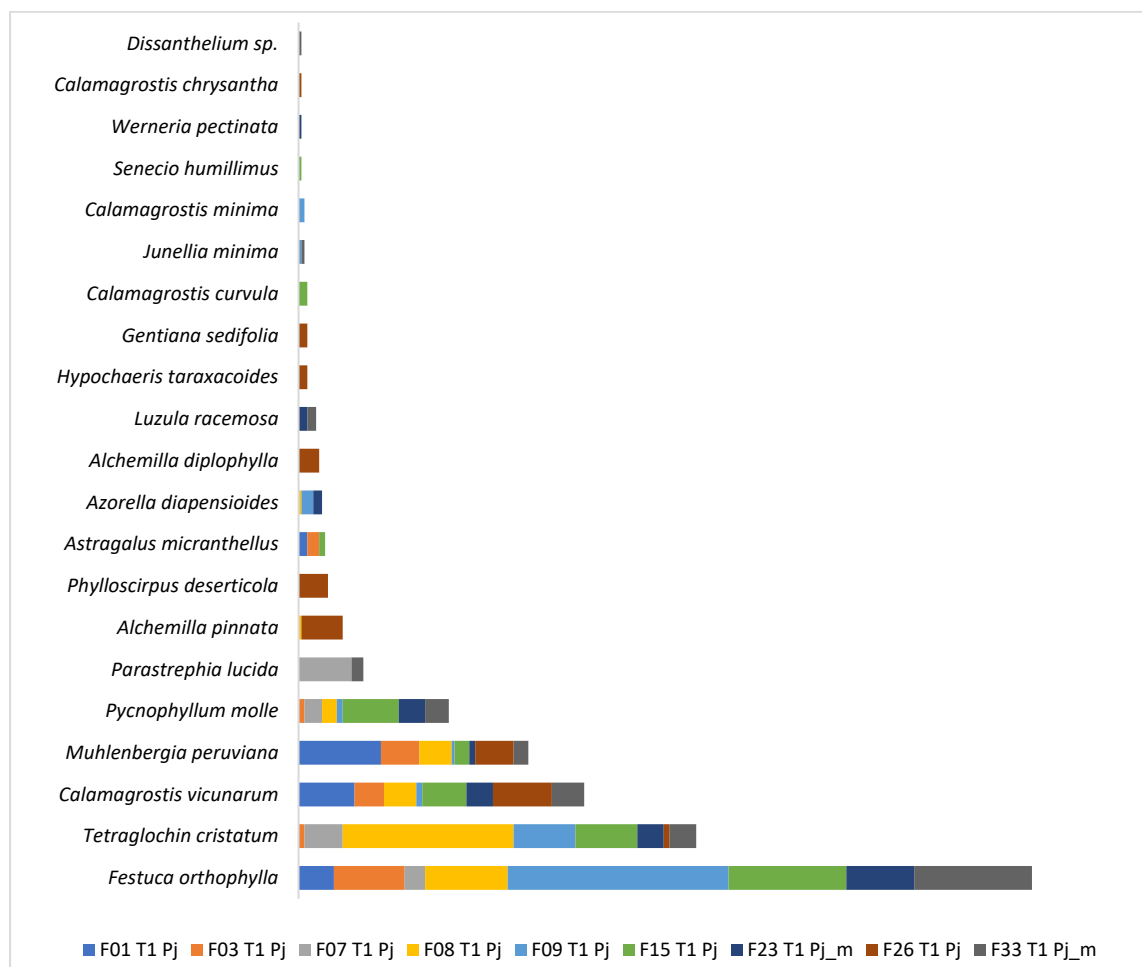
Figura 93. Abundancia relativa de especies pajonal de puna seca en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* (35.37%), *Tetraglochin cristatum* (19.18%), *Calamagrostis vicunarum* (13.78%) y *Muhlenbergia peruviana* (11.08%) son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación, mientras que a nivel de las estaciones evaluadas son las especies que se distribuyen mayormente, teniendo porcentajes significativos.

Figura 94. Cobertura relativa pajonal de puna seca en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación pajonal de puna seca se evaluaron 09 estaciones, de las cuales F26_T1_Pj tiene los índices más altos en Shannon, Simpson y Pielou; siendo esta estación la de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 23. Índices de diversidad de pajonal de puna seca en temporada seca 2021.

Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01_T1_Pj	4	62	1.186	0.6623	0.7269

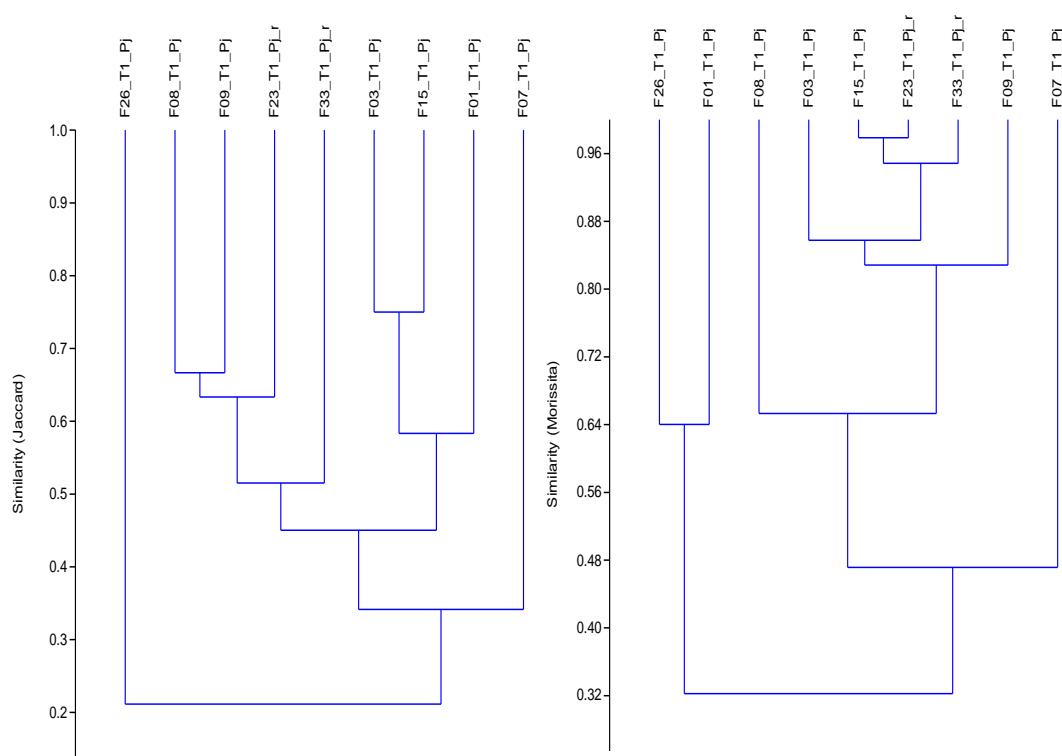
Estación	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F03_T1_Pj	6	55	1.444	0.7127	1.248
F07_T1_Pj	4	44	1.29	0.7014	0.7928
F08_T1_Pj	7	115	1.357	0.666	1.265
F09_T1_Pj	8	108	1.002	0.4774	1.495
F15_T1_Pj	8	106	1.637	0.7627	1.501
F23_T1_Pj_m	8	59	1.714	0.7716	1.717
F26_T1_Pj	9	73	1.896	0.8242	1.865
F33_T1_Pj_m	9	82	1.636	0.7148	1.815

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.5.12.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en pajonal de puna seca las estaciones F23_T1_Pj_m y F15_T1_Pj se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 90%. Mientras que las demás estaciones se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 95. Dendrograma de estaciones evaluadas en pajonal de puna seca



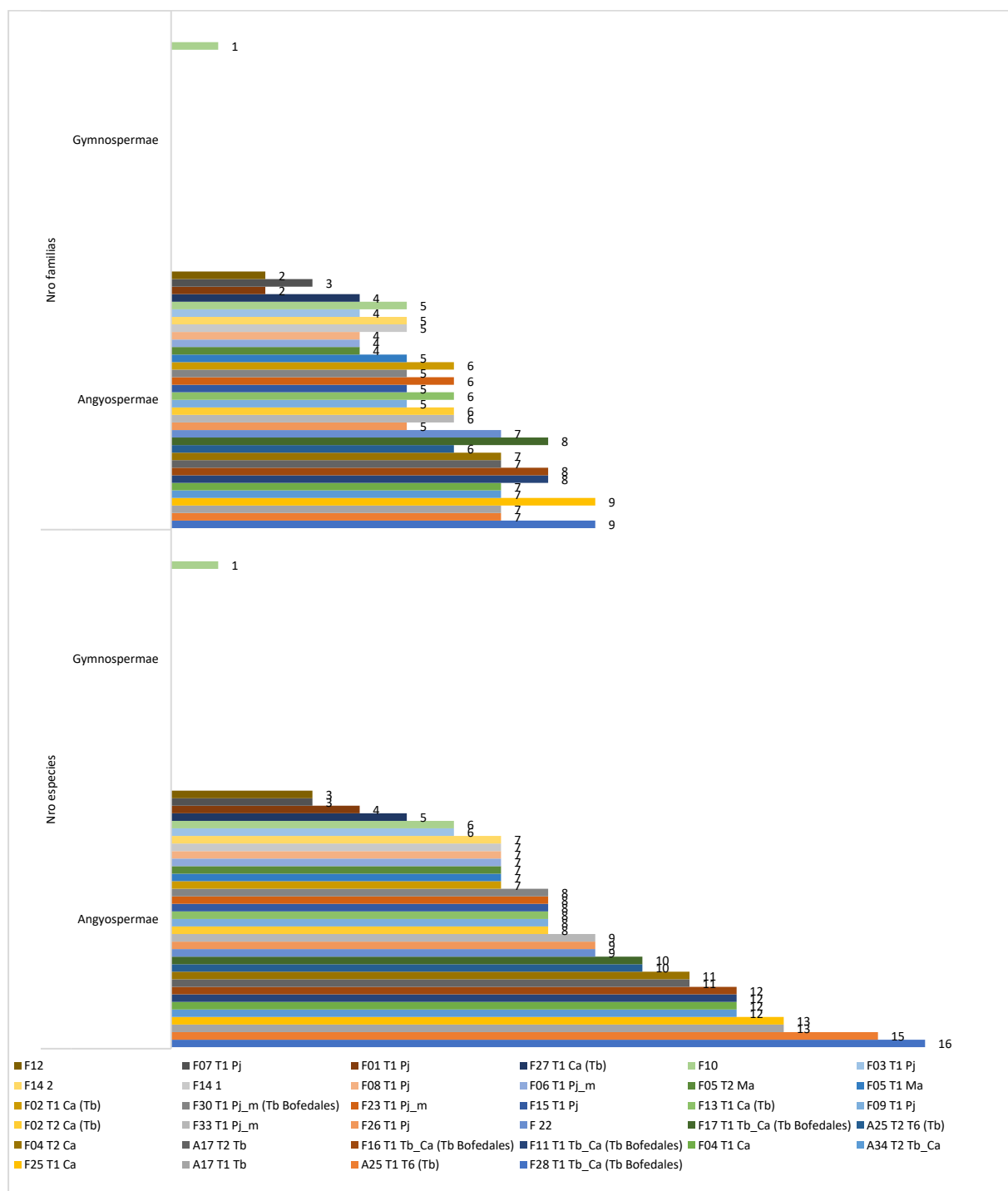
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6. ANÁLISIS COMPARATIVO POR ESTACIONES DE MONITOREO

5.1.6.1. ZONA DE ABASTECIMIENTO

Se observa que se han evaluado treinta y cuatro (34) estaciones, reportándose 50 especies y 16 familias, siendo F28 T1 Tb_Ca (Tb Bofedales) la estación con mayor número de especies y familias.

Figura 96. Número de especies y familias en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.1.1. DIVERSIDAD

De las 34 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2021, se identificó que la estación F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta el mayor número de individuos registrados, la estación F26-T1-Pj presenta el mayor número de especies. Por otro lado, en la temporada seca, la estación de monitoreo F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta un mayor número en el índice de Shannon, Simpson y Pielou, lo que refiere que hay mayor diversidad en esta estación.

Cuadro 24. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento en temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.

Estación de monitoreo	Época Húmeda 2021					Época Seca 2021				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	13	145	1.704	0.748	0.6645	13	13	2.565	0.9231	4.678
F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	13	158	1.818	0.7766	0.7087	11	11	2.398	0.9091	4.17
F04-T1-Ca	25	150	2.578	0.876	0.8008	15	15	2.708	0.9333	5.17
F04-T2-Ca	22	166	2.555	0.9016	0.8267	10	10	2.303	0.9	3.909
F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18	173	2.499	0.9002	0.8647	12	12	2.485	0.9167	4.427
A34-T2-Tb_Ca	6	83	1.43	0.7107	0.798	4	4	1.386	0.75	2.164
F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	16	141	1.942	0.7862	0.7006	7	7	1.946	0.8571	3.083
F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	12	120	1.599	0.6935	0.6435	8	8	2.079	0.875	3.366
A25-T1-T6 (Tb)	4	75	1.24	0.6741	0.8945	6	6	1.792	0.8333	2.791
A25-T2-T6 (Tb)	11	116	1.766	0.7875	0.7365	12	12	2.485	0.9167	4.427
F02-T1-Ca (Tb)	12	124	1.66	0.7339	0.6681	12	12	2.485	0.9167	4.427

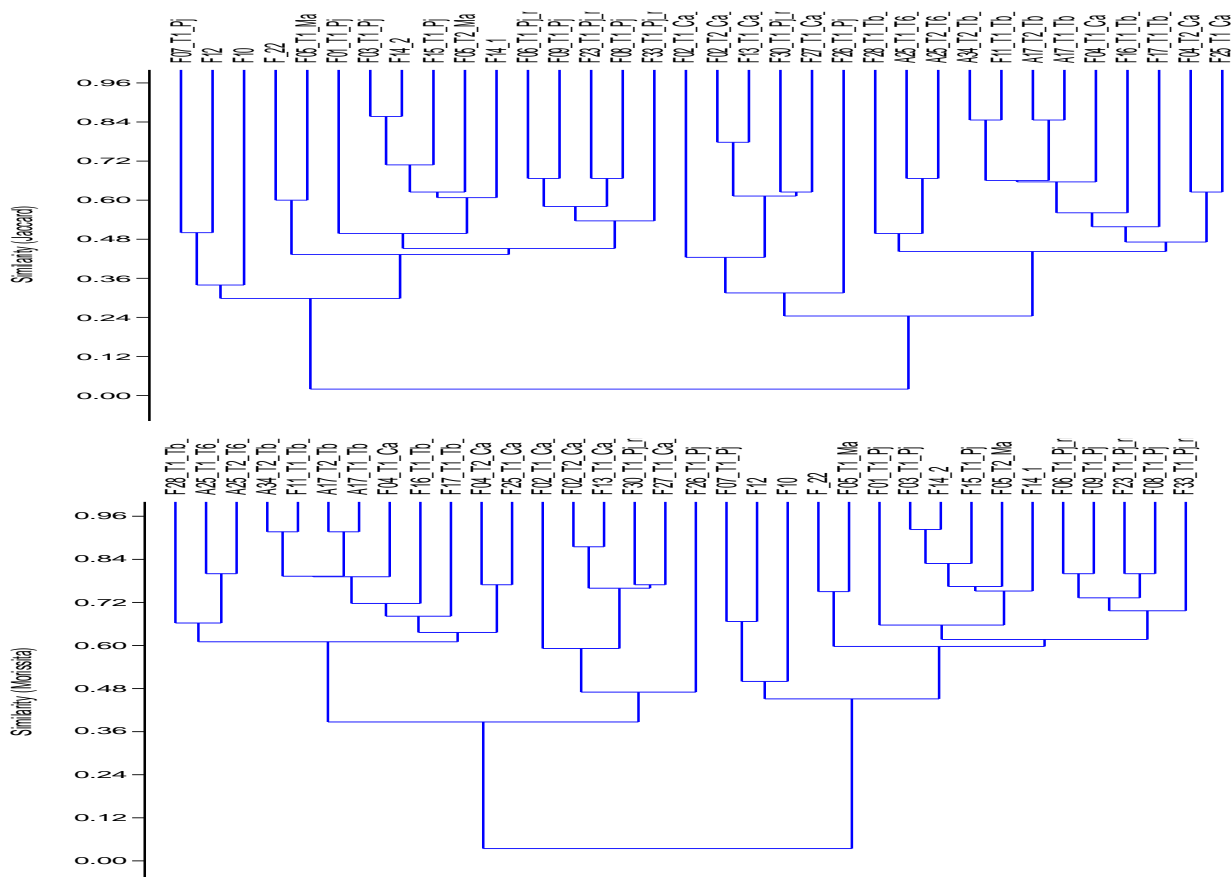
Estación de monitoreo	Época Húmeda 2021					Época Seca 2021				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
F02-T2-Ca (Tb)	17	63	2.285	0.8501	0.8065	7	7	1.946	0.8571	3.083
F25-T1-CA	7	99	1.774	0.8152	0.9116	7	7	1.946	0.8571	3.083
F27-T1-Ca (Tb)	9	79	1.776	0.796	0.8083	7	7	1.946	0.8571	3.083
F13-T1-Ca (Tb)	8	39	1.648	0.7548	0.7923	3	3	1.099	0.6667	1.82
A17-T1-Tb	22	84	2.175	0.8016	0.7037	7	7	1.946	0.8571	3.083
A17-T2-Tb	10	81	1.765	0.777	0.7665	8	8	2.079	0.875	3.366
F-22	11	113	1.671	0.7313	0.6969	7	7	1.946	0.8571	3.083
F05-T1-Ma	18	160	2.141	0.809	0.7408	12	12	2.485	0.9167	4.427
F05-T2-Ma	10	40	1.394	0.5837	0.6052	3	3	1.099	0.6667	1.82
F01-T1-Pj	11	102	1.807	0.7793	0.7537	8	8	2.079	0.875	3.366
F23-T1-Pj_m	11	47	1.839	0.7741	0.7669	7	7	1.946	0.8571	3.083
F33-T1-Pj_m	15	49	1.847	0.6955	0.6819	7	7	1.946	0.8571	3.083
F08-T1-Pj	16	85	2.219	0.8482	0.8002	8	8	2.079	0.875	3.366
F26-T1-Pj	13	137	2.107	0.852	0.8214	12	12	2.485	0.9167	4.427
F15-T1-Pj	24	174	2.301	0.8433	0.724	11	11	2.398	0.9091	4.17
F03-T1-Pj	19	44	2.57	0.8936	0.8727	9	9	2.197	0.8889	3.641
F09-T1-Pj	19	89	2.281	0.8504	0.7748	8	8	2.079	0.875	3.366
F07-T1-Pj	11	76	2.146	0.8639	0.895	14	14	2.639	0.9286	4.926
F14-1	27	132	2.382	0.8423	0.7227	9	9	2.197	0.8889	3.641
F14-2	13	149	2.144	0.8617	0.8358	5	5	1.609	0.8	2.485
F12-	17	151	2.43	0.8893	0.8575	16	16	2.773	0.9375	5.41
F06-T1-Pj_m	13	138	1.929	0.7912	0.7519	8	8	2.079	0.875	3.366
F10-	19	90	2.386	0.8765	0.8103	9	9	2.197	0.8889	3.641

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.1.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento presentan una similitud mayormente en el 20%.

Figura 97. Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.

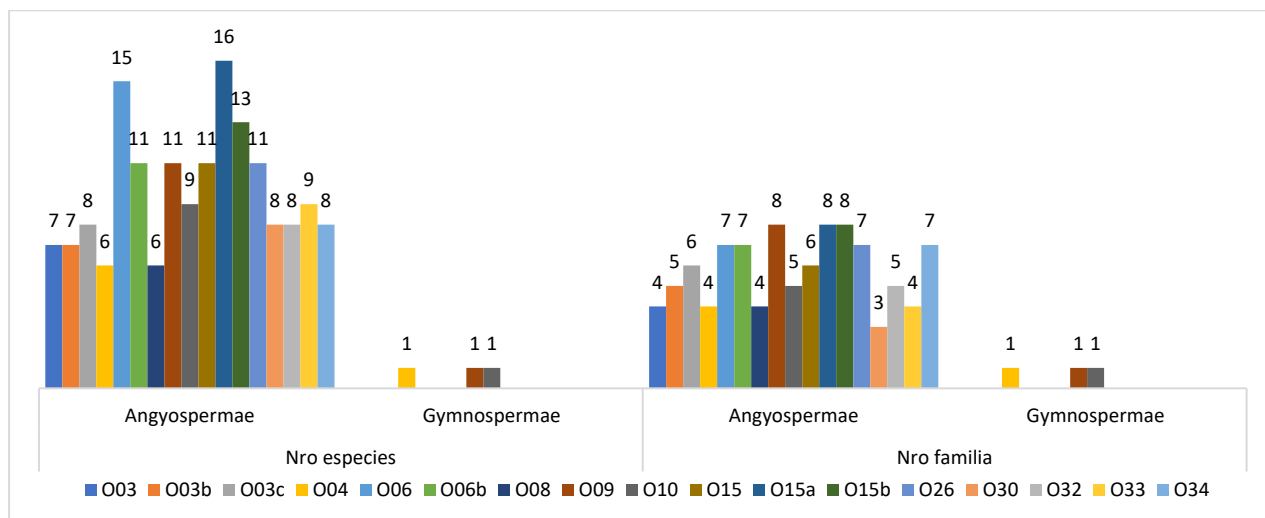


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2. ZONA DE OPERACIONES

Se observa que se han evaluado diecisiete (17) estaciones, reportándose cuarenta y cinco (45) especies y diecisiete (17) familias, siendo O08 la estación con mayor número de especies y familias.

Figura 98. Número de especies y familias en zona de operaciones en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2.1. DIVERSIDAD

De las 17 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de operaciones en la temporada húmeda y seca 2021, se identificó que la estación O15a presenta el mayor número de especies, con mayor índice de Shannon, Simpson y Pielou. Siendo esta estación una de una alta riqueza de especies, a pesar de la temporada.

Cuadro 25. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones en temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021.

Estación de monitoreo	Época Húmeda 2021					Época Seca 2021				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
O03	10	101	1.764	0.7723	0.7662	7	7	1.946	0.8571	3.083
O03b	12	79	2.067	0.847	0.8318	7	7	1.946	0.8571	3.083
O03c	10	145	1.75	0.7631	0.7601	9	9	2.197	0.8889	3.641
O04	10	79	1.48	0.7037	0.6426	7	7	1.946	0.8571	3.083
O06	17	160	2.503	0.8983	0.8834	15	15	2.708	0.9333	5.17
O08	24	60	2.829	0.9217	0.8903	6	7	1.748	0.8163	2.569
O09	17	121	2.395	0.8774	0.8452	12	12	2.485	0.9167	4.427
O10	10	102	1.497	0.694	0.6501	10	10	2.303	0.9	3.909
O15	22	206	2.405	0.8659	0.778	11	11	2.398	0.9091	4.17
O15a	26	146	2.411	0.8643	0.74	16	16	2.773	0.9375	5.41
O15b	18	184	2.366	0.8794	0.8187	13	13	2.565	0.9231	4.678
O26	15	162	2.295	0.8809	0.8476	11	11	2.398	0.9091	4.17
O30	21	99	1.981	0.7632	0.6508	8	12	2.023	0.8611	2.817

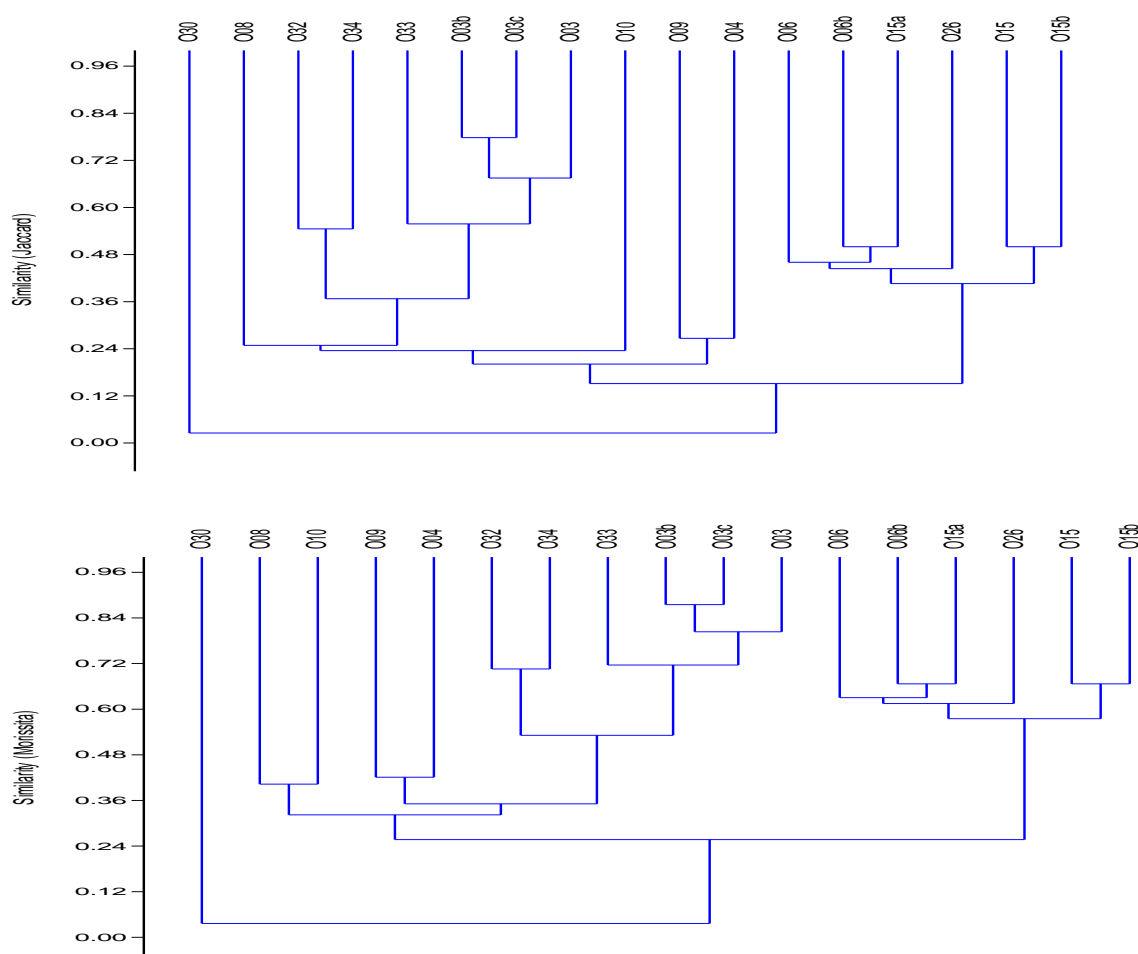
Estación de monitoreo	Época Húmeda 2021					Época Seca 2021				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
O32	11	68	1.505	0.6929	0.6277	9	9	2.197	0.8889	3.641
O33	8	171	1.506	0.7355	0.7244	10	10	2.303	0.9	3.909
O34	19	57	2.001	0.719	0.6797	8	8	2.079	0.875	3.366
O6b	20	175	2.332	0.8328	0.7786	11	11	2.398	0.9091	4.17

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.6.2.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento presentan una similitud mayormente en el 24%.

Figura 99. Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.7. ESPECIES DE IMPORTANCIA

En el área de evaluación se identificaron veinte y dos (22) especies de importancia para el ambiente, según las normativas correspondiente (nacional e internacional); de las cuales trece (13) se encuentran categorizadas bajo la normativa nacional (D.S. N°043-2006-AG),

Teniendo en cuenta que en la temporada húmeda se identificaron once (11) especies de importancia biológica, bajo las condiciones climáticas, en la temporada seca 2021 se pudo observar en su mayoría el estado fenológico vegetativo.

Cabe señalar que el número de hallazgos ha incrementado en comparación con lo reportado en la temporada húmeda 2021.

Cuadro 26. Listado de especies de flora categorizadas por la normativa nacional e internacional en el área de monitoreo en temporada seca 2021.

Nro	Especie	DS 043-2006-AG	IUCN (2021-2)	CITES (2021)
1	<i>Azorella diapensioides</i>	Vu	LC	
2	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Vu	LC	
3	<i>Corryocactus brevistylus</i>	Vu	LC	Apéndice II
4	<i>Ephedra americana</i>	NT	LC	
5	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	Vu	LC	Apéndice II
6	<i>Baccharis genistelloides</i>	NT		
7	<i>Polylepis rugulosa</i>	Vu	VU	
8	<i>Chuquiraga spinosa</i>	NT	LC	
9	<i>Azorella compacta</i>	Vu	LC	
10	<i>Ephedra rupestris</i>	CR	LC	
11	<i>Ephedra americana</i>	NT	LC	
12	<i>Polylepis besseri*</i>	VU		
13	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	NT	LC	
14	<i>Oreocereus leucotrichus</i>		LC	Apéndice II
15	<i>Cumulopuntia boliviana</i>		LC	Apéndice II
16	<i>Ephedra rupestris</i>		LC	
17	<i>Pycnophyllum molle</i>		LC	
18	<i>Lemna minuta</i>		LC	
19	<i>Parastrephia quadrangularis</i>		LC	
20	<i>Oreocereus hempelianus</i>		LC	Apéndice II
21	<i>Myrosmodes sp.</i>			Apéndice II
22	<i>Corryocactus aureus</i>			Apéndice II

Leyenda: Decreto Supremo 043-2006-AG. CR: en peligro crítico; EN: En Peligro; VU: vulnerable, NT: Casi Amenazado. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN); LC: Preocupación menor. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en sus Apéndices I, II y III.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Especies endémicas

En la zona de evaluación se identificaron dos (02) especies endémicas, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 27. Listado de especies de flora categorizadas por endémicas en el área de monitoreo temporada seca 2021.

N°	Especie	Nombre común	Endemismo
1	<i>Corryocactus brevistylus</i>	-	End
2	<i>Calceolaria inamoena</i>	-	End

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se recomienda considerar estas especies en las futuras evaluaciones de monitoreo, que permita tener un escenario del estado de estas especies en las áreas monitoreadas.

Especies potenciales de uso local

En la zona de monitoreo en la temporada seca no se identificaron especies de uso local.

5.1.8. ANÁLISIS COMPARATIVO ESTACIONAL

Del análisis comparativo estacional para el año 2021, se puede evidenciar que la temporada húmeda presentó una mayor riqueza de especies con una diferencia en treinta y ocho (38) especies, esto se debe a que la temporada húmeda presenta mejores condiciones ambientales. Cabe señalar que las especies consideradas en esta comparación incluyen los registros cualitativos y registros oportunos realizados en el área de evaluación, razón por la cual los valores mostrados pueden llegar a diferir de los reportes de la temporada húmeda.

Cuadro 28. Distribución de familias y géneros por orden referente en temporada seca 2021 y temporada húmeda 2021.

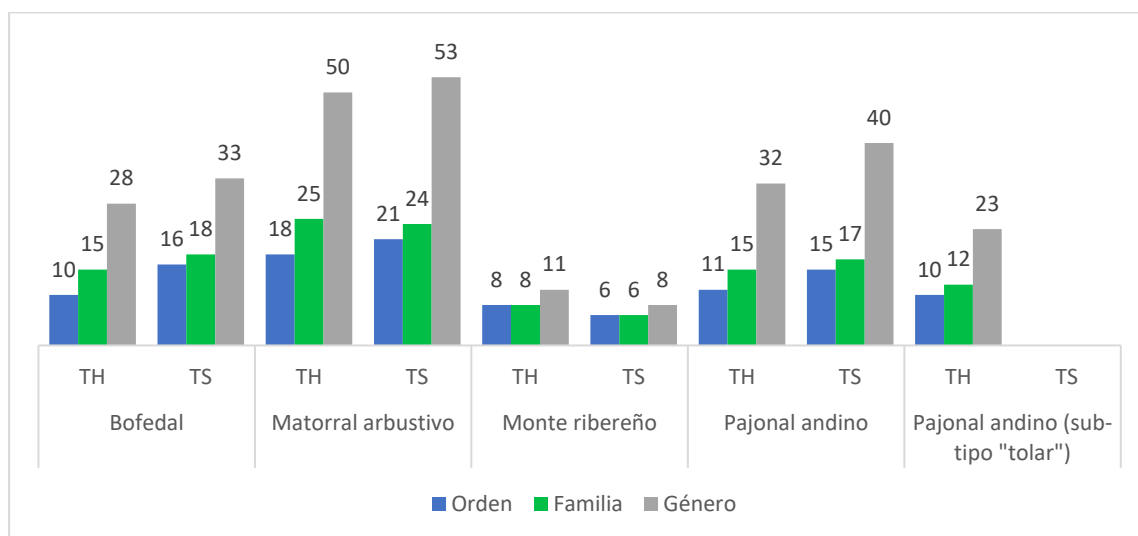
Orden	Especie		Género		Familia	
	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021
Alismatales	1	1	1	1	1	1
Apiales	4	4	2	2	1	1
Asparagales	1	1	1	1	1	1
Asterales	37	51	21	27	2	2
Brassicales	1	1	1	1	1	1
Caryophyllales	10	18	6	11	2	4
Ceratophyllales	1		1		1	
Cornales	1	1	1	1	1	1
Ephedrales	2		1		1	

Orden	Especie		Género		Familia	
	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021
Ericales		1		1		1
Fabales	4	6	3	3	1	1
Gentianales	2	3	3	3	2	3
Geraniales	1	2	1	2	1	3
Gnetales		2		1		1
Lamiales	10	15	5	8	3	4
Liliales	1	1	1	1	1	1
Malvales	3	6	2	2	1	1
Poales	34	41	20	21	4	3
Polypodiales	2	1	2	1	1	1
Ranunculales	2	1	1	1	1	1
Rosales	5	5	3	3	1	1
Salviniales	1	1	1	1	1	1
Santalales	2	2	2	2	2	2
Sapindales		1		1		1
Saxifragales	1	1	1	1	1	1
Solanales	4	2	3	1	1	1
Total	130	168	83	97	32	38

Elaboración: ASILORZA, 2022.

La variación estacional a nivel de cobertura vegetal fue evidente a nivel de géneros reportados, como resultado de las condiciones climáticas del área de evaluación, en la cual se han tenido registros de subtipo tolar solamente en temporada húmeda.

Figura 100. Número de órdenes, familias y especies por cobertura vegetal referente en temporada seca 2021 y temporada húmeda 2021.



Donde: TH: Temporada húmeda 2021, TS: Temporada seca 2021

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.1.9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°9 Y CAMPAÑAS ANTERIORES DURANTE LA TEMPORADA SECA POR ZONA DE ACTIVIDAD.

En los monitoreos, es importante evaluar el comportamiento o evolución temporal de los grupos biológicos (en este caso la flora) para determinar su estado y tendencias, y de ser el caso realizar acciones que optimicen la gestión ambiental en el proyecto.

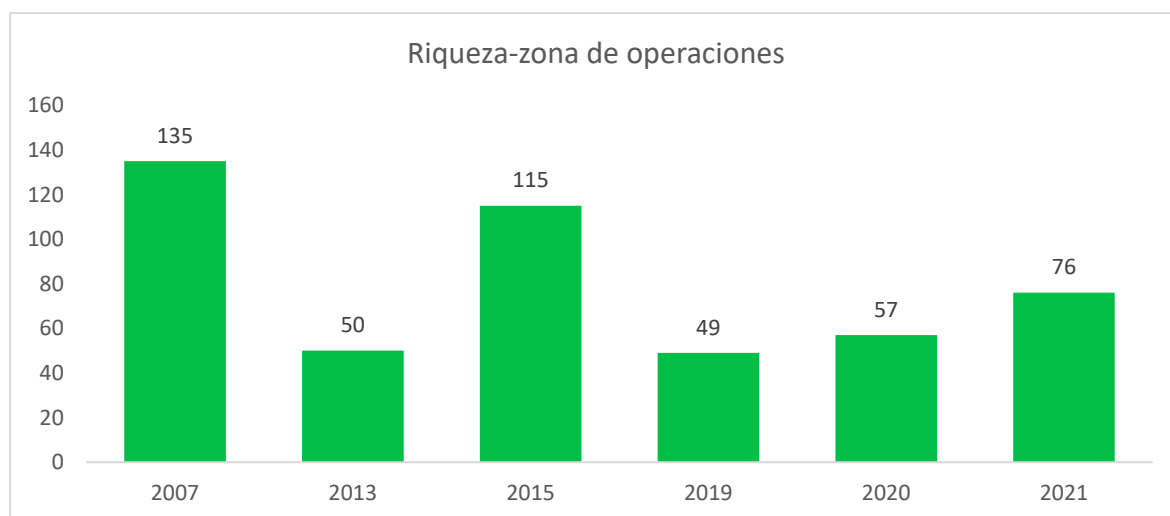
Zona de operaciones

El análisis comparativo de indicadores o parámetros de flora en la Zona de Operaciones se focaliza en la riqueza de especies en la temporada seca; los datos evaluados comprenden información referida a la Línea base ambiental y los monitoreos de la estación seca durante los años 2007, 2013, 2015 y 2019; asimismo, se incluyen los resultados del monitoreo del año 2020 y del 2021. En general se observa variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 49 hasta 135 taxones de flora; el valor más alto se obtuvo durante los estudios de Línea Base del 2007, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019. También se debe mencionar que, en tres años; 2013 (Línea Base), 2019, 2020 y 2021 (monitoreos), la riqueza varió desde 49 a 76 especies, lo que implica cierta estabilidad (exceptuando los años 2007, 2015). La explicación probable de la variabilidad de resultados puede incluir factores como; inventarios con valores altos de riqueza debido a que el muestreo incluyó un fuerte componente de información cualitativa, aplicación de métodos cuantitativos (transectos y puntos de intersección), o incluso pequeñas variaciones en la ubicación de los transectos con un sesgo de evaluación a zonas con mayor densidad de vegetación. No obstante, algunos aspectos adicionales que apoyan cierta estabilidad en la riqueza de la zona, es el hecho de que familias como asteráceas y poáceas siguen siendo representativas, en todos los años.

La comparación a nivel de riqueza se consideró tomando la data de los estudios anteriores, sin embargo, dicha información no es válida para realizar un comparativo de monitoreos ya que se necesita una misma metodología y una misma malla de puntos, características que, si cumplen los años 2019, 2020 y 2021, puesto que en el año 2015 se realizó una malla de puntos mucho mayor para cada zona, y los estudios del 2007 y 2013 corresponden a la información de línea base biológica en la que no se diferencian la malla de puntos.

Tomando en cuenta solo los monitoreos del 2020 y 2021, la riqueza de especies varió ligeramente, registrándose 57 especies en 2020 y 76 especies en el 2021 en la zona de operaciones. Esto posiblemente a que por varios meses de las 2020 y 2021 dichas zonas estuvieron con poca actividad antrópica que limite el crecimiento de las especies locales.

Figura 101. Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de operaciones en la temporada seca desde el año 2007 hasta el 2021.



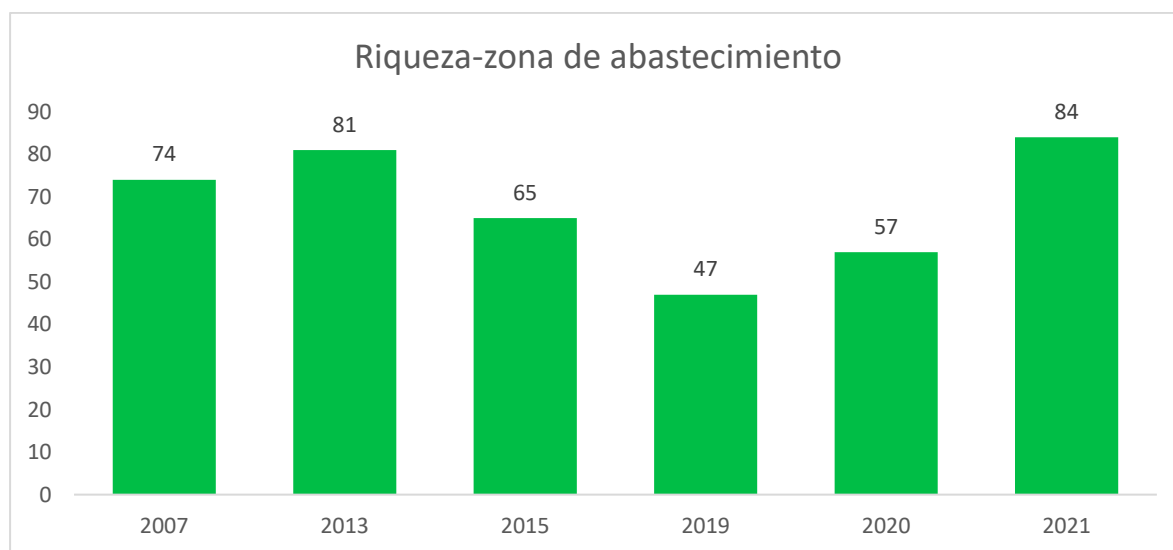
Elaboración: ASILORZA, 2022.

Zona de abastecimiento

El análisis comparativo de riqueza de especies de flora en la Zona de abastecimiento, también se basa en la información referida a la Línea base ambiental y los monitoreos de la estación seca durante los años 2007, 2013, 2015, 2019 (Pronaturaleza, 2016, 2020); asimismo, se incluyen los resultados del monitoreo del año 2020 y 2021 (presente informe). En general se observa menor variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 47 hasta 84 especies; el valor más alto se obtuvo en el monitoreo de la temporada seca del 2021, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019. Es importante mencionar que, en los años correspondientes a los monitoreos; 2015, 2019, 2020, 2021 la riqueza varía desde 65 a 84 especies, lo que implica cierta estabilidad, debido a que los puntos de monitoreo están asociados a cuerpos de agua (turbera de *Distichia*, césped de arroyo) o corresponden a matorrales y pajonales de la puna seca.

Por otro lado, la explicación probable de la variabilidad de resultados puede incluir factores como; inventarios con valores altos de riqueza debido a que el muestreo incluyó la información cualitativa, aplicación de métodos cuantitativos (transectos y puntos de intersección), o incluso pequeñas variaciones en la ubicación de los transectos con un sesgo de evaluación a zonas con mayor densidad de vegetación. Sin embargo, algunos aspectos adicionales que apoyan cierta estabilidad en la riqueza de la zona, es el hecho de que siguen dominando las asteráceas y gramíneas y que por ejemplo *D. muscoides* se encuentre entre las especies más abundantes durante los años 2019 y 2020 (Pronaturaleza, 2020).

Figura 102. Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de abastecimiento en la temporada seca desde el año 2007 hasta el 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2. FAUNA

5.2.1. AVES

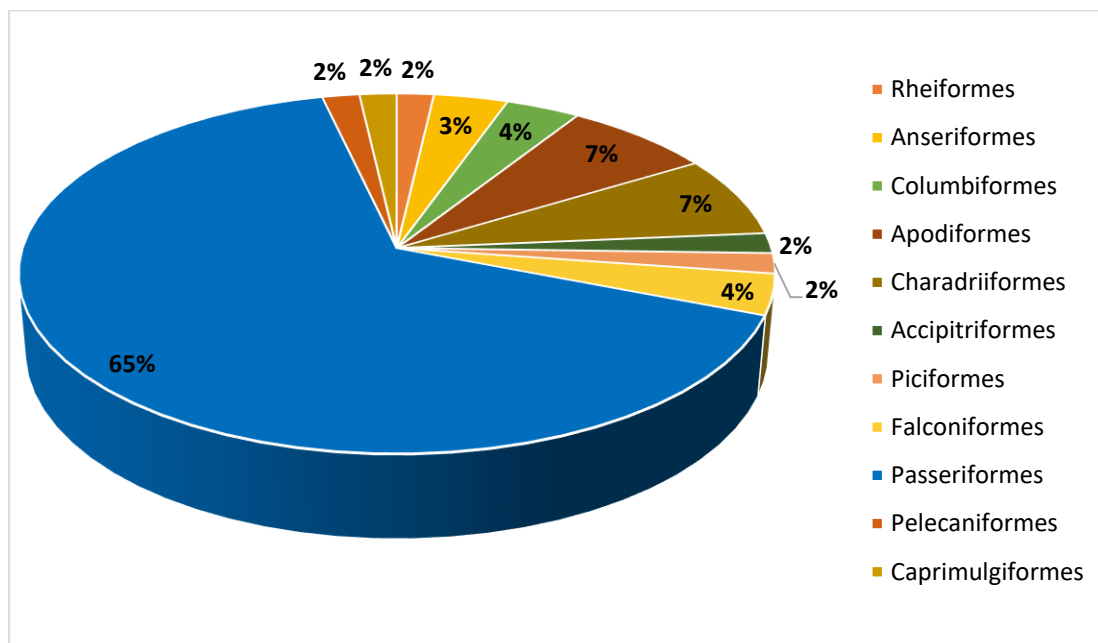
5.2.1.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.1.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para determinar la composición de especies se considera los registros de las estaciones de monitoreo obtenidos a través de los métodos cuantitativos (conteo de puntos y censos) y cualitativos (redes de neblinas y registros oportunistas).

Durante temporada seca 2021, se registró un total de cincuenta y cinco (55) especies distribuidas en once (11) órdenes y diecinueve (19) familias en toda el área del proyecto. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con 36 especies (65 % de riqueza total), seguido de los órdenes Apodiformes y Charadriiformes con cuatro (4) especies (7 %), el orden Anseriformes, Columbiformes y Falconiformes con dos (2) cada uno (4 % respectivamente), mientras los órdenes Rheiformes, Pelecaniformes, Caprimulgiformes y Piciformes registraron una (1) especie cada uno (2 % respectivamente). Es importante mencionar que los Passeriformes comprenden el 57.76 % de todas las aves registradas en el Perú, por lo que representa el orden más abundante dentro de esta clase, registrando para el Perú 1 068 especies entre residentes y migratorias (Remsen *et al.* 2020).

Figura 103. Composición total de aves por orden taxonómico en temporada seca 2021

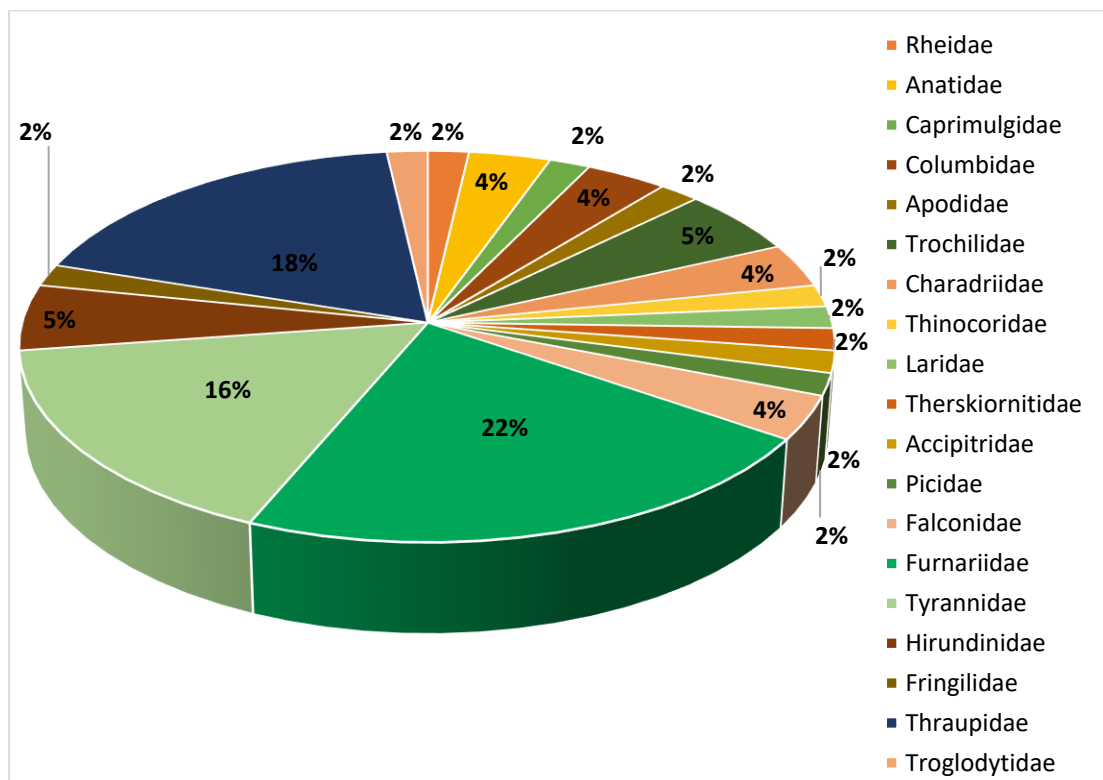


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Asimismo, es importante señalar que se registraron una (1) especie mediante el método cualitativo registros oportunitas, *Systellura longirostris* “Chotacabras de ala bandeada” perteneciente a la familia Caprimulgidae y orden Caprimulgiformes.

A nivel de familias taxonómicas, Furnariidae presentó la mayor riqueza con doce (12) especies representando el 22 % del total de especies respectivamente, seguido de Thraupidae con diez (10) especies que corresponden al 18 % respectivamente, le sigue la familia Tyrannidae con nueve (9) especies que equivale al 16 % de la riqueza total respectivamente, en tanto las familias Hirundinidae y Trochilidae registraron tres (3) especies cada una (5 % respectivamente) y finalmente que las 14 familias restantes registraron dos (02) y una (1) especie cada una representando el 4 y 2 % respectivamente (Figura 104). Las tres familias que presentaron mayor riqueza de especies (Furnariidae, Thraupidae, y Tyrannidae) pertenecen al orden Passeriformes, uno de los órdenes más diversos en el grupo de aves, que se caracterizan por tener diferentes estilos de vida, comportamiento variable, y encontrarse en todo el Perú (Schulenberg *et al.*, 2010).

Figura 104. Composición total de aves por familia taxonómica en temporada seca 2021

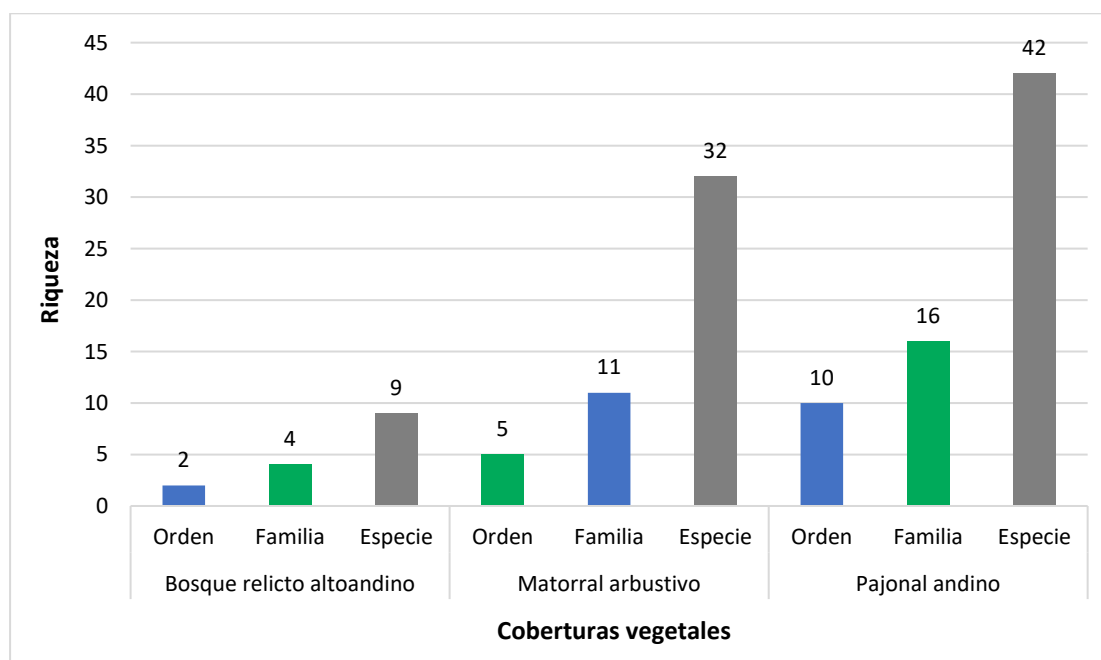


Elaboración: ASILORZA, 2022.

En el área del proyecto se presentaron tres (3) coberturas vegetales: Bosque relicto altoandino, Matorral arbustivo y Pajonal andino. A nivel de riqueza por coberturas vegetales, el Pajonal andino obtuvo la mayor riqueza del área con cuarenta y dos (42) especies distribuidas en dieciséis (16) familias y diez (10) órdenes, seguido del Matorral arbustivo con treinta y dos (32) especies distribuidas en once (11) familias y cinco (5) órdenes y el Bosque relicto altoandino con nueve (9) especies pertenecientes a cuatro (4) familias y dos (2) órdenes.

El resultado coincide con la riqueza de especies de los grupos familiares más representativos, donde las especies de las familias Thraupidae y Furnariidae se caracterizan por encontrarse en hábitats abiertos y arbustivos donde buscan su alimento (principalmente semillas y artrópodos en el suelo) (Schulenberg *et al.*, 2010).

Figura 105. Número de especies, familias y órdenes por cobertura vegetal en temporada seca 2021



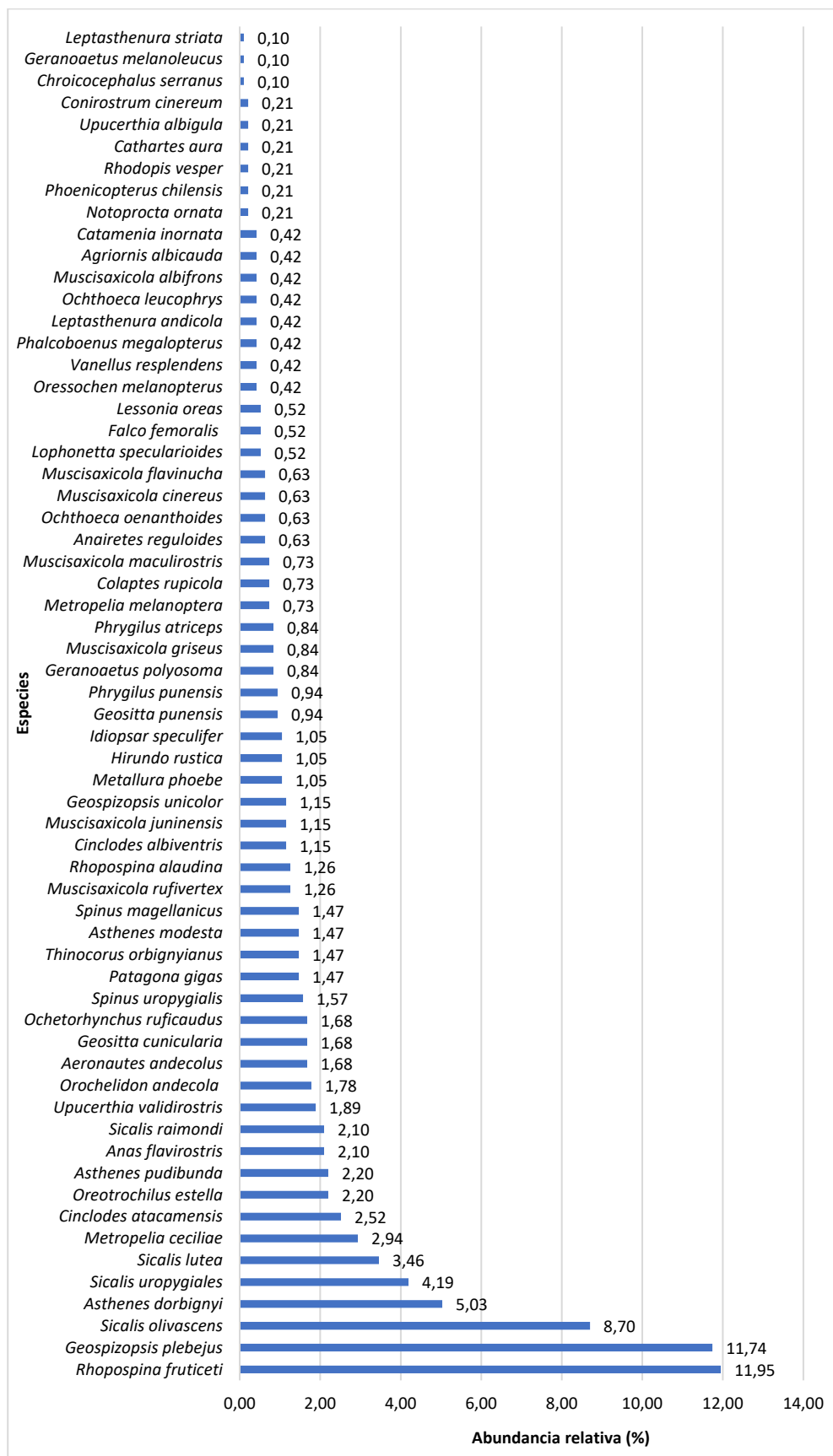
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.2. ABUNDANCIA

Para el análisis de abundancia se empleó la información obtenida del método cuantitativo, conteo de puntos realizado en cada estación de monitoreo.

En toda el área del proyecto se registraron setecientos cincuenta y tres (753) individuos. Las especies más abundantes fueron el “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* con noventa y cinco (95) individuos (12.62 %), seguido del “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con noventa y uno (91) individuos (12.08 %) y el “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con ochenta (80) individuos (10.62 %), en menor proporción se encontraron las demás especies con registros que van desde un (1) individuo (0.13 %) hasta los cuarenta y cinco (45) individuos (5.98 %).

Figura 106. Abundancia relativa de aves en el área del proyecto en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

El “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* es común en Matorral arbustivo montanos secos en la vertiente occidental de los Andes a elevaciones que oscilan entre los 2 300 – 4 200 m. Se distribuye por el sur de Perú, oeste de Bolivia, Chile, Argentina y es ocasionalmente registrada en Brasil y Uruguay.

El “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* es común y está muy extendido en la vertiente occidental de los Andes en elevaciones que oscilan entre 2 400 - 4 700 m. Su hábitat incluye bosques secos subtropicales, Matorral arbustivos y pastizales de Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú (Bird Life International, 2012).

El “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens*” es común y ampliamente distribuido en los Andes en elevaciones que oscilan entre los 1 650 – 4 200 m. Pudiendo ser observado en Matorral arbustivo montano, en campos agrícolas y en pasturas, en donde buscan su alimento principalmente en el suelo (Schulenberg *et al.*, 2010).

5.2.1.1.3. DIVERSIDAD

En cuanto al análisis de diversidad para la temporada seca 2021 en toda el área del proyecto, esta presentó una diversidad alta ($H' = 3.25$ bits/ind.; $1-D = 0.90$ probits/ind). Dicha característica prevaleció para las tres (3) coberturas vegetales, con una ligera diferencia para la cobertura Bosque Relicto altoandino, debido a la menor riqueza de especies y abundancia obtenida para dicha cobertura vegetal (9 especies; 35 individuos).

En general para la temporada seca 2021, las coberturas vegetales obtuvieron valores de diversidad medios los cuales oscilaron entre 1.95 bits/ind (Bosque relicto altoandino) y 3.23 bits/ind (Pajonal andino), esto a partir de que según el índice de Shannon-Wiener los valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies.

En el Cuadro 29 se presentan los índices de diversidad para cada uno de puntos de muestreo evaluados durante la temporada seca 2021, como se puede observar los valores para el índice de equidad demuestran que la distribución del número de individuos en las especies registradas no es equitativa, en consecuencia, la estimación del índice de Shannon-Wiener tiende a dar valores menores de diversidad.

Cuadro 29. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada seca 2021

Coberturas vegetales	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	9	35	1.95	0.83	0.89
Matorral arbustivo	32	364	2.89	0.92	0.83
Pajonal andino	42	353	3.23	0.94	0.87
TOTAL	55	752	3.25	0.90	0.88

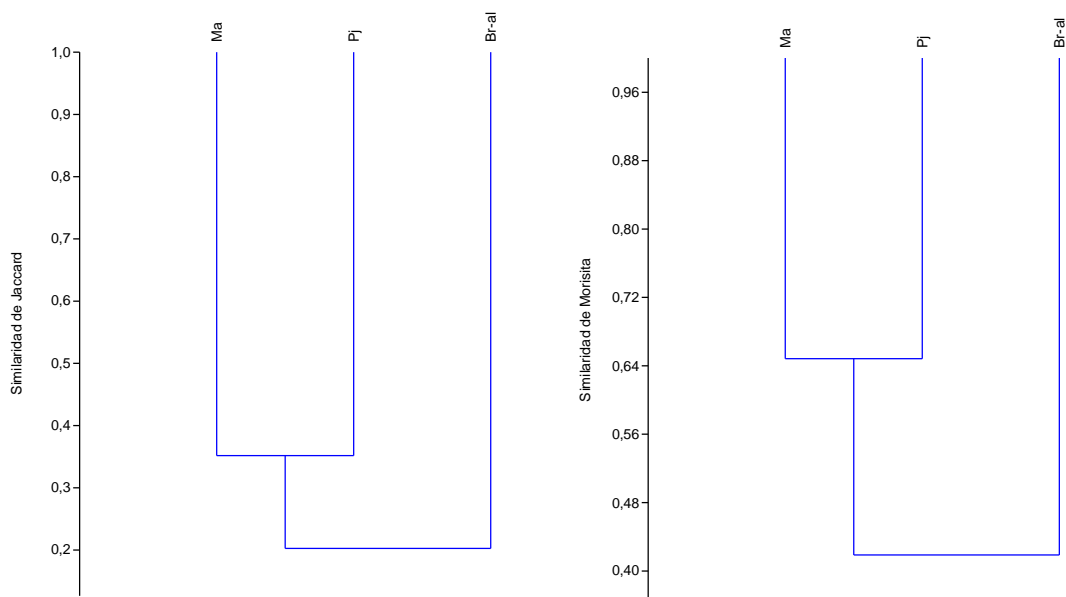
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Para el índice de Jaccard, durante la temporada seca 2021, se presentó una similitud del 35 % entre las coberturas Matorral arbustivo (Ma) y Pajonal andino (Pj), debido a que comparten 19 especies, mientras que la cobertura del Bosque Relicto Altoandino (Br-al) presentó una similitud del 20 % en cuanto a su composición con respecto a las dos (2) coberturas presentes en el proyecto, comparten seis (06) especies.

Utilizando el índice de Morisita, en temporada seca 2021 para las abundancias de las especies, se observa una similitud del 64 % entre las coberturas vegetales Matorral arbustivo y Pajonal andino dado que comparten tres especies dominantes: “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti*, “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* y “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens*. Finalmente, la cobertura Bosque Relicto Altoandino presenta una similitud del 42 % con el agrupamiento Matorral arbustivo-Pajonal andino, indicando que las especies registradas en esta cobertura tienen una abundancia particular de sus especies.

Figura 107. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada seca 2021



Legenda: Bosque relicto altoandino: Br-al; Matorral arbustivo: Ma; Pajonal andino: Pj.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

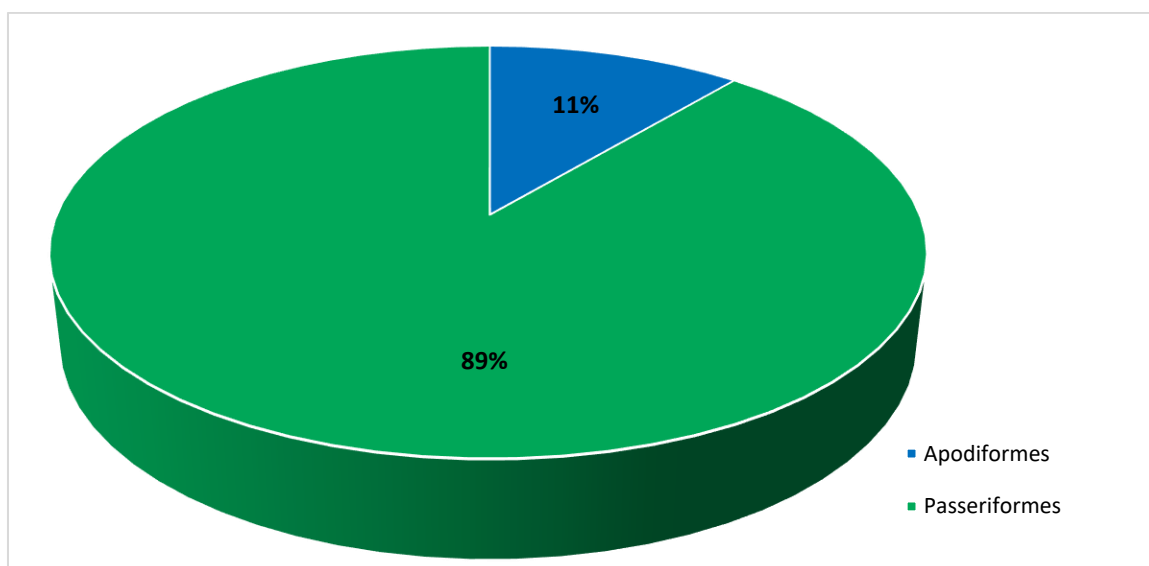
5.2.1.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

5.2.1.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

5.2.1.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

La estación de monitoreo que pertenece a este tipo de cobertura es O31. Durante el monitoreo de temporada seca 2021 se registraron nueve (09) especies distribuidas en dos (2) órdenes y cuatro (4) familias. El orden más representativo fue Passeriformes con 11 especies que representa el 79 % de la riqueza, mientras que el orden Apodiformes registró tres (3) especie que equivale al 21%.

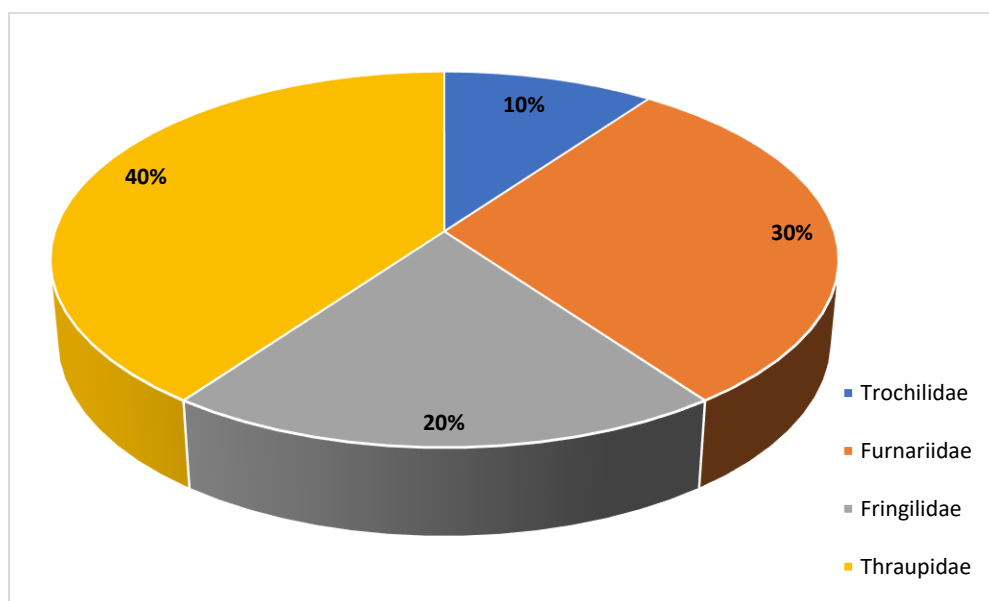
Figura 108. Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Thraupidae presentaron la mayor riqueza con cuatro (4) especies que corresponde al 40 % de riqueza, seguido de Furnariidae, con tres (3) especies cada una que corresponde al 30 % de la riqueza respectivamente, mientras que la familia Fringilidae registró una dos (2) especie y Trochilidae una (1) especie que equivale al 20 y 10 % de riqueza.

Figura 109. Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 30. Listado de especies de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021

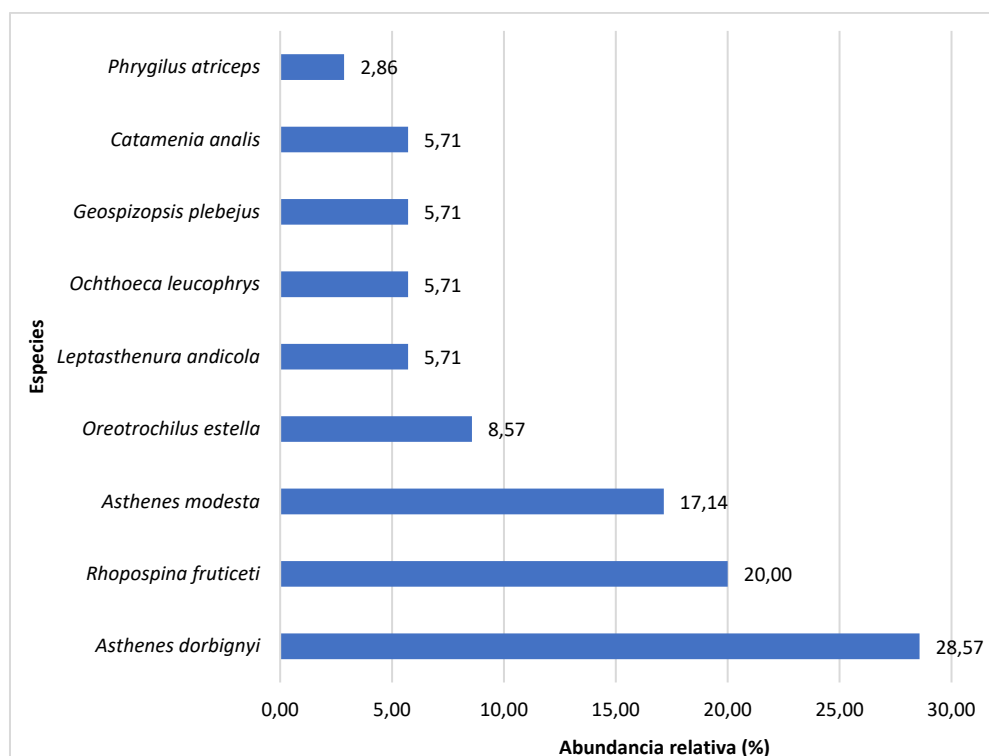
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina
2	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino
3	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso
4	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano
5	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca
6	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Fringilo peruano
7	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo
8	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro
9	Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	Semillero de cola bandeada

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.2. ABUNDANCIA

Para el Bosque relicto altoandino se registró un total de treinta y cinco (35) individuos. La especie más abundante de esta cobertura vegetal fue el “Canastero de pecho cremoso” *Asthenes dorbignyi* con 10 individuos (28.57 %), seguido de la “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* con siete (7) individuos (20 % respectivamente), “Canastero cordillerano” *Asthenes modesta* con seis (6) especies cada una 17.14 % respectivamente) y las demás especies con una abundancia que oscila entre 1 y 3 individuos y el 8.57 % y 2.86 % de abundancia relativa.

Figura 110. Abundancia relativa de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.3. DIVERSIDAD

En cuanto al análisis de diversidad, la cobertura de Bosque relicto altoandino obtuvo un valor de diversidad relativamente bajo con un índice de Shannon-Wiener de 1.95 bits/ind y un índice de Simpson de 0.83 probits/ind., esto a partir de que según el índice de Shannon-Wiener los valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Respecto al índice de Pielou se obtuvo un valor de 0.89, lo que significa que las abundancias de las especies registradas en esta cobertura estuvieron distribuidas de manera casi uniforme entre las especies registradas.

Cuadro 31. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	9	35	1.95	0.83	0.89

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

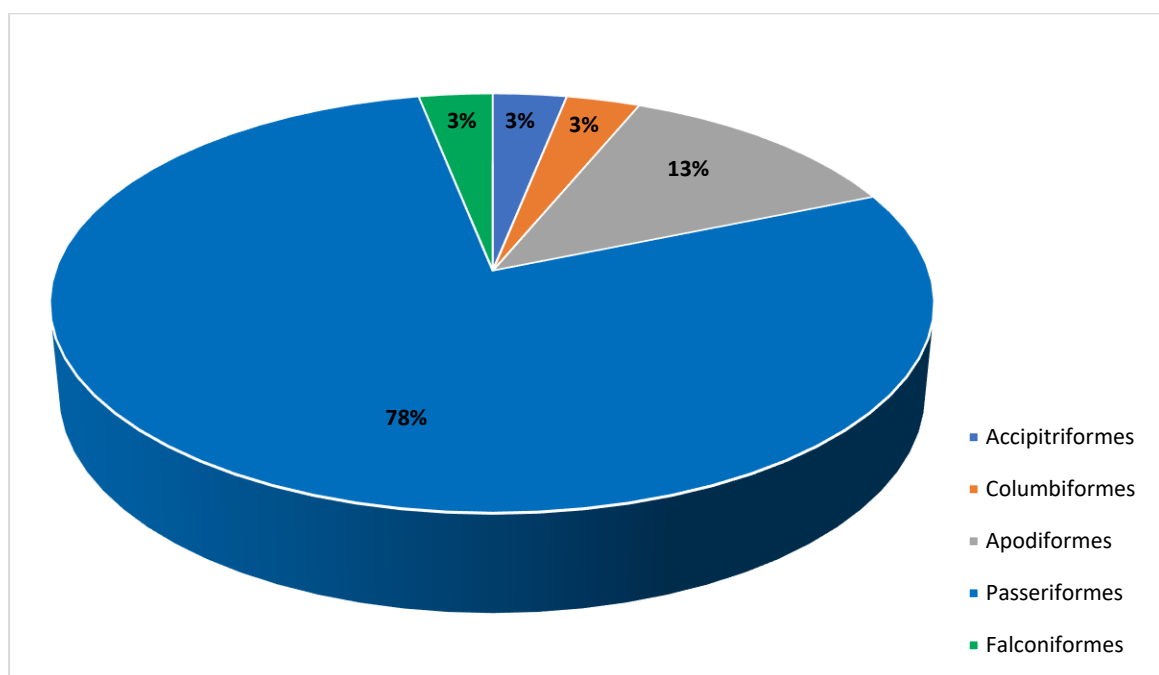
No se realizaron los análisis de similitud debido a que la formación de Bosque de Polylepis presentó solo una (01) estación de monitoreo.

5.2.1.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.1.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de ocho (8) estaciones de monitoreo pertenecen a la cobertura vegetal Matorral arbustivo, donde se registraron un total de 32 especies distribuidas en cinco (5) órdenes y 11 familias. El orden más representativo fue Passeriformes con 25 especies (78 % de riqueza), seguido del orden Apodiformes con cuatro (4) especies (13 %), y finalmente los órdenes Columbiformes, Accipitriformes y Falconiformes con una (1) especie (3%).

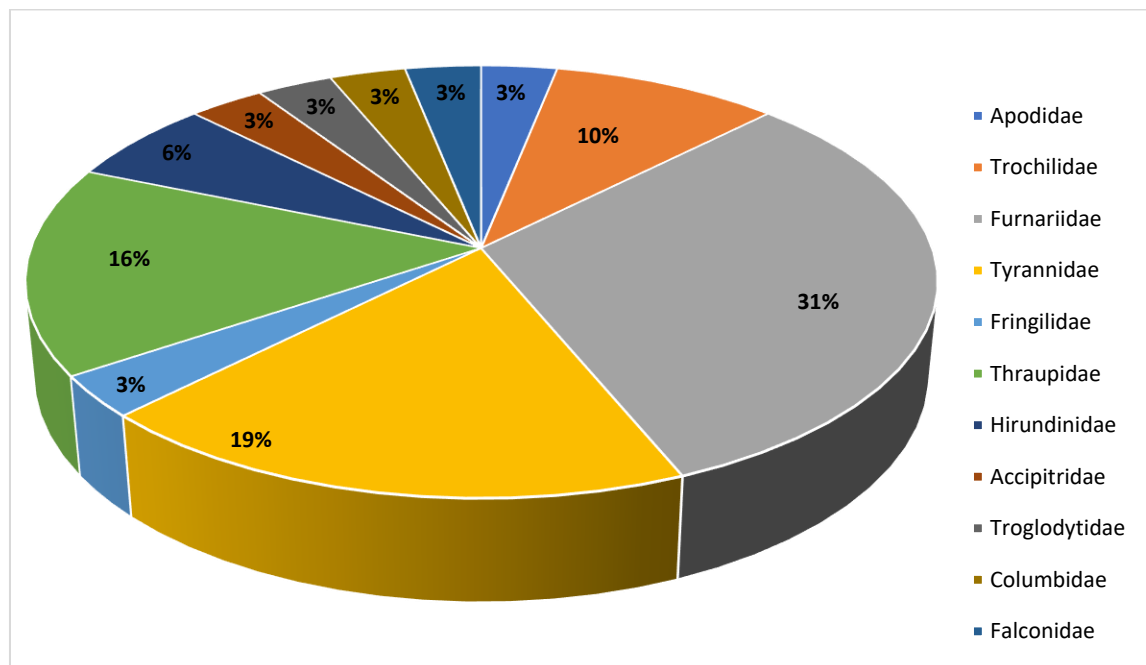
Figura 111. Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Furnariidae presentó la mayor riqueza con diez (10) especies (31 % de riqueza respectivamente), seguido de la familia Tyrannidae con seis (06) especies (19 %), le sigue Thraupidae con cinco (5) especies (16%) y Trochilidae con tres (3) especies (10 %), en tanto las familias Falconidae, Fringilidae, Apodidae, Hirundinidae, Accipitridae, Troglodytidae y Columbidae presentaron dos (2) y una (1) especie respectivamente (3 %).

Figura 112. Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Entre las especies de la familia Furnariidae que destacan en esta cobertura tenemos a la “Minero de la Puna” *Geositta punensis* y “Bandurria de pecho antenado” *Upucerthia validirostris*; en tanto, entre los miembros de la familia Tyrannidae destacan “Torito de pico amarillo” *Anairetes flavirostris* y “Torito de cresta pintada” *Anairetes reguloides* y el “Arriero de cola blanca” *Agrionis albicauda*. Otras especies que se registraron en esta cobertura vegetal fueron la “tortolita moteada” *Metropelia ceciliae* (Familia Columbidae), el “Aguilucho variable” *Geranoaetus polyosoma* (Familia Accipitridae), el Halcon peregrino “*Falco peregrinus*” (Familia Falconidae), el “Colibri gigante” *Patagona gigas* (Familia Trochilidae), el “Vencejo andino” *Aeronautes andecolus* (Familia Apodidae) y la “Cucarachero” *Troglodytes aedon* (Familia Troglodytidae). Todas constituyen especies registradas sólo en la cobertura vegetal Matorral arbustivo.

En cuanto a la riqueza por estaciones de monitoreo, O8 y T6 (zona de operaciones) registraron la mayor riqueza con dieciséis (16) y diecisiete (17) especies respectivamente, seguido por O6 con trece (13) especies, le siguen O9 y M52 con nueve (9) especies, OCONTROL con siete (7) especies y O10 y O34 con cuatro (04) y cinco (05) especies respectivamente.

Cuadro 32. Listado de especies de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M52	O10	O34	O6	O8	O9	OCONTROL	T6
1	Columbiforme	Columbidae	<i>Metopelia ceciliae</i>	Tortolita moteada					X			
2	Apodiforme	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino				X		X		
3	Apodiforme	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina		X	X	X	X		X	
4	Apodiforme	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>	Colibri negro				X	X		X	
5	Apodiforme	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibri gigante		X			X			
6	Accipitriforme	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable				X		X		
7	Falconiforme	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino	X						X	
8	Passeriforme	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado	X				X		X	
9	Passeriforme	Furnariidae	<i>Upucerthia albigula</i>	Bandurrita de garganta blanca				X		X		
10	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema					X		X	
11	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca							X	
12	Passeriforme	Furnariidae	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurrita de pico recto	X			X		X		X
13	Passeriforme	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino					X		X	X
14	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso	X			X	X	X	X	X
15	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano			X	X				
16	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes sclateri</i>	Canastero de la Puna					X		X	
17	Passeriforme	Furnariidae	<i>Anairetes flavirostris</i>	Torito de pico amarillo							X	
18	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	Torito de cresta pintada						X	X	
19	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca		X			X	X		
20	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormila de la puna				X				
21	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola cinereus</i>	Dormilona cinerea					X			

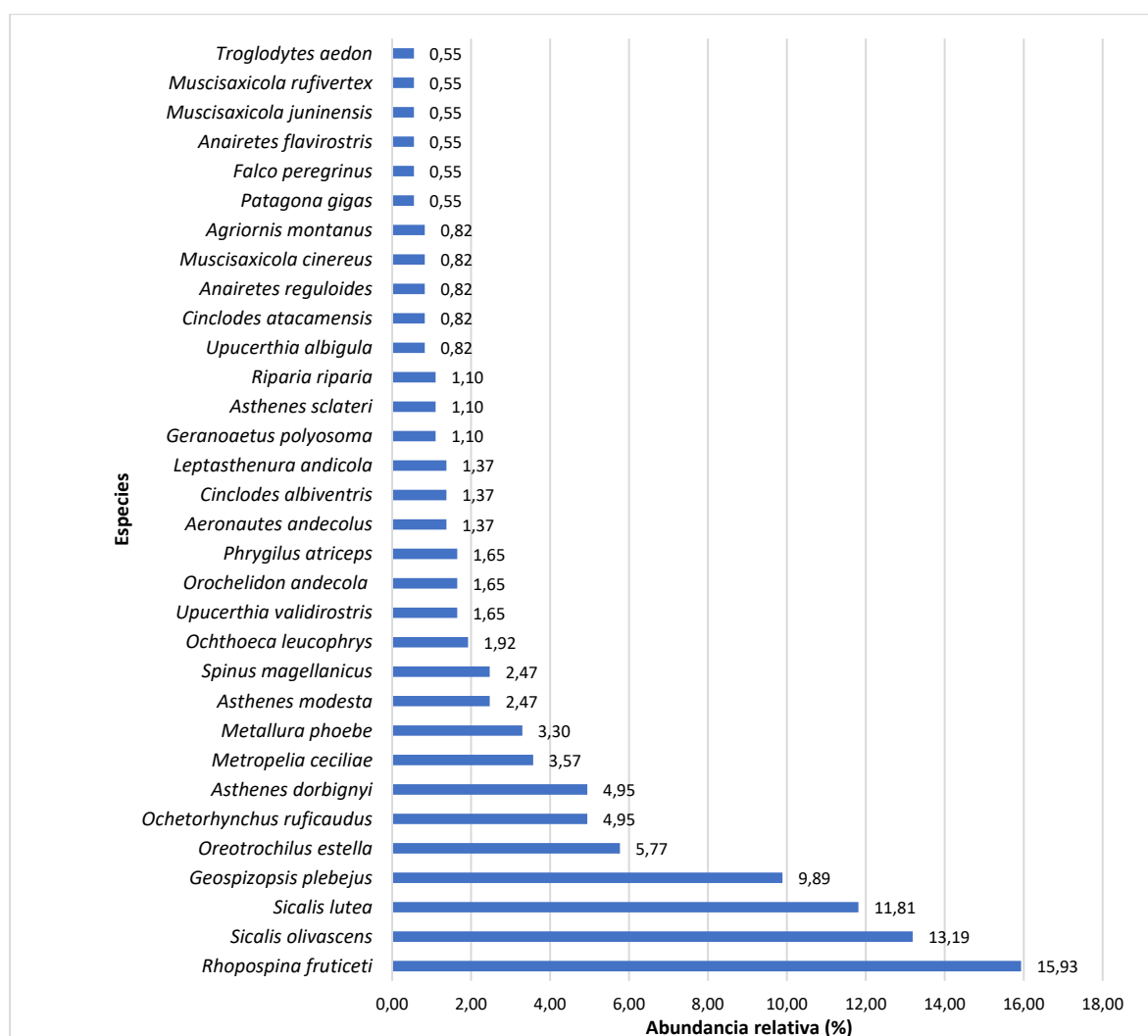
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M52	O10	O34	O6	O8	O9	OCONTROL	T6
22	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	X							
23	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Arriero de pico negro		X			X			
24	Passeriforme	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina				X				
25	Passeriforme	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña							X	
26	Passeriforme	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado					X		X	
27	Passeriforme	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna	X		X	X			X	X
28	Passeriforme	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigue verdoso	X						X	X
29	Passeriforme	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Fringilo peruano			X		X			
30	Passeriforme	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	X			X	X		X	X
31	Passeriforme	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	X		X	X	X	X	X	X
32	Passeriforme	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero						X		

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.2. ABUNDANCIA

La cobertura Matorral arbustivo estuvo compuesta por ocho (8) estaciones de monitoreo, registrándose trescientos sesenta y cuatro (364) individuos, siendo las especies más abundantes *Rhopospina fruticeti* “Fringilo de Pecho Negro” con cincuenta y ocho (58) individuos (15.93 %), *Sicalis olivascens* “Chirigue verdoso” con cuarenta y ocho (48) individuos (13.19 %) y *Sicalis luteola* “Fringilo de Pecho Cenizo” con cuarenta y tres (43) individuos (11.82 %), seguido de *Geospizopsis plebejus* con treinta y seis (36) individuos (5.77%), *Oreotrochilus estella* con veintiún (21) individuos (5.58 %) y *Ochetorhynchus ruficaudus* y *Asthenes dorbignyi* con dieciocho (18) individuos (4.95 %). Las demás especies avistadas registran abundancias menores a 16 individuos.

Figura 113. Abundancia relativa de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Es importante precisar que las especies con mayor abundancia relativa pertenecen a la familia Thraupidae, especies que se caracterizan por pertenecer al grupo trófico granívoros (alimento en

base a granos); por consiguiente, este resultado nos indica que esta cobertura vegetal brinda suficientes recursos alimenticios que permiten su coexistencia en un mismo hábitat.

5.2.1.2.2.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, los valores estimados para las estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo estuvieron en un rango de medio a ligeramente bajo, con índices de Shannon-Wiener que oscilaron entre 1.24 bits/ind (M34) hasta 2.57 bits/ind (O8), este último punto representó la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0.56 probits/individuo para O9 y OCONTROL y 0.90 probits/individuo en O6, O8 y T6. Respecto al índice de Pielou (J'), las estaciones O10 obtuvo valor 1, lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado.

Cuadro 33. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpsn (1-D)	Índice de Pielou (J')
M52	9	43	1.79	0.77	0.81
O10	4	4	1.39	0.75	1.00
O34	5	22	1.24	0.63	0.77
O6	13	40	2.40	0.90	0.94
O8	16	59	2.57	0.90	0.93
O9	9	40	1.63	0.56	0.61
OCONTROL	7	65	1.77	0.82	0.91
T6	17	91	2.52	0.90	0.89

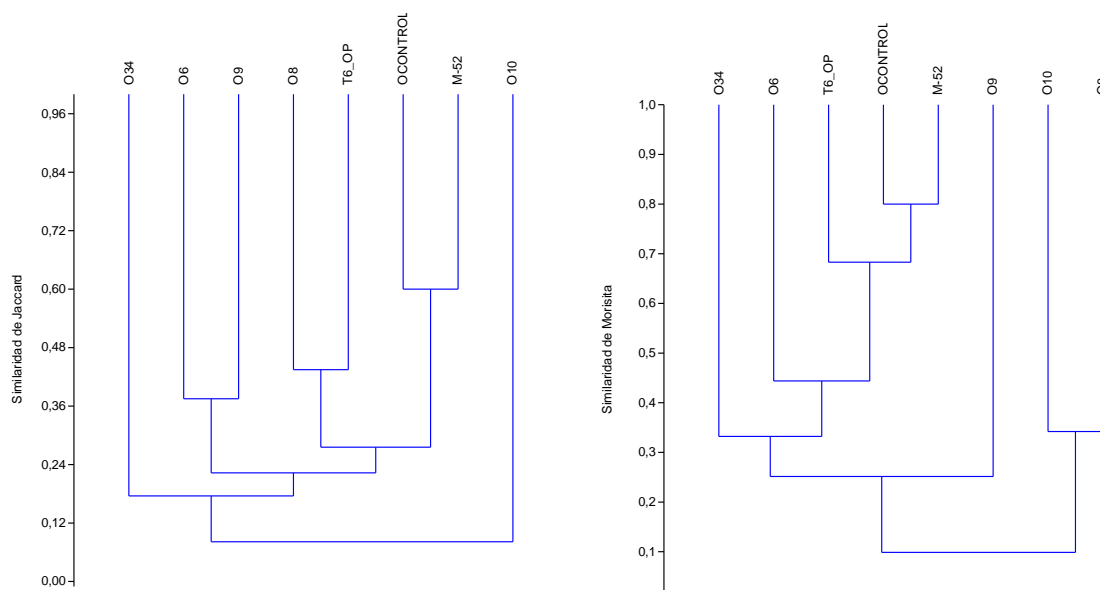
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.2.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo OCONTROL y M52 con una similitud del 60 % debido a que se encuentra relativamente cerca y además comparten seis (6) especies (2 fringilo, 2 chirigue, 1 canastero y 1 bandurrita), un segundo agrupamiento se forma entre los puntos O8 y T6-OP con una similitud del 45 % esto debido a que tienen en común 10 especies. Los demás puntos forman agrupamientos con similitudes menores al 40 %.

Según el índice de Morisita, los puntos M52 y OCONTROL forman un agrupamiento con un 80 % de similitud debido a que comparten una (1) especie dominante, con abundancias relativamente similares como *Sicalis olivascens*. Después, le sigue el agrupamiento entre el grupo M52-OCONTROL y T6-OP con una similitud del 70 %, los demás puntos presentaron similitudes menores al 64 %.

Figura 114. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021



Leyenda: T6-OP = T6 zona de operaciones.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

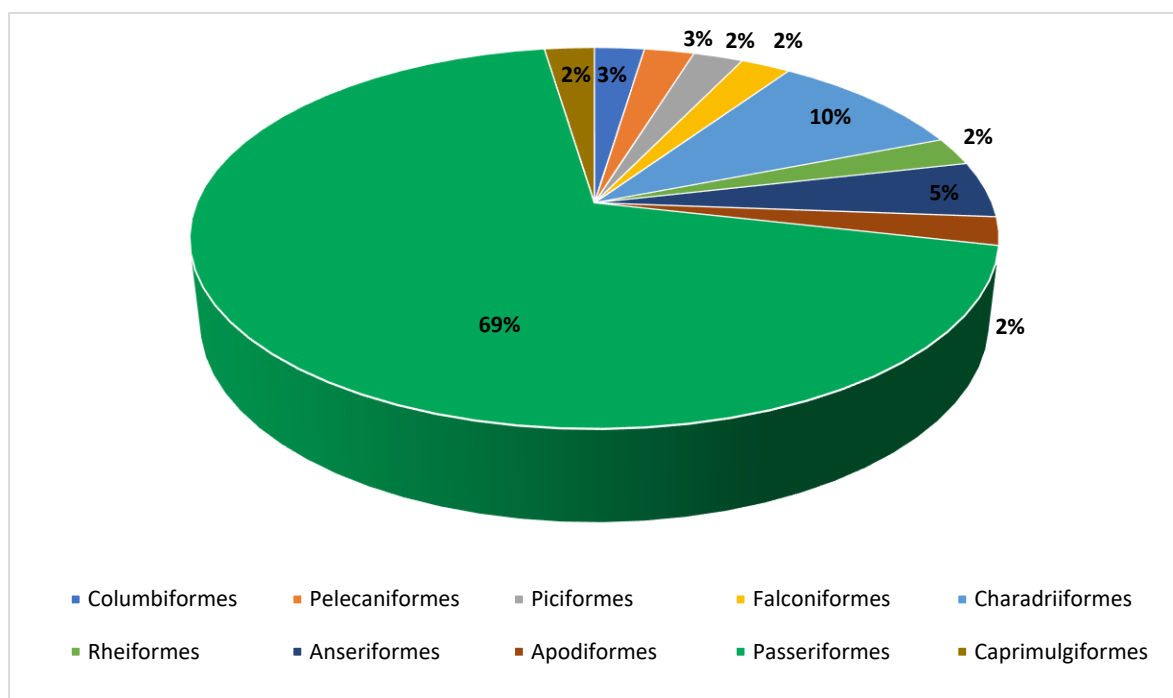
5.2.1.2.3. PAJONAL ANDINO

5.2.1.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Par la cobertura vegetal Pajonal andino se registraron cuarenta y dos (42) especies distribuidas en dieciséis (16) familias y diez (10) órdenes, siendo el orden más dominante Passeriformes con veintinueve (29) especies (69 % de riqueza), seguido del orden Charadriiformes con cuatro (4) especies (10 %), en tanto el orden Anseriformes registró dos (2) especies (5 % respectivamente) y finalmente los demás registraron una (1) especie cada uno (2 % respectivamente).

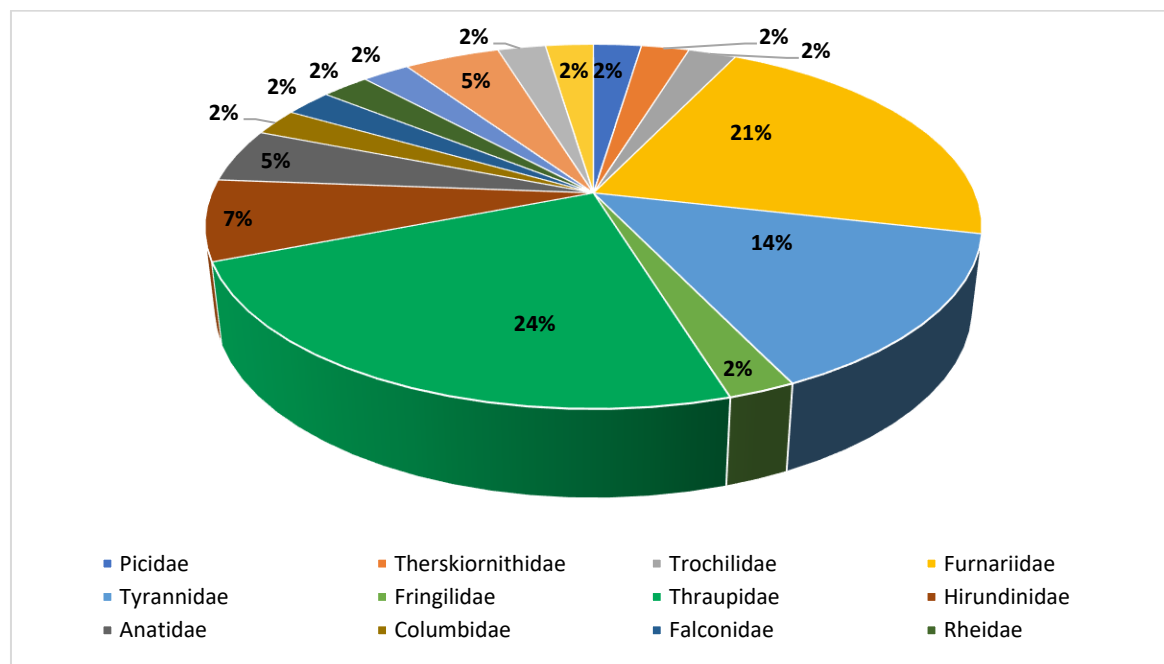
En cuanto a la riqueza por familias taxonómicas, Thraupidae presentó la mayor riqueza con diez (10) especies (24 %), seguido de Furnariidae con nueve (09) especies (21 %), le sigue la familia Tyrannidae con seis (6) especies (14 %), continúa la familia Hirundinidae con tres (3) especies (7 %), mientras que las familias Anatidae y Charadriidae presentaron dos (2) especies cada una (5 % respectivamente) y diez (10) familias con una única especie que representa el 2 % de riqueza cada una.

Figura 115. Composición de aves por orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 116. Composición de aves por familia taxonómica en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el Pajonal andino se registra la presencia de veintiún (21) especies, observadas sólo para este tipo de cobertura. De las cuales destacan las especies de las familias Charadriidae con especies como *Vanellus resplendens* “Avefria andina” y *Calidris bairdii* “Playerito de Baird”, por otro lado, la especie *Chroicocephalus serranus* “Gaviota andina” de la familia Laridae y *Thinocorus orbignyianus* “Agachona de pecho gris” de la familia Thinocoridae, *Plegadis ridgwayi* “Ibis de Puna, Yanavico” de la Familia Therskiornithidae; todas estas especies mencionadas pertenecen al orden Charadriiformes, cuyos miembros se caracterizan por ocupar las zonas húmedas con presencia de limos, distribuidas desde el altiplano andino hasta las costas subantárticas (Burger *et al.*, 1984), registrando para América 138 especies entre residentes y migratorias (Remsen *et al.*, 2020). Uno de los aspectos más espectaculares de la biología de estas aves son las largas migraciones, en las que pueden recorrer miles de kilómetros, siendo las aves más cosmopolitas, las que presentan mayor índice de migración y las que muestran impresionantes desplazamientos poblacionales intercontinentales desde sus sitios reproductivos en el Ártico hasta los no reproductivos como Asia, África o América del Sur (Canevari *et al.*, 2001).

Otra familia registrada únicamente para esta cobertura vegetal fue Anatidae que agrupa a las especies conocidas como patos, cisnes, gansos y serretas, usualmente migratorias que suelen vivir en las proximidades del agua, y cuya alimentación se basa principalmente en invertebrados acuáticos, e incluso semillas de plantas acuáticas. En el área de estudio encontramos al “Pato Barcino” *Anas flavirostris*, y el “Cauquén Huallata” *Oressochen melanopterus*.

Cuadro 34. Listado de especies de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15	O15PC1	T14	T-15	T-16	T-20	T-6
1	Rheiforme	Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	Ñandu petizo (Suri)				X			
2	Anseriforme	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino				X		X	X
3	Anseriforme	Anatidae	<i>Oressochen melanopterus</i>	Cauquen huallata				X			X
4	Columbiforme	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de puntos dorados							X
5	Apodiforme	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>	Colibri negro	X						
6	Charadriiforme	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefria andina				X	X		
7	Charadriiforme	Charadriidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de Baird				X			
8	Charadriiforme	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona de pecho gris					X		X
9	Charadriiforme	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina					X		X
10	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de Puna, Yanavico				X			
11	Piciforme	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino				X		X	
12	Falconiforme	Falconidae	<i>Phalco boenus megalopterus</i>	Caracara coordillerano						X	
13	Passeriforme	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común					X		
14	Passeriforme	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna				X	X	X	X
15	Passeriforme	Furnariidae	<i>Upucerthia albigula</i>	Bandurrita de garganta blanca						X	
16	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema				X		X	
17	Passeriforme	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca						X	
18	Passeriforme	Furnariidae	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurrita de pico recto	X	X					
19	Passeriforme	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	X						
20	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso	X	X					
21	Passeriforme	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	X	X				X	X
22	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Lessonia oreas</i>	Negrillo andino				X			
23	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola griseus</i>	Dormilona de Taczanowski				X		X	X
24	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormila de la puna				X			
25	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola cinereus</i>	Dormilona cinerea				X			

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15	O15PC1	T14	T-15	T-16	T-20	T-6
26	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albifrons</i>	Dormilona de frente blanca				X			
27	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza		X					
28	Passeriforme	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina				X		X	
29	Passeriforme	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta				X			X
30	Passeriforme	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña				X		X	
31	Passeriforme	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado	X						
32	Passeriforme	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna						X	
33	Passeriforme	Thraupidae	<i>Sicalis uropygiales</i>	Chirigue de lomo brillante						X	
34	Passeriforme	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigue verdoso		X				X	
35	Passeriforme	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Fringilo peruano	X					X	
36	Passeriforme	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano						X	
37	Passeriforme	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Fringilo de pecho negro							X
38	Passeriforme	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	X	X				X	X
39	Passeriforme	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	X	X					
40	Passeriforme	Thraupidae	<i>Idiopsar speculifer</i>	Fringilo glaciar				X			
41	Passeriforme	Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	Semillero de cola bandeada	X	X					
42	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systemura longirostris*</i>	Chotacabras de ala bandeada							

* Registro oportunista

Elaboración: ASILORZA, 2022.

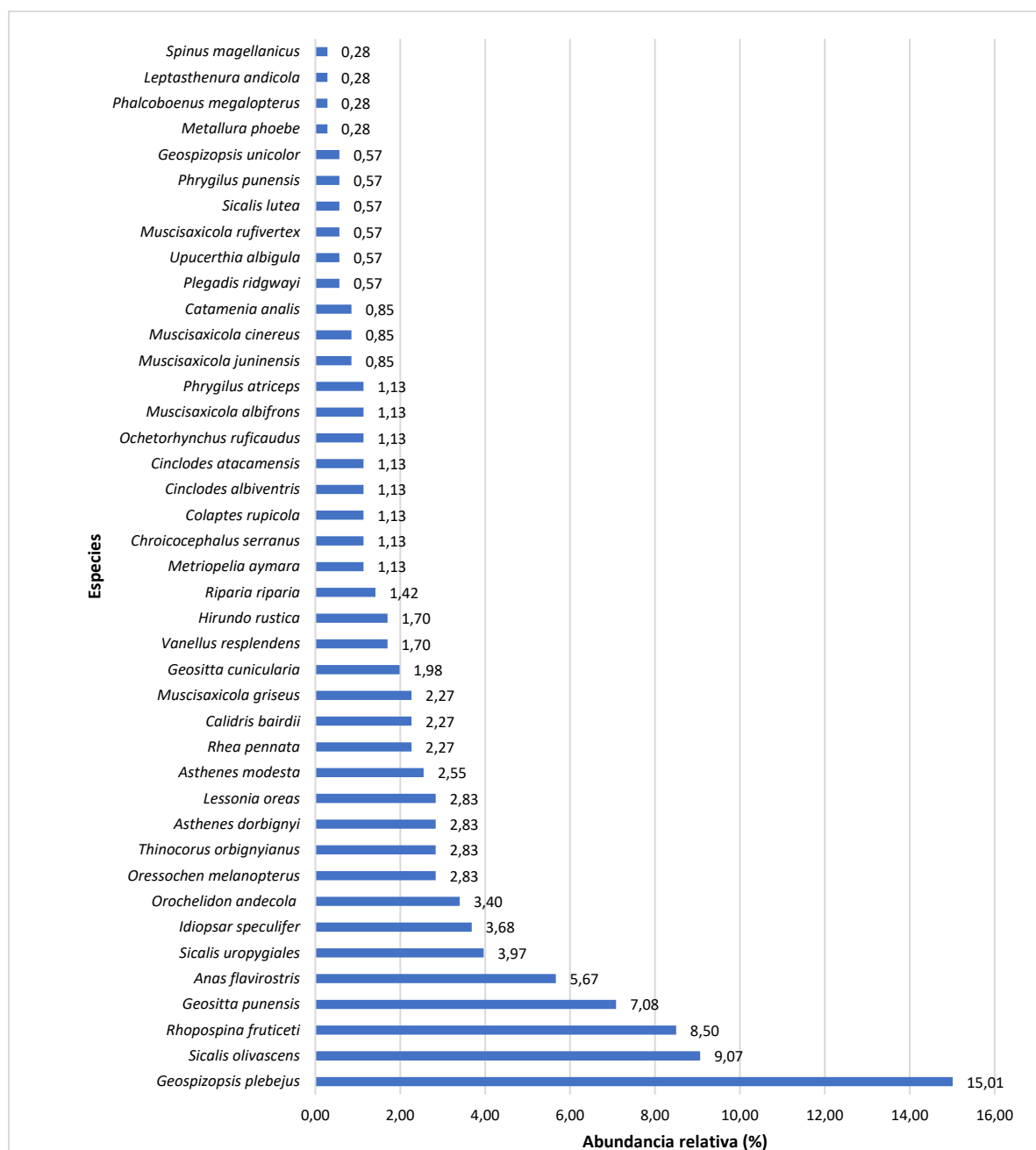
Ambos órdenes, Charadriiformes y Anseriformes, como se señala agrupan especies omnívoras que habitan cuerpos de agua como el bofedal presente en la estación de monitoreo T-15. Estas condiciones permiten el registro de estas especies para este tipo de cobertura vegetal, con excepción de *Thinocorus orbignyianus* y *Chroicocephalus serranus* que fueron registrados en T16. También se observaron otras especies asociadas a fuentes de agua como el “Negrito andino” *Lessonia oreas*, la Golondrina andina “*Orochelidon andecola*” y el “Fringilo glaciar” *Idiopsar speculifer* (Passeriformes: Tyrannidae, Thraupidae y Hirundinidae respectivamente).

En cuanto a la riqueza por estación de monitoreo, T-15 y T-20 registraron mayor riqueza con 18 y 17 especies respectivamente, seguido de los puntos T-20 con 11 especies y O15 registraron 10 especies, en tanto los puntos O15PC1 y T-16 (zona de abastecimiento de agua) presentaron ocho (8) y cinco (5) especies respectivamente. El orden Passeriformes fue registrado en todas las estaciones de monitoreo, con un mayor número de especies en T-20 con 14 especies.

5.2.1.2.3.2. ABUNDANCIA

La cobertura vegetal de Pajonal andino estuvo conformada por siete (7) estaciones de monitoreo, donde se registraron en total trescientos cincuenta y tres (353) individuos distribuidos en cuarenta y uno (41) especies, siendo la más abundante el “Fringilo de pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* con cincuenta y tres (53) individuos (15.01 % abundancia relativa), seguido del *Sicalis olivascens* “Chirigüe verdoso” con treinta y seis (36) individuos (9.07 %), le sigue la especie *Rhopospina fruticeti* “Fringilo de pecho negro” con treinta (30) individuos (8.50 %), y *Geositta punensis* “Minero de la Puna” con veinticinco (25) individuos (7.08 %), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre veinte (20) individuos (5.67 %) a un (1) individuo (0.28 %).

Figura 117. Abundancia relativa de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la cobertura de Pajonal andino presenta valores de diversidad bajos y medios (>2.03 bits/ind., con excepción de O15, O15PC1 y T16). El índice de Shannon-Wiener obtuvo los valores más altos para las estaciones T-15, T20, y T6-AB (2.66, 2.24 y 2.03 bits/ind respectivamente). El índice de Simpson fluctuó entre 0.70 bits/individuo para T-16 y

0.92 bits/individuo en T-15. Este resultado para la estación T-15 se debe a la presencia de especies asociadas al bofedal, lo que permitió incrementar la lista de especies para esta cobertura vegetal.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.92 (O15), lo cual, nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado, principalmente para aquellas estaciones con valores más altos.

Cuadro 35. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpsn (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	10	27	1.94	0.80	0.84
O15PC1	8	50	1.62	0.74	0.78
T15	18	94	2.66	0.92	0.92
T16	5	23	1.36	0.70	0.85
T20	17	86	2.24	0.84	0.79
T6_AB	11	73	2.03	0.82	0.85

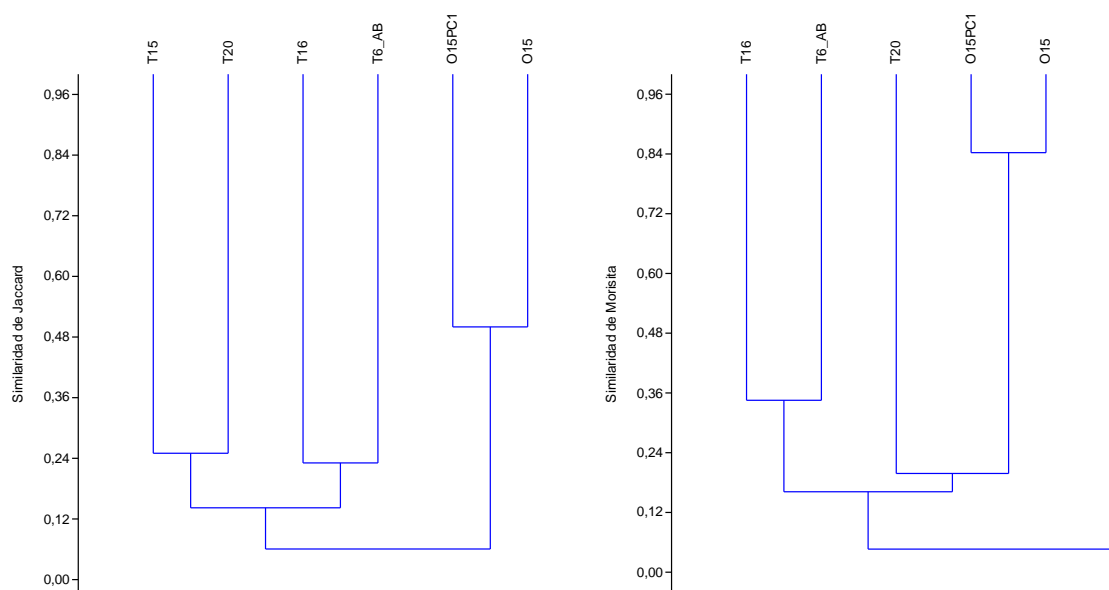
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.2.3.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo O15PC1 y O15 con una similitud del 50 % debido a que comparten la especie, seguido del agrupamiento de las estaciones de monitoreo T-15 y T-20 con una similitud del 24 %, mientras que las demás estaciones de monitoreo obtuvieron similitudes menores al 24 %.

Según el análisis de Morisita, se forman dos agrupamientos bien definidos, el primero conformado por las estaciones de monitoreo O15PC1 y O15 con una similitud del 85 % y el segundo agrupamiento compuesto por los puntos T16 y T6-AB con una similitud del 36 %.

Figura 118. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Leyenda: T6-AB = T6 zona de abastecimiento de agua.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.1.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se encontró tres (3) coberturas vegetales y cinco (5) formaciones vegetales. Dentro de la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino encontramos a la formación de vegetación de Matorral arbustivo donde se registró un total de nueve (9) especies y treinta y cinco (35) individuos. Los valores de diversidad indican que esta cobertura presenta una diversidad media ($H' = 1.95$ bits/ind).

En el caso de la cobertura vegetal Matorral arbustivo se ubican tres (3) formaciones: Cardonal, Matorral arbustivo y Monte Ribereño, siendo la segunda y la última formación las que tienen mayor riqueza y abundancia de especies con veinte (20) y veinticuatro (24) especies registradas. Para cada una de las tres (3) estaciones de monitoreo que conforman el Matorral arbustivo se identificaron veinte (20) especies (O6:13; O9:9; O10:4 especies) con ochenta y cuatro (84) individuos (O6:40; O9:40; O10:4 individuos). En cambio, para cada una de las dos (2) estaciones de monitoreo que conforman el Monte ribereño se identificaron veinticuatro (24) especies (O8:16; T6:17 especies) con ciento sesenta (160) individuos (O8:59; T6:91 individuos). De manera general, esta cobertura presentó una diversidad casi alta cuyo valor del índice de Shannon-Wiener fue 2.89 bits/individuo.

Por otro lado, la cobertura de Pajonal andino estuvo conformada por dos (2) formaciones: Bosque de Polylepis y Pajonal-Matorral arbustivo, con tres (3) estaciones de monitoreo, siendo T14 la estación que no obtuvo registros; sin embargo, esta cobertura registró la mayor diversidad para la zona de operación, siendo una diversidad media para el índice de diversidad de $H' = 2.82$ bits/individuo.

Finalmente, es importante señalar que en general la **zona de operaciones** presentó una diversidad alta, por tener un valor mayor al $H' = 3.08$ bits/ind, sin embargo, no es mayor a la zona de abastecimiento.

Cuadro 36. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	9	35	1.95	0.83	0.89
Bosque relicto altoandino			7	22	9	35	1.95
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	9	43	1.79	0.77	0.81
Matorral arbustivo	Cardonal	O34	5	22	1.24	0.63	0.77
Matorral arbustivo	Cardonal	OCNTR OL	7	65	1.77	0.82	0.91
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O10	4	4	1.39	0.75	1.00
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O6	13	40	2.40	0.90	0.94
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O9	9	40	1.63	0.56	0.61
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	O8	16	59	2.57	0.90	0.93
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	T6	17	91	2.52	0.90	0.89
Matorral arbustivo			32	364	2.89	0.92	0.83
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	10	27	1.94	0.80	0.84
Pajonal andino	Pajonal -Matorral arbustivo	O15PC1	8	50	1.62	0.74	0.78
Pajonal andino	Pajonal - Matorral arbustivo	T14	0	0	–	–	–
Pajonal andino			12	77	1.88	0.78	0.76
Zona de Operación			44	627	3.08	0.92	0.81

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento solo estuvo presente la cobertura vegetal Pajonal andino, donde se evaluaron cuatro (4) estaciones de monitoreo, todos presentan la formación vegetal Pajonal andino.

Las estaciones de esta cobertura presentaron una diversidad alta cuyos índices de Shannon-Wiener fueron superiores a 3.0 bits/ind, por lo que la diversidad de la zona fue alta y alcanzo un valor de $H' = 3.13$ bits/ind. Es decir, la zona de abastecimiento presentó valores más altos para los índices de diversidad estimados, con excepción de T-16 que presenta valores bajos de diversidad.

Cuadro 37. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Pajonal andino	Pajonal andino	T-15	18	94	2.66	0.92	0.92
Pajonal andino	Pajonal andino	T-16	5	23	1.36	0.70	0.85
Pajonal andino	Pajonal andino	T-20	17	86	2.24	0.84	0.79
Pajonal andino	Pajonal andino	T-6	11	73	2.03	0.82	0.85
Total Zona de Abastecimiento			33	276	3.13	0.94	0.89

Elaboración: ASILORZA, 2022.

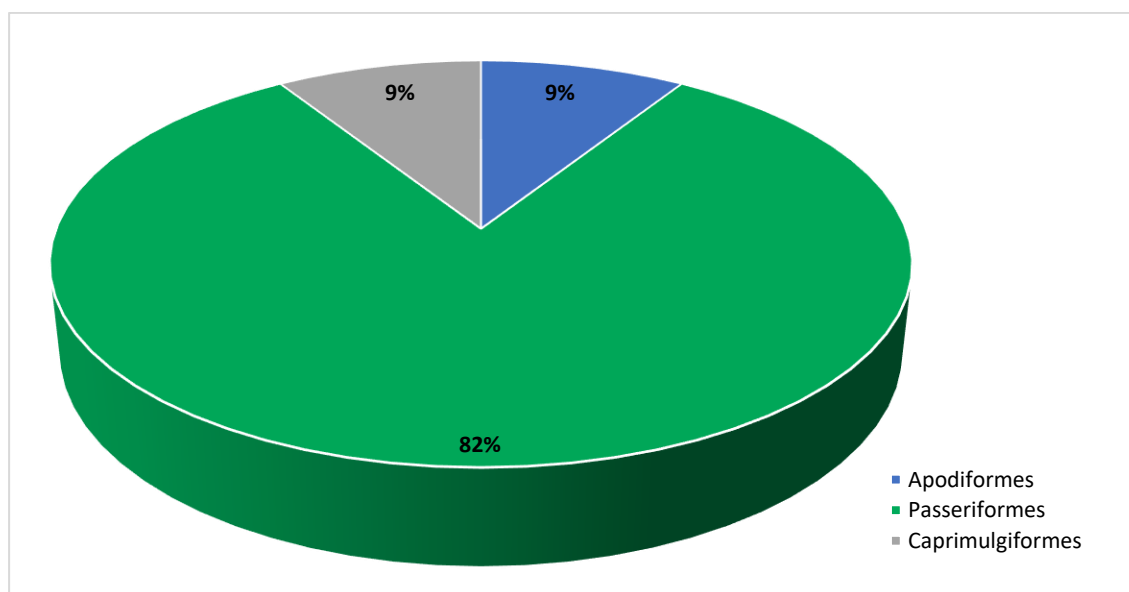
5.2.1.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

5.2.1.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

5.2.1.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la formación vegetal Bosque de Polylepis se evaluó una (1) estación de monitoreo durante la temporada seca 2021 (O15), en esta formación se registraron once (11) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cinco (5) familias. El orden dominante fue los Passeriformes con nueve (9) especies que representa el 82 % de la riqueza de esta formación, en tanto los órdenes Caprimulgiformes y Apodiformes registraron una (1) especie cada uno (9 % respectivamente). La dominancia del orden Passeriformes se debe a la gran variedad de adaptaciones que presenta este grupo, lo cual, les permite aprovechar los recursos alimentarios, los estratos y los refugios sin generar competencia entre ellas. El orden Caprimulgiformes fue registrado mediante Registros oportunistas.

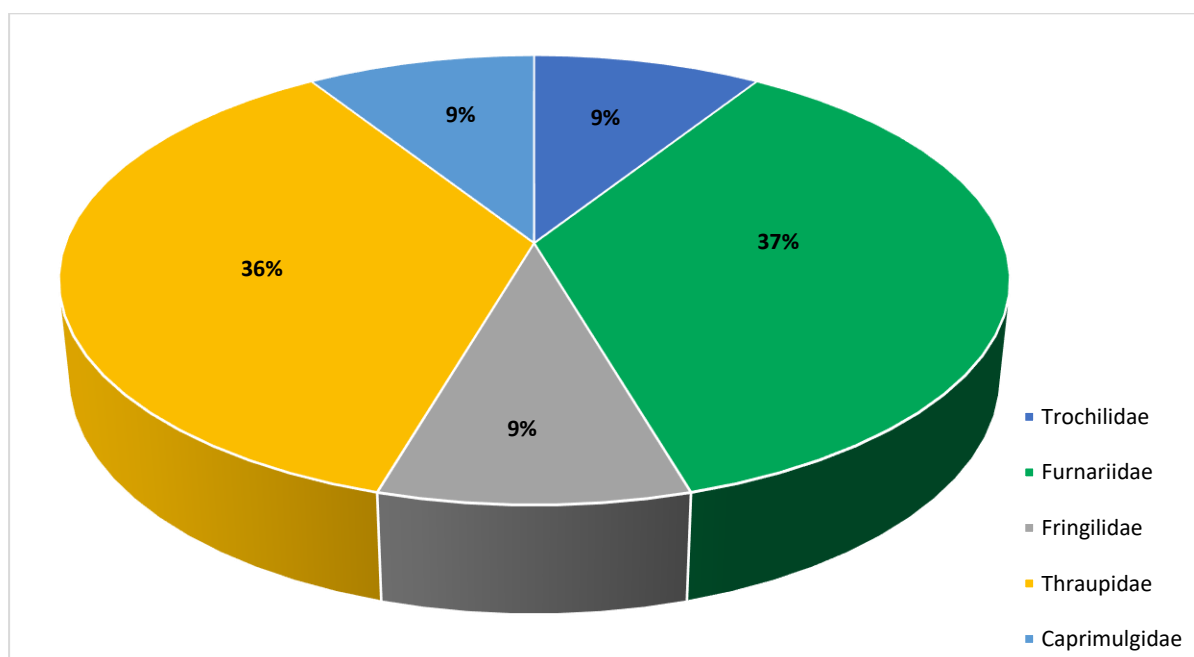
Figura 119. Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el caso de las familias registradas, Furnariidae y Thraupidae fueron las de mayor número de especies, con cuatro (04) especies (36 %) y tres (03) especies respectivamente, seguido de las familias Caprimulgidae, Trochilidae y Fringillidae registraron una (1) sola especie cada una (9 % respectivamente).

Figura 120. Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021.

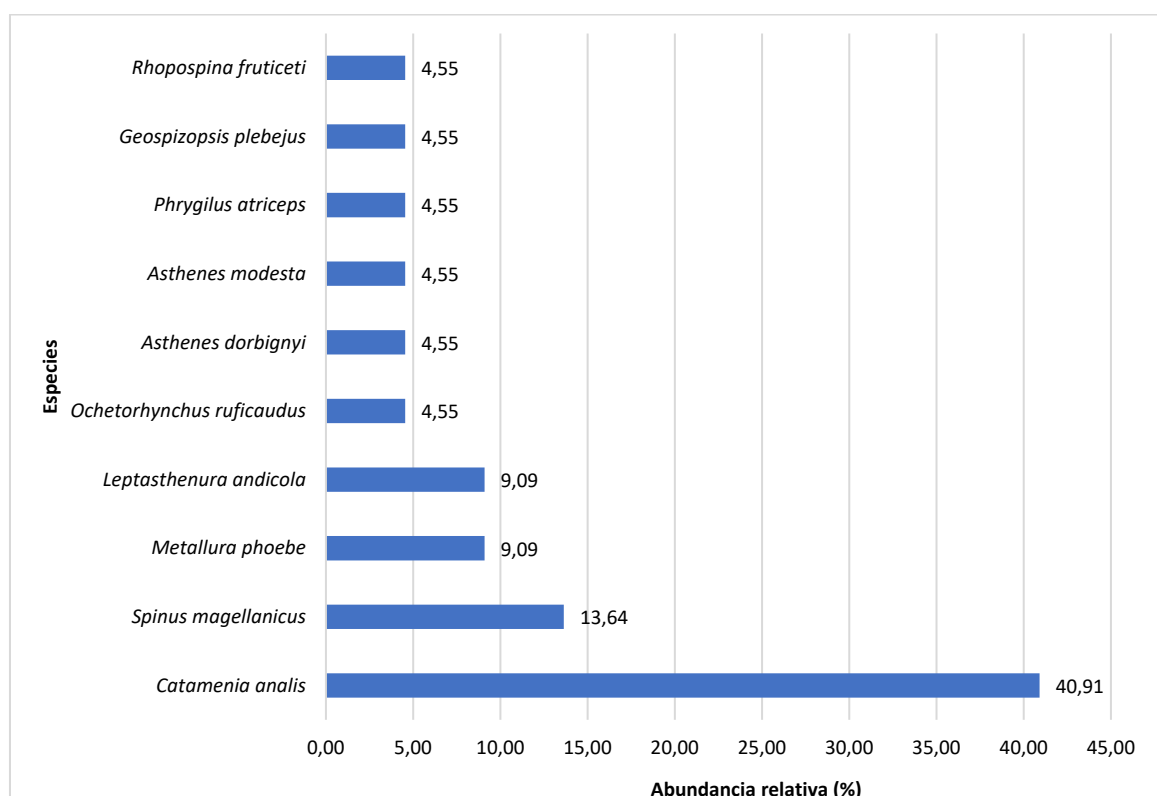


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total veintidós (22) individuos. La especie más abundante fue el “Semillero de Cola Bandeada” *Catamenia analis* con nueve (9) individuos (40.91 % abundancia relativa), seguido del Jilguero encapuchado “*Spinus magellanicus*” con tres (3) individuos cada uno (13.64 % respectivamente), finalmente las demás especies registradas presentaron dos (2) y un (1) individuo cada una (9.09 y 4.35 %).

Figura 121. Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque de Polylepsis en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.1.3. DIVERSIDAD

Para analizar la diversidad de las especies de aves registradas en el Bosque de Polylepsis durante esta temporada, se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como el índice de diversidad de Simpson ($1-D$) y el índice de equidad de Pielou (J'), para cada estación de monitoreo. Los resultados obtenidos en las formaciones vegetales se presentan en el Cuadro 38.

Los valores de diversidad obtenidos indican que dicha formación presenta una diversidad baja y una distribución casi homogénea del número de individuos en las especies registradas, con $H'=1.94$ bits/ind, $1-D=0.80$ probits/ind y $J'=0.84$.

Cuadro 38. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2021

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	10	27	1.94	0.80	0.84

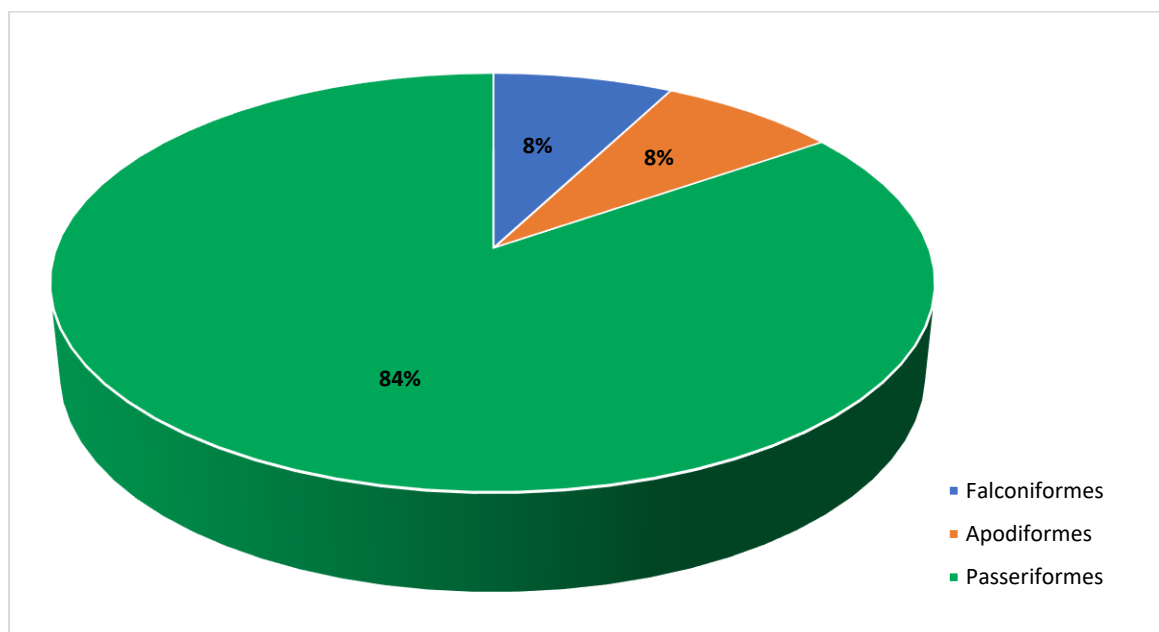
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.2. CARDONAL-PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

5.2.1.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para formación vegetal Cardonal - Piso de Cactáceas columnares se evaluaron un total de tres (3) estaciones de monitoreo durante la temporada seca. En esta formación vegetal se registró un total de trece (13) especies, cinco (5) familias y tres (3) órdenes. El orden dominante fue los Passeriformes con once (11) especies (84 % del total registrado), seguido del orden Apodiformes con dos (2) especies (12 % del total), mientras que los demás órdenes Accipitriformes y Cathartiformes.

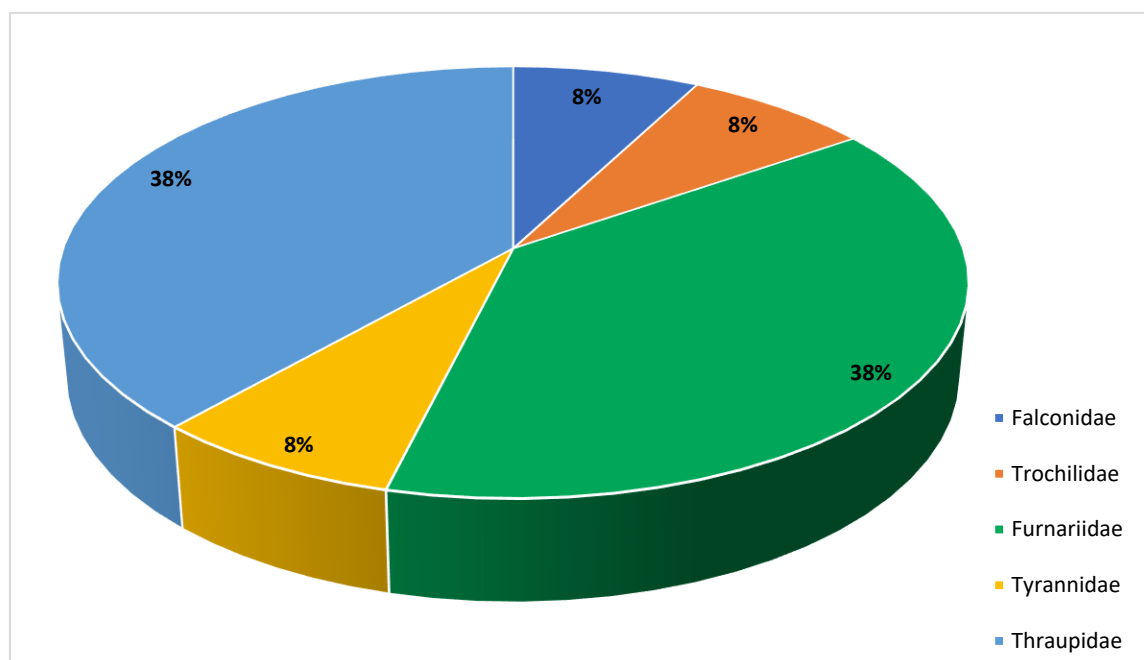
Figura 122. Composición de aves por orden taxonómico en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a las cinco (5) familias registradas, Thraupidae y Furnariidae fueron las de mayor número de especies, con cinco (5) especies (38 %), seguido de las demás familias registraron una (1) sola especie cada una (8 % respectivamente).

Figura 123. Composición de aves por familia taxonómica en la formación Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.

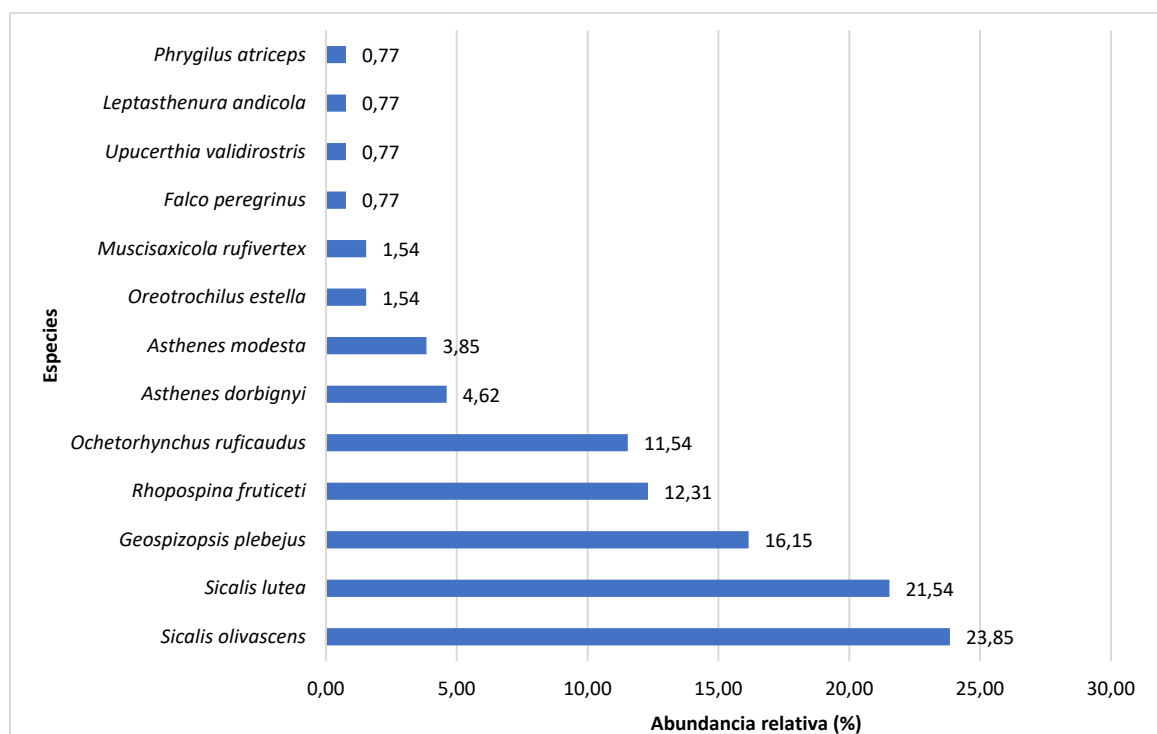


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.2.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por los puntos M52, O34 y OCONTROL, registró en total ciento treinta (130) individuos. La especie más abundante fue *Sicalis olivascens* "Chirigüe verdoso" con treinta y uno (31) individuos (23.85 % de abundancia relativa), seguido del "Chirigüe de la puna" *Sicalis lutea* con diecisiete (17) individuos (21.54 % de abundancia relativa), y *Geospizopsis plebejus* "Yal plebeyo" con veintiún (21) individuos (16.15 %), en menor abundancia relativa se tiene las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre quince (15) individuos (11.54 %) a un (1) individuo (0.77 %).

Figura 124. Abundancia relativa de aves en la formación de Cardonal - Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.2.3. DIVERSIDAD

La formación de Cardonal – Piso de cactáceas columnares presentó una diversidad ligeramente baja (>2 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores entre 0.77 y 0.82 probits/ind. y 0.77 a 0.91, que nos indican la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre presentes en las estaciones de monitoreo.

Cuadro 39. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación Cardonal- Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
M52	9	43	1.79	0.77	0.81
O34	5	22	1.24	0.63	0.77
OCONTROL	7	65	1.77	0.82	0.91

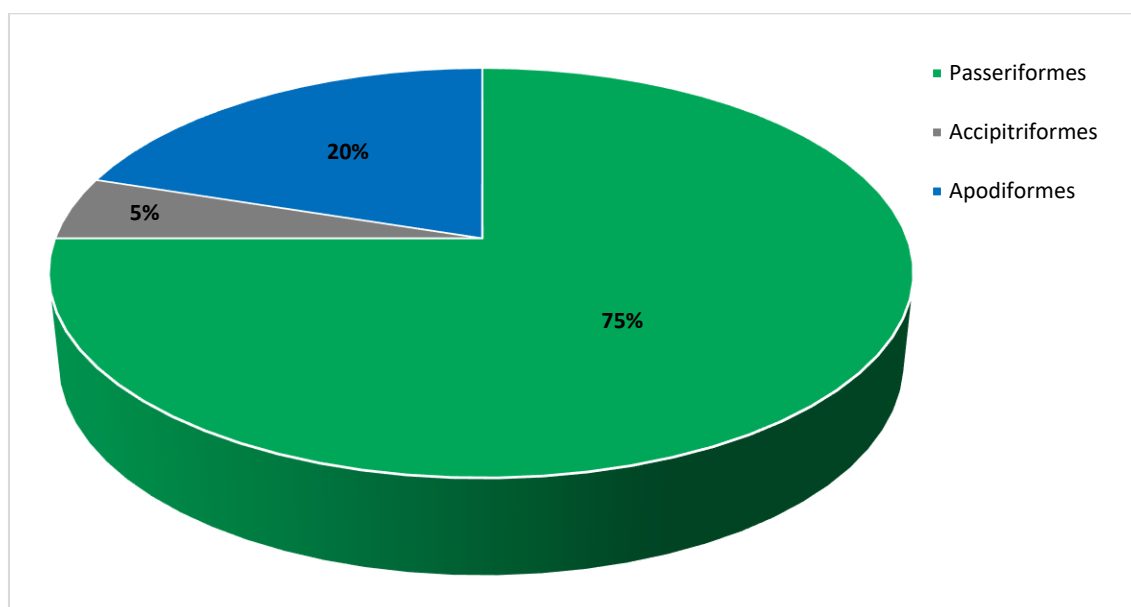
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.1.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de cuatro (4) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca. Se registró un total de veinte (20) especies, tres (3) órdenes y ocho (8) familias. El orden dominante fueron los Passeriformes con quince (15) especies (75 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Apodiformes con cuatro (4) especies (20 %), mientras que los órdenes Accipitriformes, registraron una (1) especie cada uno que representa al 5 % respectivamente.

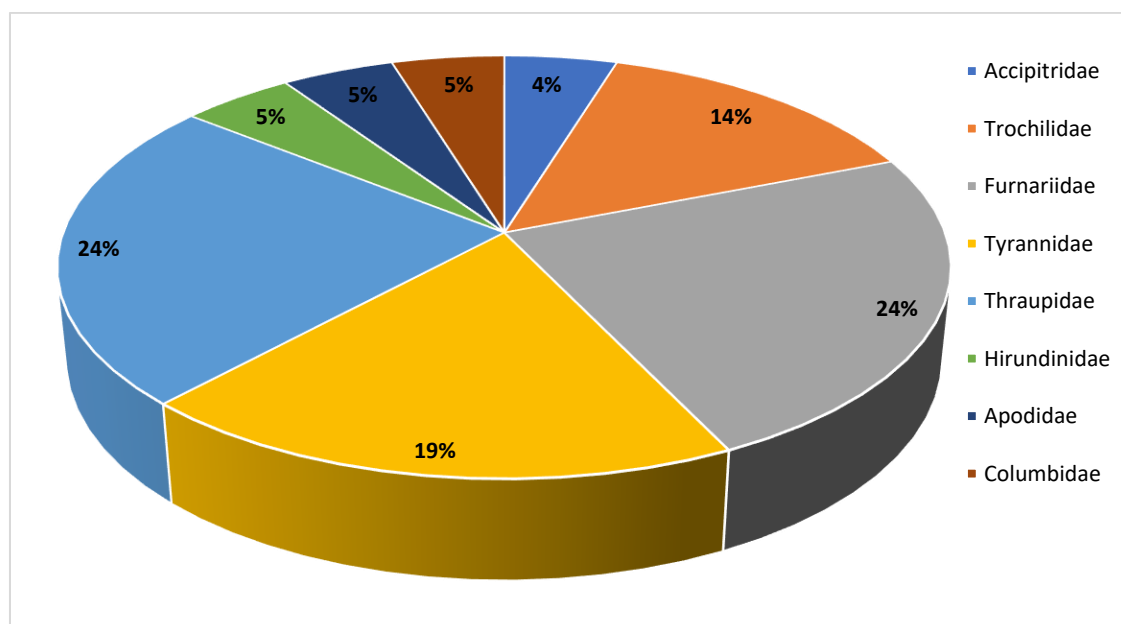
Figura 125. Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Thraupidae y Furnariidae con cinco (5) especies (24 %), le sigue la familia Tyrannidae con cuatro (4) especies (19 %), familias Tyrannidae con cuatro (4) (14 %) y dos (2) especies (6 %) respectivamente, mientras que las otras seis (6) familias registradas presentaron una (1) sola especie cada una (3 % respectivamente).

Figura 126. Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

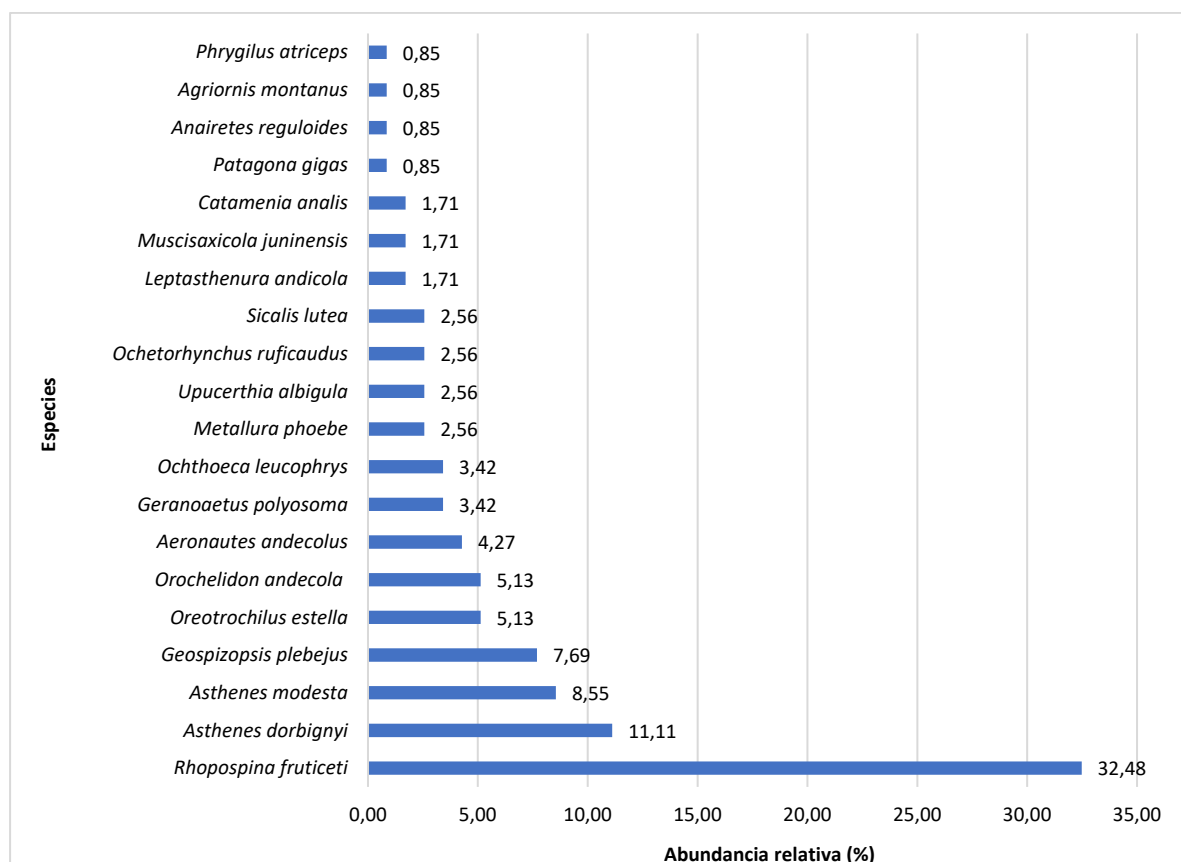


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.3.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (4 puntos en total), registró en total ciento diecisiete (117) individuos. La especie más abundante fue “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* con treinta y ocho (38) individuos (32.48 % abundancia relativa), seguido de *Asthenes dorbignyi* “Canastero de pecho cremoso” con 13 individuos (11.11 %), le siguen las especies *Asthenes modesta*, “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus*, *Oreotrochilus estella* “Estrella andina” con nueve (09) y seis (06) individuos (7.69 y 5.13 % respectivamente); finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre cinco (5) individuos (4.27 %) a un (1) individuo (0.85 %).

Figura 127. Abundancia relativa de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad medios a altos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 2.40 bits/individuo en O6 y 1.39 en O10 bits/individuo, este primer punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.56 probits/individuo para O9 y 0.90 probits/individuo en O6.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En ese sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.61 (O9) y 1 (O10), lo que nos señala que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuidas de forma uniforme para cada una de las especies registradas, con una ligera excepción para la estación O9 que presenta el menor valor, por tanto, la dominancia de una o más especies.

Cuadro 40. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O10	4	4	1.39	0.75	1.00
O31	9	35	1.95	0.83	0.89
O6	13	40	2.40	0.90	0.94
O9	9	40	1.63	0.56	0.61

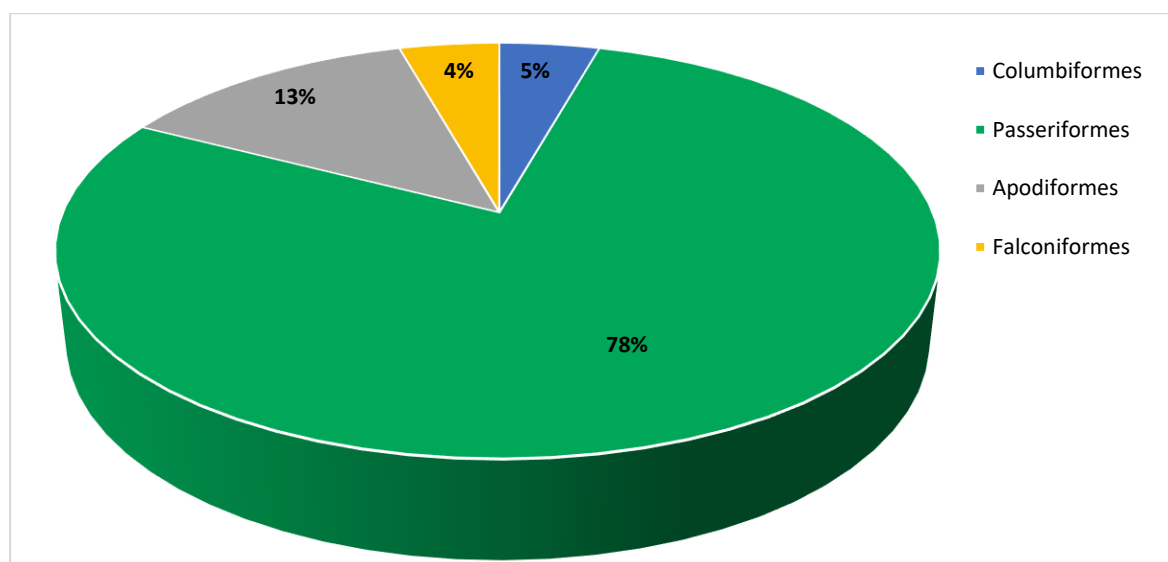
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.4. MONTE RIBEREÑO

5.2.1.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la evaluación del monte ribereño se evaluaron dos (2) estaciones de monitoreo durante la temporada seca. En esta formación se registraron un total de veintitrés (23) especies, cuatro (4) órdenes y ocho (8) familias. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con dieciocho (18) especies (78 % del total registrado), seguido del orden Apodiformes con tres (3) especies (13 % del total), y finalmente el orden Columbiformes y Falconiformes que registró solo una (1) especie (5 %).

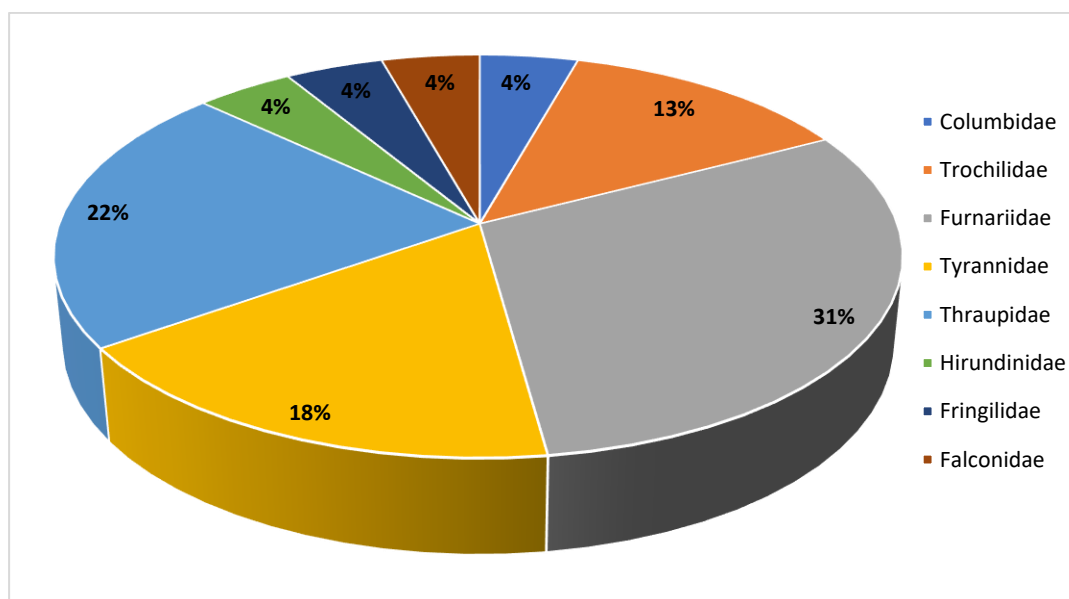
Figura 128. Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Furnariidae presentó el mayor número de especies con ocho (8) especies (31 %), seguido de Tyrannidae y Furnariidae con cuatro y cinco (5) especies cada uno (22 y 18 %), le siguen la familia Trochilidae con tres (3) (13 % respectivamente), en tanto las familias Hirundinidae, Fringilidae, Falconidae, Columbidae y Apodidae registraron una (1) especie cada una (4 % respectivamente).

Figura 129. Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.

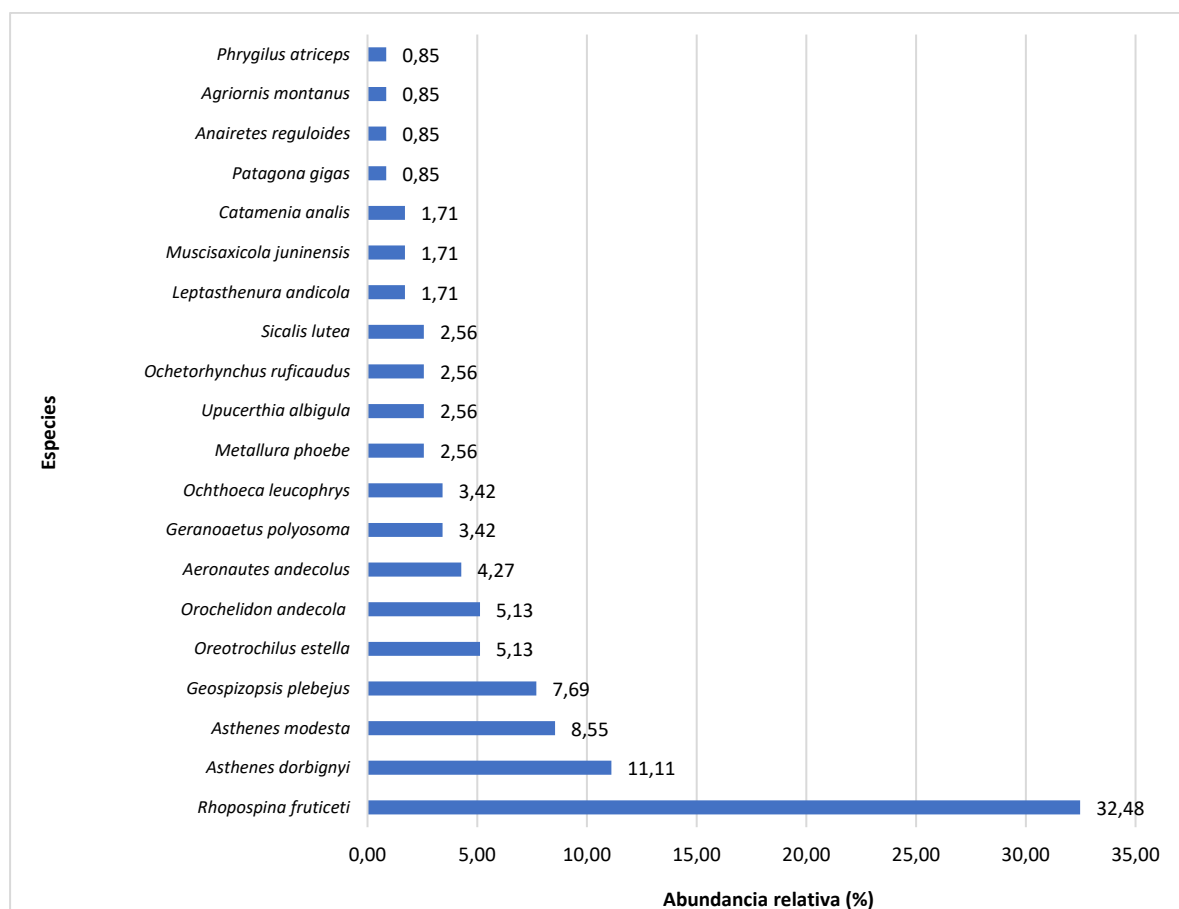


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.4.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O8 y T6 (zona de operaciones), registró en total ciento noventa y tres (193) individuos. La especie más abundante fue el “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* con cuarenta y tres (43) individuos (22.28 % abundancia relativa), seguido de la “Tortolita moteada” *Metropelia ceciliae* con veintitrés (23) individuos (11.92 %), “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con diecinueve (19) individuos (9.84 %) y “Chirigüe verdoso” *Sicalis olivascens* con dieciocho (18) individuos (9.33 %), “Chirigüe de la puna” *Sicalis lutea* y “Vencejo andino” *Aeronautes andecolus* con quince (15) y diez (10) individuos (7.77 y 5.18 %), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre nueve (9) individuos (5.66 %) a un (1) individuo (0.52 %).

Figura 130. Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.4.3. DIVERSIDAD

La formación de Monte ribereño presentó una diversidad media a alta (> 3.0 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.90 probits/ind. y 0.83 a 0.93 respectivamente, lo que indica la no dominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre estas.

Cuadro 41. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	16	59	2.57	0.90	0.93
T6	17	91	2.52	0.90	0.89

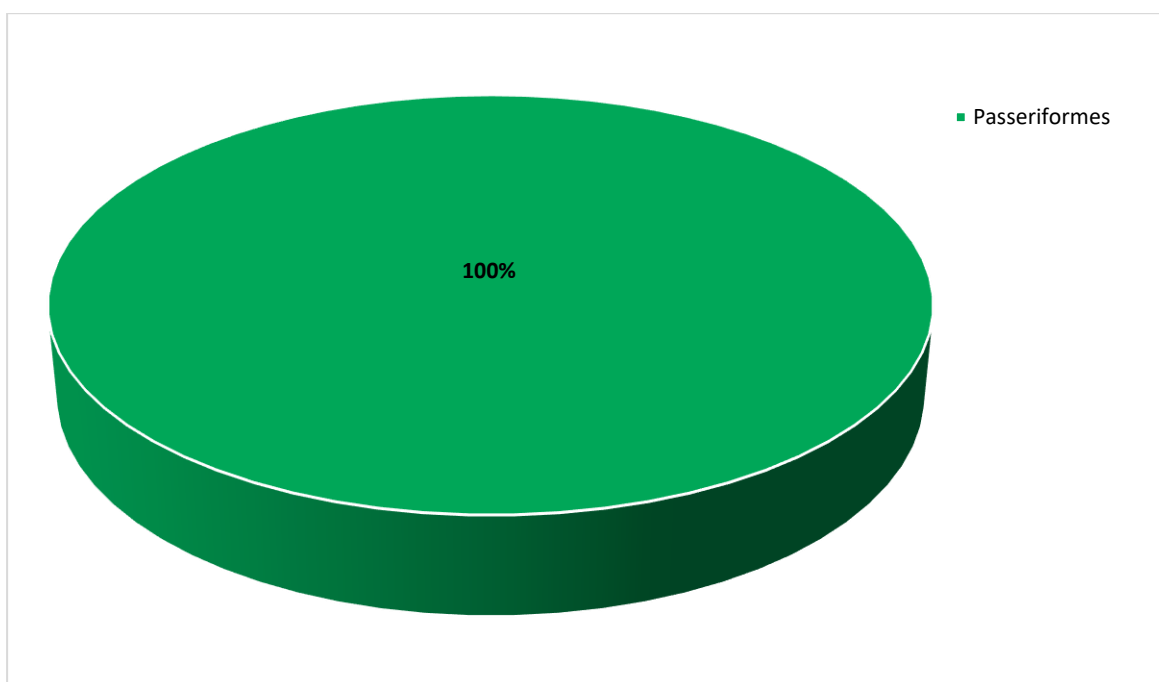
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.1.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca en esta formación, registrándose un total de ocho (08) especies distribuidas en un (1) orden y tres (3) familias. Es, así que, el orden Passeriforme ocupó el 100% de la composición de aves para esta formación vegetal.

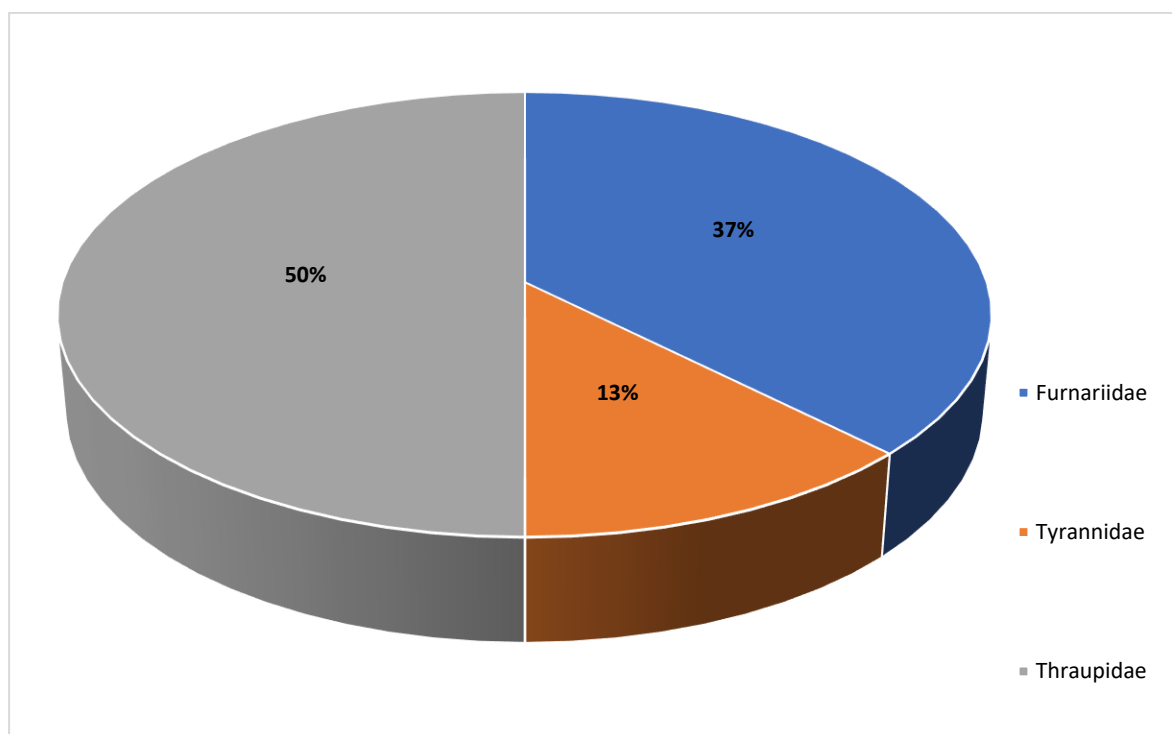
Figura 131. Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Thraupidae presentó el mayor número de especies con cuatro (4) especies (50 %), seguido de Furnariidae con tres (3) especies (37 %), le siguen las familias Tyrannidae con una (1) especie respectivamente (13 %).

Figura 132. Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

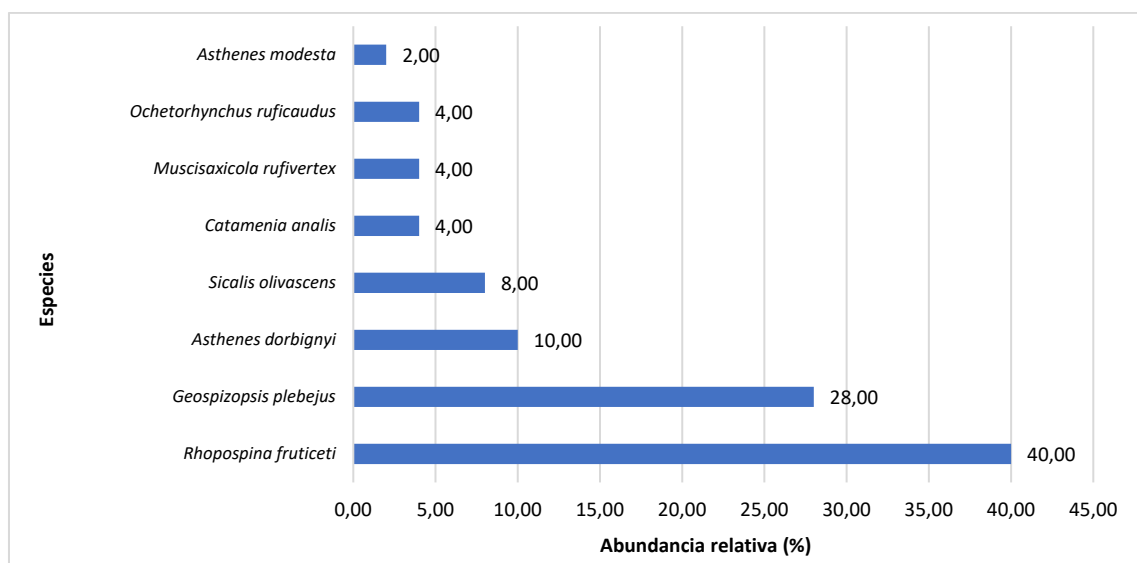


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.5.2. ABUNDANCIA

Esta formación está compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total ciento noventa y tres (193) individuos. La especie más abundante fue el “Fringilo de Pecho Negro” *Rhopospina fruticeti* con diecinueve (19) individuos (18.27 % abundancia relativa), seguido del “Canastero de pecho cremoso” *Asthenes dorbignyi* con catorce (14) individuos (13.58 %), le sigue el “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con once (11) individuos (10.58 %) y la especie *Spinus uropygialis* “Jilguero cordillerano” con diez (10) individuos cada una (9.62 %), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre cuatro (4) individuos (3.85 %) a un (1) individuo (0.96 %).

Figura 133. Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.5.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 1.64 bits/ind en O15PC1. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.74 y 0.78 respectivamente, lo que indica la distribución poco homogénea de los individuos entre las especies registradas. La estación T14 no registró especies.

Cuadro 42. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	8	50	1.62	0.74	0.78
T14	0	0	–	–	–

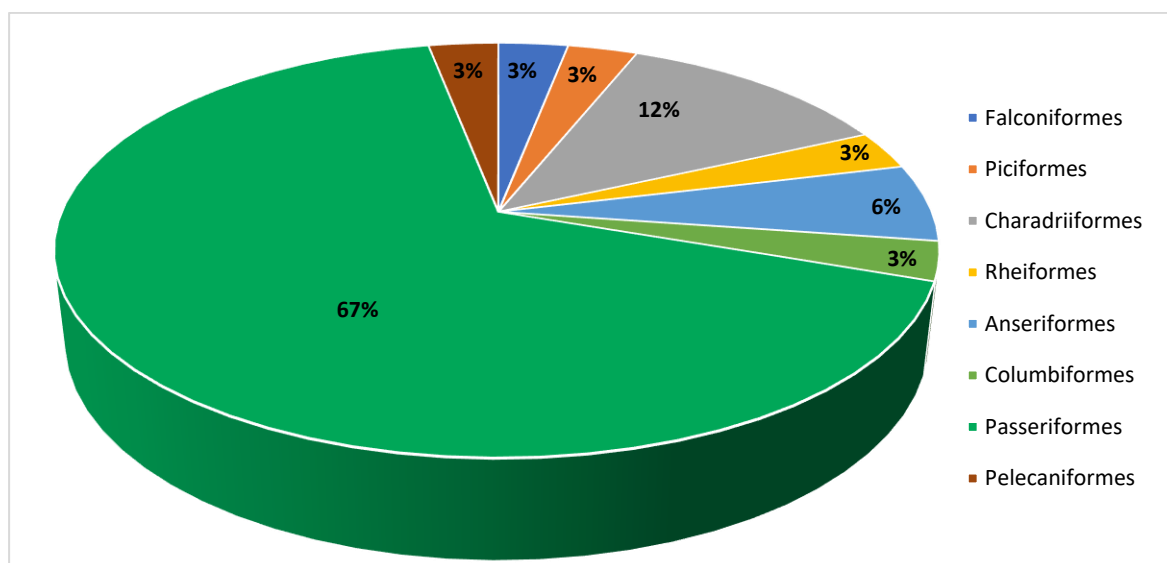
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.6. PAJONAL ANDINO

5.2.1.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de cuatro (4) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca 2021. Registrándose un total de treinta y tres (33) especies, ocho (8) órdenes y 13 familias. El orden dominante fueron los Passeriformes con veintidós (22) especies (67 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Charadriiformes con cuatro (4) especies (12 %), y Anseriformes con dos (2) especies (6 %). Mientras que los demás órdenes registraron una (1) especie cada uno que representa al 3 % respectivamente.

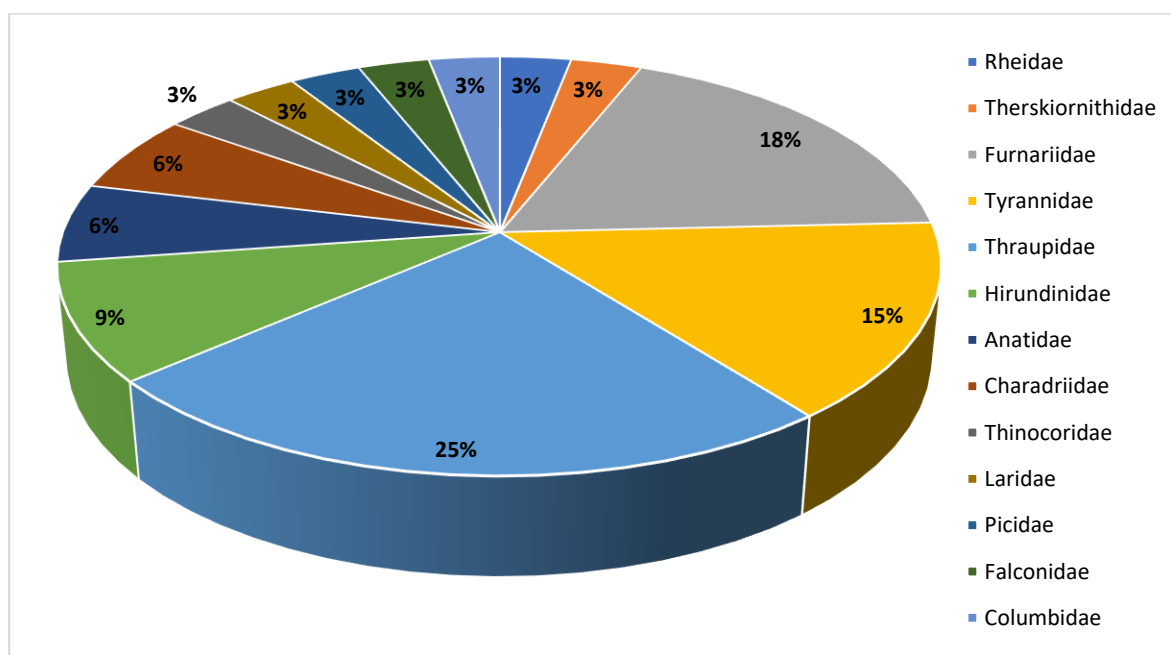
Figura 134. Composición de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Thraupidae fue la de mayor riqueza, con ocho (8) especies (25 %), seguido de la familia Furnariidae con seis (6) especies (18 %), le siguen las familias Tyrannidae con cinco (5) (15 %), mientras que las otras familias registradas presentaron dos (2) y una (1) sola especie (6 y 3 % respectivamente).

Figura 135. Composición de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.

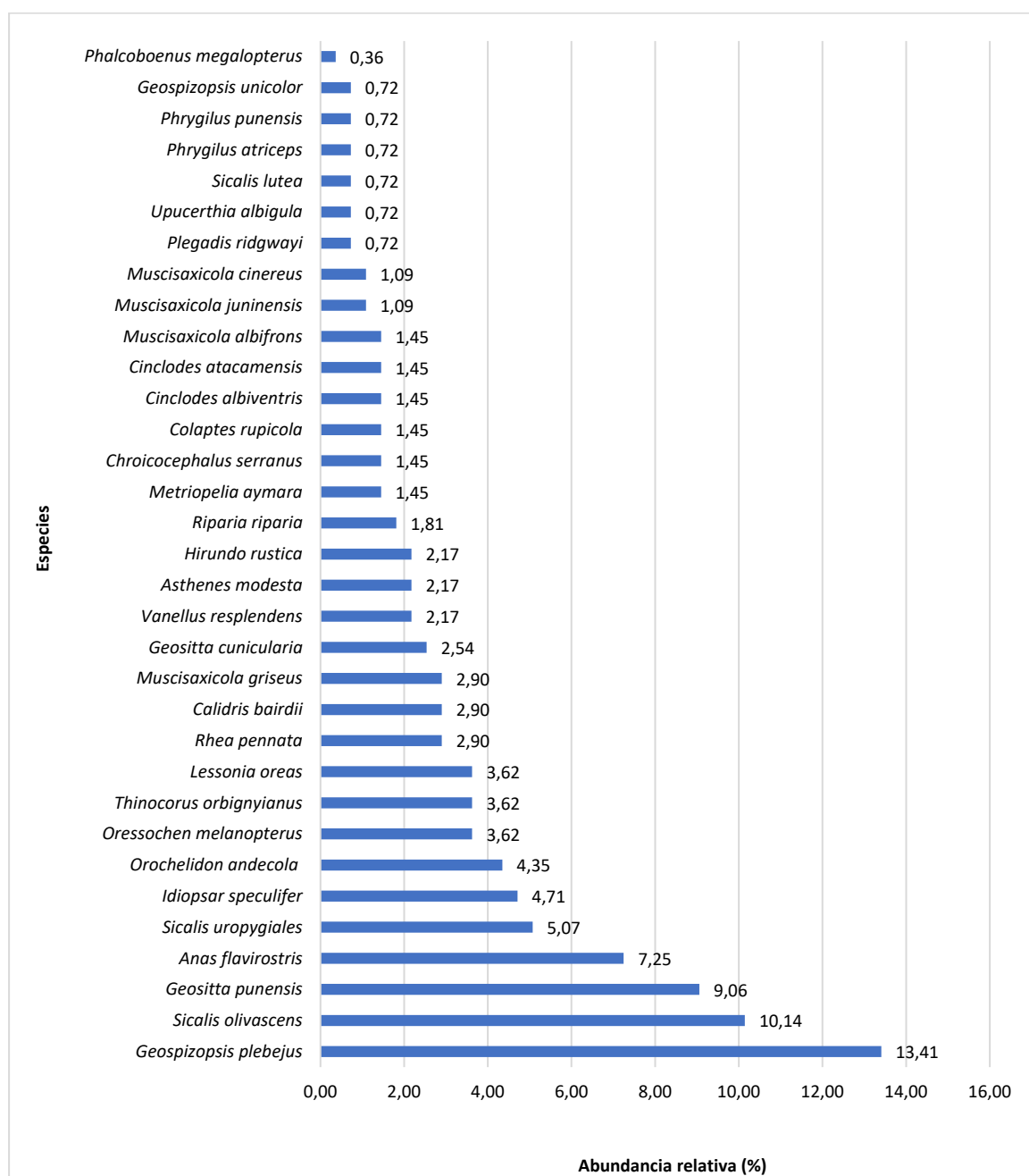


Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.6.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (4 puntos en total), registró en total doscientos setenta y seis (276) individuos. La especie más abundante fue “Fringilo de Pecho Cenizo” *Geospizopsis plebejus* con treinta y siete (37) individuos (13.41 %), le siguen las especies *Sicalis olivascens* “Chirigue verdoso” y *Geositta punensis* “Minero de Puna” con veintiocho (28) y veinticinco (25) individuos respectivamente (10.14 y 9.06 %).

Figura 136. Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.4.6.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Pajonal andino obtuvo valores de diversidad altos (> 3 bits/ind). El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 1.36 bits/individuo en T-16 hasta 2.03, 2.24 y 2.66 bits/individuo en las demás estaciones de monitoreo: T-6, T-20 y T-15 respectivamente. Este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.92 probits/individuo para T-15 y 0.92 probits/individuo en T-15.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En ese sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.84 (T-20) y 0.92 (T-15), lo que nos señala que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuidas de forma uniforme para cada una de las especies registradas, con una ligera excepción para la estación T-20 que presenta el menor valor, por tanto, la dominancia de una o más especies.

Cuadro 43. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T-15	18	94	2.66	0.92	0.92
T-16	5	23	1.36	0.70	0.85
T-20	17	86	2.24	0.84	0.79
T-6	11	73	2.03	0.82	0.85

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.5. CENSO DE RHEA PENNATA "SURI"

El Suri (*Rhea pennata*) es el ave no voladora más grande de América; puede llegar a medir hasta 1.5 m de altura y pesar hasta 30 kg. Esta especie, cuya alimentación es predominantemente herbívora, habita en las alturas de Bolivia, Chile y Perú (Puno, Moquegua y Tacna), por encima de los 4 300 m.s.n.m. La población del Suri viene decreciendo, situación que se evidencia en los censos nacionales realizados, donde 447 suris fueron registrados en el I Censo Nacional y 350 suris en el II Censo Nacional (MINAGRI, 2018).

Históricamente, el uso del vasto plumaje del Suri, durante el incanato estuvo destinado exclusivamente a la realeza. El arte rupestre, iconografía y mitos del Altiplano reflejan el estatus de símbolo que el suri tuvo para los pueblos andinos, que lo consideraron como anunciador de la lluvia.

Pese a su importancia, el suri se encuentra amenazado por la caza y recolección ilegal de sus huevos, plumas y partes; por ello, fue incluido en el Apéndice I de la Convención CITES y catalogado en “Peligro Crítico” por la legislación peruana (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI).

Para el área de estudio se establecieron cuatro (4) transectos para el Censo de Suris, de los cuales un (1) transecto (Suri 1) se logró visualizar un (1) individuo. Es importante señalar que evaluar debido a que se encontraban intervenidos las estaciones del censo se redujo el esfuerzo de muestreo, generándose un esfuerzo de muestreo de 1 000 m, y fuera del censo se visualizaron ocho (8) individuos en la estación T15.

Cuadro 44. Esfuerzo de muestreo para el censo de Suris en temporada seca 2021.

Código de Transecto	Longitud por transecto (metros)	Total (metros)
Suri 1	2 500	10 000
Suri 2	2 500	
Suri 3	2 500	
Suri 4	2 500	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

De la evaluación en los cuatro (4) transectos restantes: Suri 1, Suri 2, Suri 3 y Suri 4, se registró un avistamiento directo en Suri 1, que determinó la presencia de la especie (*Rhea pennata*).

Cuadro 45. Evidencia de Suris en el área de estudio en temporada seca 2021.

Evidencia	Transecto	Zona	Coordenada de inicio		Coordenada de final	
			Este	Norte	Este	Norte
Registro visual	Suri 1	19K	340757	8141388	344351	8140785

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.1.6.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la legislación nacional en la lista “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre” del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, tres (3) especies se encuentran dentro de esta lista, el “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* categorizado como Peligro Crítico (CR).

Para Legislación internacional (IUCN, 2021), las cincuenta y cinco (55) especies registradas se identificó que se encuentran en Preocupación menor (LC), lo cual implica un rango muy amplio de distribución.

Por otro lado, diez (10) especies registradas en el presente monitoreo de temporada seca 2021 se encuentran en los Apéndices de la CITES, de las cuales siete (7) especies se encuentran en el Apéndice II, tales como el “Aguilucho variable” *Geranoaetus polyosoma*, el “Halcon peregrino” *Falco Peregrinus*, la “Caracara cordillerana” *Phalcoboenus megalopterus*, y tres (4) especies de la familia Trochilidae: *Oreotrochilus estella*, *Metallura phoebe*, y *Patagona gigas*; y una especie en el Apéndice I, el “Ñandú pestizo” *Rhea pennata*.

5.2.1.6.2. ESPECIES ENDÉMICAS

Se registró una (01) especie endémica para el territorio nacional, el “Colibrí Negro” *Metallura phoebe* (familia Trochilidae).

El “Colibrí Negro” *Metallura phoebe*, es un colibrí endémico de los Andes Peruanos, bastante común en Matorral arbustivos montanos y bosques abiertos, incluso *Polylepis*. También es bastante común en las vertientes del Marañon y valles intermontanos a lo largo de la mayor parte de la vertiente occidental de los Andes. Generalmente se encuentra en elevaciones entre 2 700 - 4 300 m (Schulenberg *et al.*, 2010).

En el área del proyecto esta especie fue registrada en las formaciones vegetales Bosque de *Polylepis*, Matorral arbustivo, Monte ribereño y Pajonal-Matorral arbustivo, coincidiendo con la descripción de hábitats concurridos por esta especie.

5.2.1.6.3. EBAS

En el presente monitoreo se registraron especies presentes en áreas de endemismo de aves (EBAs – IBAs): *Upucerthia albigula* “Bandurrita de garganta blanca” en la Vertiente Pacífica del Perú – 052.

5.2.1.6.4. ESPECIES MIGRATORIAS

Las aves migran para encontrar mejores condiciones ecológicas y hábitats para alimentarse, reproducirse y criar a sus polluelos. En Perú, la llegada de las aves desde el hemisferio norte empieza desde el mes de setiembre y dura hasta el mes de abril. Aparte de este tipo de migración también se da la llamada migración altitudinal, en la cual las especies de aves de las zonas altoandinas descienden hasta la costa. Como por ejemplo el yanavico, especie sociable característica de la región altoandina (3500 m - 4800 m), cuyo individuos juveniles suelen bajar hasta la costa peruana entre los meses de mayo a setiembre y habitan áreas pantanosas, praderas, pastizales, orillas de lagunas y ríos, incluso en gramadales en colinas algunas veces lejos del agua (Fjeldsa & Krabe 1990).

En el área de estudio se registró cuatro (4) especies migratorias, el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* que presentan poblaciones consideradas como migrantes boreales y otras residentes,

las “Dormilona” *Muscisaxicola cinereus* consideradas como migrantes australes, la “Golondrina tijereta” *Hirundo rustica* considerada migrante boreal y la “golondrina ribereña” *Riparia riparia*, que es una especie que ocurren regularmente en Perú, pero solo en su período no reproductivo.

Por otro lado, Plenge (2021) reporta como migratorio austral a la especie “Dormilona cinérea” *Muscisaxicola cinereus*, migrante austral bastante común desde marzo a octubre (a partir de febrero para para la dormilona cinérea). Se encuentran a 3 800 y 4 900 m, en pastizales andino, y áreas húmedas (para la dormilona de nuca orácea) (Schulenberg *et al.*, 2010).

Asimismo, Plenge (2021) reporta como migratorio boreal a la la “Golondrina tijereta” *Hirundo rustica* y y la “golondrina ribereña” *Riparia riparia*, presente desde setiembre a abril, pudiendo permanecer algunos individuos hasta junio. Se distribuyen a nivel nacional y se les observa frecuentemente en hábitats abierto como llanuras hasta los 4 000m (Schulenberg *et al.*, 2010). A esta lista de especies se añade para la temporada seca no solo la golondrina ribereña sino también el “Playerito de Baird” *Calidris bairdii*.

5.2.1.6.5. ESPECIES DENTRO DE LA CONVENCION SOBRE LA CONSERVACION DE ESPECIES MIGRATORIAS DE ANIMALES SILVESTRES (CMS)

Las aves migratorias dependen de muchos sitios ubicados a lo largo de sus áreas de distribución, es por eso que la pérdida de sus hábitats podría tener un gran impacto en sus posibilidades de sobrevivir. Además, el hecho de cruzar diferentes países las expone a políticas ambientales y de conservación diferente, por eso es que existen instrumentos marcos de coordinación como la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) de la cual Perú es miembro.

En este informe se considerarán solo las especies migratorias que se encuentran incluidas en los Apéndices de la CMS. Se excluyen las especies consideradas en los taxones superiores por ser especies residentes.

Para el presente monitoreo **no se registraron especies contenidas en la lista de la CMS.**

Cuadro 46. Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
1	Rheiformes	Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	Ñandu petizo (Suri)	Herbívoro	CR	LC	I			
2	Anseriformes	Anatidae	<i>Oressochen melanopterus</i>	Cauquen huallata	Omnívoro		LC				
3	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino	Omnívoro		LC				
4	Columbiformes	Columbidae	<i>Metropelia ceciliae</i>	Tortolita moteada	Granívoro		LC				
5	Columbiformes	Columbidae	<i>Metropelia ceciliae</i>	Tortolita moteada	Granívoro		LC				
6	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Chotacabras de ala bandeada	Insectívoro		LC				
7	Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino	Insectívoro		LC				
8	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina	Nectarívoro		LC	II			
9	Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>	Colibri negro	Nectarívoro		LC	II		E	
10	Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibri gigante	Nectarívoro		LC	II			
11	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefria andina	Omnívoro		LC				
12	Charadriiforme	Charadriidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de Baird	Omnívoro		LC		NB		
13	Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Agachona de pecho gris	Omnívoro		LC				
14	Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Chadriiforme	Omnívoro		LC				
15	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de Puna, Yanavico	Omnívoro		LC				
16	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable	Carnívoro		LC	II			
17	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino	Insectívoro		LC				
18	Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Caracara coordillerano	Carroñero		LC	II			
19	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino	Carnívoro		LC	II			
20	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común	Insectívoro		LC				
21	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna	Insectívoro		LC				
22	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteadado	Insectívoro		LC				

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
23	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia albigula</i>	Bandurrita de garganta blanca	Insectívoro		LC				052*
24	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema	Insectívoro		LC				
25	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca	Insectívoro		LC				
26	Passeriformes	Furnariidae	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurrita de pico recto	Insectívoro		LC				
27	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijeral andino	Insectívoro		LC				
28	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso	Insectívoro		LC				
29	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	Insectívoro		LC				
30	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes sclateri</i>	Canastero de la Puna	Insectívoro		LC				
31	Passeriforme	Tyrannidae	<i>Anairetes flavirostris</i>	Torito de pico amarillo	Insectívoro		LC				
32	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	Torito de cresta pintada	Insectívoro		LC				
33	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca	Insectívoro		LC				
34	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia oreas</i>	Negrilo andino	Insectívoro		LC				
35	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola griseus</i>	Dormilona de Taczanowski	Insectívoro		LC				
36	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	Dormila de la puna	Insectívoro		LC				
37	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola cinereus</i>	Dormilona cinerea	Insectívoro		LC			NB	
38	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albifrons</i>	Dormilona de frente blanca	Insectívoro		LC				
39	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	Insectívoro		LC				
40	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	Arriero de pico negro	Insectívoro	VU	VU				
41	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina	Insectívoro		LC				
42	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Insectívoro		LC			NB	
43	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	Insectívoro		LC			NB	
44	Passeriformes	Fringilidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado	Frugívoro		LC				
45	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigue de la puna	Granívoro		LC				
46	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis uropygiales</i>	Chirigue de lomo brillante	Granívoro		LC				
47	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigue verdoso	Granívoro		LC				

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
48	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	Fringilo peruano	Granívoro		LC				
49	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano	Granívoro		LC				
50	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Fringilo de pecho negro	Granívoro		LC				
51	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	Granívoro		LC				
52	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	Granívoro		LC				
53	Passeriformes	Thraupidae	<i>Idiopsar speculifer</i>	Fringilo glaciar	Granívoro		LC				
54	Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero simple	Granívoro		LC				
55	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero	Insectívora		LC				

D.S. N° 004-2014-MINAGRI: Lista de Especies de Fauna Silvestre Amenazada; CR: En peligro crítico, NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable

IUCN: Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (2020-2); LC: Preocupación menor

CITES: I: Apéndice I; II: Apéndice II

CMS: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres

*Vertiente pacífica del Perú y Chile; **Andes peruanos

NB: Migratoria boreal

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.6.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

De acuerdo con la bibliografía consultada, se identificaron cinco (5) especies con potencial uso local: el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* utilizado para cetrería (cazar con aves rapaces entrenadas), la “Estrellita andina” *Oreotrochilus estella* empleada para ornamentación, *Colaptes rupicola* empleado para medicina tradicional, el “Chirigüe de lomo brillante” *Sicalis uropygialis* empleado para mascota y uso comercial, y los “Jilgueros” *Spinus magellanicus* empleados como mascotas.

Cuadro 47. Especies de aves de importancia socioeconómica en temporada seca 2021

Familia	Especie	Nombre común	Usos					
			A	C	O	M	MT	Co
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino		x				
Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrellita andina			x			
Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino					x	
Thraupidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirigüe de lomo brillante				x		x
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado				x		

A: Alimentación; C: Cetrería; O: Ornamental; M: Mascotas; MT: Medicina tradicional; Co: Comercio

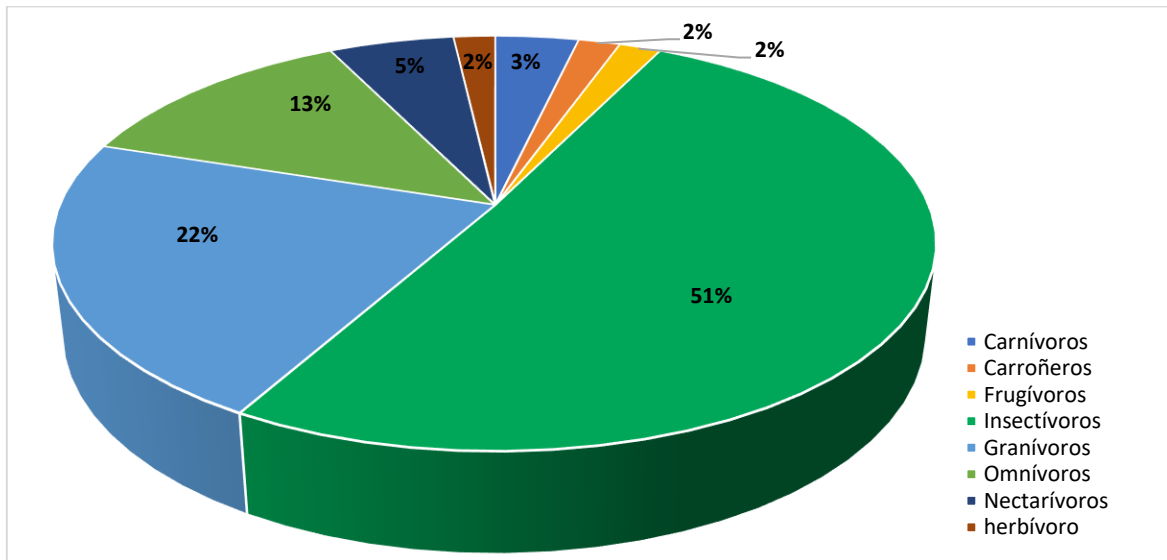
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.6.7. TIPO DE ALIMENTACIÓN (GREMIOS TRÓFICOS)

El estudio teórico del uso de los grupos funcionales ha sido creciente en los últimos años, la idea de clasificación funcional se puede remontar a la temporada de Teofrasto (372-287 a. C.); sin embargo, el desarrollo moderno de esta teoría comenzó a partir de la década de los 60 donde Gitay y Noble, 1997; Terborgh y Robinson, 1986; Hawkins y MacMahon, 1989 y Simberloff y Dayan, 1991; revisan las diferentes definiciones y la creciente literatura sobre clasificaciones gremiales, grupos de respuesta y grupos funcionales y su amplio abanico de aplicación en la ecología. Es así que, el estudio de la organización de las comunidades animales involucró los niveles tróficos referido a un grupo de especies que explotan, por igual, los mismos recursos o bien las especies que se solapan significativamente en los requerimientos de su nicho. Posteriormente, Terborgh y Robinson (1986) consideraron que los grupos funcionales también consisten en gremios específicos de especies que explotan los mismos recursos, pues en la práctica, estos gremios casi siempre se constituyen en función de las relaciones tróficas, como por ejemplo las aves insectívoras (Root, 1967), las especies granívoras del desierto (Brown y Davidson 1977) o los insectos herbívoros (Moran y Southwood 1982).

Un total de ocho (8) gremios fueron identificados para las cincuenta y cinco (55) especies de aves registradas en temporada seca 2021, en las zonas de operación y abastecimiento de agua, siendo el gremio dominante los “insectívoros” con veintiocho (28) especies (43 %), seguido del gremio de los “granívoros” y de los “omnívoros” con doce (12) y siete (07) especies respectivamente (23 y 15 %), el gremio de los “nectarívoros” con tres (3) especies (6 %), los “carnívoros” con dos especies (5 %) y los “frugívoros”, los “carroñeros” y “herbívoros” con una (1) especies (2 %).

Figura 137. Porcentaje de grupos tróficos de aves para el área de estudio en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se describe los gremios más importantes:

A. INSECTÍVOROS

Se han registrado un total de veintiocho (28) especies de aves insectívoras en la presente temporada de evaluación. Las familias con mayor número de especies insectívoras fueron Furnariidae y Tyrannidae con 11 y 10 especies cada una; entre las especies insectívoras de la familia Furnariidae tenemos a los “Mineros” *Geositta cunicularia* y *Geositta punensis*, las “Bandurritas” *Upucerthia validirostris*, *Ochetorhynchus ruficaudus* y *Upucerthia albigula*, los “Canasteros” *Asthenes modesta*, *Asthenes sclateri* y *Asthenes dorbignyi*, los “Tijerales” *Leptasthenura andicola* y los “Churretes” *Cinclodes albiventris* y *Cinclodes atacamensis*, quienes buscan artrópodos en el suelo o entre el césped presente en las estaciones evaluadas.

Otra de las familias con miembros insectívoros son Tyrannidae con especies de “Dormilonas” registradas en el área del proyecto como *Muscisaxicola albifrons*, *Muscisaxicola griseus*,

Muscisaxicola cinereus, *Muscisaxicola juninensis*, y *Muscisaxicola rufivertex* quienes obtienen su alimento principalmente en los suelos ligados a una vegetación más herbácea (de porte bajo) como el césped de puna, bofedales o pajonales, buscando pequeños artrópodos del suelo.

Otras especies insectívoras registradas en el área de estudio fueron el “Vencejo andino” *Aeronautes andecolus* (Familia Apodidae), el “Carpintero andino” *Colaptes rupicola* (Familia Picidae), los “Jilgueros” *Spinus uropygialis* y *Spinus magellanicus* (Familia Fringillidae) y la “Golondrina” *Orochelidon andecola* (Familia Hirundinidae).

B. GRANÍVOROS

Se han registrado un total de doce (12) especies de aves granívoras en la presente temporada de evaluación. Conformado por las especies que se alimentan de granos, semillas o material vegetal, principalmente por la familia Thraupidae (10 especies) como los “Fringilos” *Phrygilus atriceps*, *Phrygilus punensis*, *Geospizopsis unicolor*, *Geospizopsis plebejus*, *Rhopospina fruticeti*, *Idiopsar speculifer* y los “chirigues” *Sicalis lutea*, *Sicalis uropygiales*, *Sicalis olivascens*. La familia Columbidae también pertenece a este gremio como las “Tortolitas” *Metropelia aymara* y *Metropelia ceciliae* que se alimentan de semillas pequeñas.

C. OMNÍVOROS

Se ha registrado un total de siete (07) especies omnívoras, de los cuales tres (3) son miembro de la familia Anatidae como el “Pato barcino” *Anas flavirostris*, y el “Cauquén Huallata” *Oressochen melanopterus*, los cuales en su dieta incluyen semillas, hierbas, moluscos, e insectos. Así como la “gaviota andina” *Chroicocephalus serranus* (Familia Laridae), la cual se alimenta principalmente de semillas, brotes, insectos y pequeños invertebrados.

Otras especies omnívoras registradas en el área de estudio fueron el “Avefría andina” *Vanellus resplendens* (Familia Charadriidae), la “Agachona de pecho gris” *Thinocorus orbignyianus* (Familia Thinocoridae). El yanavico (Familia Therskiornithidae) que es común observarlo caminar cabeza abajo moviendo el pico y sacando así su alimento que consiste varias clases de pequeños animales como artrópodos, crustáceos, caracoles, etc; también come algunos vegetales (Koepcke & Koepcke 1963).

D. NECTARÍVOROS

Representado por los miembros de la familia Trochilidae, registrando tres (3) especies el “Colibrí negro” *Metallura phoebe*, la “Estrellita andina” *Oreotrochilus stella*, el “Colibrí gigante” *Patagona*

gigas, las cuales se alimentan de néctar de las flores de los arbustos *Chuquiraga sp.* y *Gentianella sp.*

E. CARNÍVORO

Se han registrado dos (2) especies carnívoras, los “Aguiluchos” *Geranoaetus polyosoma* y miembros de la familia Accipitridae, y el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* cuyas dietas incluyen preferentemente roedores y secundariamente reptiles y otras aves de menor porte (Baladrón *et al.*, 2014).

F. CARROÑEROS

Se registra una (1) especie pertenecientes a la familia Falconidae el “Caracara cordillerano” *Phalcoboenus megalopterus*, cuya dieta se basa en el consumo de animales muertos, cumpliendo un rol importante para el salud y equilibrio del ecosistema altoandino (Simón, 2016; Stucchi y Figueroa, 2010).

G. HERBÍVORO

El “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* registrada en la zona de operaciones de manera oportunista es considerada una especie herbívora cuya dieta está compuesta principalmente de vegetales de la familia Poaceae en mayor proporción, seguido de Cyperaceas y Asteraceas (Echaccaya *et al.*, 2017).

5.2.1.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ESTACIONAL

Del análisis comparativo estacional para el año 2021 (temporada seca y húmeda), se puede evidenciar que la temporada húmeda 2021 presentó una mayor riqueza de especies con una diferencia de diez (10) especies de aves, esto se debe a que la temporada húmeda presenta mejores condiciones ambientales que permiten la coexistencia de especies de un mismo género y hábitos alimenticios.

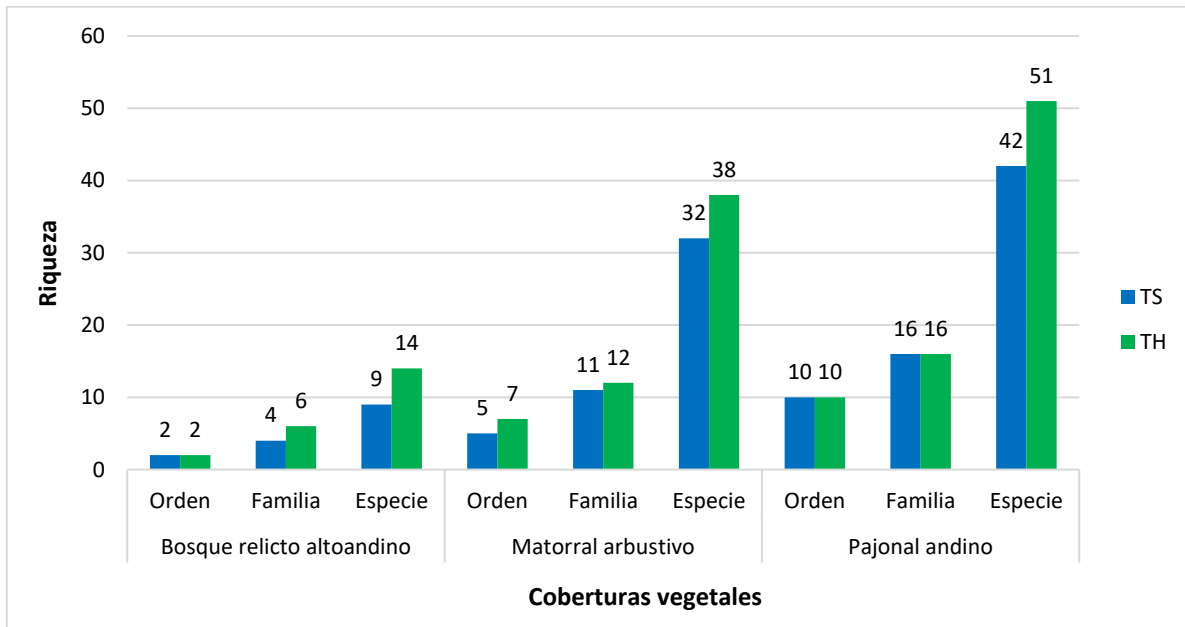
Cuadro 48. Distribución de familias, género y especie según temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021

Orden	Número de familias		Número de géneros		Número de especies	
	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021
Rheiformes	1	1	1	1	1	1
Tinamiformes	1	0	2	0	2	0
Anseriformes	1	1	3	2	3	2
Phoenicopteriformes	1	0	1	0	1	0
Columbiformes	1	1	1	1	2	2
Apodiformes	2	2	5	4	5	4
Charadriiformes	3	3	4	4	4	4
Cathartiformes	1	0	1	0	1	0
Accipitriformes	1	1	1	1	2	1
Piciformes	1	1	1	1	1	1
Falconiformes	1	1	2	2	2	2
Passeriformes	5	6	0	20	41	36
Pelecaniformes	0	1	0	1	0	1
Caprimulgiformes	0	1	0	1	0	1
Total	19	19	22	38	65	55

Elaboración: ASILORZA, 2022.

La variación estacional a nivel de cobertura vegetal fue evidente a nivel de especies, como resultado a la mayor disposición de alimento durante la temporada húmeda, generando en consecuencia una mayor riqueza de especies para el área total y por cobertura vegetal.

Figura 138. Número de órdenes, familias y especies de aves por cobertura vegetal en temporada húmeda 2021 vs temporada seca 2021.



Dónde: TH: Temporada húmeda 2021, TS: Temporada Seca 2021

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.1.8. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°9 Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP DURANTE LA TEMPORADA SECA

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada seca del año 2015, 2019 y el presente monitoreo de Temporada seca 2021. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013.

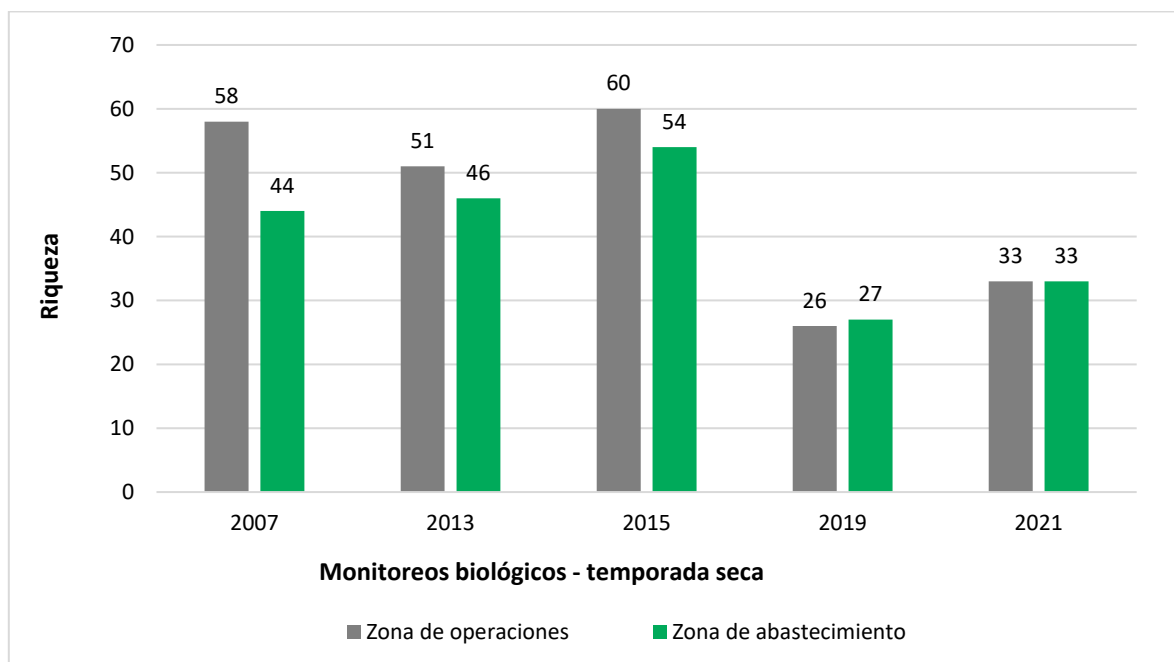
Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la temporada seca 2007 (EIA), 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2021 (MAP)

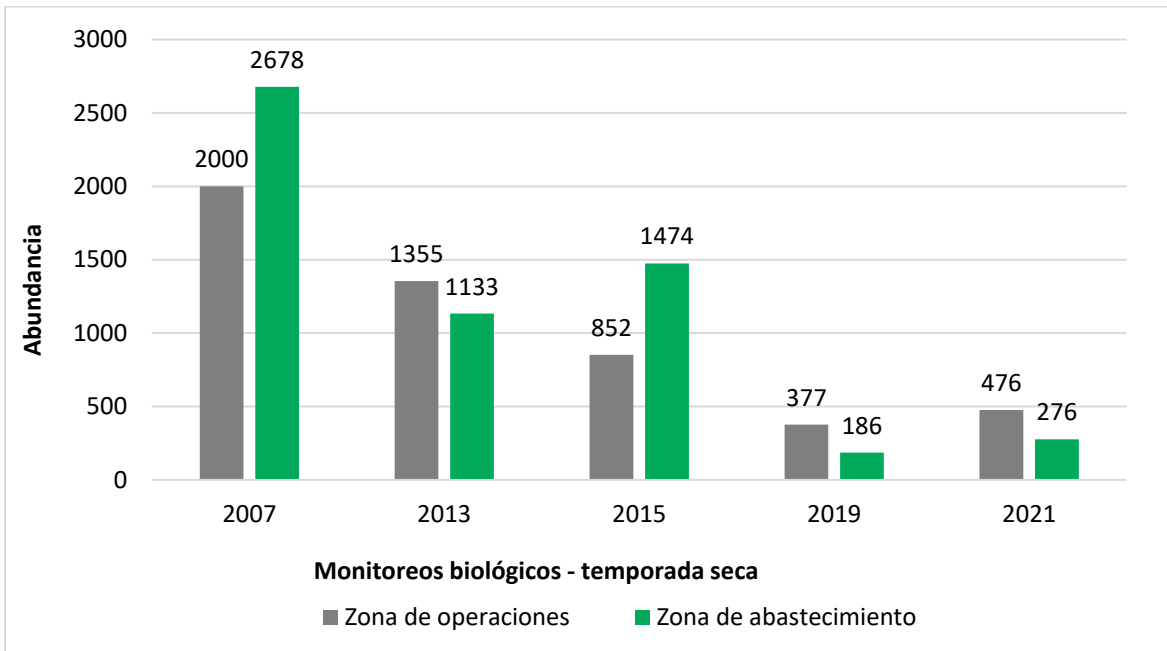
De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia una disminución gradual en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2019, situación que mejora ligeramente durante la evaluación de la campaña 2021 (Figura 139). Este resultado puede deberse a la disponibilidad de recursos suficientes para la permanencia de especies de aves y disminución de las actividades dentro del área como consecuencia de las medidas de seguridad.

Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, con cambios ligeros en el tiempo de la composición de especies entre las evaluaciones 2007, 2013 y 2015, con un cambio notable en las siguientes campañas, con una importante disminución de especies en el 2019, y una recuperación en el 2021. También como era de esperarse debido a las condiciones generadas por la situación sanitaria.

Respecto a la abundancia el comportamiento es distinto al presentado en la riqueza de especies, en este caso, la zona de operaciones presenta una disminución gradual en el tiempo de la abundancia de aves, con una notable disminución en las campañas MAP 2015, 2019 y 2021, en esta última se evidencia una ligera recuperación en el número de aves registradas (13 %). Es importante señalar que en las campañas MAP del 2015 se evidencia un incremento de la abundancia para la zona de abastecimiento, como consecuencia del número de estaciones evaluadas y tamaño de la zona, ya que en adelante las actividades propias del proyecto a imposibilitado la evaluación de todas las estaciones de monitoreo e incluso hay una disminución de la zona-, sin embargo, es rescatable el crecimiento de la población para el 2021, pudiendo indicar mejores condiciones para las aves o la adaptabilidad a las condiciones actuales.

Figura 139. Riqueza y abundancia de aves por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019 y 2021.





Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2. MAMÍFEROS

5.2.2.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la temporada seca 2021 en toda el área del proyecto se registraron diez (10) especies de mamíferos menores (roedores), pertenecientes a las familias Cricetidae y Didelphidae pertenecientes al orden Rodentia y Didelphimorphia respectivamente.

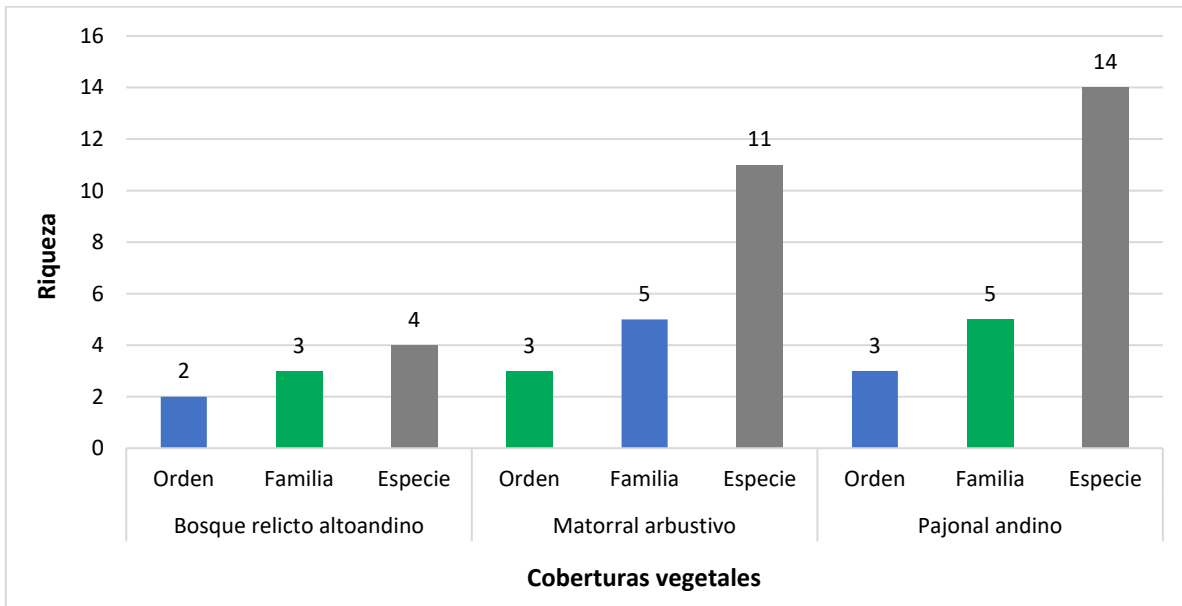
Cuadro 49. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la zona de operaciones en temporada seca 2021

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys boliviensis</i>	Ratón orejón boliviano
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sorellus</i>	Ratón vespertino rojizo
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas
10	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza de mamíferos menores (roedores) según las coberturas vegetales, el Pajonal andino (Pj) obtuvo la mayor riqueza del área con catorce (14) especies, seguido del Matorral arbustivo (Ma) con once (11) especies y finalmente el Bosque relicto altoandino (Br-al) registró la menor riqueza con cuatro (4) especies de roedores; esto puede deberse a que la cobertura de pajonal andino presenta especies (ej. *Festuca*) que dependen menos de la estación lluviosa y por tanto permite ser un buen hábitat de refugio para los roedores, por el contrario las otras dos coberturas son variables en temporada de lluvias.

Figura 140. Riqueza de mamíferos menores terrestres por cobertura vegetal en temporada seca 2021



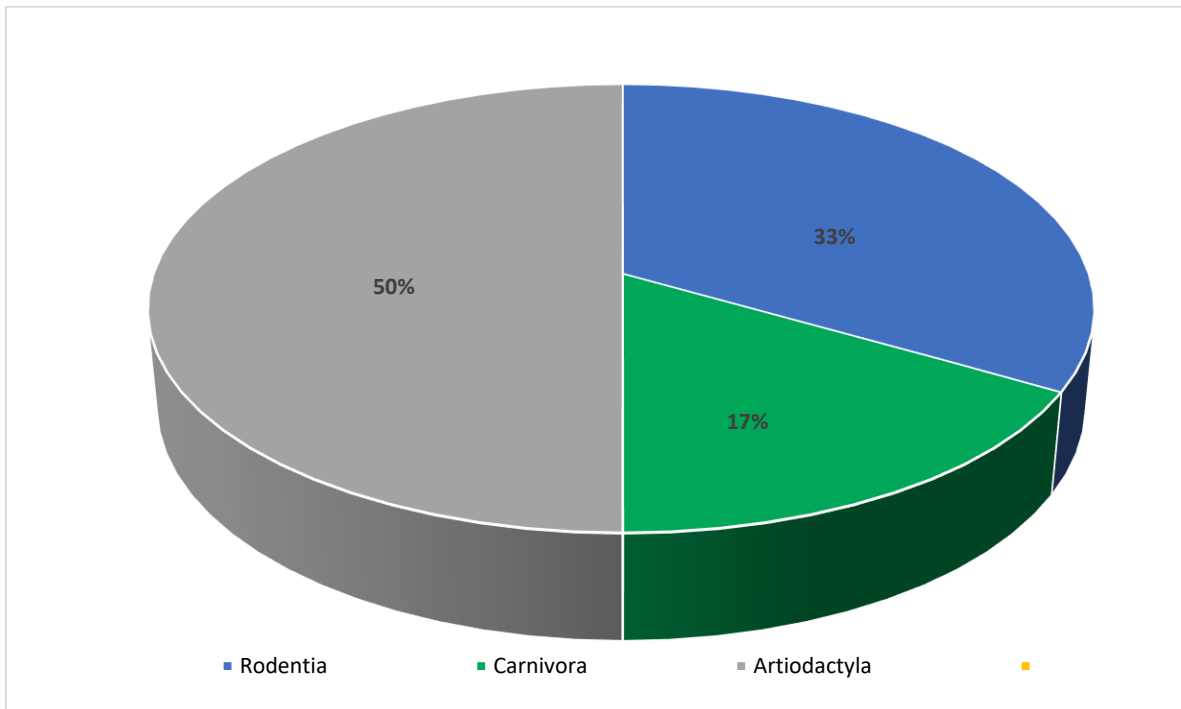
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En cuanto a la riqueza de mamíferos medianos y mayores se registraron en total seis (6) especies pertenecientes a tres (3) órdenes y cuatro (4) familias. El orden más representativo fue Artiodactyla con tres (3) especies que representan el 50 % de la riqueza total de mamíferos medianos y mayores, mientras que los demás órdenes registrados como Carnívora, y Artiodactyla presentaron dos (2) y una (1) especie cada una que corresponde al 33 y 17 % respectivamente.

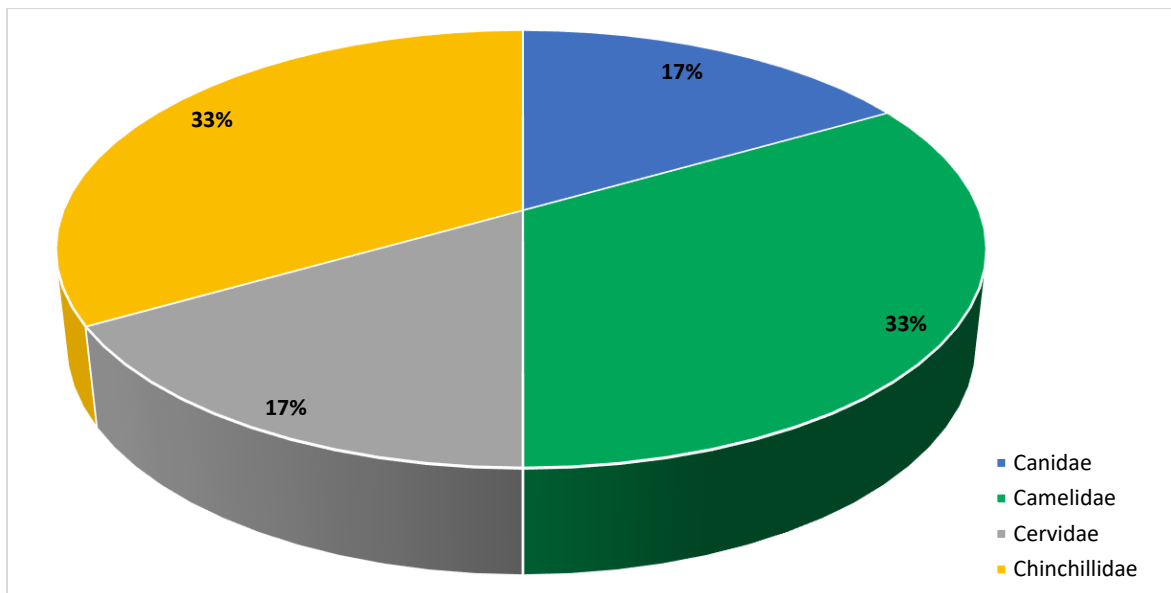
A nivel de familias taxonómicas, las familias Camelidae y Chinchillidae presentaron dos (2) especies, mientras que Canidae y Artiodactyla registraron una (1) especie cada una (17 % respectivamente).

Figura 141. Composición total de mamíferos medianos y mayores por orden taxonómico en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 142. Composición total de mamíferos medianos y mayores por familia taxonómica en temporada seca 2021



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En el área del proyecto se identificaron tres (3) coberturas vegetales, de las cuales el Pajonal andino y Matorral arbustivo registraron la mayor riqueza con cinco (5) especies, seguido del Bosque relicto altoandino con tres (3) especies. Entre las especies registradas destaca la “Taruka” *Hippocamelus antisensis* y la “vizcacha peruana” *Lagidium peruanun* registrado en las tres (3) coberturas vegetales del proyecto, mientras que la “vicuña” *Vicugna vicugna* obtuvo registros solo en el Pajonal andino y el “guanaco” *Lama guanicoe* presente solo en Matorral arbustivo; esta prevalencia de especies respecto al tipo de cobertura vegetal se debe principalmente el tipo de alimentos vegetales que prefieren dichas especies.

Cuadro 50. Listado total de mamíferos medianos y mayores en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	Pajonal
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado		x	x
2	Artiodactyla*	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña			x
3	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		x	
4	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	x	x	x
5	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		x	x
6	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	x	x	x
Total general					2	5	5

* Pacheco et al. 2020

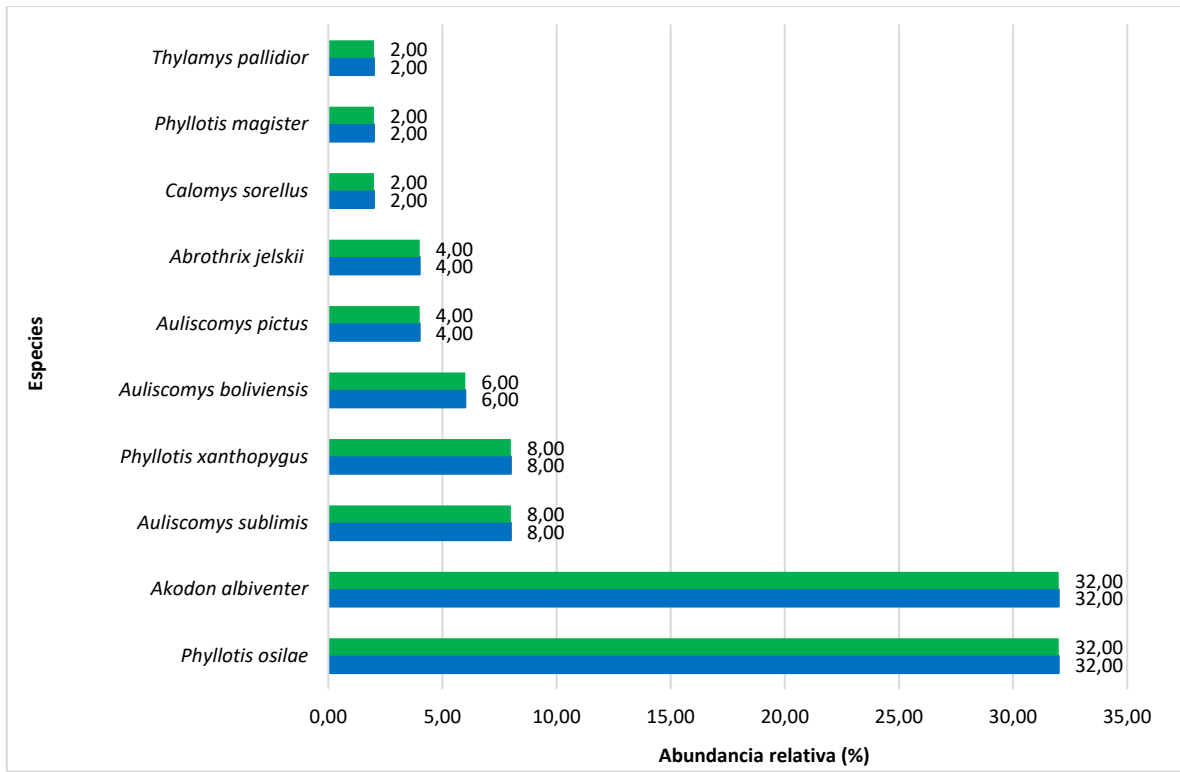
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.1.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En cuanto a la abundancia de mamíferos menores terrestres en toda el área del proyecto se registraron cincuenta (50) individuos distribuidos en las tres (3) coberturas vegetales, destacándose el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* y “Ratón orejón de Asillo” *Phyllotis osilae* con treinta y uno (31) individuos (28.97 %) y del “Ratón orejón sublime” *Auliscomys sublimis* y “Ratón orejón puntado” *Phyllotis xanthopygus* con cuatro (4) individuos (8 %).

Figura 143. Abundancia relativa de roedores en el área del proyecto en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En el caso de los mamíferos medianos y grandes, con fines comparativos de los resultados directos, indirectos, se ha empleado el índice de ocurrencia e Índice de actividad de Boddicker (Boddicker *et al.*, 2002).

Para el área del proyecto la especie con mayor valor del Índice de Actividad (IA) fue la “Vizcacha” *Lagidium viscasia* y *Lagidium peruanun* con un Índice de actividad de 198 y 220, mientras que las especies con menor índice de actividad fueron la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* con valores de 24. En ese sentido, considerando que el índice de actividad >25 puntos indican niveles altos de actividad se obtuvo dicho puntaje para cinco (05) especies. Es importante señalar, que la “vicuña” *Vicugna vicugna* solo presenta niveles altos de actividad en el Pajonal andino, mientras que el “Guanaco” *Lama guanicoe* se encuentra con alta actividad en el Matorral arbustivo; esto puede deberse a las características que presentan dichas zonas y el tipo de vegetación, siendo las vicuñas especies que prefieren hábitats con igual vegetación y en zonas amplias, en comparación con los Guanacos que prefieren áreas con presencia de vegetación diversa e incluso zonas con pendientes.

Cuadro 51. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo		Pajonal andino		IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	-	2(Obs)	2(He)	3 (Obs)		14	58
					10 pts	4 pts	10 pts			
					20 pts	8 pts	30 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	-	-		4(Obs)	2(Hu)	15	50
							10 pts	5 pts		
							40 pts	10 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	-	3 (Hu)	1 (He), 1 (Est), 1 (Dorm)	-		17	39
					5 pts	12 pts				
					15 pts	24 pts				
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	1 (Obs)	1 (He)	-		-	14	24
				10 pts	4 pts					
				10 pts	4 pts					
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Viscacha	-	5 (Obs)	1 (Pe); 5 (He)	10 (Obs)	-	18	198
					10 pts	8 pts	10 pts			
					50 pts	48 pts	100 pts			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	7 (Obs)	2 (Obs)	1 (He)	9 (Obs)	-	14	220
				10 pts	10 pts	4 pts	10 pts			
				70 pts	20 pts	4 pts	90 pts			

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se presenta una breve descripción de la especie con mayor número de registros en el monitoreo realizado:

La “vizcacha” *Lagidium viscacia* y *Lagidium peruanum* se les asocia a una gran variedad de áreas rocosas. Hace sus madrigueras entre las rocas, son de comportamiento gregario, de actividad diurna preferentemente matinal y crepuscular. Son herbívoros, tienen una gestación de 140 días y una lactancia de ocho (8) semanas (Pearson, 1948). Se distribuye desde el centro y sur del Perú, al norte de Chile y alrededor del lago Titicaca. Se le ha registrado desde los 300 msnm. en la costa cerca de Lima hasta por encima de los 5 000 msnm (Tamayo & Frassinetti 1980). Estas características y en especial, el comportamiento gregario permite un mayor registro de esta especie.

5.2.2.1.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la comunidad de mamíferos menores en el área del proyecto presentó una diversidad relativamente baja. Dicha característica prevaleció en las tres (3) coberturas vegetales, con un índice de Shannon-Wiener que osciló entre 0.69 bits/ind (Bosque relicto altoandino) a 1.79 bits/ind (Pajonal andino). Respecto al índice de Pielou solo el Bosque relicto altoandino registró una distribución homogénea del número de individuos de sus especies registradas al obtener un valor de 0.79, a pesar que presentó los valores más bajos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson.

Cuadro 52. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por formación vegetal en temporada seca 2021.

Coberturas vegetales	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	2	2	0.69	0.5	1
Matorral arbustivo	6	21	1.30	0.62	0.72
Pajonal andino	9	27	1.79	0.76	0.82
TOTAL	10	50	1.79	0.77	0.78

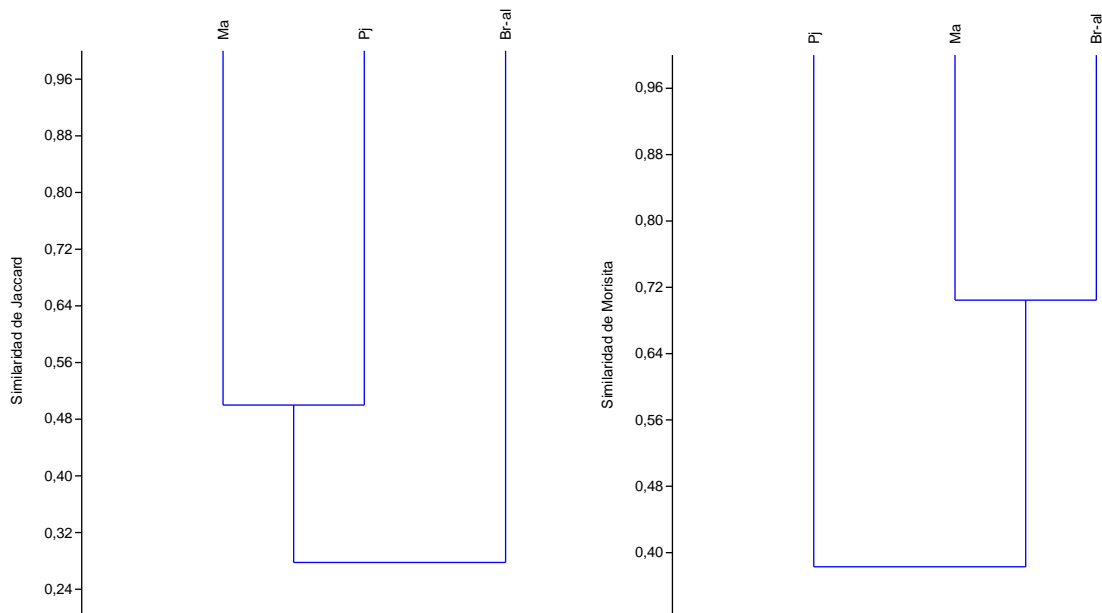
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las coberturas vegetales Pajonal andino y Matorral arbustivo forman un agrupamiento con una similitud del 72 % debido a que comparten cinco (5) especies en común, mientras que el Bosque relicto altoandino presenta una similitud del 25 % con este agrupamiento (Figura 144)

Según el índice de Morisita, las coberturas Pajonal andino y Bosque relicto altoandino presentaron una similitud del 72 % debido a que comparten dos (2) especies con abundancias similares, mientras que, el Matorral arbustivo registró una similitud del 408 % con ambas coberturas vegetales. (Figura 144)

Figura 144. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por coberturas vegetales en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

5.2.2.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

5.2.2.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

La evaluación del Bosque relicto altoandino compende la estación de monitoreo O31, donde se registraron dos (2) especies de roedores de la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 53. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

La evaluación del Bosque relicto altoandino comprende la estación de monitoreo O31, donde se registraron dos (2) especies de mamíferos medianos y mayores de la familia Cervidae y Chinchilidae (Orden Artiodactyla y Rodentia).

Cuadro 54. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 Obs
2	Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	7 Obs

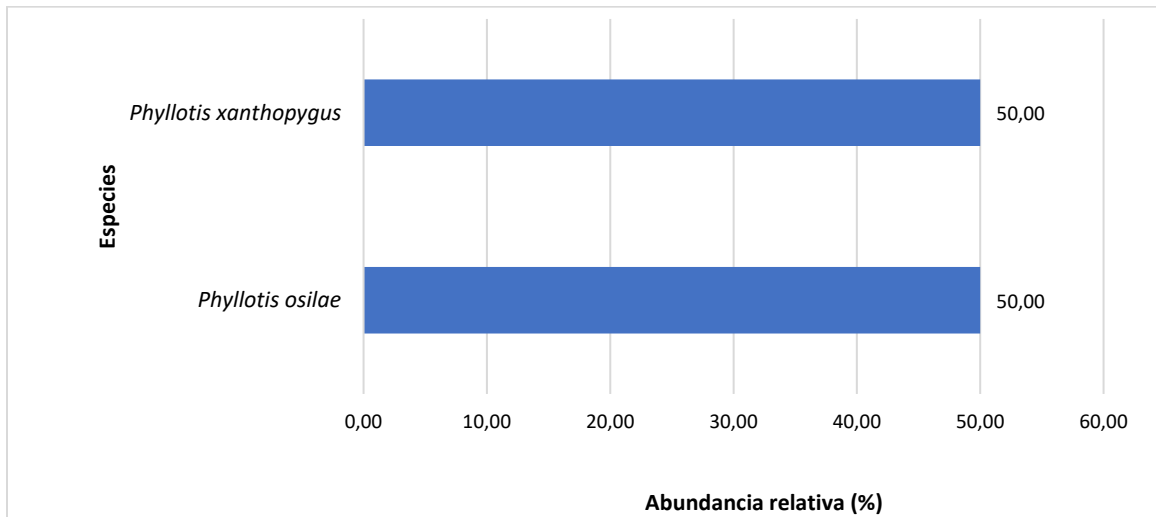
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.1.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta cobertura está compuesta únicamente por el punto O31 donde se registró un total a seis (6) individuos. Las especies más abundantes fueron el “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* y el “Ratón orejón de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* presentaron solo un (1) individuo (2.00 %).

Figura 145. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.1.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque relicto altoandino presentó valores bajos, los cuales, indican que dicha cobertura presenta una baja diversidad con $H' = 0.69$ bits/ind; $1-D = 0.5$ probtis/ind., aunque si una distribución poco homogénea del número de individuos en las especies registradas, y $J' = 1$.

Cuadro 55. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021.

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	2	0.69	0.5	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.2.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de mamíferos pequeños terrestres se evaluaron 10 estaciones de monitoreo para la cobertura vegetal Matorral arbustivo, registrándose seis (6) especies de roedores pertenecientes

a la familia Cricetidae (Orden Rodentia) y Didelphidae (orden Didelphimorphia). Las estaciones de monitoreo O9, y O33 (zona de operaciones) registraron tres (3) especies cada uno, mientras que los puntos O6 y T6 registraron únicamente dos (2) especies cada uno y O8, O10 y O32 registraron sólo una (01) especie de roedor.

Cuadro 56. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTRO	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	O32	O33
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco			X				X	X		
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime					X					
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado							X			
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo					X	X	X	X	X	X
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas										X
6	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida										X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Un total de 10 estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca en esta cobertura vegetal, donde se registró un total de cuatro (4) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias. Las estaciones de monitoreo T6 registraron tres (3) especies (Cuadro 57). Las demás estaciones de monitoreo (M-52, O10, O34, O8, O9, O32 y O33) registraron una (1) especie.

Cuadro 57. Listado de especies de mamíferos mediano y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTRO	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	O32	O33
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado				X		X		X	X	
2	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco								X		

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCENTRO	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	O32	O33
3	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		X	X				X			
4	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana								X		X

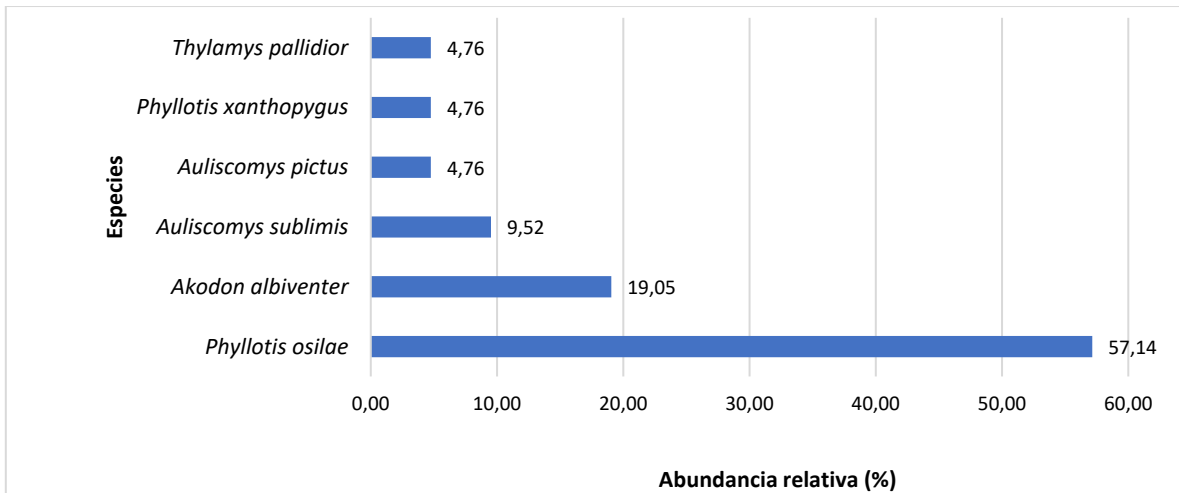
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En esta cobertura se registró un total de veintiún (21) individuos. La especie más abundante fue *Phyllotis osilae* “Ratón orejón de Asilo” con doce (12) individuos (57.14 % abundancia relativa), seguido del “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con cuatro (04) individuos (19.05 %), le sigue “Ratón orejón sublime” *Auliscomys sublimis* con dos (2) individuos (9.52 %) y finalmente el “Ratón orejón de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus*, “Ratón orejón de ancas amarillas” *Auliscomys pictus* y “marmosa pálida” *Thylamys pallidior* con un (1) individuo (4.76 %).

Figura 146. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de especies por punto de monitoreo, O32 y O9 registró la mayor abundancia con cuatro (4) individuos distribuidos en una (1) y tres (3) especies, siendo la más abundante “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con dos (2) individuos, seguido de las estaciones

de monitoreo O6 y O8 con tres (3) individuos cada uno, siendo las especies dominante el ratón orejón de Asilo. Las demás estaciones presentan entre 0 y dos individuos.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Los mamíferos medianos y mayores fueron evaluados en base a los índice de ocurrencia y actividad, donde la especie con mayor valor de Índice de actividad (IA) fue la “vizcacha” *lagidium viscacia* con un IA=74 puntos, seguido de el “Zorro colorado”, *Lycalopex culpaeus*, con un IA=30, le sigue el “Guanaco” *Lama guanicoe* con un IA=27; finalmente con el menor IA=24 se encuentra la vizcacha peruana *Lagidium peruanun* el cual debido al bajo valor obtenido para el índice de actividad (MINAM, 2015) no se confirma la presencia de esta especie para la cobertura vegetal.

Cuadro 58. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	OCONTROL	M-52	O34	O10	O6	O8	O9	T6	O32	O33	IO	IA			
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado						1 (Obs)		1 (Obs)			10	30			
									10 pts		10 pts							
									10 pts		10 pts							
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco								3 (Hu)	1 (He), 1 (Est), 1 (Dorm)		17	27			
											5 pts					12 pts		
											15 pts					12 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		5 (He), 1 (Pe)	1 (Obs)		1 (Obs)		3 (Obs)				18	74			
																8 pts	10 pts	10 pts
																24 pts	10 pts	10 pts
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana								1 (He)		2 (Obs)	14	24			
											4 pts					10 pts		
											4 pts					20 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3. DIVERSIDAD

La cobertura vegetal Matorral arbustivo presentó una diversidad baja (>1.1 bits/ind.), resultado que se mantuvo en todas las estaciones de monitoreo. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores entre 0.00 y 0.63 probits/ind. y 0.00 a 0.95, que nos indican la dominancia de una (1) especie siendo en este caso Ratón orejón de Asilo" *Phyllotis osilae*.

Cuadro 59. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
OCONTROL	0	0	–	–	–
M-52	0	0	–	–	–
O10	1	1	0.00	0.00	0.00
O34	0	0	–	–	–
O6	2	3	0.64	0.44	0.92
O8	1	3	0.00	0.00	0.00
O9	3	4	1.04	0.63	0.95
T6	2	2	0.69	0.50	1.00
O32	1	4	0.00	0.00	0.00
O33	3	4	1.04	0.63	0.95

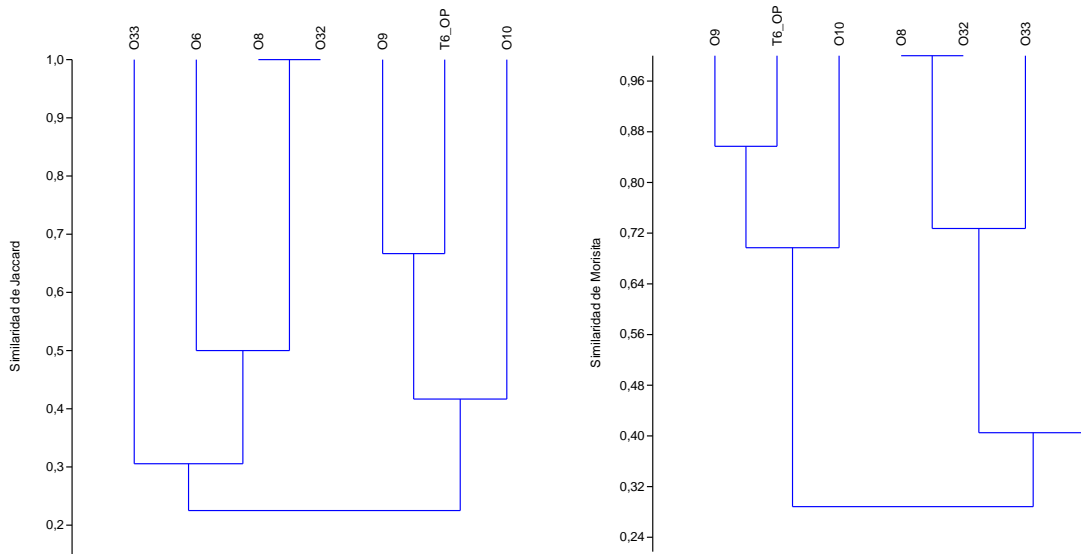
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud mayor al 40 % fueron O10 y O9 con T6 (zona de operaciones), en ambos casos, las estaciones comparten una especie. Asimismo, se evidencia que el patrón de agrupamiento con una similitud mayor al 30 % es de acuerdo al tipo de formación vegetal de la cual forman parte las estaciones de monitoreo 3 (Matorral arbustivo).

Según el índice de Morisita, las estaciones de monitoreo tienen abundancias similares, es por eso, que se presenta una similitud mayor al 32 %, con excepción de la estación O6 en comparación a las demás estaciones donde se registraron más individuos.

Figura 147. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3. PAJONAL ANDINO

5.2.2.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la cobertura de Pajonal andino se registraron nueve (9) especies de mamíferos menores, la cuales pertenecen a la familia Cricetidae del orden Rodentia. En esta cobertura vegetal se evaluaron ocho (8) estaciones de monitoreo, la estación T20 y O15PC1 registraron la mayor riqueza con tres (3) especies, seguido de los puntos O15, O31 y T15 con dos especies (2) cada uno, las demás estaciones no registraron especies.

Cuadro 60. Listado de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O31	T16	T14	T15	T20	T-6
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii							X	
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X	X						
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime							X	
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys boliviensis</i>	Ratón orejón boliviano						X		
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado							X	
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sorellus</i>	Ratón vespertino rojizo						X		
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro		X						
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo		X	X					
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X		X					

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Un total de ocho (8) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca 2021 en esta cobertura vegetal, donde se registraron cinco (5) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (4) familias. Las estaciones de monitoreo O15PC1, O31 y T15 registraron dos (2) especies cada uno y las estaciones O15, T20 y T-6 registraron una (1) especie cada uno. Para la estación T14 y T16 no se obtuvieron registros directos ni indirectos de especies de mamíferos medianos y mayores.

Cuadro 61. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O31	T14	T15	T16	T20	T-6
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	X						

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O31	T14	T15	T16	T20	T-6
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña								X
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca			X		X			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha					X			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana		X	X				X	

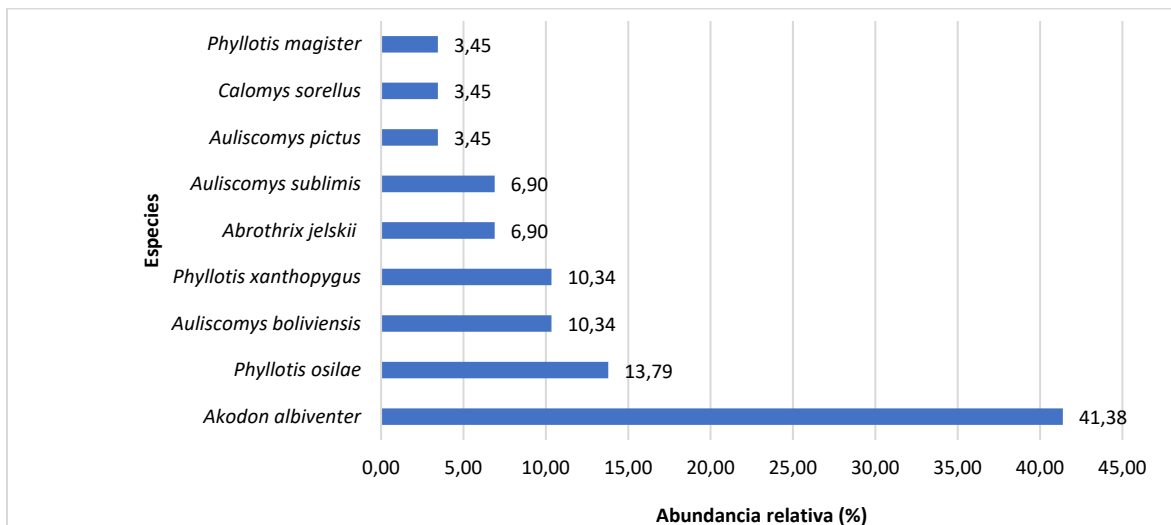
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En cuanto a la abundancia de mamíferos menores en el Pajonal andino se registró veintinueve (29) individuos, siendo el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* el de mayor abundancia con doce (12) individuos (41 %), seguido en menor proporción del “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con cuatro (4) individuos (14 %), le siguen el “Ratón campestre de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* y *Auliscomys boliviensis* “ratón orejón boliviano” con tres (3) (10 %). Las demás especies capturadas en esta cobertura vegetal presentaron abundancias menores a tres (3) individuos.

Figura 148. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia de especies por punto de monitoreo, la estación O15PC1 registró la mayor abundancia con once (11) individuos distribuidos en seis (06) especies, siendo la especie *Akodon albiventer* “Ratón campestre de vientre blanco” la más abundante con siete (07) individuos, le sigue O15 con siete (07) individuos y T20 con cinco (05) individuos, mientras que las estaciones T20, T15 y O31, presentaron abundancias menores a cinco (05) individuos.

Es importante señalar que la estación T6, T16 y T14 (zona de abastecimiento de agua) no registró ningún individuo.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Los mamíferos medianos y mayores fueron evaluados en base a los índices de ocurrencia y actividad, donde a partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, se confirma la presencia de la “Vicuña” *Vicugna vicugna* y la “Vizcacha” *Lagidium viscasia* y *Lagidium peruanum* con un índice de actividad de 50, 100 y 164 puntos, respectivamente; lo cual, nos indica la presencia y alta actividad en el Pajonal andino. Mientras, para *Hippocamelus antisensis* “Taruka”, no tiene valores mayores a 25 puntos, por tanto, su actividad es baja en este tipo de cobertura vegetal, sin embargo, si está presente (20 puntos).

Cuadro 62. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	O31	T14	T15	T16	T20	T-6		IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (IObs)	2 (IObs)								34	394
				10 pts	10 pts									
				10 pts	20 pts									
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña								4 (IObs)	2 (Hu)	10	20
										10 pts	5 pts			
										40 pts	10 pts			
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca			1 (IObs)		1 (IObs)					34	264
						10 pts		10 pts						
						10 pts		10 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha					10 (IObs)						
								10 pts						
								100 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana		1 (IHe)	7(IObs)				9 (IObs)				
					4 pts	10 pts				10 pts				
					4 pts	70 pts				90 pts				

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.2.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, el Pajonal andino presenta valores de diversidad que van desde bajos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0.56 bits/individuo en T15 hasta 1.06 bits/individuo en T20, esta última estación de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0.38 probits/individuo para T15 y 0.65 probits/individuo en T20.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, pues se encontraron valores entre 0.78 (O15PC1) y 0.96 (T20), indicado que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas en cada punto de monitoreo evaluado.

Cuadro 63. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	2	7	0.60	0.41	0.86
O15PC1	3	11	0.86	0.51	0.78
O31	2	2	0.69	0.50	1.00
T16	0	0	—	—	—
T14	0	0	—	—	—
T15	2	4	0.56	0.38	0.81
T20	3	5	1.06	0.64	0.96
T-6	0	0	—	—	—

Elaboración: ASILORZA, 2022.

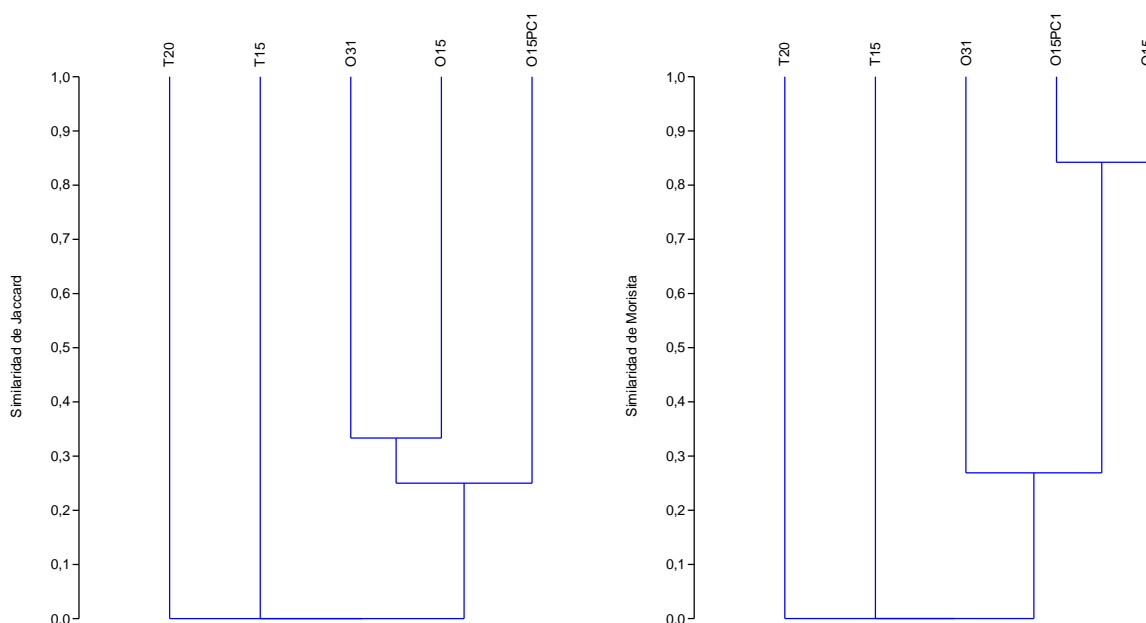
5.2.2.2.3.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud del 25 % fueron, O15PC1 y O15-O31, debido a que comparten la especie "Ratón campestre de vientre blanco" *Akodon albiventer*. Las otras estaciones de monitoreo se van añadiendo a este grupo en la medida que comparten especies en común, pero en un porcentaje menor al 30 % de similitud.

Según el índice de Morisita, para el grupo conformado por O15PC1 y O15 con un 85 % de similitud, ambas no solo comparten una especie sino la abundancia es similar, a este grupo también se une

la estación O31 con un 30 % de similitud, seguido de otro grupo independiente conformado por T15 y T20 con un 0 % de similaridad entre la abundancia de sus especies.

Figura 149. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.2.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se reportaron tres (03) coberturas vegetales: Bosque relicto altoandino, Matorral arbustivo y Pajonal andino.

La cobertura del Bosque de relicto altoandino presentó como única formación vegetal el Matorral arbustivo donde se registraron dos (02) especies de roedores con dos (02) individuos, y un bajo valor para el índice de diversidad de Shannon-Wiener ($H' = 0.69$ bits/individuo).

En el caso de la cobertura de Matorral arbustivo, se presentaron tres (03) formaciones vegetales: como Cardonal-Piso de cactáceas columnares, Matorral arbustivo y Monte ribereño, donde se distribuyeron 10 estaciones de monitoreo. En el Matorral arbustivo se registró un total seis (6) especies y veintiún (21) individuos. Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener en esta cobertura fueron 1.30 bits/ind., lo que determina una baja diversidad. La cobertura de Pajonal andino estuvo conformada por dos (2) formaciones vegetales: el Bosque de Polylepis y Matorral arbustivo-Pajonal andino, la estación con mayor riqueza y abundancia fue O15PC1 con tres (3)

especies y 11 individuos. Los valores para el índice de Shannon-Wiener oscilaron entre 0.60 bits/ind y 0.86 bits/ind evidenciándose una baja diversidad.

Cuadro 64. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	2	2	0.69	0.5	1
Bosque relicto altoandino			2	2	0.69	0.5	1
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	0	0			
		O34	0	0			
		OCONTROL	0	0			
	Matorral arbustivo	O10	1	1	0.00	0.00	0.00
		O6	2	3	0.64	0.44	0.92
		O9	3	4	1.04	0.63	0.95
		O32	1	4	0.00	0.00	0.00
		O33	3	4	1.04	0.63	0.95
	Monte Ribereño	O8	1	3	0.00	0.00	0.00
T6		2	2	0.69	0.50	1.00	
Matorral arbustivo			6	21	1.30	0.62	0.72
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	2	7	0.60	0.41	0.86
	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	3	11	0.86	0.51	0.78
		T14	0	0			
Pajonal andino			3	17	0.80	0.49	0.81
ZONA DE OPERACIÓN			7	41	1.52	0.77	0.95

Elaboración: ASILORZA, 2022

5.2.2.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento se determinó únicamente la cobertura de Pajonal andino donde se evaluaron cuatro (4) estaciones de monitoreo. En cuanto a la diversidad, la zona de abastecimiento presenta valores de diversidad bajos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 0.56 bits/individuo en T15 hasta 1.06 en T20. El índice de Simpson fluctuó entre 0.38 probits/ind. para T15 y 0.64 probits/ind. en T20.

Cuadro 65. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 2021.

Coberturas vegetales	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Pajonal andino	Pajonal	T15	2	4	0.56	0.38	0.81
Pajonal andino	Pajonal	T20	3	5	1.055	0.64	0.9602
Pajonal andino	Pajonal	T16	0	0	—	—	—
Pajonal andino	Pajonal	T-6	0	0	—	—	—
ZONA DE ABASTECIMIENTO			5	9	1.52	0.77	0.95

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

5.2.2.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

5.2.2.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de la formación Bosque de Polylepis se evaluó una estación de monitoreo, O15, donde se registraron dos (2) especies, *Akodon albiventer* “Ratón campestre de vientre blanco” y *Phyllotis xanthopygus* perteneciente a la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 66. Listado de mamíferos menores (roedores) en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Durante la temporada seca 2021 se evaluó una estación de monitoreo, O15, para esta formación vegetal se registraron una especie (1): *Lycalopex culpaeus* “zorro colorado” perteneciente a la familia Canidae y orden Carnivora.

Cuadro 67. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2021.

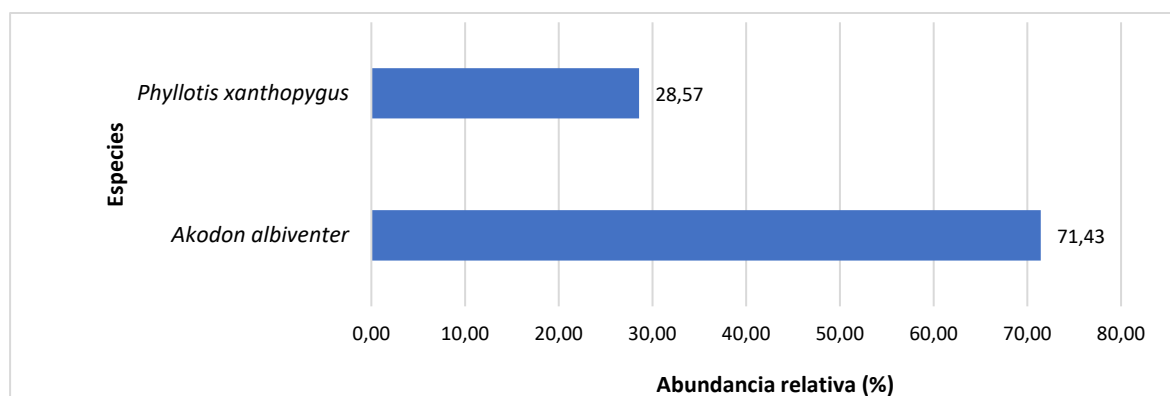
Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X

5.2.2.4.1.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total de dos (2) especies con una abundancia de siete (07) individuos, predominando la especie *Akodon albiventer* “Ratón campestre de vientre blanco” con cinco (05) individuos y abundancia relativa de 71.

Figura 150. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

A partir de los datos obtenidos por medio de evidencias directas (avistamiento de individuos), y evaluándose a través de los índices de ocurrencia y de actividad, la especie *Lycalopex culpaeus* “Zorro colorado” obtuvo un índice de actividad de 10 puntos para el Bosque de *Polylepis*, confirmando así su presencia en esta formación y niveles bajos de actividad.

Cuadro 68. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Obs)	10	10
				10 pts		
				10 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.1.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque de *Polylepis* presenta valores bajos de diversidad (0.60 bits/ind.), debido a la presencia de dos especies.

Cuadro 69. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2021.

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	2	7	0.60	0.41	0.86

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES COLUMNARES

5.2.2.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron registros de mamíferos menores.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron registros de mamíferos medianos y mayores.

5.2.2.4.2.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron registros de mamíferos menores.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron registros de mamíferos medianos y mayores.

5.2.2.4.2.3. DIVERSIDAD

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron capturas de mamíferos menores.

5.2.2.4.2.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Para este tipo de cobertura vegetal no se obtuvieron capturas de mamíferos menores.

5.2.2.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.2.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Se evaluaron siete (7) estaciones de monitoreo durante la temporada seca, registrándose un total de seis (6) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia y familia Didelphidae y orden Didelphimorphia. El punto de monitoreo de mayor riqueza fueron las estaciones O9 y O33 con tres (3) especies en cada una, seguido de las estaciones O31 y O6 con dos (2) especies, y finalmente O10 y O32 con una (1) especies.

Cuadro 70. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O15PC8	O31	O6	O9	O32	O33
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X				X		
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime				X			
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado					X		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo			X	X	X	X	X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas			X				X
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida							X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la formación Matorral arbustivo se evaluaron siete (7) estaciones de monitoreo: O10, O15PC1, O31, O6, O9, O32 y O33, se obtuvo registros de evidencias directas ni indirectas para mamíferos medianos y mayores para las cuatro primeras estaciones. Con el registro de cuatro (4) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias: *Lycalopex culpaeus*, *Hippocamelus antisensis*, *Lagidium viscacia*, *Lagidium peruanun*.

Cuadro 71. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O15PC1	O31	O6	O9	O32	O33
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado		x				x	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca			x	x			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x				x		
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana		x	x				x

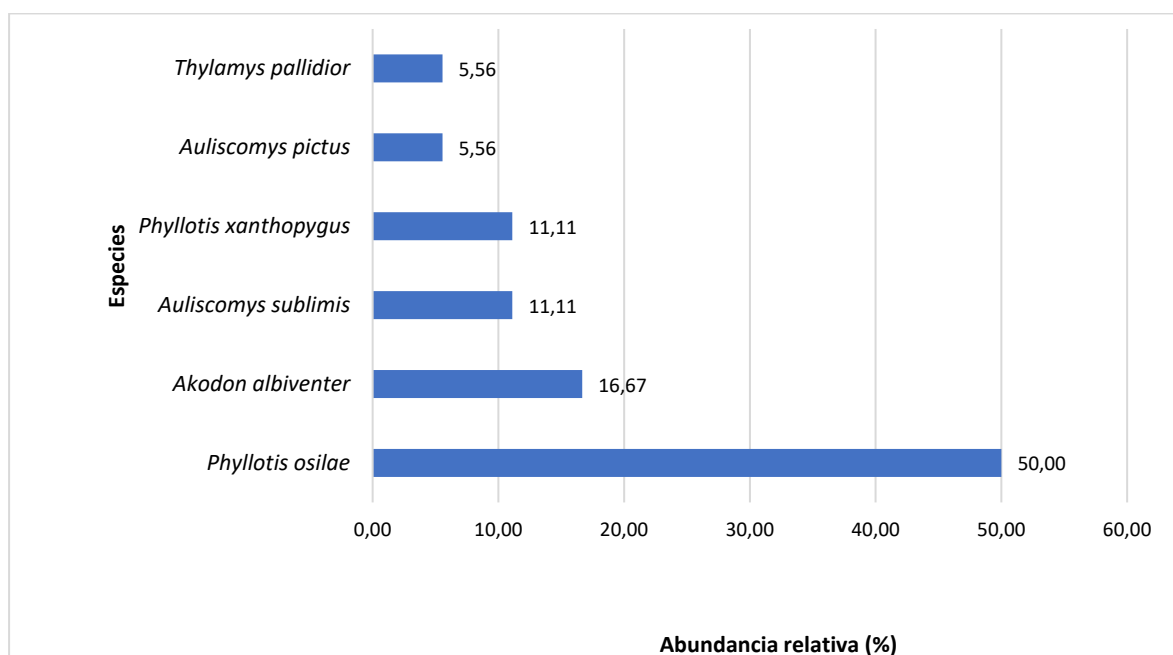
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.3.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación estuvo compuesta por los puntos O10, O15PC8, O31, O6, O9, O32 y O33, y se registró un total de dieciocho (18) individuos. La especie más abundante fue el “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con nueve (09) individuos (50.00 % abundancia relativa), seguido *Akodon albiventer* “Ratón campestre de vientre blanco” con tres (03) individuos (16.67 %).

Figura 151. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de roedores por estaciones de monitoreo en el Matorral arbustivo, O9 y O33 obtuvieron el mayor registro de abundancia con tres (3) individuos distribuidos en tres (3) especies; le sigue O31 y O6 con un total de dos (2) individuos. Es preciso señalar que la especie más abundante en las estaciones de muestreo O32 y O33, es el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer*.

B. MAMÍFEROS MENORES Y MAYORES

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, para los índices de ocurrencia y de actividad, no se confirma la presencia *Hippocamelus antisensis*, debido a que no alcanzan valores superiores a diez de puntuación (MINAM, 2015).

Cuadro 72. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O31	O6	O9	O32	O33	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado					2 (IHe)		14	28
								4 pts			
								8 pts			
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca		1 (IObs)	1 (IHe)				14	14
					10 pts	4 pts					
					10 pts	4 pts					
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	1 (IObs)			3 (IObs)			10	30
				10 pts			10 pts				
				10 pts			30 pts				
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana		7 (IObs)				2 (IObs)	10	90
					10 pts				10 pts		
					70 pts				20 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad bajos. El índice de Shannon obtuvo valores entre 0.00 bits/individuo en O10 y O32 hasta 1.04 bits/individuo en O33 y O9, este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.00 Probits/individuo para O10 y 32 y 0.63 probits/individuo en O33 y O9.

El índice de Pielou nos da una idea de cuánto se aparta una comunidad de especies registradas en una unidad de muestreo según su número de especies, en donde las mismas presentan igual abundancia. En este sentido, la mayoría de los puntos se acercan a la unidad, lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran relativamente distribuida de forma uniforme para cada una de las especies registradas.

Cuadro 73. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos menores (roedores) en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	2	0.69	0.5	1
O15PC1	0	0	–	–	–
O10	1	1	0.00	0.00	0.00
O6	2	3	0.64	0.44	0.92
O9	3	4	1.04	0.63	0.95
O32	1	4	0.00	0.00	0.00
O33	3	4	1.04	0.63	0.95

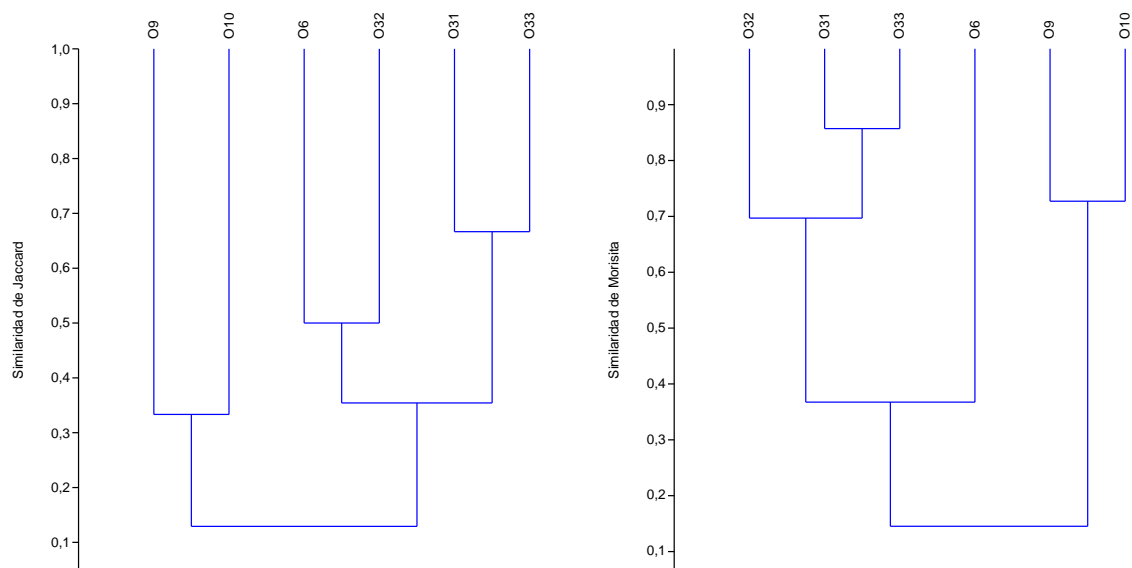
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.3.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud mayor al 70 % fueron, O31 y O33, en dichas agrupaciones se destaca la abundancia y representatividad del “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer*.

Según el índice de Morisita, las estaciones de monitoreo tienen abundancias similares, sin embargo, se agrupan por las abundancias de las especies representativas como O9 y O10 con 70% similitud.

Figura 152. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.4. MONTE RIBEREÑO

5.2.2.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca en esta formación vegetal, registrándose un total de dos (2) especies de roedores pertenecientes a la familia Cricetidae (Orden Rodentia). La estación T6 (zona de operaciones) presentó las dos (2) especies registradas, seguida de la estación O8 con una (1) especie.

Cuadro 74. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O8	T6
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco		X
		<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la formación Monte ribereño se evaluaron dos (2) estaciones de monitoreo: O8 y T6, se obtuvo registros de evidencias directas ni indirectas para mamíferos medianos y mayores para las cuatro

primeras estaciones. Con el registro de tres (3) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias: *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe*, y *Lagidium peruanun*.

Cuadro 75. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O15PC1
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	x
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		X
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana		x

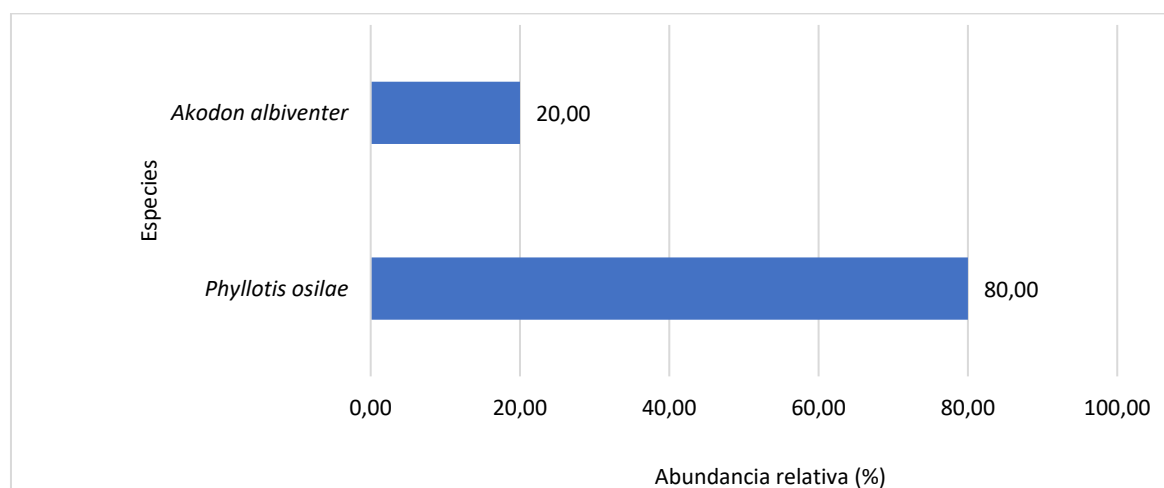
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.4.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O8 y T6, registró en total cinco individuos. La especie más abundante fue el “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* con cuatro (4) individuos (80 % abundancia relativa), seguido del “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con un (1) individuo (33.33 %).

Figura 153. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, ambas estaciones presentaron el mismo número de individuos registrados, con la diferencia en la especie representativa, destacándose para la estación O8.

B. MAMÍFEROS MENORES Y MAYORES

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, para los índices de ocurrencia, no se confirma la presencia de las especies registradas por tener valores menores a 10 y 25 puntos (MINAM, 2015).

Cuadro 76. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O8	T6	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Obs)	1 (Obs)	10	20
				10 pts	10 pts		
				10 pts	10 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		3 (Hu)	5	15
					5 pts		
					15 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana		1 (He)	4	4
					4 pts		
					4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.4.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, se obtuvieron valores muy bajos, entre 0.00 y 0.69 bits/ind para el índice de Shannon-wiener y para índice de Simpson, 0.00 y 0.50 probits/ind) Respecto al índice de Pielou los valores obtenidos se acercan a la unidad (1) lo que nos indica que las abundancias de sus especies se encuentran distribuidas de forma uniforme en cada punto de monitoreo.

Cuadro 77. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	1	3	0.00	0.00	0.00
T6	2	2	0.69	0.50	1.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.2.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca en esta unidad de vegetación registrándose un total de tres (3) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo O15PC1 registró las tres (3) especies. Mientras que la estación O15PC1 no registró especies.

Cuadro 78. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15CP1	T14
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro	X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asilo	X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En esta formación se registraron dos (2) especies, el “Zorro colorado” *Lycalopex culpaeus* perteneciente a la familia Canidae del orden Carnívora, y la “Vizcacha” *Lagidium peruanun* que pertenece a la familia Chinchillidae del orden Rodentia. Todas especies fueron registradas únicamente en el punto de monitoreo O15PC1.

Cuadro 79. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15CP1	T14
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

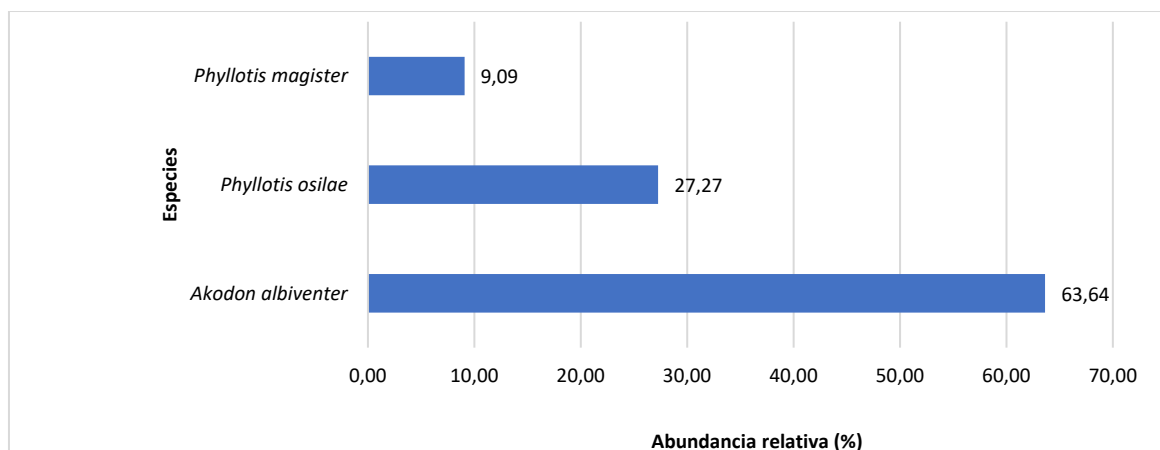
5.2.2.4.5.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total once (11) individuos. La especie más abundante fue el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con siete (07) individuos (63.64 % abundancia relativa), seguido del “Ratón orejón de

Asilo" *Phyllotis osilae* con tres (3) individuos (27.27%) y el "Ratón orejón maestro" *Phyllotis magister* con un (1) individuo (9.09 %).

Figura 154. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, no se confirma la presencia de las dos (02) especies: *Lycalopex culpaeus*, y *Lagidium peruanun*, debido que presentan valores menores a 10 puntos. Si bien se determina su presencia los niveles de actividad en esta cobertura vegetal son bajos, por tener valores mayores a 25 puntos, por tanto, no tiene alta actividad en el Pajonal-Matorral arbustivo.

Cuadro 80. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T14	O15PC1	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado		2 (IObs)	10	20
					10 pts		
					20 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana		1 (IHe)	4	4
					4 pts		
					4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.5.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 0.86 bits/ind en O15PC1 y 0.51 probit/ind, y una equidad de 0.78 que nos demuestra la predominancia de una especie.

Cuadro 81. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	3	11	0.86	0.51	0.78
T14	0	0	–	–	–

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.6. PAJONAL ANDINO

5.2.2.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

De las cuatro (4) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la temporada seca en esta unidad de vegetación registrándose un total de cinco (5) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo T6 (zona de abastecimiento) registró la mayor riqueza con tres (3) especies, mientras que T15 registró dos (2) especies. Es importante señalar que la estación T16 y T20 no registró ninguna especie.

Cuadro 82. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii				X
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime				X
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys boliviensis</i>	Ratón orejón boliviano	X			
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado				X
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sorellus</i>	Ratón vespertino rojizo	X			

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la evaluación de esta formación vegetal se buscaron evidencias directas e indirectas en cuatro estaciones de monitoreo. Como resultado se registró un total de cuatro (4) especies, el "Vicuña *Vicugna vicugna* perteneciente a la familia Camelidae y *Hippocamelus antisensis* perteneciente a la

familia Cervidae, y orden Artiodactyla; y la “Vizcacha” *Lagidium viscacia* y *Lagidium peruanun* que pertenecen a la familia Chinchillidae del orden Rodentia.

Cuadro 83. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T15	T16	T20	T-6		IO	IA
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña				4 (IObs)	2 (Hu)	15	50
							10 pts	5 pts		
							40 pts	10 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (IObs)					10	10
				10 pts						
				10 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	10 (IObs)					10	100
				10 pts						
				100 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana			9 (IObs)			10	90
						10 pts				
						90 pts				

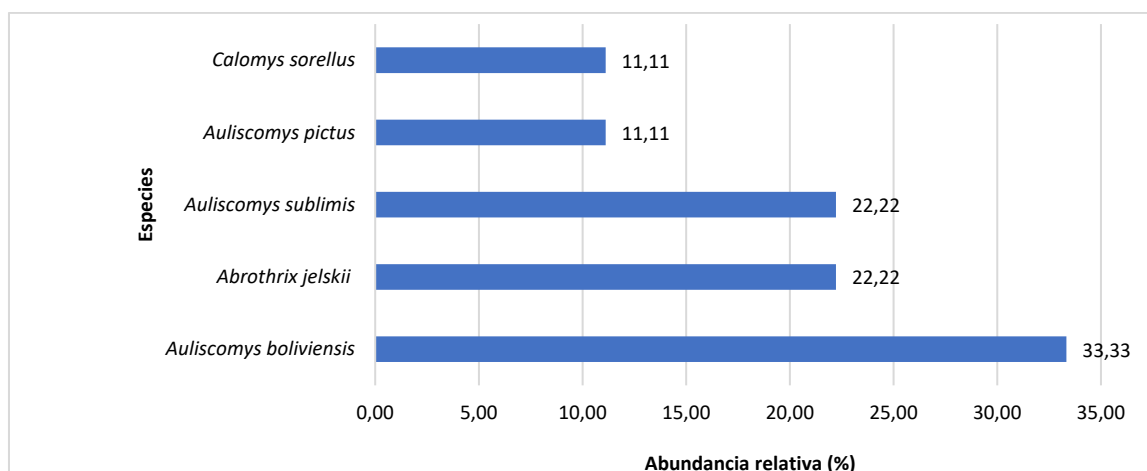
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.6.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo T14, T15, T20 y T6 (zona de abastecimiento), registró en total nueve (09) individuos. La especie más abundante fue el “Ratón orejón boliviano” *Auliscomys boliviensis* con tres (03) individuos (33.33 % abundancia relativa), seguido *Abrothrix jelskii* y *Auliscomys sublimis* con dos (2) individuos (22.22 %).

Figura 155. Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, T20 obtuvo la mayor abundancia con cinco (05) individuos; mientras que T15 registró cuatro (04) individuos, siendo las especies más abundantes “Ratón orejón boliviano” *Auliscomys boliviensis* con tres (3) individuos cada una.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

A partir de los datos obtenidos, por medio de evidencias directas e indirectas, se confirma la presencia de *Vicugna vicugna*, *Lagidium peruanun* y *Lagidium viscacia*, así como altos niveles de actividad de estas especies en la formación vegetal Pajonal, por tener valores mayores a 10 para el índice de ocurrencia (presencia) y mayores de 25 para el índice de abundancia (actividad).

Cuadro 84. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal en temporada seca 2021.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T15	T16	T20	T-6		I O	IA
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña				4 (IObs)	2 (Hu)	15	50
							10 pts	5 pts		
							40 pts	10 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (IObs)					10	10
				10 pts						
				10 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	10 (IObs)					10	10
				10 pts						
				100 pts						
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana			9 (IObs)		10	90	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T15	T16	T20	T-6	IO	IA
						10 pts			
						90 pts			

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.4.6.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 0.56 bits/ind en T15 y 1.06 bit/ind en T20. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.38 y 0.64 probits/ind. y 0.81 y 0.96 respectivamente, lo que indica la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre las especies registradas (Cuadro 85).

Cuadro 85. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T15	2	4	0.56	0.38	0.81
T16	0	0	—	—	—
T20	3	5	1.055	0.64	0.9602
T-6	0	0	—	—	—

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.5. CENSO DE VICUGNA VICUGNA “VICUÑA” Y HIPPOCAMELUS ANTISENSIS “TARUCA”

El censo de “Vicuña” y “Taruca” fue realizado durante horas de la mañana. Se realizaron transectos entre dos 2 500 km de distancia, lo cual dependió de la accesibilidad y estado del área de evaluación, así como las condiciones de bioseguridad de la empresa en el marco de la emergencia sanitaria.

Los datos que se tomaron en cuenta fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados. En el siguiente cuadro se presenta el registro de datos del censo de “vicuñas” y “tarucas”, como se observa en total se avistaron 55 de vicuñas y registros indirectos de estas especies como dos (2) heces y nueve (9) huellas.

Cuadro 86. Registros directos e indirectos de “Vicuñas” y “Tarucas” en temporada seca 2021.

Estación de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Hippocamelus antisensis</i> “Taruca”	<i>Vicugna vicugna</i> “Vicuña”					
	Este	Norte	Avistamiento	Avistamiento	Estercolero	Fec a	Huell a	Revolcadero	Sendero
Ma-01	340702	8141674		22					
	342042	8140232				1			
	342363	8140348		2					
	342672	8140024		3					
Ma-02	347324	8143889		4					
Ma-03	354648	8148507					3		
	354953	8148332				1			
Ma-04	352310	8159349					4		
Ma-05	360947	8153173		1					
	366507	8151316		11					
	366275	8151303					1		
Ma-06	353828	8168228					1		
	353614	8168512		8					
	353715	8168451		4					
Registro Total				55		2	9		

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.6. CENSO DE LAMA GUANICOE “GUANACO”

El guanaco (*Lama guanicoe*) es el artiodáctilo silvestre más grande del continente sudamericano. Es una especie poligínica y monomórfica, característica de zonas áridas o semiáridas y considerada migratoria facultativa. En el Perú se distribuye en las vertientes occidentales de los Andes desde La Libertad en el norte, hasta Puno y Tacna en el sur (CONACS, 1997). Al ser una especie generalista y oportunista puede habitar diversas ecorregiones del Perú, principalmente la serranía esteparia y la puna.

Existen reportes de la presencia de guanacos desde los 432 m.s.n.m. en las lomas costeras de San Fernando, en la provincia de Nazca, Ica (Injante, 2006), hasta los 4815 m.s.n.m. en la provincia de Condesuyos, Arequipa. Según Grimwood (1969), los guanacos eran muy comunes a lo largo de la

costa y las partes altas de las vertientes occidentales del Perú. Sin embargo, su población se ha reducido durante las últimas décadas; así se estimó a mediados de la década del 60 unos 5000 ejemplares a nivel nacional, de los cuales el 20 % se hallaban en la ex hacienda Calipuy, hoy Reserva Nacional de Calipuy. Posteriormente Hoces (1992) estima una población de 1347 guanacos considerando los censos realizados en seis áreas de conservación distribuidas en cinco departamentos (La Libertad, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Puno). En el año 1996, como resultado de un censo nacional, se reportaron 3810 individuos distribuidos en nueve departamentos (CONACS, 1997). Actualmente el guanaco está clasificado por el gobierno peruano como especie en “peligro crítico de extinción” (D.S. N°004-2014-MINAGRI), con una población estimada inferior a los 3000 individuos.

El censo de “Guanacos” fue ejecutado en un (1) solo día, cada grupo compuesto por dos (2) investigadores se desplazó a cada una de las estaciones por horas de la mañana entre las 7:00 y 8:00 am. Se realizaron transectos entre dos (2) y cuatro (4) km de distancia.

Los datos que se tomaron en cuenta fueron registros directos (avistamientos) e indirectos (huellas, estercoleros, revolcaderos, vocalizaciones), estos fueron fotografiados en lo posible y georreferenciados. En el siguiente cuadro se presenta el registro de datos del censo de guanacos en el área de estudio.

Cuadro 87. Registros directos e indirectos de “Guanaco” en temporada seca 2021.

Punto de muestreo	Coordenadas UTM		Tipo de Registro				
	Este	Norte	Avistamiento	Estercolero	Fecas	Huellas	Revolcadero
Cerro Prieto	323196	8102967	1				
Pampa Tolar	322536	8100653	5				
	324009	8099695	4				
	324009	8099695	2				
Quebrada Salviani	323784	8104407	1				
	324376	8104384				1	
	324376	8104384		1			
	324640	8104473					
Quebrada Yarito	323784	8096738	1				
	323650	8096701					

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.7. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.2.7.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la legislación nacional en la lista “Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre” del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, tres (3) especies de las dieciséis (16) registradas se encuentran

categorizadas, la “Vicuña” *Vicugna vicugna* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT), *Lama guanicoe* se encuentra en la categoría de Peligro Crítico (CR) y la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* categorizada como Vulnerable (VU) (Cuadro 88).

Según legislación internacional, de las dieciséis (16) especies registradas, la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) y *Lama guanicoe* se encuentra en la categoría de Peligro Crítico (CR) de la Lista Roja de la IUCN. La “Taruca” está catalogada como Vulnerable debido al pequeño tamaño de su población y declive, alcanzando cifras < 30%, se sospecha que es el resultado de la caza y la reducción del hábitat debido a la destrucción de la calidad de su entorno.

Para el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), tres especies se encuentran en el Apéndice II: el “Zorro colorado” *Lycalopex culpaeus*, el “Guanaco” *Lama guanicoe* y la “Vicuña” *Vicugna vicugna*; y una (1) especie se encuentra en el Apéndice I: la “Taruca” *Hippocamelus antisensis*.

Cuadro 88. Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	D.S. N° 004-2014 - MINAGRI	IUCN (2021)	CITES (2021)	Endemismo
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	-	LC	II	-
2	Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	NT	LC	II	-
3	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	CR	CR	II	
4	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	VU	VU	I	-
5	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Viscacha	-	LC	-	-
6	Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	-	LC	-	-
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii	-	LC	-	-
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	-	LC	-	-
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime	-	LC	-	-
10	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys boliviensis</i>	Ratón orejón boliviano	-	LC	-	-
11	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	Ratón orejón puntado	-	LC	-	E
12	Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sorellus</i>	Ratón vespertino rojizo	-	LC	-	-
13	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro	-	LC	-	-
14	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	-	LC	-	-
15	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	-	LC	-	-
16	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida	-	LC	-	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.7.2. ESPECIES ENDÉMICAS

En el presente monitoreo, se registraron una (01) especie endémica *Calomys sorellus* “Ratón vespertino rojizo.

5.2.2.7.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

Para complementar la información cualitativa se realizaron entrevistas a los apoyos locales de las zonas aledañas a las áreas evaluadas, para lo cual, se preguntó sobre los usos que realizan de las especies de mamíferos registrados para el área del proyecto. No se registraron especies con importancia para las poblaciones locales.

5.2.2.8. ANÁLISIS COMPARATIVO ESTACIONAL

Del análisis comparativo estacional para el año 2021, se puede evidenciar que la temporada húmeda presentó una mayor riqueza de especies con una diferencia mínima de una especie, destacándose en comparación a la temporada húmeda la presencia de mamíferos medianos y mayores, esto se debe a que la temporada húmeda presenta mejores condiciones ambientales que permiten la coexistencia de especies de un mismo género y hábitos alimenticios.

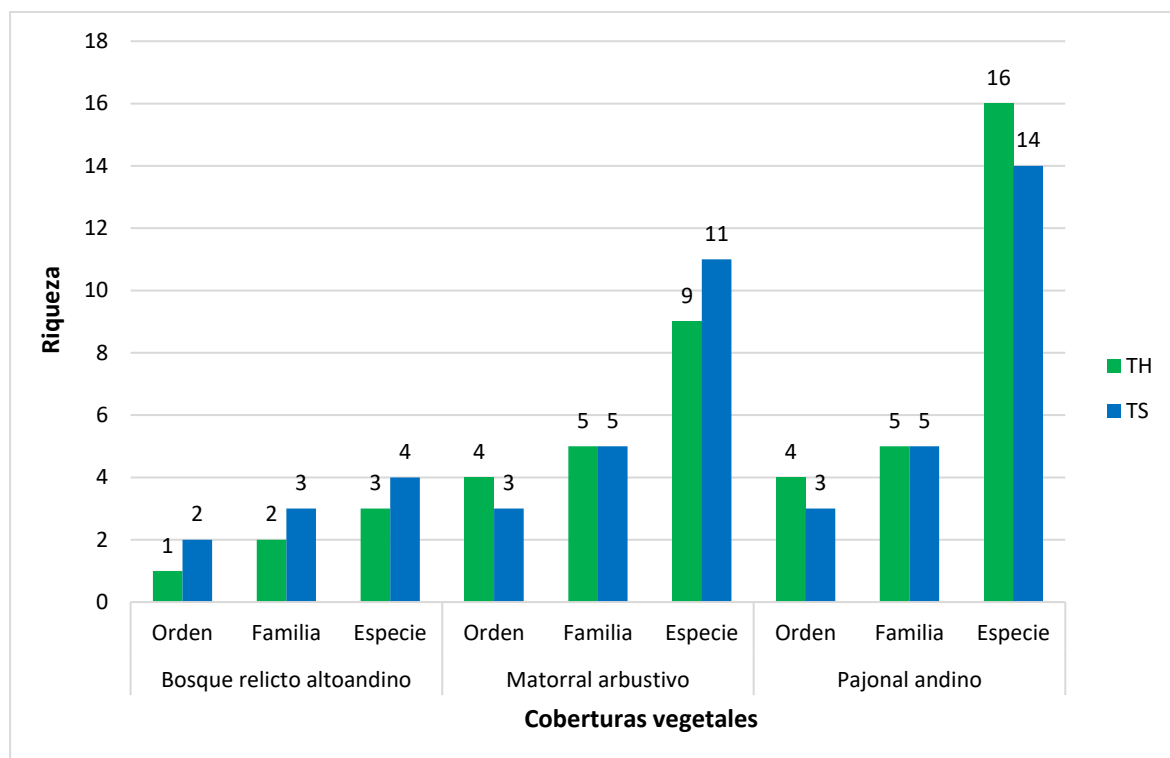
Cuadro 89. Distribución de familias, género y especie según temporada húmeda 2021 y temporada seca 2021

Orden	Número de familias		Número de géneros		Número de especies	
	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021
Carnivora	1	1	1	1	1	1
Artiodactyla	2	2	3	3	3	3
Rodentia	2	3	5	9	11	13
Didelphimorphia	1	0	1	0	1	0
TOTAL	6	6	10	13	16	17

Elaboración: ASILORZA, 2022.

La variación estacional a nivel de cobertura vegetal fue evidente a nivel de especies, como resultado a la mayor disposición de alimento durante la temporada húmeda, generando en consecuencia una mayor riqueza de especies para el área total y por cobertura vegetal, esto se evidencia en el Pajonal andino.

Figura 156. Número de órdenes, familias y especies de mamíferos por cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.2.9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°9 Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP DURANTE LA TEMPORADA SECA.

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada seca del año 2015, 2019 y el presente monitoreo de Temporada seca 2021. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013.

Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la temporada seca 2007 (EIA), 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2021 (MAP)

De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2013 y ligera recuperación en el 2015 y 2019, sin embargo, para el 2021 en la temporada seca se evidencia una disminución en la riqueza de especies por zonas, pudiéndose deber a diversos factores como la disponibilidad de recurso alimenticios, zonas de refugio y expansión de las actividades propias del proyecto.

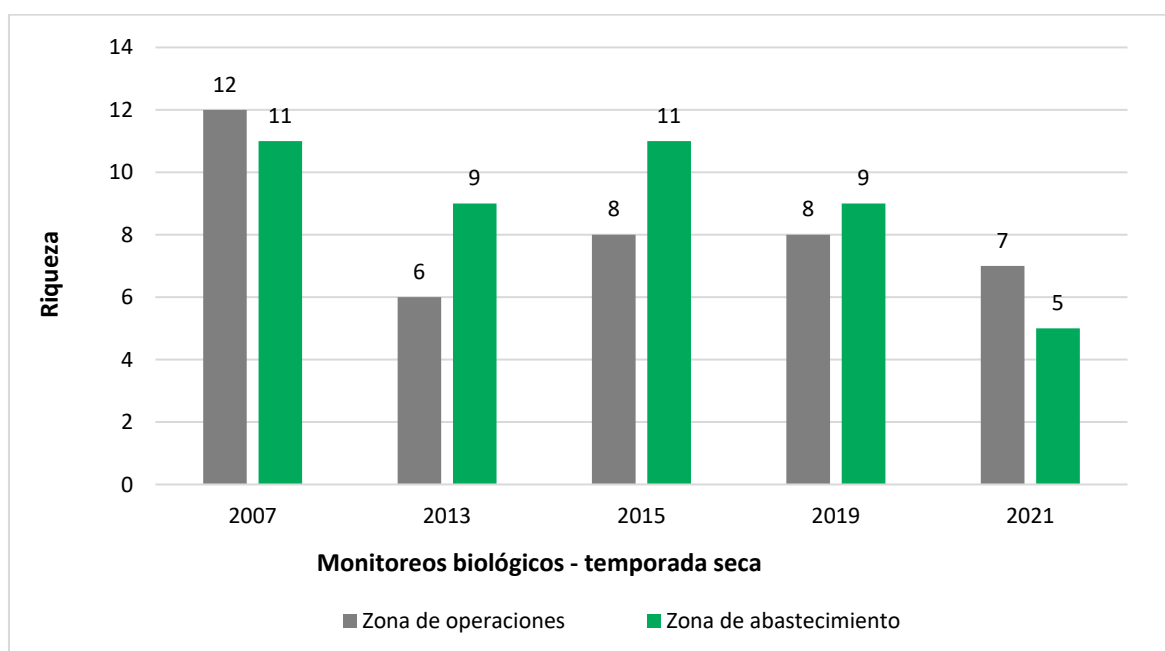
Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, manteniéndose ligeramente la riqueza en las evaluaciones del 2007, 2013, 2015 y 2021.

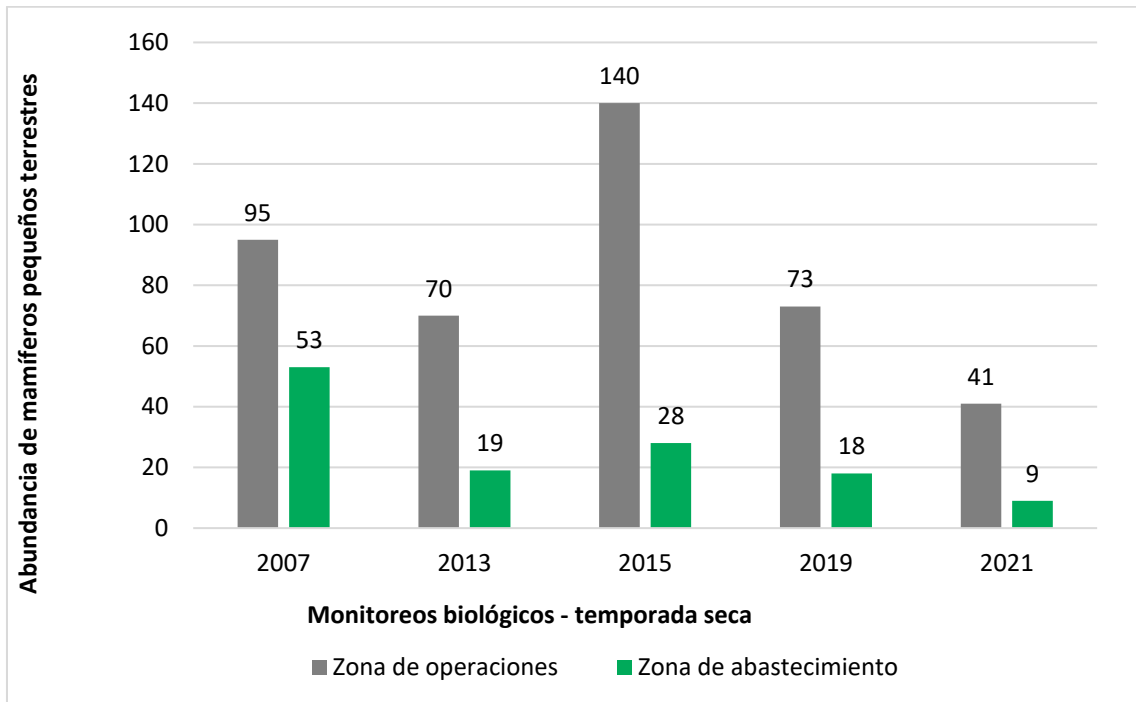
Respecto a la abundancia de roedores, el comportamiento es distinto al presentado en la riqueza de especies, en este caso, la zona de operaciones presenta una disminución gradual en el tiempo de la abundancia de roedores.

Para la zona de abastecimiento se evidencia un cambio en el tiempo poco diferenciado con una disminución considerable en la campaña del 2015, y una ligera recuperación de la abundancia en las campañas siguientes.

Sin embargo, para ambas zonas se evidencia la disminución gradual en el tiempo y espacio de la riqueza y abundancia de mamíferos, pudiéndose deber a diversos factores como la disponibilidad de alimento, refugio o pérdida de hábitats.

Figura 157. Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019 y 2021.





Elaboración: ASILORZA, 2022.

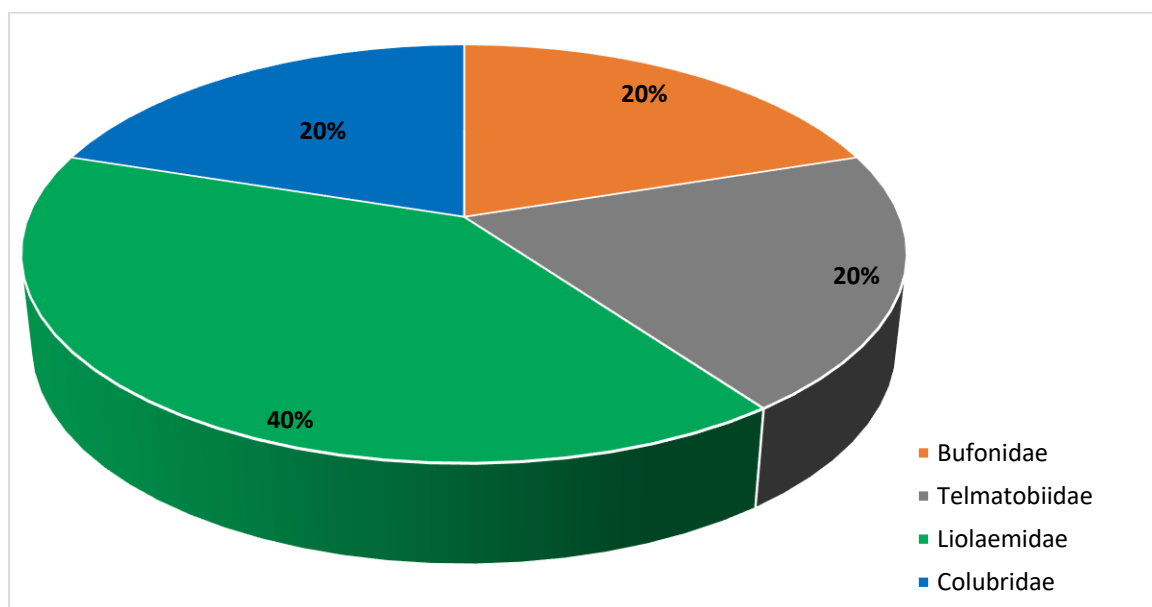
5.2.3. ANFIBIOS Y REPTILES

5.2.3.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.2.3.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En toda el área del proyecto considerando los muestreos cuantitativos y cualitativos durante la temporada seca se reportó un total de cinco (5) especies, de los cuales dos (2) corresponden a la clase Amphibia, Orden Anura y a las familias Telmatobiidae y Bufonidae y tres (3) de la clase Reptilia, orden Squamata y de las familias Colubridae y Liolaemidae.

Figura 158. Composición de especies a nivel de familias en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 90. Número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles registrados en temporada seca 2021.

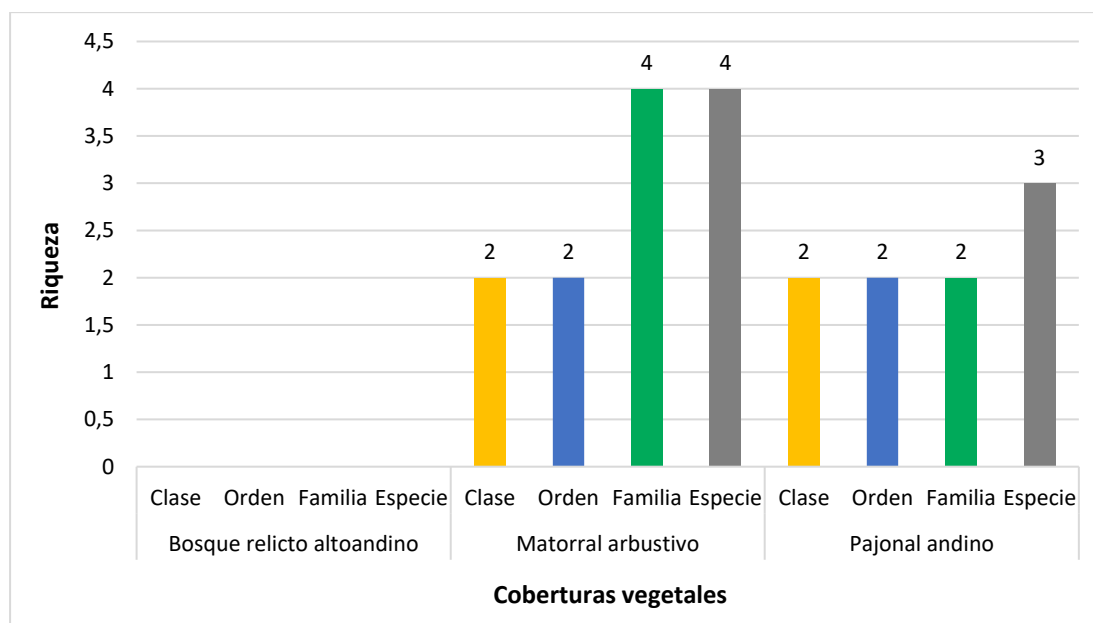
Clase	Orden	N° de familias	N° de Géneros	N° de especies
Amphibia	Anura	2	2	2
Reptilia	Squamata	2	2	3
Total		4	2	5

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las seis especies identificadas: *Pleurodema marmoratum* "sapito marmoleado, che'glla", *Rhinella spinulosa* "jamp'atu, ampato, sapo", *Telmatobius peruvianus* "rana acuática, k'ayra", *Liolaemus cf-signifer* "lagartija, qalaiwa", *Liolaemus tacnae* "lagartija, qalaiwa", y *Tachymenis peruviana* "culebra andina", fueron registradas mediante los métodos de Encuentros visuales (VES) y Transectos.

En relación a la riqueza de especies por tipo de la cobertura vegetal según el MINAM (2015), mayor riqueza de especies se registró en el Matorral arbustivo con cuatro (4) especies (2 Amphibia y 2 Reptilia), seguido del Pajonal andino con tres (3) especies (1 Amphibia y 2 Reptilia), mientras que en el Bosque Relicto Altoandino no registró especies.

Figura 159. Número de especies, familias, órdenes y clases por cobertura vegetal en temporada seca 2021.



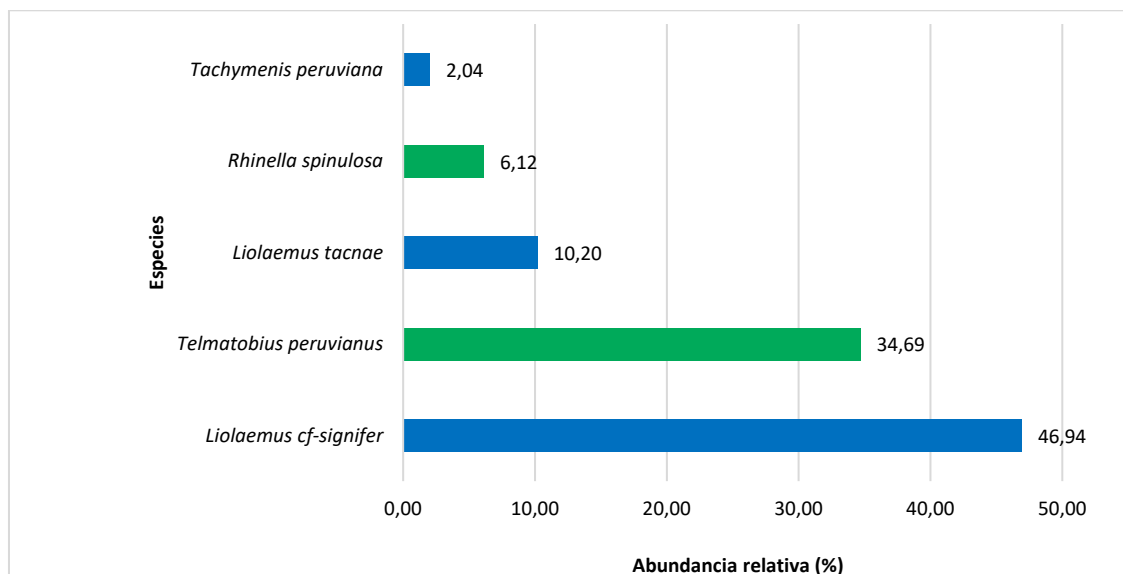
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.2. ABUNDANCIA

Para determinar la abundancia se consideraron solo los registros obtenidos mediante los métodos cuantitativos, reportándose un total de cuarenta y nueve (49) individuos. La "lagartija" *Liolaemus* cf. *signifer* fue la más abundante con el 46.94 % (23 ind.), seguida de *Telmatobius peruvianus* con el 34.69 % (17 ind.); ambas pertenecientes a la familia Liolaemidae (Orden Squamata) y Telmatobiidae (Orden Anura).

Es importante precisar que para este ítem solo se consideraron individuos adultos, ya que, si hablamos de otros estadios, la rana *Rhinella spinulosa* habrían sido la más abundantes, ya que, en las quebradas del río Capillune se encontraron poblaciones de renacuajos que superan los 2000 renacuajos, en algunos casos 5000 renacuajos.

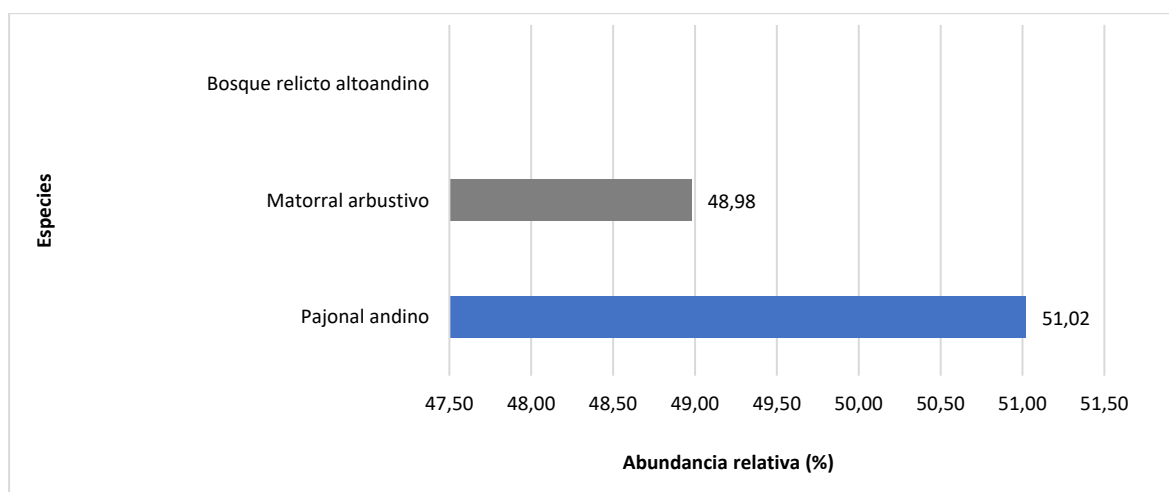
Figura 160. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de coberturas vegetales, la cobertura de Pajonal andino registró el mayor número de individuos, reportándose un total de 25 individuos que representa el 51.02 %, seguido del Matorral arbustivo con 24 individuos (48.98 %) y finalmente el Bosque relicto no registró especies.

Figura 161. Abundancia de anfibios y reptiles por cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.3. DIVERSIDAD

De la misma manera, para este análisis solo se tomaron en cuenta los registros cuantitativos, sin considerar los registros oportunos.

En general los valores de diversidad fueron bajos para anfibios y reptiles (1.21 bits/ind.), ello debido a que, por tratarse de una zona altoandina, el registro de especies tiende a ser más bajo debido a las condiciones climáticas, sumado a eso tenemos la dominancia de *Liolaemus cf. signifer*. Cuya dominancia genera sensibilidad en los índices de diversidad. Esto, puede evidenciarse con los valores obtenidos para el índice de Pielou, lo cual nos indica que la distribución de especies se da de manera poco equitativa.

En el siguiente cuadro se detallan los valores de diversidad en las diferentes coberturas en toda el área del proyecto, y como se puede observar, la cobertura Matorral arbustivo presenta valores mayores, respecto al Pajonal andino, sin embargo, ambos tienen valores bajo de diversidad (> 2 bits/ind.). En el caso del Bosque relicto altoandino no presenta valores por no tener especies registradas.

Cuadro 91. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna por coberturas vegetales en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	0	0	–	–	–
Matorral arbustivo	4	24	0.88	0.46	0.64
Pajonal andino	3	25	0.33	0.15	0.30
Total	5	49	1.21	0.64	0.75

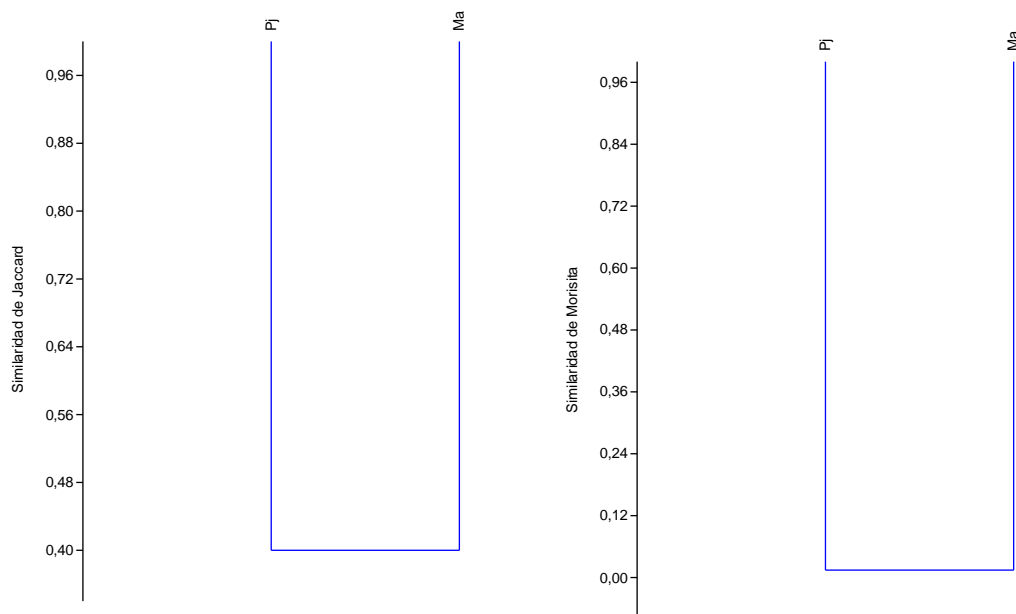
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Los dendrogramas de similitud se realizaron en base a la composición de especies (índice de Similitud de Jaccard) y abundancia de estas (índice de similitud de Morisita). Es, así que, de acuerdo a la riqueza y composición de especies, para el índice de Jaccard se agrupa con un 40 % de similitud la cobertura Pajonal andino (Pj) y Matorral arbustivo (Ma), debido a que comparten dos especies *Rhinella spinulosa*, y *Liolaemus tacnae*.

En el caso de Morisita, de acuerdo a la abundancia de las especies registradas se agrupa el Matorral arbustivo con el Pajonal andino con el 5 % de similaridad.

Figura 162. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Leyenda: Bosque relicto altoandino: Br-al; Matorral arbustivo: Ma; Pajonal andino: Pj.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

Las estaciones de monitoreo para herpetofauna estuvieron ubicados en tres coberturas vegetales, las cuales son analizadas a continuación:

5.2.3.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

No se registraron especies en la estación de monitoreo O31.

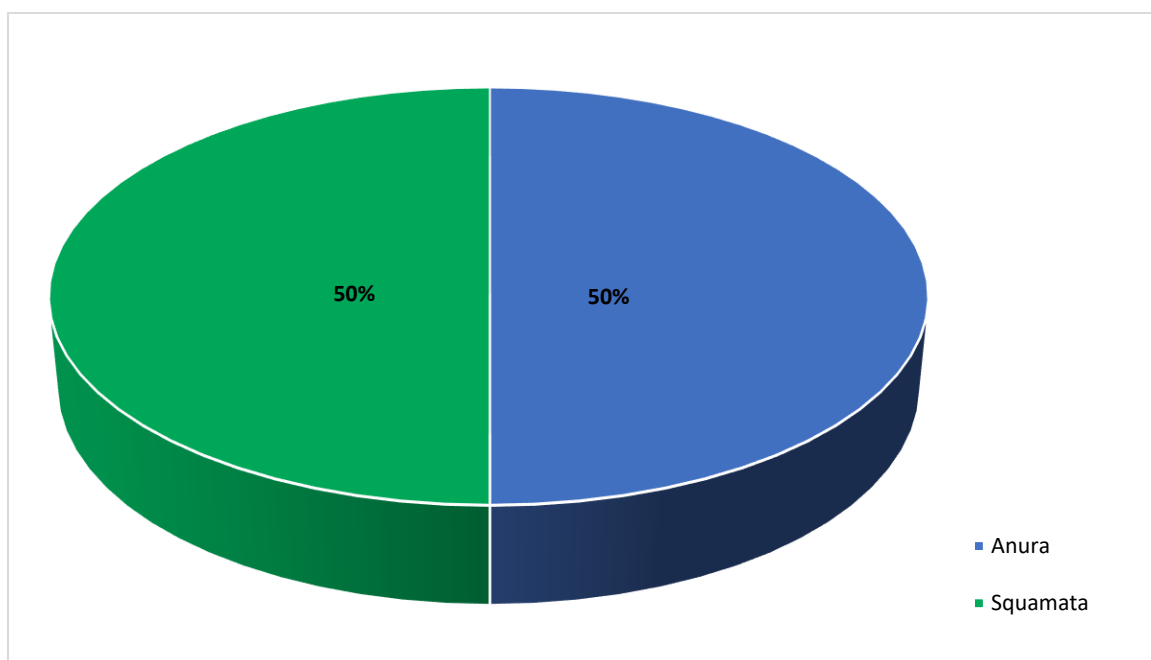
5.2.3.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

Para el monitoreo del Matorral arbustivo se evaluaron las estaciones de muestreo O6, O9, O10, O34, O8, T6, Control O3 y M52.

5.2.3.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

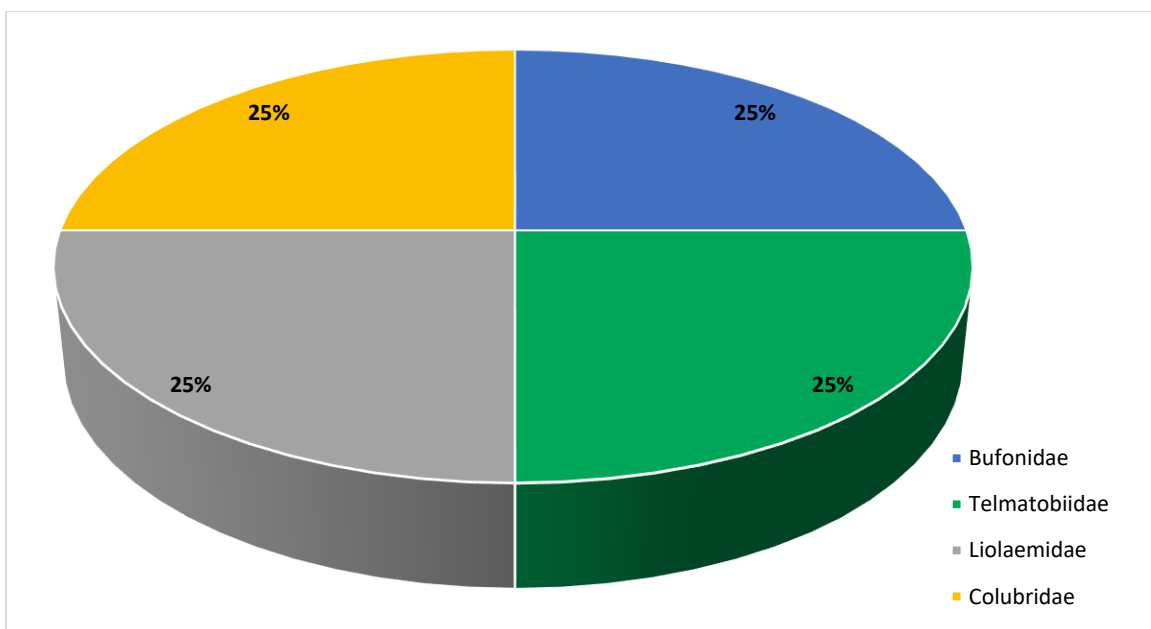
A nivel de composición y riqueza, se registraron cuatro especies correspondientes a las familias Bufonidae y Telmatobiidae del orden Anura, clase Amphibia y la familia Liolaemidae y Colubridae del orden Squamata, clase Reptilia.

Figura 163. Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 164. Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de muestreo la mayor riqueza de especies se presentó en las estaciones T6 (Zona de operaciones) y O8 con dos (2) especies cada uno, ambas especies similares en las estaciones, las dos (2) especies pertenecen a la clase Amphibia. Orden Anura, y familias Bufonidae y

Telmatobiidae. Las demás estaciones de monitoreo presentaron solo un (01) especie, con excepción de las estaciones O10 donde no registraron especies.

Asimismo, se obtuvo el único registro de la especie *Tachymenis peruviana* “culebra andina” en la estación de monitoreo OCONTROL. Esta especie habita entre los 900 y 4580 msnm, se le encuentra en hábitats de puna, Matorral arbustivo, formaciones de cactus, laderas de montañas rocosas (Ceja, 1993; Chavez, 2012) y en valles de bosques secos andinos (Aparicio, 1994). También habita en pastos y áreas cultivadas. Se refugian en rocas, grietas, pastos y otros tipos de vegetación.

Cuadro 92. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

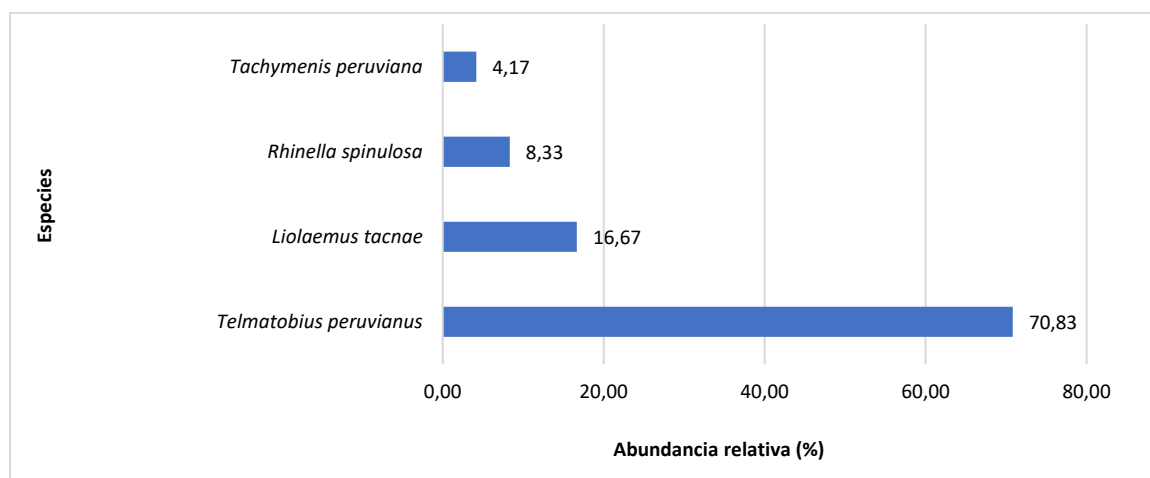
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	OCONTROL
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo					X		X	
Amphibia	Anura	Telmatobii dae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra					X		X	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X	X	X		X			
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	culebra andina								X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.2. ABUNDANCIA

En esta cobertura se registró un total de veinticuatro (24) individuos. La rana acuática *Telmatobius peruvianus* fue la que presentó la mayor abundancia, con diecisiete (17) individuos (70.83 %), seguida de la lagartija *Liolaemus tacnae* con cuatro (4) individuos (16.67 %) y finalmente *Rhinella spinulosa* y *Tachymenis peruviana* con dos y un individuo (4.17 %). A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentaron grandes cantidades de renacuajos seguido de *Telmatobius peruvianus* (para la estación O8), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

Figura 165. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de estaciones de monitoreo, el punto O8 y T6 zona de operaciones también registró la mayor abundancia (10 y 9 ind.), cinco (5) correspondiente a *T. peruvianus* y *R. spinulosa*. Esto puede deberse a que los renacuajos *Telmatobius peruvianus* están presentes en todas las épocas del año en profundos charcos de arroyos (Péfaur *et al*, 1978).

5.2.3.2.2.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). Con la diferencia en el índice de Pielou, basado en equidad del número de individuos en las especies registradas se evidencia la predominancia de una especie sobre las demás.

Cuadro 93. Riqueza, abundancia y diversidad de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

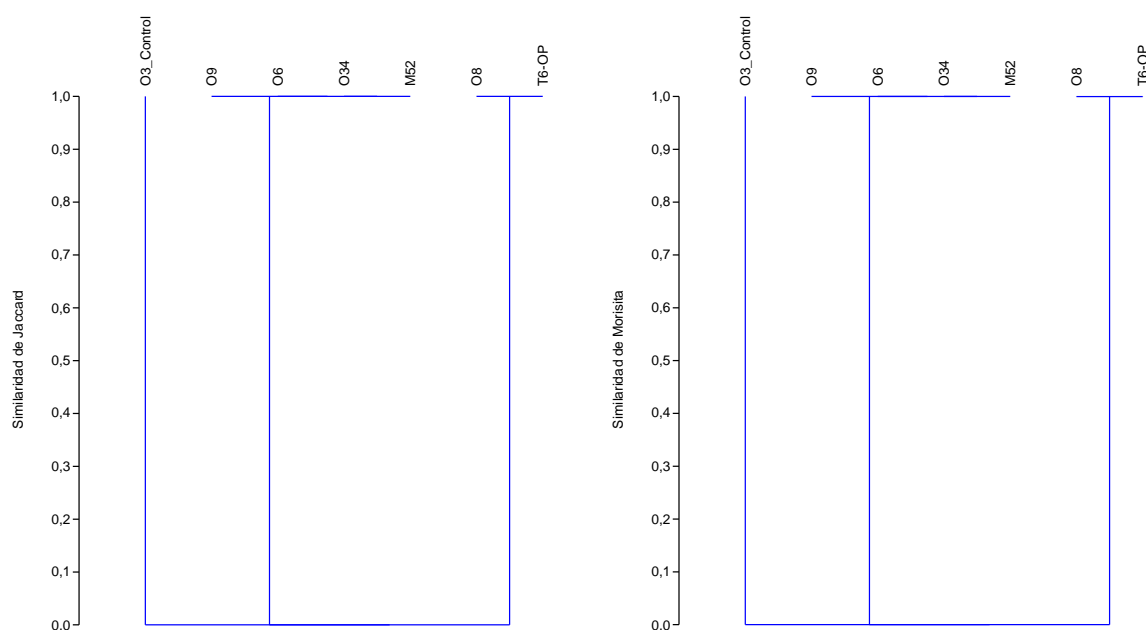
Estaciones de monitoreo	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O6	1	1	0.00	0.00	0.00
O9	1	1	0.00	0.00	0.00
O10	0	0	–	–	–
O34	1	1	0.00	0.00	0.00
O8	2	9	0.35	0.20	0.50
T6	2	10	0.33	0.18	0.47
OCONTROL	1	1	0.00	0.00	0.00
M52	1	1	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.2.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard, basado en la riqueza de especies y Morisita basado en la abundancia e las especies registradas, se observa que siguen un comportamiento similar, con el agrupamiento de cuatro estaciones de monitoreo O6, O9, O10 y M52 con un 100 % similaridad, seguido de la unión de O8, con un T6 Zona de operaciones con 100 % de similaridad para la riqueza y abundancia respectivamente. Lo cual, nos indica que las estaciones comparten características comunes que permiten la permanencia de especies.

Figura 166. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3. PAJONAL ANDINO

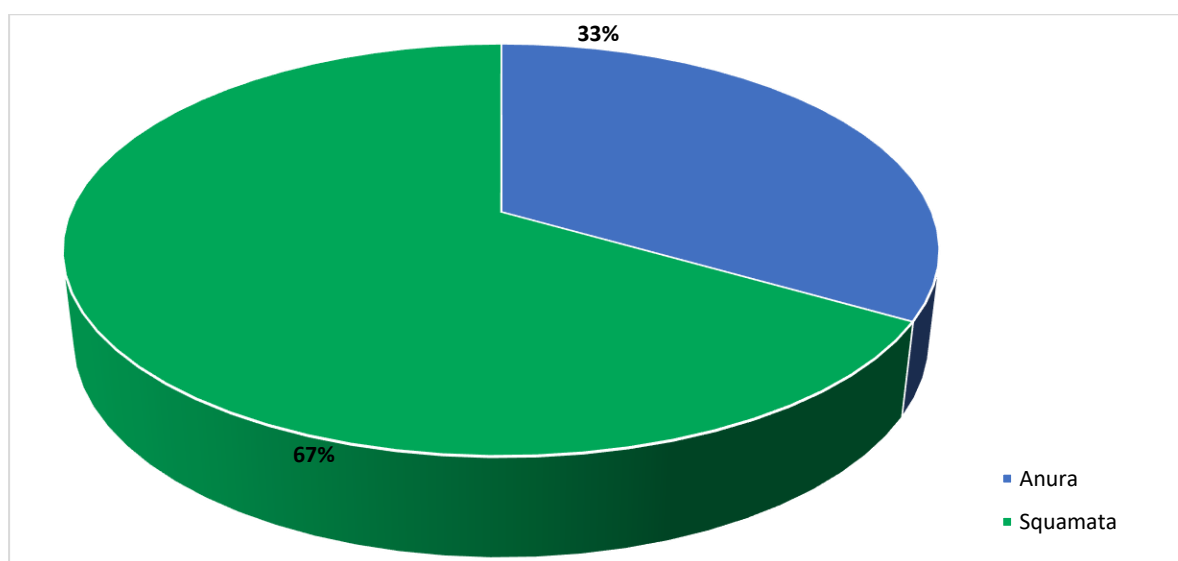
Para el monitoreo de la cobertura vegetal Pajonal andino se evaluaron las estaciones de monitoreo: O15, O15PC1, T14, T6, T15, T16 y T20.

5.2.3.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta cobertura se registró un total de tres (3) especies, correspondiente a la familia Leptodactylidae, clase Amphibia y dos lagartijas de la familia Liolaemidae, clase Reptilia. *L. signifer* pertenece al grupo *montanus* (Lobo *et. al.*, 2010), de actividad diurna. Esta especie habita ecosistemas con suelos salinos y/o arenosos y vegetación dispersa, preferentemente herbáceas de baja altura (Gálvez & Pacheco, 2009) y en la cercanía de cuerpos de agua. Se refugia en cuevas, bajo piedras o en las raíces de arbustos (Demangel, 2016).

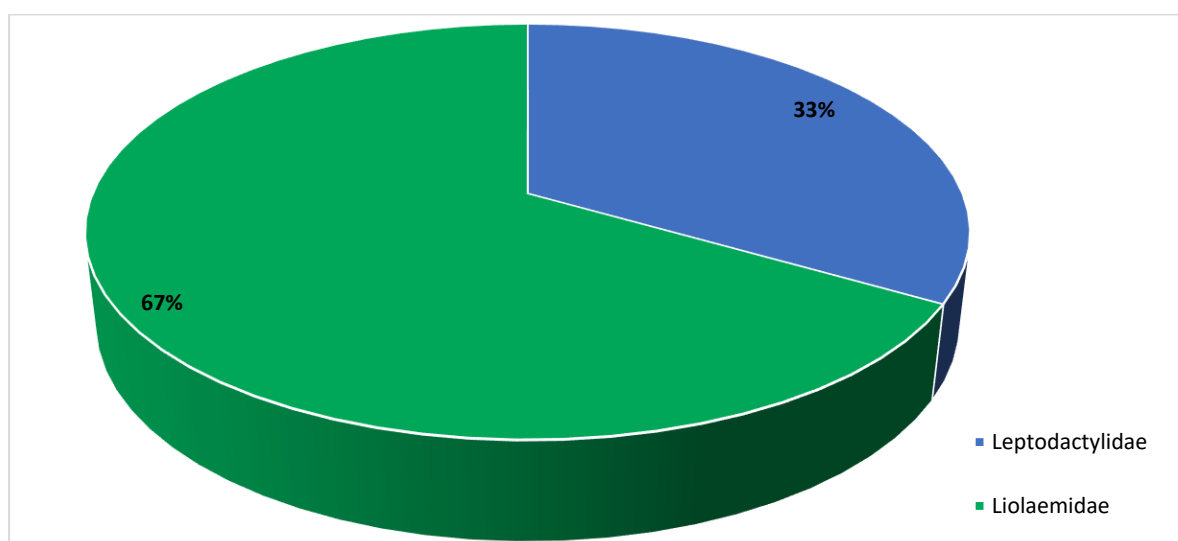
Asimismo, es importante señalar que en esta cobertura se registró a la rana *Pleurodema marmoratum*, registrada también debajo de piedras. Es una especie terrestre de hábitats de puna, pastizales y páramo montanos abiertos. A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentar grandes cantidades de renacuajos en las estaciones T15 y T20.

Figura 167. Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 168. Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de muestreo la mayor riqueza de especies se presentó en la estación T20 con dos (2) especies, seguido de las estaciones T15, O15, T6 Zona de abastecimiento y T16 con dos (2) especies cada una.

Cuadro 94. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Pajonal andino en temporada seca 2021.

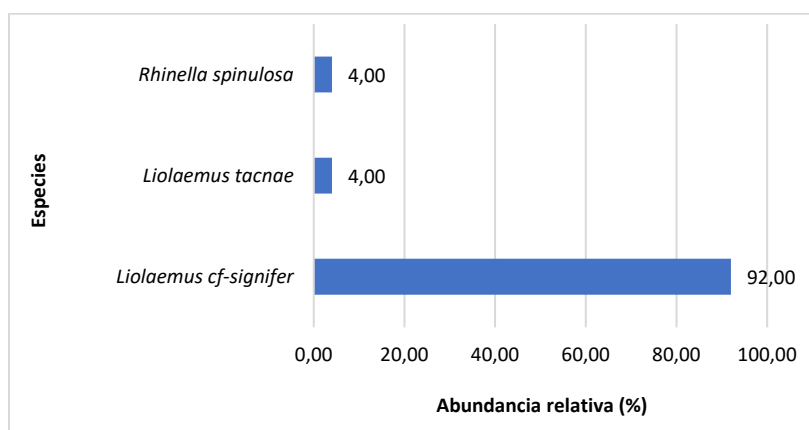
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15	O15PC	T14	T15	T16	T20	T6
Amphibia	Anura	Bufo	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo						X	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa				X	X	X	X
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X						

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3.2. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de veinticinco (25) especies, de las cuales, veintitrés (23) corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (92 %), seguido de *L. tacnae* con un (01) individuos (4 %). Cabe señalar, que, a nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentaron grandes cantidades de renacuajos (para la estación T16 y T20), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

Figura 169. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

La estación de monitoreo T6 con nueve (09) individuos y T16 con ocho (08) individuos. A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las presentaron grandes cantidades de renacuajos (para la estación T16 y T20), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

5.2.3.2.3.3. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.64$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.50$ probits/ind.), además que la distribución de especies no fue equitativa ($J' = 0.61$)

Cuadro 95. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O15	1	1	0.00	0.00	0.00
O15PC1	0	0	-	-	-
T14	0	0	-	-	-
T15	1	8	0.00	0.00	0.00
T16	2	3	0.64	0.44	0.92
T20	1	9	0.00	0.00	0.00
T6	1	8	0.00	0.00	0.00

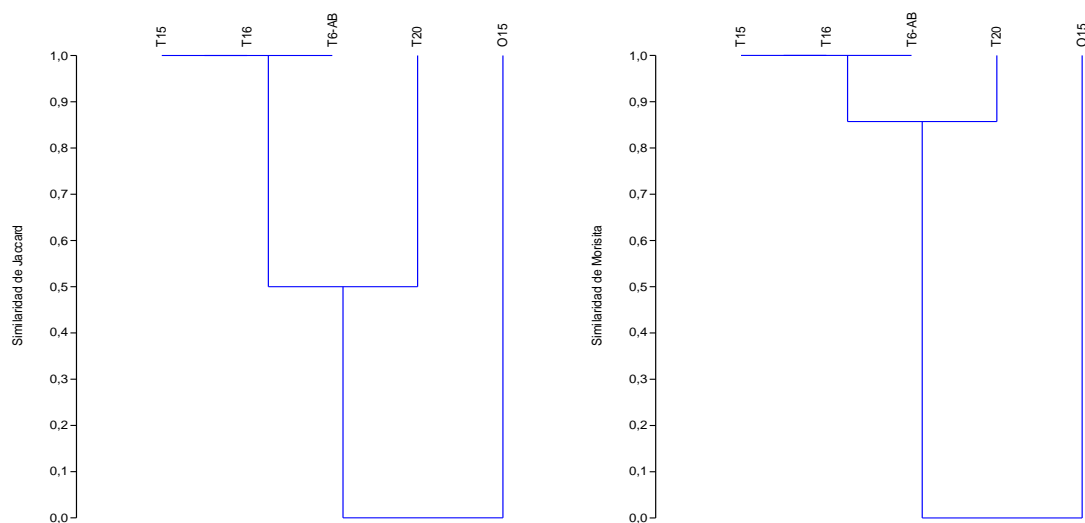
Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.2.3.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Para el índice de Jaccard, de acuerdo a la composición de especies se forman un grupo al 100 % de similitud conformados por T15, T16 y T6 Zona de abastecimiento de agua, lo cual, nos muestra una composición diferenciada de especies esto puede deberse a que las estaciones de monitoreo mencionadas se ubican en zonas diferentes, donde el grado de intervención es diferenciado, por ejemplo el primer grupo pertenece a la zona de abastecimiento de agua y el segundo a la zona de operaciones, asimismo, ambos grupos forman parte de diferentes formaciones vegetales.

El comportamiento observado para la riqueza de especies también se evidencia en el índice de Morisita, basado en la abundancia de individuos en las especies registradas, donde con un 80 % de similitud se forman dos grupos diferenciados, pertenecientes a dos zonas del proyecto.

Figura 170. Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Leyenda: T6-AB = T6 zona de abastecimiento de agua.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

5.2.3.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones considerando solo los muestreos cuantitativos, se reportó un total de cuatro (4) especies y veinticinco (25) individuos. Asimismo, se identificó tres coberturas vegetales, de las cuales la cobertura de Bosque relicto de *Polylepis*, Matorral arbustivo y Pajonal andino. De las tres (03) coberturas el Matorral arbustivo presentó mayores valores para los índices de diversidad, sin embargo, al ser menores a 2 bits/ind. se considera baja diversidad. Asimismo, se evidencia una distribución casi homogénea de los individuos en las especies identificadas.

Es importante señalar, que la mayoría de las estaciones de monitoreo presentaron una sola especie, por tanto, los valores para los índices fueron igual a 0.

Cuadro 96. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	O31	0	0	–	–	–
Bosque relicto altoandino			1	1	0	0	–
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	1	1	0	0	0
		O34	1	1	0	0	0
		OCONTROL	1	1	0.00	0.00	0.00
	Matorral arbustivo	O10	0	0	–	–	–
		O6	1	1	0.00	0.00	0.00
		O9	1	1	0.00	0.00	0.00
	Monte Ribereño	O8	2	9	0.35	0.20	0.50
		T6	2	10	0.33	0.18	0.47
Matorral arbustivo			4	14	0.88	0.46	0.64
Pajonal andino	Bosque de Polylepsis	O15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	–	–	–	–	–
		T14	–	–	–	–	–
Pajonal andino			1	10	0.00	0.00	0.00
Total Zona de Operación			4	25	0.92	0.49	0.66

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.3.2. ZONA DE ABASTECIMIENTO

En la zona de abastecimiento la cobertura identificada fue de Pajonal andino, asimismo, la formación vegetal identificada en cada uno de las estaciones de monitoreo también fue de pajonal, reportándose un total de dos (2) especies y 24 individuos, con valores de diversidad bajos ($H' = 0.17$ bits/ind.), con dominancia significativa de la lagartija *Liolaemus cf. signifer*, y una distribución no equitativa a nivel de abundancia de especies ($J' = 0.25$)

Cuadro 97. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 2021.

Cobertura vegetal	Formación vegetal	Punto de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon	Índice de Simpson	Índice de Pielou
Pajonal andino	Pajona andinol	T-6	1	9	0.00	0.00	0.00
		T-20	2	3	0.64	0.44	0.92
		T-15	1	4	0.00	0.00	0.00
		T-16	1	8	0.00	0.00	0.00
Total			2	24	0.17	0.08	0.25

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

5.2.3.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

Dentro de esta formación Bosque de Polylepis e monitoreó el punto O15, en el cual se reportó la especie *Liolaemus tacnae* “lagartija, qalaiwa” con un (01) individuo.

Cuadro 98. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal- Piso de cactáceas columnares en temporada seca 2021.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES COLUMNARES

5.2.3.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta formación se evaluó los puntos OCONTROL y M-52, registrándose una especie de lagartija *Liolaemus tacnae* con 1 individuo y una especie de culebra *Tachymenis peruviana* con un (01) individuo. Asimismo, se obtuvo el único registro de la especie *Tachymenis peruviana* “culebra andina” en la estación de monitoreo OCONTROL. Esta especie habita entre los 900 y 4580 msnm, se le encuentra en hábitats de puna, Matorral arbustivos, formaciones de cactus, laderas de

montañas rocosas (Cei, 1993; Chavez, 2012) y en valles de bosques secos andinos (Aparicio, 1994). También habita en pastos y áreas cultivadas. Se refugian en rocas, grietas, pastos y otros tipos de vegetación.

Cuadro 99. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.

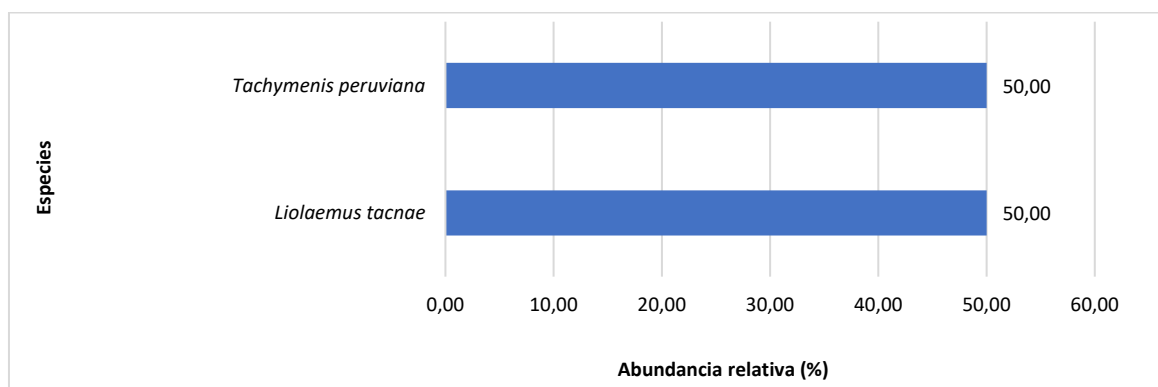
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	OCONTROL
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	x	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	culebra andina		x

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.2.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de dos (2) individuos, un individuo por especie, con una abundancia relativa de 50 %.

Figura 171. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.2.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). A nivel de estaciones de monitoreo, ambos puntos de monitoreo presentan valores de 0 para los índices de diversidad debido a la abundancia (1 individuo) y riqueza de una (01) especie.

Cuadro 100. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Cardonal - Piso De Cactáceas Columnares Columnares en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O8	1	1	0	0	0
T6	1	1	0	0	0
Total	2	2	0.69	0.5	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

5.2.3.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los puntos evaluados en esta unidad fueron O6, O31, O9, O10 y O34, registrándose una (1) especie de reptiles, perteneciente al orden Squamata, familias Liolaemidae. Cabe señalar que la lagartija *Liolaemus tacnae* estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo, con excepción del O31 y O10, donde no se registraron especies.

Cuadro 101. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O34	O6	O9	O31
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa		x	x	x	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de estaciones de monitoreo, O34 presentó mayor riqueza de especies, las demás registraron solo a *Liolaemus tacnae* "lagartija, qalaiwa".

5.2.3.4.3.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de tres (3) individuos de la lagartija *Liolaemus tacnae* con una abundancia similar para cada estación de monitoreo evaluada.

5.2.3.4.3.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). Con la diferencia en el índice de Pielou, basado en equidad del número de individuos en las especies registradas, donde las estaciones obtuvieron un valor de 0, debido a que registraron una sola especie.

Cuadro 102. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O34	1	1	0	0	0
O10	0	0	–	–	–
O6	1	1	0.00	0.00	0.00
O9	1	1	0.00	0.00	0.00
O31	O31	0	0	–	–
Total	1	3	0	0	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.3.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard, basado en la riqueza de especies y Morisita basado en la abundancia e las especies registradas, las tres estaciones de monitoreo que registraron la misma especie.

5.2.3.4.4. MONTE RIBEREÑO

Las estaciones de monitoreo correspondiente a esta formación fueron O8 y T6, registrándose dos especies: *telmatobius peruvianus* y *Rhinella spinulosa* pertenecientes al orden Anura, Clase Amphibia. A lo largo de del río Capillune, en las quebradas se pudo observar numerosas poblaciones de renacuajos de ambas especies, los cuales superaban los 1000 individuos para *R. spinulosa* y superaba a los 400 para *T. peruvianus*.

A nivel de estaciones de monitoreo ambas, O8 y T6, presentaron la misma riqueza de especies.

Cuadro 103. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Monte ribereño en temporada seca 2021.

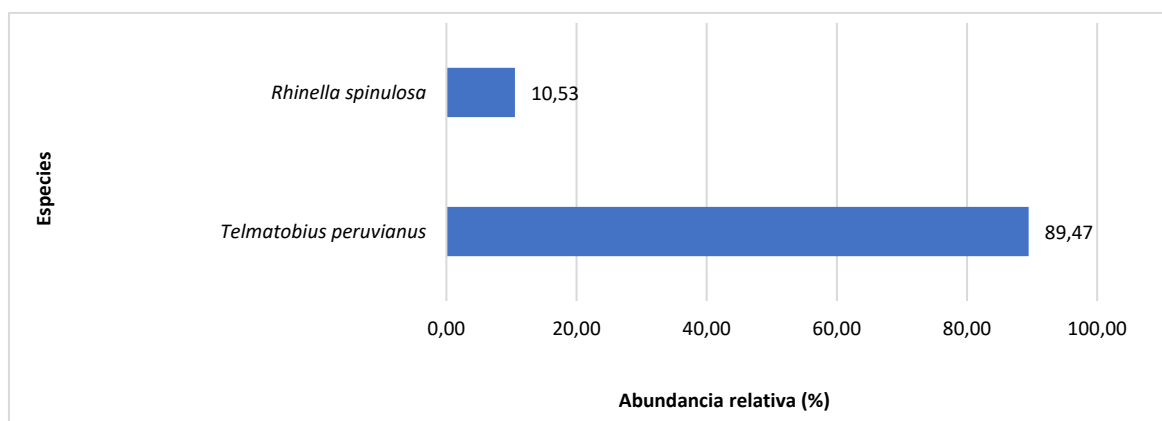
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O8	T6
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	X	X
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.4.1. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de diecinueve (19) individuos. La rana acuática *Telmatobius peruvianus* fue la que presentó la mayor abundancia, con diecisiete (17) individuos (89.47 %), seguida de la *Rhinella spinulosa* con dos (2) individuos (10.53 %).

Figura 172. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.4.2. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad en general se obtuvo valores bajos (> 2bits/ind.). A nivel de estaciones de monitoreo, el punto O8 fue el que registró dos especies y presentó un valor de diversidad ligeramente mayor (0.35 bits/ind.), la dominancia la tuvo la rana *Telmatobius peruvianus*, representada por el valor de Simpson (0.20) y el valor de Pielou fue bajo (0.50), indicando que no hubo equidad en la abundancia de especies.

Cuadro 104. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Monte ribereño en temporada seca.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O8	2	9	0.35	0.20	0.50
T6	2	10	0.33	0.18	0.47
Total	2	19	0.34	0.19	0.49

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.4.3. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard, basado en la riqueza de especies y Morisita basado en la abundancia de las especies registradas, las tres (03) estaciones de monitoreo registraron la misma especie.

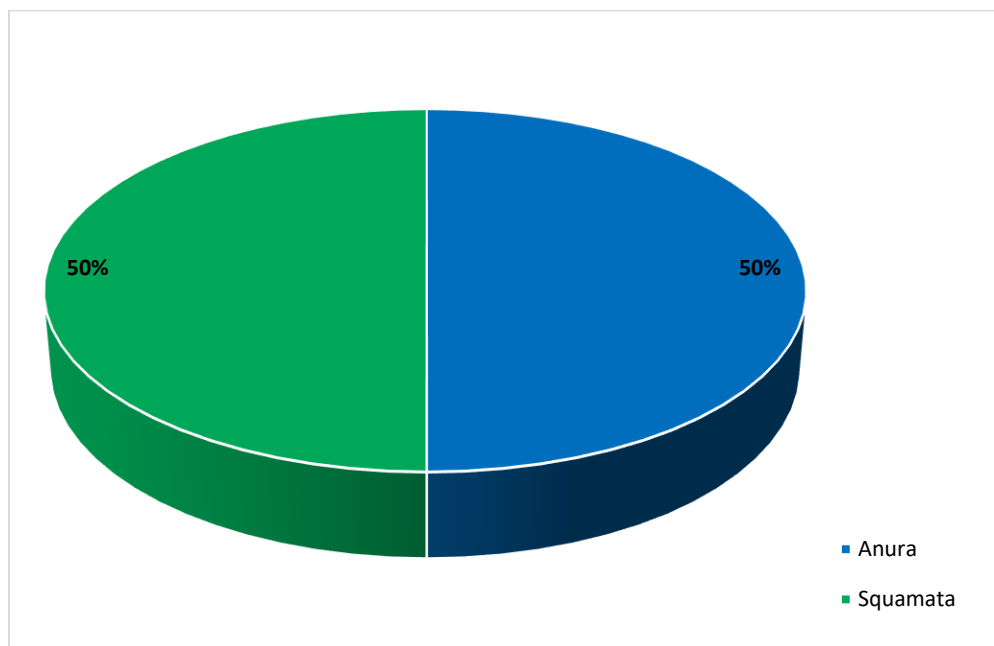
5.2.3.4.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

No se registraron especies en la estación de monitoreo O15PC1 y T14. Cabe indicar que en la zona de abastecimiento, para el monitoreo de la formación vegetal Pajonal andino se evaluaron las estaciones de monitoreo: T6, T15, T16 y T20.

5.2.3.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

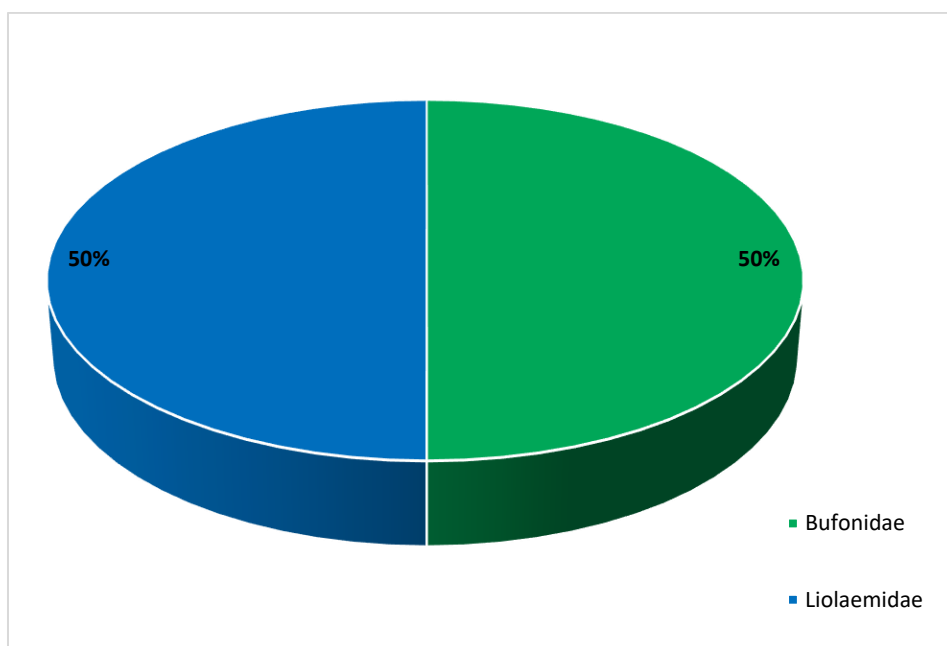
En esta cobertura se registró un total de dos (2) especies, una (1) de ellas correspondiente a la familia, Bufonidae, clase Amphibia y una (1) lagartija de la familia Liolaemidae, clase Reptilia.

Figura 173. Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 174. Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de muestreo la mayor riqueza de especies se presentó en la estación T20 con dos (2) especies, seguido de las estaciones T15, T6 zona de abastecimiento de agua y T16 con una especie.

Cuadro 105. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal andino en temporada seca 2021.

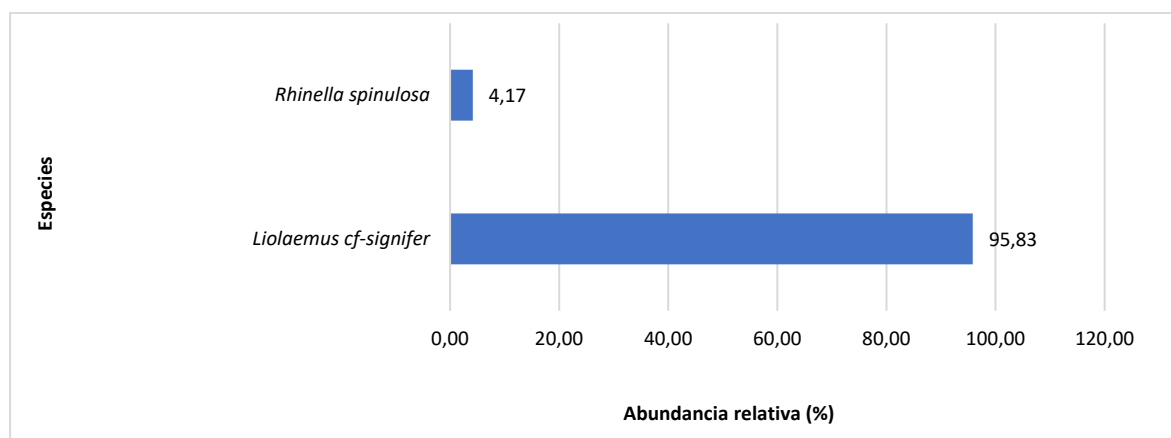
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo			x	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa	x	x	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.5.2. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de veinticuatro (24) especies, de las cuales, veintitrés (23) corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (95.83 %), seguido de *Rhinella spinulosa* con un (1) individuo (4.17 %).

Figura 175. Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

La estación de monitoreo T16 presentó la mayor abundancia con ocho (08) especies y T6 zona de abastecimiento de agua con nueve (09) individuos, destacándose a la lagartija *Liolaemus cf. signifer*, seguido de T15 con cuatro (04) individuos y T20 con tres (03) individuos. A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las que presentaron grandes cantidades de renacuajos seguido de *Telmatobius peruvianus* (para la estación T6), sin embargo, para este tipo de análisis solo se consideran individuos adultos.

5.2.3.4.5.3. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.98$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.08$ probits/ind.), además que la distribución de especies no fue equitativa ($J' = 0.25$)

Cuadro 106. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2021.

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
T15	1	4	0.00	0.00	0.00
T16	1	8	0.00	0.00	0.00
T20	2	3	0.64	0.44	0.92
T6	1	9	0.00	0.00	0.00
Total	2	24	0.17	0.08	0.25

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.4.5.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Respecto al índice de Jaccard, basado en la riqueza de especies y Morisita basado en la abundancia de las especies registradas, las tres (03) estaciones de monitoreo que registraron la misma especie.

5.2.3.5. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.3.5.1. ESPECIES CATEGORIZADAS EN LA NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

Según la categoría de conservación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI), la rana acuática *Telmatobius peruvianus* y la lagartija *Liolaemus tacnae* se encuentran como Vulnerables (VU). Mientras, a nivel internacional, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza (IUCN), de la misma manera *T. peruvianus* se encuentra como Vulnerable (VU) y *Liolaemus tacnae* se encuentra como Casi Amenazado (NT). Las demás especies se encuentran en preocupación menor (LC). Para el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES, ninguna especie se encuentra en el algún apéndice de protección (Cuadro 107)

Cuadro 107. Especies de anfibios y reptiles en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 2021.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Conservación			Endemismo
					D.S. N°004-2014-MINAGRI	IUCN (2021)	CITES (2021)	
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	-	LC	-	
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	VU	VU	-	E
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa	-	LU	-	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	VU	NT	-	E
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	culebra andina	-	LC	-	

Leyenda: Decreto Supremo 004-2014-MINAGRI. VU: vulnerable; NT: Casi Amenazado. LC: Importancia menor. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en sus Apéndices I, II y III. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las amenazas para *Telmatobius peruvianus* incluyen la pérdida de hábitat a través de las actividades mineras y agricultura y a pequeña escala la recolección para alimento y medicina. Al parecer también es muy susceptible a la Quitridiomicosis producida por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Catenazzi *et.al.*, 2011).

Otra amenaza para los anfibios es el calentamiento global con el derretimiento rápido de los glaciares, incluso Seimon *et al.* (2017) describen la migración vertical de *Rhinella spinulosa* a estanques recién desglaciados hasta elevaciones de 5400 m en la Cordillera de los Andes de Vilcanota del Perú.

Por otro lado, actividades antrópicas como las actividades mineras realizadas en el rango de distribución de estas especies categorizadas pueden estar fragmentando la distribución y población de esta especie. Puede verse afectado por el calentamiento global, ya que necesita de bajas temperaturas para el desarrollo embrionario, y esta amenaza puede incrementar la temperatura del cuerpo de las hembras (Aguilar pers. Comm., 2014).

5.2.3.5.2. ESPECIES ENDÉMICAS

De todas las especies registradas en toda el área del proyecto, *Liolaemus tacnae* es endémica para Perú. Es conocida de las regiones de Tacna, Moquegua y Arequipa (Troncoso-Palacios y Etheridge, 2012; Aguilar *et al.*, 2013; A. Quiroz pers comm, 2014). Tiene un rango altitudinal que va desde los 2911 hasta los 4500 m (Aguilar *et al.*, 2013; A Quiroz y Pérez pers. comm., 2014).

De igual manera, *Telmatobius peruvianus* se distribuye en los Andes del Sur del Perú, en los departamentos de Moquegua y Tacna. También presente en Putre, Chile, cerca de la frontera con Perú (Icochea *et al.*, 2010a).

5.2.3.5.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

En el Perú, individuos *Liolaemus cf. signifer* han sido observados en los mercados de Puno y se piensa que no es solo un problema local (Aguilar *et al.*, 2017)

5.2.3.5.4. INTERACCIONES ECOLÓGICAS

Se reportaron gremios alimenticios artrópodos (diferentes grupos de pequeños invertebrados) omnívoros, insectívora y herbívora.

Cuadro 108. Interacciones ecológicas de las especies de herpetofauna registradas en temporada seca 2021.

Familia	Especie	Nombre local	Gremio alimenticio
Liolaemidae	<i>Liolaemus cf. signifer</i>	Lagartija	Omnívora, insectívora, herbívora

Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.6. ANÁLISIS COMPARATIVO ESTACIONAL

Del análisis comparativo estacional para el año 2021, se puede evidenciar que la temporada húmeda presentó una mayor riqueza de especies con una diferencia mínima de una especie,

destacándose para la temporada húmeda la presencia de un anuro *Pleurodema marmoratum* “sapito marmoleado, che'glla” especie endémica y protegida, que en la temporada seca no fue registrada.

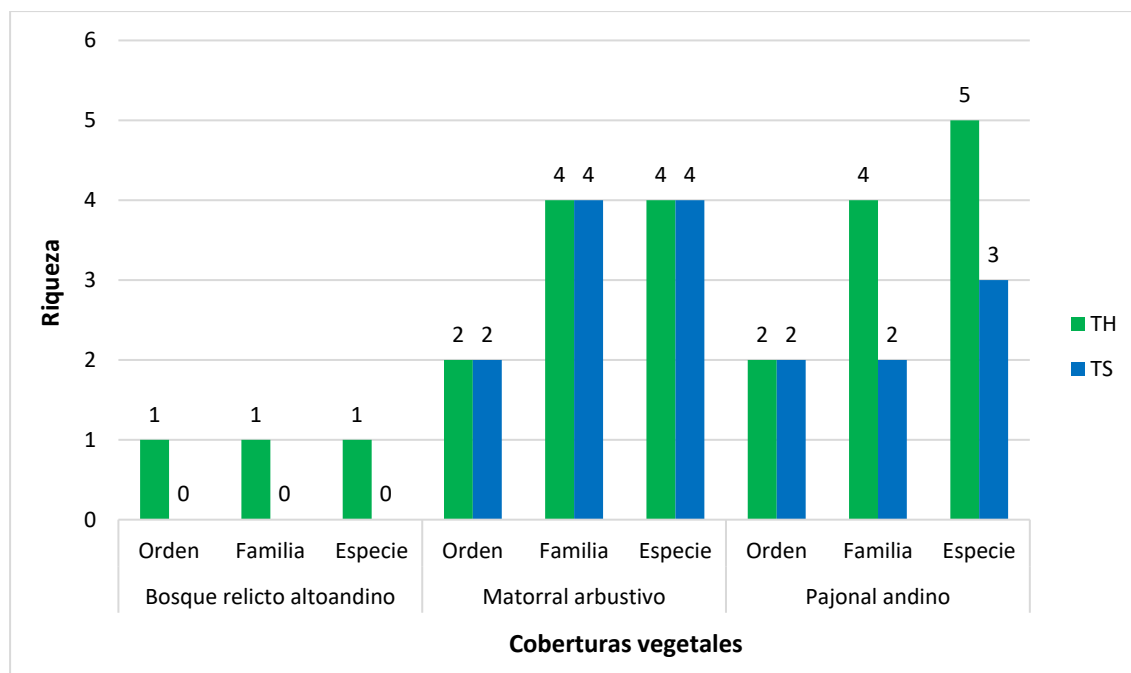
Cuadro 109. Distribución de familias y géneros por orden en temporada seca 2021.

Orden	Número de familias		Número de géneros		Número de especie	
	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021	Temporada húmeda 2021	Temporada seca 2021
Anura	3	2	3	2	3	2
Squamata	2	2	2	2	3	3
Total	5	4	5	4	6	5

Elaboración: ASILORZA, 2022.

La variación estacional a nivel de cobertura vegetal fue evidente a nivel de especies, como resultado a la mayor disposición de alimento durante la temporada húmeda, generando en consecuencia una mayor riqueza de especies para el área total y por cobertura vegetal, esto se evidencia en el Pajonal andino.

Figura 176. Número de órdenes, familias y especies de anfibios y reptiles por cobertura vegetal en temporada seca 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

5.2.3.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP CAMPAÑA N°9 VS LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP

Se realizó un análisis comparativo con datos de riqueza y abundancia del informe de Monitoreo Biológico de Temporada seca del año 2015, 2019 y el presente monitoreo de Temporada seca 2021. Asimismo, se incluye información de las campañas anteriores del 2007 y 2013.

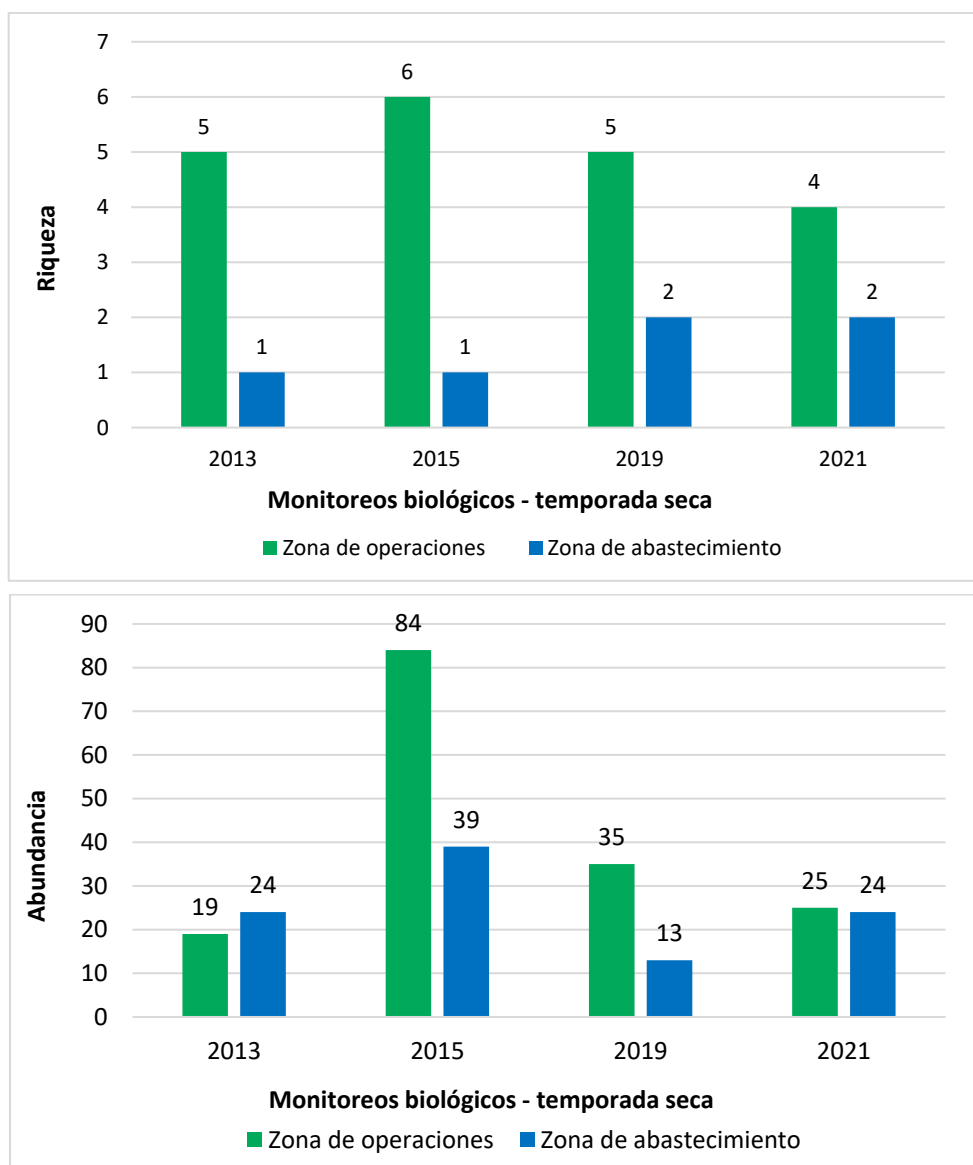
Comparativo histórico a nivel de riqueza y abundancia de especies por zonas durante los monitoreos de la temporada seca 2013 (EIA), 2015 (MAP), 2019 (MAP), 2021 (MAP)

De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2013 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de operaciones, con una gradual disminución en la riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles. Esto se puede deber principalmente a la sensibilidad que poseen dichos especímenes ante los cambios de ruido que suscitan en su ambiente.

Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento entre las riqueza y abundancia, con una notable disminución de la abundancia y ligera disminución de la riqueza, lo cual, nos indica que factores como disponibilidad de recurso o disminución del hábitat están generando su disminución en el tiempo y espacio.

Respecto a la zona de abastecimiento de agua, se evidencia que se mantiene la riqueza de especies, e incluso hay un incremento de la abundancia de especies, principalmente de anuros, como respuesta a la presencia de fuentes agua. Dicha evidencia puede ser debido a que en estas zonas no se realizan actividades con altos niveles de ruido, lo que permite a las especies sensibles la preferencia de estadía en dichas zonas.

Figura 177. Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de temporada seca 2013, 2015, 2019 y 2021.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6. CONCLUSIONES

6.1. FLORA Y VEGETACIÓN

- En la temporada seca 2021, se reportó un total de 130 especies distribuidas en 31 familias, siendo la más representativas las Poáceae (22 especies), Asteraceae (20 especies) y Cactaceae (4 especies).
- Respecto a las especies de importancia de conservación, se registran 13 especies protegidas bajo la legislación nacional (D.S. N°043-2006-AG) siendo Vulnerables (7 especies): *Azorella diapensioides*, *Parastrephia quadrangularis*, *Corryocactus brevistylus*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Polylepis rugulosa*, *Azorella compacta*, *Polylepis bessi*, mientras Casi amenazado (5 especies): *Ephedra americana*, *Baccharis genistelloides*, *Chuquiraga spinosa*, *Ephedra americana* y *Chuquiraga rotundifolia* y finalmente la especie *Ephedra rupestris* se considera como En Peligro crítico.
- Respecto a las especies de importancia de conservación a nivel internacional, se registraron 20 especies protegidas según la IUCN (2021-2), de las cuales 19 se encuentran como Preocupación menor, y solo la especie *Polylepis rugulosa* está considerada como Vulnerable. Finalmente, 7 especies se encuentran protegidas ante el comercio ilegal según la CITES (Apéndice II).
- En la zona de evaluación se identificaron dos (02) especies endémicas *Corryocactus brevistylus* *Calceolaria inamoena*, para las cuales se considera importante implementar medidas que sumen a su conservación.
- Respecto a las especies registradas a nivel de temporadas, se puede evidenciar una diferencia, teniendo en cuenta que en la temporada húmeda 2021 se reportaron 163 especies (registros cualitativos y cuantitativos) mientras en la temporada seca 2021 se reportan 130 especies (registros cualitativos y cuantitativos), lo cual, se evidencia un 20% de diferencia entre estas dos (02) temporadas y se interpreta por las condiciones climáticas de la temporada.
- En la temporada seca se reporta a la estación 015a, con un alto índice de diversidad ($H' = 0.91$ bits/ind.), y la estación 034 como aquella con el menor índice de diversidad ($H' = 0.30$ bits/ind.), ubicándose ambas estaciones en la zona de operaciones. Esta última estación es también la que tiene el más alto índice de Simpson ($1-D = 0.70$ bits/ind.); y la estación F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales), es la que tiene el mayor valor de similitud ($J = 1.39$), toda esta información esta referida a lo variado de las especies que se ubican en el área de estudio, las cuales teniendo en cuenta las bajas precipitaciones de la temporada denotan una mayor y una menor distribución de especies.
- Los reportes de la temporada seca muestran que los órdenes de mayor número de especies son Asterales (29 especies), Poales (41 especies) y Caryophyllales (14 especies) distribuidos

en las cuatro coberturas vegetales. Obteniendo mayores registros en la cobertura de matorral arbustivo.

- ☞ A nivel de familias taxonómicas, los reportes demuestran que las familias con mayor número de especies reportadas son Asteraceae (28 especies), Poaceae (31 especies) y Cactaceae (9 especies). Existiendo mayores reportes en las coberturas de matorral arbustivo y pajonal andino, que, por la temporada seca, son las coberturas que tienen a contar con una mayor riqueza de individuos, a nivel de cantidad y diversidad de especies.
- ☞ Matorral arbustivo es la cobertura que presenta el mayor índice de diversidad de acuerdo al índice de Shannon (2.52) lo cual coincide con los índices de Simpson (0.90) y Pielou (0.90). Además de ser esta cobertura aquella que registra un mayor número de individuos y especies en relación con los registros totales para la temporada seca.
- ☞ Se observa que se han evaluado 34 estaciones en la zona de abastecimiento, reportándose 50 especies y 16 familias, siendo F28 T1 Tb_Ca (Tb Bofedales) la estación con mayor número de especies y familias. De las 34 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de abastecimiento en la temporada húmeda 2021, se identificó que la estación F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta el mayor número de individuos registrados, la estación F26-T1-Pj presenta el mayor número de especies. Por otro lado, en la temporada seca, la estación de monitoreo F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales) presenta un mayor número en el índice de Shannon, Simpson y Pielou, lo que refiere que hay mayor diversidad en esta estación.
- ☞ Se observa que se han evaluado 17 estaciones en la zona de operaciones, reportándose 45 especies y 17 familias, siendo O08 la estación con mayor número de especies y familias. De las 17 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de operaciones en la temporada húmeda y seca 2021, se identificó que la estación O15a presenta el mayor número de especies, con mayor índice de Shannon, Simpson y Pielou. Siendo esta estación una de una alta riqueza de especies, a pesar que en temporada seca no existen altas precipitaciones a diferencia de la temporada húmeda.
- ☞ En el área de evaluación se identificaron veintidós (22) especies de importancia, según la normativa correspondiente. Teniendo en cuenta que en la temporada de húmeda se identificaron once especies de importancia biológica, bajo las condiciones climáticas, en la temporada seca de 2021.

6.2. AVIFAUNA

- ☞ A nivel de todo el proyecto, se registró un total de cincuenta y cinco (55) especies de aves y una abundancia total de setecientos cincuenta y tres (753) individuos.
- ☞ En cuanto a la abundancia por zonas, la zona de operaciones registró seiscientos veintisiete (627) individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fueron avistados doscientos setenta y seis (276) individuos. Esta diferencia de abundancia se puede haber debido a que en la zona de operaciones existen diferentes formaciones vegetales como los Matorral arbustivo es, parches de *Polylepis*, monte ribereño, que sirven de refugio además de que los provee de recursos alimenticios.
- ☞ La especie más abundante de la zona de operaciones fue el *Rhopospina fruticeti* “Fringilo de Pecho Negro” con noventa y cinco (95) individuos y para la zona de abastecimiento fue el “Fringilo de pecho cenizo” *Geospizopsis plebejus* con treinta y siete (37) individuos.
- ☞ Dentro de las interacciones ecológicas registradas se tienen a nueve (9) gremios tróficos entre los que sobresalen los insectívoros con veinte y nueve (29) especies y los granívoros con quince (15) especies; esto es importante teniendo en cuenta que las aves son dispersoras de semillas, lo que aporta en la diversidad de la flora y vegetación.
- ☞ El “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* conocido también como Suri está categorizado en Peligro Crítico (CR), y el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT) según legislación nacional; lo cual denota la importancia de la conservación de estas especies, teniendo en cuenta su rol en la cadena trófica para los diversos hábitats donde se distribuyen dichas especies.
- ☞ Se registró una (1) especie endémica, es decir, que se encuentran solo en el territorio peruano: el “Colibrí Negro” *Metallura phoebe*.
- ☞ De todas las aves registradas, ocho (08) de ellas son de importancia socioeconómica, para fines de ornamentación, alimentación, cetrería, medicina tradicional, mascota y con uso comercial.
- ☞ En la comparación estacional la temporada húmeda registró más especies, debido a una posible mayor disponibilidad de alimentos y condiciones adecuadas para la permanencia de las aves, ya que en dicha temporada las altas precipitaciones permiten el afloramiento de mayor flora y vegetación que forman parte de sus alimentos y zonas de refugio para las aves.

6.3. MASTOFAUNA

- El número total de especies de mamíferos menores (ratones) en toda el área del proyecto fue de diez (10) especies y cincuenta (50) individuos, respecto a mamíferos medianos y mayores se registró un total de seis (06) especies entre avistamientos y registros indirectos (pelos, fecas, huellas)
- La cobertura de Pajonal andino constituido por poblaciones de “ichu” y de grandes formaciones rocosas presentó la mayor riqueza con catorce (14) especies de roedores, que utilizan las rocas como refugio.
- La comunidad de mamíferos menores para la zona de operaciones estuvo compuesta por seis (6) especies de roedores, mientras que para la zona de abastecimiento estuvo conformada por siete (7) especies, todas las especies pertenecen a la familia Cricetidae.
- La comunidad de mamíferos medianos y mayores para la zona de operaciones estuvo conformada por cinco (5) especies distribuidas en cuatro (4) órdenes y cinco (5) familias, mientras que para la zona de abastecimiento estuvo compuesta por cuatro (4) especies distribuidas en tres (3) órdenes y tres (3) familias.
- La especie de roedor más abundante de la zona de operaciones fue el “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con treinta y uno (31) individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fue “Ratón orejón boliviano” *Auliscomys boliviensis* con nueve (9) individuos.
- Según la legislación nacional D.S. N° 004-2014-MINAGRI, tres (3) especies se encuentran dentro de esta lista, el “Guanaco” *Lama guanicoe* categorizado como Peligro Crítico (CR), la “Vicuña” *Vicugna vicugna* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT) y la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* categorizada como Vulnerable (VU). Estas especies están propensas a diversas amenazas como la caza y destrucción de hábitats. En toda el área de estudio estas especies fueron avistadas cercanas al campamento.
- En el análisis comparativo estacional la temporada húmeda registró mayor número de especies, como respuesta a mayor disponibilidad de recursos en dicha época o como resultado de mejores condiciones para la sobrevivencia de las especies.

6.4. HERPETOFAUNA

- 🌿 En toda el área de evaluación se registró un total de cinco (05) especies, de las cuales cuatro (04) especies corresponden a la zona de operaciones y cuatro (04) a la zona de abastecimiento.
- 🌿 La abundancia total fue de cuarenta y nueve (49) individuos en toda la zona de evaluación. En la Zona de operaciones se reportaron veinticuatro (24) individuos, de los cuales, la lagartija *Liolaemus cf. signifer* fue la más abundante con veintitrés (23) individuos cada uno. Cabe precisar que para la evaluación solo se consideraron individuos adultos, ya que, fueron registrados estadíos de renacuajos de *Rhinella spinulosa*, los cuales superaban los 1000 individuos a lo largo de la quebrada del río Capillune. Mientras, en la zona de abastecimiento se registró un total de veinte (20) individuos, siendo la lagartija *Liolaemus cf. signifer*, la más abundante con dieciocho (18) individuos.
- 🌿 El esfuerzo de muestreo en toda el área del proyecto estuvo acorde con los valores de los modelos no paramétricos, donde las especies esperadas coincidieron con las especies observadas, lo cual significa que el muestreo fue representativo (80%)
- 🌿 De acuerdo con la Legislación Nacional (DS. N°004-2014-MINAGRI), la rana *Telmatobius peruvianus* y la lagartija *Liolaemus tacnae* se encuentran como Vulnerables. Asimismo, esta lagartija es endémica para Perú, distribuyéndose para Arequipa, Moquegua y Tacna.
- 🌿 En la comparación estacional se evidencia mayor riqueza de especies en la temporada húmeda, a pesar de ser una variación mínima, es importante destacar la variación de la composición de riqueza y abundancia entre las zonas (operación y abastecimiento), donde en la zona de operaciones disminuye las poblaciones de anfibios y reptiles mientras que en la zona de abastecimiento se mantienen o incrementan ligeramente.

7. SÍNTESIS BIOLÓGICA

FLORA Y VEGETACIÓN

Se reportaron un total de 130 especies durante la temporada seca; dentro de ellas se registran 13 especies de importancia de conservación bajo la legislación nacional (D.S. N°043-2006-AG), y 27 especies de importancia de conservación a nivel internacional.

Respecto a las especies registradas a nivel de temporadas, se puede evidenciar una diferencia, teniendo en cuenta que en la temporada húmeda 2021 se reportaron 163 especies, mientras en la temporada seca 2021 se reportan 130 especies, lo cual, se evidencia un 20% de diferencia entre estas dos (02) temporadas y se interpreta por las condiciones climáticas de la temporada.

Finalmente, en relación con el análisis comparativo de tipo histórico, en la zona de operaciones se observa variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 49 hasta 135 taxones de flora; el valor más alto se obtuvo durante los estudios de Línea Base del 2007, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019. Tomando en cuenta solo los monitoreos del 2020 y 2021, la riqueza de especies varió ligeramente, registrándose 57 especies en 2020 y 76 especies en el 2021 en la zona de operaciones. Y con respecto a la zona de abastecimiento se observa menor variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 47 hasta 84 especies; el valor más alto se obtuvo en el monitoreo de la temporada seca del 2021, mientras que el valor más bajo se observa en el monitoreo del año 2019.

AVIFAUNA

Con respecto a las aves, a nivel de proyecto se registraron un total de cincuenta y cinco (55) especies. En relación con las zonas, la zona más abundante fue la zona de operaciones con seiscientos veintisiete (627) individuos, mientras que en la zona de abastecimiento fueron avistados doscientos setenta y seis (276) individuos. Dentro de las especies de importancia de conservación tenemos al “Ñandú Pestizo” *Rhea pennata* conocido también como Suri está categorizado en Peligro Crítico (CR), y el “Halcón peregrino” *Falco peregrinus* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT) según legislación nacional.

Respecto a la comparación estacional la temporada húmeda registró más especies, debido a una posible mayor disponibilidad de alimentos y condiciones adecuadas para la permanencia de las aves, ya que en dicha temporada las altas precipitaciones permiten el afloramiento de mayor flora y vegetación que forman parte de sus alimentos y zonas de refugio para las aves.

Finalmente, de acuerdo con el análisis comparativo de tipo histórico de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia una disminución gradual en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2019, situación que mejora ligeramente durante la evaluación de la campaña 2021. Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, con cambios ligeros en el tiempo de la

composición de especies entre las evaluaciones 2007, 2013 y 2015, con un cambio notable en las siguientes campañas, con una importante disminución de especies en el 2019, y una recuperación en el 2021.

MAMÍFEROS

Para la temporada seca 2021 en toda el área del proyecto se registraron un total de dieciséis (16) especies, de las cuales diez (10) especies son mamíferos menores (roedores), y seis (6) especies de mamíferos medianos y mayores. En relación con las zonas, la zona más abundante fue la zona de operaciones con cuarenta y un (41) individuos, mientras que en la zona de abastecimiento fueron nueve (9) individuos. Dentro de las especies de importancia de conservación tenemos al “Guanaco” *Lama guanicoe* categorizado como Peligro Crítico (CR), la “Vicuña” *Vicugna vicugna* bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT) y la “Taruca” *Hippocamelus antisensis* categorizada como Vulnerable (VU) según legislación nacional.

De acuerdo con el análisis comparativo estacional la temporada húmeda registró mayor número de especies, como respuesta a mayor disponibilidad de recursos en dicha época o como resultado de mejores condiciones para la sobrevivencia de las especies.

Finalmente, en relación con el análisis comparativo de tipo histórico de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2013 y ligera recuperación en el 2015 y 2019, sin embargo, para el 2021 en la temporada seca se evidencia una disminución en la riqueza de especies por zonas, pudiéndose deber a diversos factores como la disponibilidad de recurso alimenticios, zonas de refugio y expansión de las actividades propias del proyecto. Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, manteniéndose ligeramente la riqueza en las evaluaciones del 2007, 2013, 2015 y 2021

HERPETOFAUNA

Para la temporada seca 2021 en toda el área del proyecto se registraron un total de cinco (5) especies. La abundancia total fue de cuarenta y nueve (49) individuos en toda la zona de evaluación. En la Zona de operaciones se reportaron veinticuatro (24) individuos, mientras, en la zona de abastecimiento se registró un total de veinte (20) individuos.

En la comparación estacional se evidencia mayor riqueza de especies en la temporada húmeda, a pesar de ser una variación mínima, es importante destacar la variación de la composición de riqueza y abundancia entre las zonas (operación y abastecimiento), donde en la zona de operaciones disminuye las poblaciones de anfibios y reptiles mientras que en la zona de abastecimiento se mantienen o incrementan ligeramente.

Finalmente, de acuerdo con el análisis comparativo de tipo histórico de los estudios biológicos realizados a partir del 2013 hasta la actualidad, para la temporada seca se evidencia cambios en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de operaciones, con una gradual

disminución en la riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles. Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento entre las riqueza y abundancia, con una notable disminución de la abundancia y ligera disminución de la riqueza, lo cual, nos indica que factores como disponibilidad de recurso o disminución del hábitat están generando su disminución en el tiempo y espacio.

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Flora:** Conjunto de plantas que se encuentran en un determinado lugar y su respectiva clasificación taxonómica.
- **Inventario:** Registro y medición de las plantas y animales que se encuentran en un área determinada.
- **Formación vegetal:** Conjunto de especies vegetales (plantas) con determinada forma biológica; por ejemplo, bosque, matorral, herbazal, etc.
- **Unidad de vegetación:** Es sinónimo de tipo de vegetación y constituye la unidad mínima de análisis y que es el producto del proceso de clasificación de la vegetación en sus diferentes ámbitos de detalle.
- **Matorral:** Conjunto de arbustos que existen en un área determinada, donde existe un predominio de elementos arbustivos sobre otras formas biológicas.
- **Fauna silvestre:** Conjunto de animales que forman parte de un espacio específico (hábitat) tales como las aves, mamíferos, anfibios, reptiles e insectos.
- **Especie:** Diferente organismos (plantas o animales) que se encuentran en la tierra los cuales comparten características biológicas a nivel genético; asimismo es posible su reproducción entre sí en condiciones naturales.
- **Endemismo:** Son las especies de plantas cuya distribución está restringida a un área pequeña, o que es propia de un área específica.
- **Especie legalmente protegida o especie categorizada:** Es la planta o animal que se encuentra protegidos bajo una norma legal, ya sea a nivel nacional o internacional, donde se prohíbe su caza, tenencia, captura, venta o desaparición.
- **Riqueza:** Es el registro de las especies de plantas y animales, donde solo se identifica su presencia o ausencia.
- **Abundancia:** Cantidad de individuos de una especie (plantas o animales) al momento de registrarlos en campo.
- **Índice de Diversidad:** Es la medición y/o cálculo de las especies y sus cantidades en un determinado lugar, con el fin de comparar con otros espacios donde se hayan registrado las mismas especies.
- **Especie migratoria:** Conjunto de la población de cualquier especie (animales) que se desplaza de un lugar a otro, sin límite de una o varias naciones.
- **Especie indicadora:** Denominado a las especies (plantas o animales) que son utilizadas para evaluar la condición en que se encuentra el ambiente que lo rodea, por ejemplo, su

desaparición en el tiempo puede indicar que el ambiente está siendo alterado por alguna actividad climática o humana.

- **Transecto:** Línea imaginaria a partir de la cual se pueden registrar y/u observar de manera directa (avistamiento) o indirecta (registro huellas, heces, etc.) plantas o animales.



**MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL
CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME DE RESULTADOS

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas 210, oficina 501, San Miguel.

Teléfonos: 396 3771/961388886/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Marzo, 2022

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Jorge Condemarin	Emitido para Revisión Interna	06-12-2021	Alicia Torres	Karol Orosco
COMENTARIOS DEL CLIENTE:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel
Rev. A	Alicia Torres	Responsable de la redacción del documento	Interno ASILORZA
Rev.0	Karol Orosco	Control de Calidad – Documento Final	Doc. para envío al cliente
Rev.1	Cliente	Control de Calidad Técnico	Observaciones
Rev.2	Cliente	Aprobación	Para entrega a la autoridad/stakeholders

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	1
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	GENERALIDADES.....	4
3.1	ANTECEDENTES.....	4
3.1.1	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL APROBADOS.....	4
3.1.2	CONFORMACIÓN DEL SUBCOMITÉ Y DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP)	5
3.2	ÁMBITO GEOGRÁFICO	5
3.2.1	ZONA DE OPERACIONES	6
3.2.2	ZONA DE ALTA MONTAÑA.....	6
3.2.3	ZONA DE LAS CIUDADES DE ILO Y MOQUEGUA.....	6
3.3	ALCANCE	6
3.4	OBJETIVOS.....	7
3.4.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	MARCO LEGAL	8
4.1	REGULACIÓN AMBIENTAL GENERAL.....	8
5.	METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	25
5.1	CALIDAD DE AIRE	25
5.1.1	METODOLOGÍA DE MONITOREO	25
5.1.2	PARÁMETROS Y MÉTODO DE MONITOREO.....	25
5.1.3	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	26
5.2	CALIDAD DE RUIDO AMBIENTAL Y VIBRACIONES	27
5.2.1	METODOLOGÍA DE MONITOREO	27
5.2.2	PARÁMETROS DE COMPARACIÓN	28
5.3	CALIDAD DE SUELO	30
5.3.1	METODOLOGÍA DE MONITOREO	30
5.3.2	PARÁMETROS DE MEDICIÓN	31
5.3.3	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	32
5.4	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL.....	33
5.4.1	METODOLOGÍA DE MONITOREO	33
5.4.2	PARÁMETROS Y MÉTODO DE MONITOREO.....	34
5.4.3	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	36
5.5	SEDIMENTOS.....	38
5.5.1	METODOLOGÍA DE MONITOREO	38
5.5.2	PARÁMETROS DE MEDICIÓN	39
5.5.3	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	39
6.	RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL.....	41
6.1	CALIDAD DE AIRE	41
6.1.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	41
6.1.2	RESULTADOS DE CALIDAD DE AIRE.....	42
6.1.3	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	45
6.2	RUIDO AMBIENTAL	53
6.2.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	53

6.2.2	RESULTADOS DE LOS NIVELES DE RUIDO.....	54
6.2.3	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	67
6.3	NIVELES DE VIBRACIÓN.....	70
6.3.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	70
6.3.2	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES.....	71
6.3.3	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VIBRACIONES	73
6.4	CALIDAD DE SUELO	74
6.4.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	74
6.4.2	RESULTADOS DE CALIDAD DE SUELO	75
6.4.3	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	80
6.5	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL.....	109
6.5.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	109
6.5.2	CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AGUA SUPERFICIAL.....	114
6.5.3	RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA.....	129
6.5.4	REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	141
6.6	CALIDAD DE SEDIMENTOS	496
6.6.1	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	496
6.6.2	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE SEDIMENTOS	498
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	501
7.1	CALIDAD DE AIRE	501
7.2	CALIDAD DE RUIDO Y VIBRACIONES	504
7.3	CALIDAD DE SUELO	505
7.4	CALIDAD DE AGUA	505
7.4.1	ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL PROYECTO.....	505
7.4.2	ZONA DE OPERACIONES DEL PROYECTO	509
7.4.3	ZONA DE MOQUEGUA	510
7.4.4	CALIDAD DE AGUA DE MAR	512
7.5	SEDIMENTOS.....	512

2. INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Monitoreo Ambiental detalla los resultados obtenidos producto del desarrollo del Monitoreo Ambiental Participativo (en adelante MAP) correspondiente a la Campaña N°9 - Temporada Seca 2021 del Proyecto Minero Quellaveco, donde se llevó a cabo evaluaciones de calidad de aire, ruido y vibraciones, agua superficial y de mar, sedimentos y suelo, de acuerdo con la red de monitoreo establecida y distribuido en las zonas de operaciones, la zona de abastecimiento de agua (presa Vizcachas) y Área de influencia del proyecto.

El desarrollo del Monitoreo de Calidad Ambiental fue llevado a cabo por la empresa ASILORZA S.A.C. “Consultoría y Proyectos Ambientales” (en adelante ASILORZA), en su calidad de Asesor Técnico del Monitoreo Ambiental Participativo – Proyecto Quellaveco dentro del marco del Contrato N°001-2020-FDM, asegurando la calidad del servicio realizado, la verificación de los resultados obtenidos y la explicación de estos aspectos técnicos para el entendimiento del público en general.

La evaluación del Monitoreo de Calidad Ambiental fue realizada entre el periodo del 30 de septiembre hasta el 18 de octubre del presente año, realizándose la medición de variables de calidad de aire en diez (10) puntos de monitoreo, la medición de ruido (en 24 horas) y vibraciones en doce (12) puntos de monitoreo, la medición de calidad de suelo en un total de quince (15) puntos de monitoreo, la medición de calidad de agua superficial (ríos y/o quebradas) en 39 puntos de monitoreo y calidad de agua de mar en cuatro puntos de monitoreo, y, por último la medición de sedimentos en 39 puntos de monitoreo, cabe indicar que, la presente malla de puntos monitoreo mencionada, fue aprobada y validada por el Subcomité de Monitoreo, Seguimiento y Verificación de los compromisos ambientales del proyecto Quellaveco, el día 09 de marzo del 2021 (ver **Anexo 06**).

Adicionalmente, en la sección de discusión y resultados se realiza un análisis comparativo de los monitoreos realizados para temporada Seca en los periodos anteriormente desarrollados.

El levantamiento de información correspondiente a los trabajos de campo que incluyen desde la instalación de los equipos de monitoreo, pasando por la toma y recolección de muestras hasta su llegada a un laboratorio acreditado ante INACAL (**Anexo 02**) para los respectivos análisis, se basaron en los diversos protocolos y guías publicadas tanto a nivel nacional como internacional, asegurando la correcta aplicación de una metodología adecuada para cada una de las variables ambientales.

3. GENERALIDADES

El Proyecto Minero Quellaveco, es el proyecto de explotación del yacimiento de cobre más grande de Sudamérica a responsabilidad del titular ANGLO AMERICAN (en adelante AAQ), encontrándose localizado en el distrito de Torata, perteneciente a la provincia de Mariscal Nieto, en la región de Moquegua, aproximadamente a unos 40 km de la ciudad de Moquegua.

Actualmente, el proyecto considera una producción diaria de 127 500 Toneladas/día, teniendo una vida útil de 34 años (proyectado), alcanzando así unas reservas actuales de 1 300 millones de toneladas de los minerales de cobre y molibdeno.

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL APROBADOS

Con fecha del 19 de diciembre del año 2000, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Quellaveco por parte del Ministerio de Energía y Minas, autoridad responsable, mediante la Resolución Directoral N°266-2000-EM/DGAA.

Para el año 2008, AAQ elaborada y presenta la primera modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, con el objetivo de realizar cambios en la ubicación y tamaño del componente de la Planta Concentradora y del sistema de abastecimiento de agua para mina, la cual, a cargo del Ministerio de Energía y Minas, es aprobada el 23 de abril del 2010 mediante la Resolución Directoral N°140-2010-MEM/AAM.

Con fecha del 30 de marzo del año 2010, AAQ presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la segunda modificatoria del EIA del Proyecto Minero Quellaveco, cuya elaboración tenía como objetivo realizar el cambio de ruta de transporte de concentrados, líneas de transmisión e instalaciones portuarias, siendo aprobada mediante Resolución Directoral N°319-2010-MEM/AAM, con fecha del 14 de noviembre del mismo año.

Para el año 2012, se presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, la tercera modificatoria del EIA, con la finalidad de optimizar el diseño y operación de la presa Vizcachas destinada para el abastecimiento de la mina, siendo dicha modificatoria aprobada mediante Resolución Directoral N°377-2012-MEM/AAM.

El 22 de mayo de 2014 se aprobó el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) mediante la Resolución Directoral N° 214-2014-MEM-AAM, involucrando cambios en la huella del proyecto ubicada









dentro del área de estudio de Línea Base Ambiental - área de operaciones, denominada así en los instrumentos de gestión ambiental anteriormente aprobados.

Para el año 2015, precisamente para el mes de agosto, mediante Resolución Directoral N°399-2015-MEM/AAM se aprueba la cuarta modificatoria del EIA que tenía como objetivo realizar modificaciones en la capacidad de planta, depósito de relave y mina.

3.1.2 CONFORMACIÓN DEL SUBCOMITÉ Y DEL PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP)

Para el año 2013 se establece el Programa de Monitoreo Ambiental Participativo Quellaveco, estando relacionado bajo los compromisos N°5, 7 y 10 asumidos por el titular AAQ en la Mesa de Diálogo con diversas autoridades y actores locales. Por lo que, con fecha del 12 de junio del año 2013 se da la conformación del Subcomité de Monitoreo Ambiental Participativo, con las funciones de elaborar, supervisar y presentar los resultados obtenidos en el MAP Quellaveco.

Dicho subcomité está conformado por los siguientes representantes:

-  Anglo American (como titular del proyecto): 02 representantes.
-  Gobierno Regional de Moquegua: 02 representantes.
-  Municipalidad Provincial de Ilo: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Municipalidad Provincial de Sánchez Cerro: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Mariscal Nieto: 01 representante.
-  Sociedad Civil de Ilo: 01 representante.
-  Área de Influencia que incluye las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

3.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

El área de evaluación que abarca el MAP del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra ubicada entre los distritos de Torata, Samegua y Moquegua, pertenecientes a la provincia de Mariscal Nieto y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, pertenecientes a la región de Moquegua.

Dicha área de evaluación ha sido dividida en tres principales zonas, abarcando desde la zona de operaciones donde se encuentran los principales componentes del proyecto hasta las zonas de las ciudades de Moquegua e Ilo, siendo estos posibles receptores sensibles a los impactos que se manifiestan por el desarrollo del proyecto.

3.2.1 ZONA DE OPERACIONES

La zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra geográficamente emplazada en el valle del río Asana, aproximadamente a unos 40 km al noreste de la ciudad de Moquegua, entre los 1 700 y 4 630 msnm, abarcando un área aproximada de 39 300 hectáreas. Esta zona se encuentra sobre las cuencas del río Asana y de las quebradas de Papujune y Cortadera, en donde se encuentran principales componentes del proyecto tales como el tajo a cielo abierto, el depósito de desmontes, el túnel de desviación del río Asana, la planta concentradora, el depósito de relaves, entre otros.

3.2.2 ZONA DE ALTA MONTAÑA

La zona de alta montaña contiene principalmente el área para el abastecimiento de agua para utilización de la mina, el cual consta de un esquema de abastecimiento de agua superficial (represa) compuesto por una estructura de captación de agua en el río Titire, un embalse ubicado en el río Vizcachas, un tanque de regulación ubicado en el cerro Pelluta y una tubería de conducción hasta la zona de operaciones.

3.2.3 ZONA DE LAS CIUDADES DE ILO Y MOQUEGUA

La zona de Ilo y Moquegua comprende el ámbito de influencia de ambas ciudades producto de la ruta de transporte de concentrados desde la zona de operaciones, pasando por la ciudad de Moquegua hasta la llegada a la ciudad de Ilo, precisamente en el puerto de ENERSUR donde se llevará a cabo la construcción de la infraestructura de almacenamiento y embarque de concentrados en un área aledaña a las instalaciones de ENERSUR.

3.3 ALCANCE

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos de calidad ambiental en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N°9 – Temporada Seca 2021.

Asimismo, considera como alcance la representación gráfica de los resultados obtenidos en los monitoreos de calidad de aire, ruido y vibraciones, suelo, sedimentos, agua superficial y de mar desarrollados en los puntos de monitoreo establecidos.








3.4 OBJETIVOS

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

El presente informe de monitoreo ambiental tiene como objetivo general exponer los resultados obtenidos de las diferentes muestras recogidas y analizadas de los puntos de monitoreos correspondientes al Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco de la campaña N°9 – Temporada Seca 2021.

3.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Asimismo, se tienen los siguientes objetivos específicos:

-  Analizar los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo correspondientes a Calidad de Aire.
-  Analizar los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo correspondientes a Calidad de Ruido y Vibraciones.
-  Analizar los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo correspondientes a Calidad de Suelo.
-  Analizar los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo correspondientes a Calidad de Agua (superficial y de mar).
-  Analizar los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo correspondientes a la evaluación de Sedimentos.
-  Comparar los resultados obtenidos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental y los Estándares Internacionales, en caso no exista legislación nacional.
-  Interpretar los resultados obtenidos del Monitoreo de Calidad Ambiental.

4. MARCO LEGAL

La elaboración del presente informe de monitoreo de calidad ambiental tiene como marco jurídico las normas legales e institucionales de conservación y protección del medio ambiente vigentes en el Estado Peruano, por lo cual, el marco legal en el que se desarrolla el informe está conformado por los dispositivos legales que tienen relación directa con la conservación del medio ambiente como son los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs), así como las distintas guías, protocolos y/o metodologías a nivel nacional o sectorial.

A continuación, se describe el marco legal ambiental en el que se desarrolló el presente informe, así como los trabajos de campo.

4.1 REGULACIÓN AMBIENTAL GENERAL

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ

La norma constitucional fue promulgada en el año 1993 y constituye el conjunto de lineamientos y principios sobre la cual se erige el total de nuestra legislación nacional. Para este fin, el Estado promueve el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la diversidad biológica, mediante la política nacional del ambiente y demás mecanismos correspondientes.

LEY N°28611 – LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Norma ordenadora del marco legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente y sus componentes. Tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

D.S. N°012-2009-MINAM – POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE

Establece los principios, objetivos, estrategias, metas, programas, contenidos principales, estándares nacionales e instrumentos de carácter público, a fin de definir u orientar el accionar de las diferentes entidades públicas, sector privado y sociedad civil en materia medioambiental.

El objetivo primordial de la Política Nacional del Ambiente es el logro del Desarrollo Sostenible en el país mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente; en tal sentido, este

documento constituye el principal instrumento de gestión para la obtención de dicho objetivo. Dicha Política considera las políticas públicas establecidas en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, y conforma la Política General del Gobierno en materia ambiental, la cual enmarca las políticas sectoriales, regionales y locales.

D.L. N°1055 – MODIFICACIÓN DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Mediante esta norma se modifican los artículos 32°, 42°, 43° y 51° de la Ley N° 28611, relativos a los límites máximos permisibles, la obligación de informar, los criterios a seguir en los procedimientos de participación ciudadana y la información sobre denuncias presentadas. Asimismo, se dispone que el Ministerio del Ambiente supervisará el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 49° de la ley en mención, así como será el punto focal para las consultas, que en materia ambiental se deriven de compromisos asumidos en los acuerdos comerciales internacionales suscritos por el Perú.

D.L. N°1055 – MODIFICACIÓN DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Mediante esta norma se modifican los artículos 32°, 42°, 43° y 51° de la Ley N° 28611, relativos a los límites máximos permisibles, la obligación de informar, los criterios a seguir en los procedimientos de participación ciudadana y la información sobre denuncias presentadas. Asimismo, se dispone que el Ministerio del Ambiente supervisará el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 49° de la ley en mención, así como será el punto focal para las consultas, que en materia ambiental se deriven de compromisos asumidos en los acuerdos comerciales internacionales suscritos por el Perú.

LEY N° 29325 Y SU REGLAMENTO APROBADO MEDIANTE EL D.S. N° 022-2009-MINAM – LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

El sistema tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del estado, se realicen de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley N° 28245, Ley marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en la Política Nacional del Ambiente y demás normas, políticas, planes, estrategias, programas y acciones destinados a coadyuvar a la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales, al desarrollo de las actividades productivas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

LEY N° 30011 – LEY QUE MODIFICA LA LEY 29325, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Ley que modifica los artículos 10°, 11°, 13°, 15°, 17° y 19°; así como la sexta y séptima disposición complementarias finales de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

D.L. N° 1389 – DECRETO LEGISLATIVO QUE FORTALECE EL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

La presente norma tiene como objetivo el fortalecimiento de las facultades del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA) para el ejercicio de sus funciones en el marco del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

D.S. N°003-2017-MINAM – APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE

Aprueba los ECA para aire, señalando que se dictaran normas complementarias para la aplicación de estos y la correspondiente adecuación de los límites máximos permisibles (LMP). ECA para compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos totales, materiales Particulado con diámetro menor a 2,5 micras.

Cuadro 4.1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire

ELEMENTO	PERÍODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR (µg/m3)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
PM – 10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / Filtración gravimétrica
	24 Hr	100	NE más de 7 veces al año	
PM – 2,5	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / Filtración gravimétrica
	Anual	25	Media aritmética anual	
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para el PM-10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 Hr	250	NE más de siete veces al año	Fluorescencia Ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual	100	Media aritmética anual	Quimioluminiscencia (Método automático)
	1 Hr	200	NE más de 24 veces al año	
Monóxido de Carbono (CO)	8 Hr	10 000	Media aritmética móvil	Infrarrojo no disperso (NDIR método automático)
	1 Hr	30 000	NE más de 1 vez al año	

ELEMENTO	PERÍODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
Ozono (O_3)	8 Hr	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 Hr	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAFS) O Espectrometría de absorción atómica Zeeman (Métodos automáticos)
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: D.S. N°003-2017-MINAM.

 **D.S. N°010-2019-MINAM – APRUEBAN EL PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE**

Mediante el presente decreto supremo se aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental del Aire estableciendo criterios de selección de puntos de monitoreo, métodos de ensayo, así como metodologías de monitoreo. Asimismo, mediante la vigencia de la presente norma queda derogada la R.D. N°1404/2005/DIGESA/SA que aprobaba el Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los Datos y, la R.M. N°194-2010-PRODUCE que aprueba el Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas y Calidad del Aire de la Industria de la Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos.

 **D.S. N°085-2003-PCM – APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO**

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Cuadro 4.2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	ECA Ruido, Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Horario Diurno ⁽¹⁾	Horario Nocturno ⁽²⁾
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

1): Periodo comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

(2): Periodo comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas.

Fuente: D.S. N°085-2003-PCM.

D.S. N°011-2017-MINAM – APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

Establecen los estándares nacionales de calidad ambiental para suelo indicando que son aplicables a todo Proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

Cuadro 4.3. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo

N°	Parámetros	Unidad	Usos del Suelo			Método de ensayo
			Suelo Agrícola	Suelo Residencial/Parques	Suelo Comercial/Industrial/Extractivos	
I	Orgánicos					
1	Benceno	mg/kg PS	0.03	0.03	0.03	EPA 8260 EPA 8021
2	Tolueno	mg/kg PS	0.37	0.37	0.37	EPA 8260 EPA 8021
3	Etilbenceno	mg/kg PS	0.082	0.082	0.082	EPA 8260 EPA 8021
4	Xileno	mg/kg PS	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
5	Naftaleno	mg/kg PS	0.1	0.6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C6 - C10)	mg/kg PS	200	200	500	EPA 8015
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10 - C28)	mg/kg PS	1200	1200	5000	EPA 8015
8	Fracción de hidrocarburos F3 (C28 - C40)	mg/kg PS	3000	3000	6000	EPA 8015
9	Benzo(a) pireno	mg/kg PS	0.1	0.6	0.7	EPA 8270
10	Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg PS	0.5	1.3	33	EPA 8082 EPA 8270
11	Tetracloroetileno	mg/kg PS	0.1	0.2	0.5	EPA 8260
12	Tricloroetileno	mg/kg PS	0.01	0.01	0.01	EPA 8260
II	Inorgánicos					
13	Cianuro libre	mg/kg PS	0.9	0.9	8	EPA 9013 SEMWW- AWWA-WEF 4500 CN

N°	Parámetros	Unidad	Usos del Suelo			Método de ensayo
			Suelo Agrícola	Suelo Residencial/Parques	Suelo Comercial/Industrial/Extractivos	
						F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690:2015CN F
14	Arsénico	mg/kg PS	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
15	Bario total (1)	mg/kg PS	750	500	2000	EPA 3050 EPA 3051
16	Cadmio	mg/kg PS	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
17	Cromo total	mg/kg PS	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
18	Cromo VI	mg/kg PS	0.4	0.4	1.4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192
19	Mercurio	mg/kg PS	6.6	6.6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
20	Plomo	mg/kg PS	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051

EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

DIN: German Institute for Standardization

(1) De acuerdo con la metodología de Alberta Environment (2009): Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health. ISBN No. 978-0-7785-7691-4. En el caso de sitios con presencia de baritina se podrán aplicar los valores establecidos para Bario total real en la Tabla 1. Un sitio con presencia de baritina se determina cuando todas las muestras de suelo cumplen con los valores establecidos para Bario extraíble, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1.


Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM

R.M. N°085-2014-MINAM – APRUEBAN LA GUÍA PARA MUESTREO DE SUELO Y GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE DESCONTAMINACIÓN


Mediante la presente resolución ministerial se aprueba y publica la Guía de Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación, la primera establece el procedimiento para el muestreo y análisis de las muestras de suelos, asimismo, estas guías son de aplicación y cumplimiento obligatorio para los procesos que se encuentran en trámite, así como los que están por iniciarse.

D.S. N° 012-2017-MINAM – APRUEBAN CRITERIOS PARA LA GESTIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS

Mediante el presente decreto supremo se aprueban los criterios para la Gestión de Sitios Contaminados producto de la actividad antrópica, los cuales comprenden aspectos de evaluación, mitigación y remediación bajo la supervisión de las autoridades sectoriales competentes con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

 **REESOLUCIÓN JEFATURAL N° 056-2018-ANA - APRUEBAN LA CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES**

Resolución cuyo objetivo es aprobar la clasificación de cuerpos de aguas continentales superficiales de acuerdo con el Anexo que forma parte del presente reglamento. Asimismo, se deroga la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

 **RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010-2016-ANA, “APROBACIÓN DEL PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES”**

Resolución cuyo objetivo es estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino – costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del desarrollo del monitoreo.

 **D.S. N° 004-2017-MINAM – APRUEBAN ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA Y ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS**

La norma tiene por objeto copilar las disposiciones aprobadas mediante el D.S N° 002-2008-MINAM, D.S N° 023-2009-MINAM y el D.S N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Esta norma establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el 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.

- ✓ Categoría 1: Poblacional y Recreacional
- ✓ Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales
- ✓ Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales
- ✓ Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático

Cuadro 4.4. Categoría 1 – Población y Recreacional, Sub Categoría 1-A

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS – QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/L	0.07	**	**
Cianuro libre	mg/L	**	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	uS/cm	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003	**	**
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**
Fosforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	3	3	**
Amoníaco-N	mg/L	1.5	1.5	**
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0.9	5	5
Antimonio	mg/L	0.02	0.02	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/L	0.7	1.0	**
Berilio	mg/L	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/L	2	2	2

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	5
Manganeso	mg/L	0.4	0.4	0.5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/L	0.07	**	**
Níquel	mg/L	0.07	**	**
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
I. Compuestos Orgánicos Volátiles				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ -C ₄₀)	mg/L	0.01	0.2	1.0
Trihalometanos	(e)	1.0	1.0	1.0
Bromoformo	mg/L	0.1	**	**
Cloroformo	mg/L	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0.1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0.06	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles				
1,1,1 - Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	**
1,1 - Dicloroetano	mg/L	0.03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0.04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004	0.004	**
Tricloroetano	mg/L	0.07	0.07	**
BETX				
Benceno	mg/L	0.01	0.01	**
Etilbenceno	mg/L	0.3	0.3	**
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	**
Xilenos	mg/L	0.5	0.5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0007	0.0007	**
Pentaclorofenol	mg/L	0.009	0.009	**
Organofosforado				
Malation	mg/L	0.19	0.0001	**
Organoclorados				

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0.00003	0.00003	**
Clordano	mg/L	0.0002	0.0002	**
DDT	mg/L	0.001	0.001	**
Endrin	mg/L	0.0006	0.0006	**
Heptacloro + Heptacloro epóxido	mg/L	0.00003	0.00003	Retirado
Lindano	mg/L	0.002	0.002	**
Carbamatos				
Aldicarb	mg/L	0.01	0.01	**
II. Cianotoxinas				
Microcistina - LR	mg/L	0.001	0.001	**
Policloruros Bifenilos Totales				
PCB's	mg/L	0.0005	0.0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes totales (35-37°C)	NMP/100mL	50	**	**
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	20	2000	20000
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100mL	0	**	**
Vibro cholerae	Presencia/100mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	< 5x10 ⁶	< 5x10 ⁶

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

(b) Después de la filtración simple

(c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los dos cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental, que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$\frac{C \text{ Cloroformo}}{ECA \text{ Cloroformo}} + \frac{C \text{ Dibromoclorometano}}{ECA \text{ Dibromoclorometano}} + \frac{C \text{ Bromodichlorometano}}{ECA \text{ Bromodichlorometano}} + \frac{C \text{ Bromoformo}}{ECA \text{ Bromoformo}} \leq 1$$

(d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

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

Δ3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Cuadro 4.5. Categoría 1 – Población y Recreacional, Sub Categoría 1-B

Parámetros	Unidad	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
		VALOR	VALOR
FÍSICOS – QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0.022	0.022
Cianuro Wad	mg/L	0.08	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	Ausencia de espuma persistente
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25°C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.0 – 9.0	**
Sulfuros	C	0.05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0.2	**
Antimonio	mg/L	0.006	**
Arsénico	mg/L	0.01	**
Bario	mg/L	0.7	**
Berilio	mg/L	0.04	**
Boro	mg/L	0.5	**
Cadmio	mg/L	0.01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo total	mg/L	0.05	**
Cromo VI	mg/L	0.05	**
Hierro	mg/L	0.3	**
Manganeso	mg/L	0.1	**
Mercurio	mg/L	0.001	**
Níquel	mg/L	0.02	**
Plata	mg/L	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	**

Parámetros	Unidad	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
		VALOR	VALOR
Selenio	mg/L	0.01	**
Uranio	mg/L	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	200	1000
Escherichia coli	E. coli/100mL	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismos/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismos/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100mL	200	**
Salmonella sp.	Presencia/100mL	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100mL	Ausencia	Ausencia

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

NMP/100 mL: Número más probable en 100 mL

(**): No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

Cuadro 4.6. Categoría 2 – Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales

Parámetro	Unidad	Categoría 2			
		Agua de mar			Agua continental
		C1	C2	C3	C4
		Extracción de cultivo de moluscos	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	Otras actividades	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1.0	1.0	2.0	1.0
Cianuro Wad	mg/L	0.004	0.004	**	0.0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de color verdadero escala Pt/Co	100(a)	100(a)	**	100(a)
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fosforo total	mg/L	0.062	0.062	**	0.025
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2.5	≥ 5
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH	7 – 8.5	6.8 – 8.5	6.8 – 8.5	6.0 – 9.0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05

Parámetro	Unidad	Categoría 2			
		Agua de mar			Agua continental
		C1	C2	C3	C4
		Extracción de cultivo de moluscos	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	Otras actividades	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0.64	0.64	0.64	**
Arsénico	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.1
Boro	mg/L	5	5	**	0.75
Cadmio	mg/L	0.01	0.01	**	0.01
Cobre	mg/L	0.0031	0.05	0.05	0.2
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.10
Mercurio	mg/L	0.00094	0.0001	0.0018	0.00077
Níquel	mg/L	0.0082	0.1	0.074	0.052
Plomo	mg/L	0.0081	0.0081	0.03	0.0025
Selenio	mg/L	0.071	0.071	**	0.005
Talio	mg/L	**	**	**	0.0008
Zinc	mg/L	0.081	0.081	0.12	1.0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0.007	0.007	0.01	**
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
PCB's	mg/L	0.00003	0.00003	0.00003	0.000014
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	≤ 14 área aprobada (c)	≤ 30	1000	200
	NMP/100mL	* ≤ 88 área restringida (c)			

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) Área aprobada: áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área restringida: áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados. (**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría. - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario. Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(1) Nitrógeno Amoniacal para Agua Dulce

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniacal en diferente pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg/L de NH₃)

		pH							
Temp. (°C)		6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0
	0	231	73.0	23.1	7.32	2.33	0.749	0.25	0.042
	5	153	48.3	15.3	4.84	1.54	0.502	0.172	0.034
	10	102	32.4	10.3	3.26	1.04	0.343	0.121	0.029
	15	69.7	22.0	6.98	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
	20	48.0	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
	25	33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
	30	23.7	7.50	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021

Cuadro 4.7. Categoría 3 – Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad	Categoría 3		
		Parámetros para riego de vegetales		Parámetros para bebidas de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	D2: Bebida de animales
		VALOR		VALOR
FÍSICOS - QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	uS/cm	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥4		≥5
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	1000		1000
Temperatura	°C	Δ3		Δ3
INORGÁNICOS				

Parámetros	Unidad	Categoría 3		
		Parámetros para riego de vegetales		Parámetros para bebidas de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	D2: Bebida de animales
		VALOR		VALOR
Aluminio	mg/L	5	5	
Arsénico	mg/L	0.1	0.2	
Bario	mg/L	0.7	**	
Berilio	mg/L	0.1	0.1	
Boro	mg/L	1	5	
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	
Cobre	mg/L	0.2	0.5	
Cobalto	mg/L	0.05	1	
Cromo total	mg/L	0.1	1	
Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2.5	2.5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	
Níquel	mg/L	0.2	1	
Plomo	mg/L	0.05	0.05	
Selenio	mg/L	0.02	0.05	
Zinc	mg/L	2	24	
PLAGUICIDAS				
Parathion	ug/L	35	35	
ORGANOCORADOS				
Aldrin	ug/L	0.004	0.7	
Clordano	ug/L	0.006	7	
DDT	ug/L	0.001	30	
Dieldrin	ug/L	0.5	0.5	
Endosulfán	ug/L	0.01	0.01	
Endrin	ug/L	0.004	0.2	
Lindano	ug/L	4	4	
Heptacloro y Heptacloro epóxido	ug/L	0.01	0.03	
CARBAMATOS				
Aldicarb	ug/L	1	11	
BIFENILOS POLICLORADOS				
PCB's	ug/L	0.04	0.045	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	1000	2000	1000
Escherichia coli	NMP/100mL	1000	**	**
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	1	1	**

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

(b) Después de Filtración Simple

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

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

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

- Δ3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Cuadro 4.8. Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático

Parámetros	Unidad	Categoría 4				
		E1: Lagunas y Lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas Marino Costeras	
			Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICO - QUÍMICO						
Aceites y grasas	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cianuro libre	mg/L	0.0052	0.0052	0.0052	0.001	0.001
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0.008	**	**	**	**
Conductividad	uS/cm	1000	1000	1000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2.56	2.56	2.56	5.8	5.8
Fosforo total	mg/L	0.035	0.05	0.05	0.124	0.062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno total	mg/L	0.315	**	**	**	**
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 a 8.5	6.5 a 8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	30
Sulfuros	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	Δ3	Δ2	Δ2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0.64	0.64	0.64	**	**
Arsénico	mg/L	0.15	0.15	0.15	0.036	0.036
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	**
Cadmio	mg/L	0.00025	0.00025	0.00025	0.0088	0.0088
Cobre	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Cromo VI	mg/L	0.011	0.011	0.011	0.05	0.05
Mercurio	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel	mg/L	0.052	0.052	0.052	0.0082	0.0082
Plomo	mg/L	0.0025	0.0025	0.0025	0.0081	0.0081
Selenio	mg/L	0.005	0.005	0.005	0.071	0.071
Talio	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	**	**
Zinc	mg/L	0.12	0.12	0.12	0.081	0.081
ORGÁNICOS						
I. Compuestos orgánicos volátiles						

Parámetros	Unidad	Categoría 4				
		E1: Lagunas y Lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas Marino Costeras	
			Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Hidrocarburos totales de petróleo HTTP	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Hidrocarburos aromáticos						
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Antraceno	mg/L	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Fluoranteno	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malation	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Parathion	mg/L	0.000013	0.000013	0.000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0.000004	0.000004	0.000004	**	**
Clordano	mg/L	0.0000043	0.0000043	0.0000043	0.000004	0.000004
DDT (Suma de 4,4' – DDD y 4,4' – DDE)	mg/L	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
Dieldrin	mg/L	0.000056	0.000056	0.000056	0.000019	0.000019
Endosulfán	mg/L	0.000056	0.000056	0.000056	0.000087	0.000087
Endrin	mg/L	0.000036	0.000036	0.000036	0.000023	0.000023
Heptacloro	mg/L	0.0000038	0.0000038	0.0000038	0.0000036	0.0000036
Heptacloro epóxido	mg/L	0.0000038	0.0000038	0.0000038	0.0000036	0.0000036
Lindano	mg/L	0.00095	0.00095	0.00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Carbamatos						
Aldicarb	mg/L	0.001	0.001	0.00015	0.00015	0.00015
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCB's)	mg/L	0.000014	0.000014	0.000014	0.00003	0.00003
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	1000	2000	2000	1000	2000

Fuente: D.S. N°004-2017-MINAM.

5. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

5.1 CALIDAD DE AIRE

El objetivo de la evaluación de la calidad del aire es realizar el seguimiento de las concentraciones de los elementos atmosféricos en el área de influencia del Proyecto Minero Quellaveco, con la finalidad de realizar la comparación de dichas concentraciones con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobados mediante D.S. N° 003-2017-MINAM y, en verificar si estas se encuentran por encima o debajo de los valores establecidos.

5.1.1 METODOLOGÍA DE MONITOREO

La metodología de monitoreo se encuentra basada en lo dispuesto en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental de Aire aprobado mediante D.S. N° 010-2019-MINAM que establece los criterios y aspectos técnicos para la correcta toma de datos, así como estandariza los métodos que resultan aplicables al monitoreo de calidad de aire, detallando los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento de los equipos de monitoreo, con la finalidad de asegurar información de calidad y confiable de las concentraciones de los elementos atmosféricos de una determinada área.

5.1.2 PARÁMETROS Y MÉTODO DE MONITOREO

De acuerdo con establecido en el Plan de Trabajo para el desarrollo del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco – Campaña N°9 Temporada Seca 2021, para el monitoreo de calidad de aire se ha realizado la medición de parámetros como el material particulado menor a 10 micras y menor a 2,5 micras en un periodo de tres días consecutivos (medición de 24 horas cada uno), así como la medición de gases como el dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO) por un periodo de 1, 24 y 8 horas, respectivamente. Asimismo, se realizó la evaluación de Plomo (Pb) y Arsénico (As) en el Material Particulado menos a 10 micras por un periodo de 24 horas.

Asimismo, el monitoreo de calidad de aire estuvo acompañado de la medición de parámetros meteorológicos como temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento mediante el empleo de una estación meteorológica portátil durante el periodo de 24 horas de medición.

Cuadro 5.1. Parámetros de Medición – Calidad de Aire

Ítem	Parámetro	Unidad de medición	Simbología
01	Material particulado menor a 10 micras	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM-10
02	Material particulado menor a 2,5 micras	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM-2,5
03	Dióxido de nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO ₂
04	Dióxido de azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO ₂
05	Monóxido de carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO
06	Plomo en PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pb
07	Arsénico en PM-10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	As
08	Variables meteorológicas: - Temperatura - Precipitación - Humedad relativa - Dirección del viento - Velocidad del viento	-	-

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Los parámetros de PM-10 y PM-2,5 fueron medidos con muestreadores de bajo volumen (low volume) que cumple con el método descrito en el D.S. N° 003-2017-MINAM. En este sistema las partículas son recolectadas en el filtro durante 24 horas, en donde cada filtro es pesado antes y después del muestreo para determinar el peso neto obtenido en la muestra recolectada.

Para el muestreo de gases en el aire se empleó un método equivalente, autorizado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, también considerado en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental para Aire aprobado por Decreto Supremo N°010-2019-MINAM.

Este método consiste en pasar aire a través de unos burbujeadores denominados impingers (Tren de Muestreo), con ayuda de una bomba de succión y de una válvula reguladora de flujo. Posteriormente, las muestras de partículas y gases fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

5.1.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

En el siguiente cuadro se detalla los métodos de ensayo utilizados para el análisis de las muestras de calidad de aire, cuyos procedimientos y estándares se encuentran acreditados por el Servicio de Acreditación Internacional (IAS por sus siglas en inglés), y validadas por INACAL, como entidad competente a nivel nacional.

Cuadro 5.2. Métodos de Análisis – Calidad de Aire

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA CFR 40. Appendix A-2 to part 50. 2012	Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere. (Pararosaniline method).
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ASTM D1607-91 - 2011	Standard Test Method for Nitrogen Dioxide Content of the Atmosphere (Griess-Saltzman Reaction)
Material particulado PM-10 Bajo volumen	EPA-Compendium Method IO - 2.3 - 1999	Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patashnick (R&P). Low Volume Partisol Sampler
Material Particulado PM 2,5 Bajo volumen	EPA CFR 40, Part 50, Appendix L. 2014	Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere
Monóxido de Carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of Air Pollutants". Ed. Española 1981, Cap.3, Pág. 121-122 (Validado-Modificado). 2015	Determinación de Monóxido de Carbono en la atmósfera. Método 4: Carboxilbenceno sulfonamida.
Metales Totales	EPA Compendium Method IO-3.4 1999	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy
Mediciones Metereológicas ⁽²⁾	ASTM D 5741-96(2017)	Standar Practice for Characterizing Surface Wind Using a Wind Vane and Rotating Anemometer

ASTM: American Society for Testing Materials.

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

(2): Ensayo acreditado ante IAS y revalidado ante INACAL.

Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.2 CALIDAD DE RUIDO AMBIENTAL Y VIBRACIONES

El ruido puede definirse como un sonido no deseado o como cualquier sonido que es indeseable debido a que interfiere la conversación y la audición, es lo bastante intenso para dañar la audición y es molesto en cualquier sentido. La definición de ruido como sonido indeseable, implica que tiene efectos nocivos sobre los seres humanos y su medio ambiente.

El nivel sonoro equivalente (Leq), es la energía equivalente al nivel sonoro, en decibeles, para cualquier periodo de tiempo considerado. Es el nivel de ruido constante equivalente que, en un periodo de tiempo determinado, contiene la misma energía sonora que el ruido variable en el tiempo durante el mismo periodo.

5.2.1 METODOLOGÍA DE MONITOREO

5.2.1.1 RUIDO AMBIENTAL

Las mediciones de ruido se realizaron en un periodo de 24 horas continuas por cada punto de monitoreo mediante la utilización de un sonómetro tipo 1 debidamente calibrado ante INACAL (**ver Anexo 04**) según lo señalado en el D.S. N° 085-2003-PCM, que cita como referencia la

Norma ISO serie 1996 (ISO/NTP 1996-1:2007 Acústica - Descripción, medición y valoración del ruido ambiental, Parte 1: Índices básicos y procedimientos de valoración, ISO1996- 2:2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels).

Cuadro 5.3. Criterios de muestreo ambiental para ruido

Parámetro	Posiciones	Otros criterios
Ruido	Mediciones externas	Para minimizar la influencia de reflexiones, las posiciones deben estar al menos a 3,5 m, de cualquier estructura reflectante, y si no se especifica otra cosa, entre 1,2 m y 1,5 m sobre el suelo.
	Mediciones externas cercanas a edificios	Si no se especifica otra cosa, las posiciones preferidas son de 1 m a 2 m de la fachada y a 1,2 a 1,5 m sobre el suelo.
	Mediciones al interior de los edificios	A menos que se especifique otra cosa, las posiciones preferidas son a lo menos 1 m de las paredes u otras superficies; 1,2 m a 1,5 m sobre el piso y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas.

Elaboración: ASILORZA, 2021. Basado en NCh 2502//1. n2000 Acústica - Descripción y medición de ruido ambiental- Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos - resumen (ISO 1996-1:1982 *Acoustics - Description and Measurement of Environmental Noise Part 1: Base Quantities and Procedures*).

Nota: Sustento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido D. S. N° 085-2003-PCM

5.2.1.2 VIBRACIONES

Para la realización de medición en los puntos de muestreo, se tomó en cuenta los aspectos establecidos en la norma ISO 2631-1, siendo llevado a cabo a través de la utilización de un vibrómetro (ver **Anexo 04**), cuyo componente principal es un transductor o acelerómetro que, durante la medición, entra en contacto con la superficie vibrante que convierte las vibraciones mecánicas en una señal eléctrica. Esta señal se procesa adecuadamente en los circuitos del equipo de medida obteniendo los niveles de aceleración expresada en m/s^2 o rad/m^2 .

Cabe mencionar que, la normativa ISO 2631-1 carece de una especificación del tiempo de medición en su protocolo de medición, por ello, se recomienda que el periodo de medición sea de un tiempo de 5 a 20 min para que sea representativo, por ello las mediciones se llevaron a cabo en un periodo de 15 minutos por cada punto de monitoreo.

5.2.2 PARÁMETROS DE COMPARACIÓN

5.2.2.1 CALIDAD DE RUIDO AMBIENTAL

Se realizaron mediciones de los niveles de presión sonora en los puntos de monitoreo tomando registros en horarios diurnos y nocturnos; siendo estos comparados con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Cuadro 5.4. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	ECA Ruido, Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Ruido Diurno (dB) (De 07:01 hrs a 22:00 hrs)	Ruido Nocturno (dB) (De 22:01 hrs a 07:00 hrs)
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: D.S. N°085-2003-PCM.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.2.2.2 VIBRACIONES

En la actualidad no existe marco legal peruano sobre vibraciones, por lo que para el presente análisis se ha tomado como referencia la Norma Técnica de Prevención (NTP) 784:2007 “Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento”. Dicha norma es la recopilación y mejoramiento de las normas internacionales ISO 2631-1: 1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales” e ISO 2631-2: 2003 “Evaluación de exposición humana a vibraciones del cuerpo entero, Parte 2: Vibración continua inducida por shock de instalaciones (1 a 80 Hz)”. Utilizada en la evaluación de vibración continua en recintos de alto grado de protección, comparándolos a los niveles de aceleración obtenidos en campo.

Los niveles máximos establecidos en la norma internacional ISO 2631-1: 1997, ISO 2631-2, se muestran a continuación en los siguientes cuadros.

Cuadro 5.5. Criterios para la evaluación de la exposición de las vibraciones sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento (ISO 2631-1: 1997)

Evaluación de los efectos debido a la exposición a vibraciones	Valores de A_w (Según ISO 2631-1:1997)	Efecto producido
Confort (0,5 a 80 Hz)	$A_w < 0,315 \text{ m/s}^2$	No molesto
	$0,315 \text{ m/s}^2 < A_w < 0,63 \text{ m/s}^2$	Ligeramente molesto
	$0,5 \text{ m/s}^2 < A_w < 1 \text{ m/s}^2$	Bastante molesto
	$0,8 \text{ m/s}^2 < A_w < 1,6 \text{ m/s}^2$	Molesto
	$1,25 \text{ m/s}^2 < A_w < 2,5 \text{ m/s}^2$	Muy molesto
	$A_w > 2,5 \text{ m/s}^2$	Extremadamente molesto
Percepción (0,5 a 80 Hz)	$(0,01 - 0,02) \text{ m/s}^2$	Percepción

Fuente: Adaptado del ISO 2631-1:1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales”, 1997. Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 5.6. Estándar de Niveles de transmisión de Vibración de acuerdo con el ISO 2631-2

Zona de aplicación	Periodo	Curva Base (m/s ²)
Sanitario	Diurno	1
	Nocturno	1
Residencial	Diurno	2
	Nocturno	1,4
Oficinas	Diurno	4
	Nocturno	4
Almacén y Comercial	Diurno	8
	Nocturno	8

Fuente: Adaptado del ISO 2631-2:2003 "Evaluación de exposición humana a vibraciones del cuerpo entero, Parte 2: Vibración continua inducida por shock de instalaciones (1 a 80 Hz)", 2003.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.3 CALIDAD DE SUELO

Entendemos como suelo al sustrato base para el desarrollo de las plantas; adicionalmente, se comporta como un filtro ambiental, en base a su contenido de materia orgánica, contenido de arcilla, diversidad de organismos y productos microbianos relacionados; características que también están relacionadas con la fertilidad natural y productividad potencial biológica sostenible, calidad ambiental, autodepuración y resiliencia.

La Evaluación de Calidad de Suelo tendrá como objetivo el conocer la concentración actual de los compuestos inorgánicos y orgánicos en el suelo, a través del monitoreo de puntos establecidos, a fin de poder determinar si estos se encuentran en niveles críticos, que estarían afectando la calidad de los suelos.

5.3.1 METODOLOGÍA DE MONITOREO

La metodología empleada para el levantamiento de muestras de calidad de suelo se basa en lo descrito en la "Guía para el Muestreo de Suelos" aprobada mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, donde se indica el tipo de muestreo y técnica de muestreo de acuerdo con el uso del suelo (suelo agrícola, suelo residencial/parque y suelo comercial/industrial/extractivo de acuerdo con lo establecido en el D.S. N°011-2017-MINAM).

En esta guía se establece diferentes de métodos para el muestreo de suelos, siendo estos: i) muestreo de identificación; ii) muestreo de nivel de fondo; iii) muestreo de detalle y, iv) muestreo para comprobación de remediación. Para el presente monitoreo de calidad de suelo del MAP N°9 del Proyecto Minero Quellaveco el Muestreo de Identificación, el cual tiene como

finalidad investigar la existencia de contaminación del suelo a través de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si el suelo supera o no los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo aprobados mediante D.S. N°011-2017-MINAM.

Respecto a la técnica de muestreo, se ha aplicado muestras superficiales de suelo que llegan hasta una profundidad aproximada de un metro, siendo posible la aplicación de sondeos manuales. Asimismo, este proceso se complementa con la homogenización de diferentes particiones de muestras de suelo para asegurar la representatividad de la muestra previo al llenado de los frascos para el análisis.

En el siguiente cuadro se detalla el nivel de profundidad recomendable, de acuerdo con el tipo de uso donde se realizará la toma de muestra.

Cuadro 5.7. Profundidad del muestreo según el uso del suelo

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm ⁽¹⁾
	30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm ⁽²⁾
	10 – 30 cm ⁽³⁾
Suelo Comercial/Extractivo/Industrial	0 – 10 cm ⁽²⁾

(1) Profundidad de aradura

(2) Capa de contacto oral o dermal de elementos

(3) Profundidad máxima alcanzable por niños

Fuente: R.M. N°085-2014-MINAM, "Guía para el muestreo de suelos", 2014.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.3.2 PARÁMETROS DE MEDICIÓN

La comparación de las concentraciones de los parámetros obtenidos en los diferentes puntos de muestreo de calidad de suelo ha sido realizada con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos aprobados mediante el D.S. N° 011-2017-MINAM, con fecha de publicación en el mes de diciembre del año 2017.

Cuadro 5.8. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo

N°	Parámetros	Unidad	Usos de Suelo		
			Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parques	Suelo Comercial / Industrial / Extractivo
ORGÁNICOS					
Hidrocarburos aromáticos volátiles					
1	Benceno	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.03	0.03	0.03
2	Tolueno	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.37	0.37	0.37
3	Etilbenceno	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.082	0.082	0.082
4	Xileno	mg/kg PS ⁽¹⁾	11	11	11

N°	Parámetros	Unidad	Usos de Suelo		
			Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parques	Suelo Comercial / Industrial / Extractivo
Hidrocarburos poliaromáticos					
5	Naftaleno	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.1	0.6	22
6	Benzo(a) pireno	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.1	0.7	0.7
Hidrocarburos de Petróleo					
7	Fracción de hidrocarburos F1 (C6 - C10)	mg/kg PS ⁽¹⁾	200	200	500
8	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10 - C28)	mg/kg PS ⁽¹⁾	1200	1200	5000
9	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28 - C40)	mg/kg PS ⁽¹⁾	3000	3000	6000
Compuestos Organoclorados					
10	Bifenilos policlorados - PCB	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.5	1.3	33
INORGÁNICOS					
11	Arsénico	mg/kg PS ⁽¹⁾	50	50	140
12	Bario total	mg/kg PS ⁽¹⁾	750	500	2000
13	Cadmio	mg/kg PS ⁽¹⁾	1.4	10	22
14	Cromo total	mg/kg PS ⁽¹⁾	**	400	1000
15	Cromo VI	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.4	0.4	1.4
16	Mercurio	mg/kg PS ⁽¹⁾	6.6	6.6	24
17	Plomo	mg/kg PS ⁽¹⁾	70	140	800
18	Cianuro libre	mg/kg PS ⁽¹⁾	0.9	0.9	8

(**): No aplica para esa categoría.

Nota 1: Concentración de metales totales

Fuente: D.S. 011-2017-MINAM.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

En el siguiente cuadro se detalla los métodos de ensayo utilizados para el análisis de las muestras de calidad de suelo, cuyos procedimientos y estándares se encuentran acreditados por el Servicio de Acreditación Internacional (IAS por sus siglas en inglés), y validadas por INACAL, como entidad competente a nivel nacional.

Cuadro 5.9. Métodos de Análisis – Calidad de Suelo

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Cianuro Libre	EPA Method 9013A-Rev.2 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ F, 23 rd Ed	Cyanide extraction procedure for solids and oils / Cyanide - Selective Electrode Method
Cromo Hexavalente	EPA Method 3060 Rev.1 / EPA Method 7196 Rev.1	Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 a C28)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28 a C40)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Mercurio	EPA Method 7471 B Rev.2 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
Bifenilos Policlorados PCBs (como congéneres) ⁽²⁾	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) ⁽²⁾	EPA Method 8260 D Rev. 04 2017	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) ⁽²⁾	EPA Method 8270 E, Rev 6, Junio 2018	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)
Metales Totales ⁽²⁾	EPA Method 3050B - Rev.2 / EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

(2): Ensayo acreditado ante IAS y revalidado ante INACAL.

Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.4 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

5.4.1 METODOLOGÍA DE MONITOREO

La metodología utilizada para el recojo, toma, transporte e ingreso de muestras de calidad de agua hasta un laboratorio debidamente acreditado ante INACAL se ha basado en lo dispuesto por el “*Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*”, publicado y aprobado por la Autoridad Nacional de Agua – ANA mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, el cual establece como de uso obligatorio a nivel nacional para el desarrollo de monitoreos de calidad de agua de los cuerpos hídricos tanto continentales (ríos, lagos, lagunas, quebradas, entre otros) como los marino costeros (playas, estuarios, manglares, entre otros).

El procedimiento para llevar a cabo el Monitoreo de Calidad de Agua del MAP Campaña N°9 Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la Temporada Seca – 2021 se encuentra establecido en el Capítulo 6: “*Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*” del protocolo mencionado líneas arriba, cuyo contenido establece los criterios técnicos y lineamientos para las actividades de monitoreos de calidad de agua de aplicación por instituciones públicos o empresas del sector privado.

5.4.2 PARÁMETROS Y MÉTODO DE MONITOREO

De acuerdo con establecido en el Plan de Trabajo para el desarrollo del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco – Campaña N°9 Temporada Seca 2021, para el monitoreo de calidad de agua se ha realizado la medición de parámetros in situ como temperatura (°C), potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (O.D.) y conductividad eléctrica a través de la utilización del multiparámetro debidamente calibrado y acreditado (ver **Anexo 05**), así como también la medición de parámetros fisicoquímicos tales como aceites y grasas, cianuro total, cianuro WAD, color, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅); parámetros orgánicos tales como los bifenilos policlorados (PCB), parámetros inorgánicos como metales pesados (aluminio, arsénico, boro, cadmio, cromo, entre otros) y, parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes, huevos de helmintos y larvas.

Adicionalmente, en cada punto de monitoreo de calidad de agua de características continentales (ríos y/o quebradas) se ha realizado la determinación de caudal (m³/s) a través del uso del equipo correntómetro, cuyo certificado de calibración se adjunta en el **Anexo 05**.

Para el caso del monitoreo de calidad de agua en cuerpos marino-costero se ha llevado a cabo con la utilización de la botella Niskin, la cual es una botella oceanográfica con entradas en ambos lados del cuerpo alargado, con la finalidad de introducir la botella hasta la profundidad deseada y cerrar el compartimiento de la botella mediante el envío de un mensajero para el retiro de la muestra de agua de mar.

Figura 5.1. Utilización de la botella Niskin en el Punto P-13



Fuente: ASILORZA, 2021.

Cuadro 5.10. Parámetros de Medición – Calidad de Agua Superficial

Ítem	Parámetro	Unidad de medición	Simbología
1	Aceites y grasas	mg/L	AyG
2	Caudal	m ³ /s	-
3	Cianuro total	mg/L	-
4	Cianuro WAD	mg/L	-
5	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	-
6	Coliformes Totales	NMP/100ml	-
7	Color	UC	-
8	Conductividad	μS/cm	-
9	Cromo Hexavalente	mg/L	Cr VI
10	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	DBO ₅
11	Demanda química de oxígeno	mg/L	DQO
12	SAAM	mg/L	-
13	Dureza total	mg/L	-
14	Enterecocos fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	-
15	Escherichia coli	NMP/100ml	-
16	Huevos de helmintos	Huevo/l	-
17	Larvas (nematodos)	Larvas/l	-
18	Oxígeno disuelto	mg/L	O.D.
19	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	pH
20	Potencial redox	mV	-
21	Sólidos suspendidos totales	mg/L	SST
22	Sólidos totales disueltos	mg/L	STD
23	Temperatura	°C	T
24	Turbidez	NTU	-
25	Bifenilos Policlorados	mg/L	PCB
26	Nitrato	mg/L	-
27	Nitrito	mg/L	-
28	Fosfatos	mg/L	-
29	Sulfato	mg/L	-
30	Aluminio	mg/L	Al
31	Antimonio	mg/L	Sb
32	Arsénico	mg/L	As
33	Bario	mg/L	Ba
34	Berilio	mg/L	Be
35	Bismuto	mg/L	Bi
36	Boro	mg/L	B
37	Cadmio	mg/L	Cd
38	Calcio	mg/L	Ca
39	Cerio	mg/L	Ce
40	Cobalto	mg/L	Co

Ítem	Parámetro	Unidad de medición	Simbología
41	Cobre	mg/L	Cu
42	Cromo	mg/L	Cr
43	Estaño	mg/L	Sn
44	Estroncio	mg/L	Sr
45	Fósforo	mg/L	P
46	Hierro	mg/L	Fe
47	Litio	mg/L	Li
48	Magnesio	mg/L	Mg
49	Manganeso	mg/L	Mn
50	Molibdeno	mg/L	Mb
51	Níquel	mg/L	Ni
52	Plata	mg/L	Ag
53	Plomo	mg/L	Pb
54	Potasio	mg/L	K
55	Selenio	mg/L	Se
56	Silice	mg/L	Si
57	Sodio	mg/L	Na
58	Talio	mg/L	Ta
59	Titanio	mg/L	Ti
60	Uranio	mg/L	U
61	Vanadio	mg/L	V
62	Zinc	mg/L	Zn

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.4.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

En el siguiente cuadro se detalla los métodos de ensayo utilizados para el análisis de las muestras de calidad de agua, cuyos procedimientos y estándares se encuentran acreditados por el Servicio de Acreditación Internacional (IAS por sus siglas en inglés), y validadas por INACAL, como entidad competente a nivel nacional.

Cuadro 5.11. Métodos de Análisis – Calidad de Agua

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	Alkalinity. Titration Method
Caudal	UNE-EN ISO 748-2009	Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C, F, 23 rd Ed. 2017	Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Cyanide-Selective Electrode Method
Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ I, F, 23 rd Ed. 2017	Weak Acid Dissociable Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW 9221 B, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017	Color Spectrophotometric – Single – Wavelength Method
Conductividad (C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 23 rd Ed. 2017	Chromium. Colorimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Detergentes (SAAM)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23 rd Ed. 2017	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 23 rd Ed. 2017	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales (NMP)	SMEWW 9230 B, 23 rd Ed. 2017	Fecal Enterococcus/Streptococcus Groups. Multiple-Tube Technique
Escherichia coli (NMP)	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Huevos de Helminthos	MVAL-LAB-24, Validado, 2018	Cuantificación e Identificación de Huevos de Helminthos en Agua
Larvas (Nematodos)	MVAL-LAB-32, Validado, 2019	Cuantificación e Identificación de Larvas (Nematodos) en Agua
Mercurio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23 rd Ed. 2017	Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method
Oxígeno Disuelto (C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 -O G, 23 rd 2017	Oxygen (Dissolved) Optical-Probe Method
pH (C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Potencial Redox	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 23 rd Ed. 2017	Oxidation Reduction Potential (ORP) Oxidation – Reduction Potential Measurement in Clean Water

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia	Título
Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Temperatura (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B. 23rd Ed. 2017	Temperature. Laboratory and Field Methods
Turbidez (c)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method
Aniones (2)	MVAL-LAB-36 (Validado fuera del Alcance)	EPA METHOD 300.0 REV.2.1, 1993, Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography (Validado fuera del Alcance)
Bifenilos Policlorados PCBs (2)	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Metales Totales (2)	EPA Method 200.7 Rev.4.4 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

ASTM: American Society for Testing Materials.

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

ISO: International Organization for Standardization

(c): Parámetro evaluado en campo (in situ).

(2): Ensayo acreditado ante IAS y revalidado ante INACAL.

Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.5 SEDIMENTOS

5.5.1 METODOLOGÍA DE MONITOREO

En la actualidad no se cuenta con un protocolo a nivel nacional para la medición de sedimentos, el cual establezca procedimientos, criterios técnicos y lineamientos destinado a la evaluación de la calidad de sedimentos tanto para el sector público como privado.

Por lo que, el procedimiento para la toma de muestras de sedimentos, tanto en cuerpos de agua continentales como marino costeros, ha seguido lo descrito en el protocolo metodológico del laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., el cual consiste el recojo de muestras de sedimentos mediante el empleo de palas en el fondo del cauce de ríos y/o quebradas, discriminando piedras o cualquier material que pueda interferir en el análisis de metales y TPH. Mientras que para el recojo de sedimentos en el fondo marino, se realizó mediante el empleo de una draga, la cual se lanzaba desde la altura de la embarcación y al hacer contacto con el fondo marino se cerraba automáticamente recogiendo la muestra de sedimento.

Este procedimiento recolectaba muestras de sedimentos, los cuales fueron dispuestos en recipientes y bolsas, acompañadas de la rotulación respectiva con los códigos asignados para

cada punto de monitoreo, los cuales fueron registrados en cada una de las cadenas de custodia (ver **Anexo 03**). Asimismo, una vez obtenidas las muestras fueron refrigeradas para ser llevadas al laboratorio para su posterior análisis.

5.5.2 PARÁMETROS DE MEDICIÓN

Actualmente en nuestro país, no se cuenta con una legislación nacional que permita estandarizar los valores o parámetros para la evaluación de sedimentos en los cuerpos de agua, por lo tanto, se tomará como referencias directrices internacionales como los valores establecidos por la Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), a través de la Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG), en donde se establecen valores para la preservación de la vida acuática asociada a los sedimentos, las que asocian dos tipos de valores: los Interim Sediment Quality Guidelines (ISGQ) que corresponden a límites por debajo de los cuales no se esperan efectos biológicos adversos y Probable Effect Level (PEL) que corresponden a las concentraciones encima de los cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia.

Asimismo, de acuerdo con establecido en el Plan de Trabajo para el desarrollo del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) Quellaveco – Campaña N°9 Temporada Seca 2021, para el monitoreo de sedimentos se ha contemplado parámetros de medición como metales totales que incluyen

Cuadro 5.12. Parámetros de Medición – Sedimentos

Ítem	Parámetro	Unidad de medición
1	Material extraíble por n-Hexano	mg/kg MS
2	Fosfatos	mg/kg MS
3	Nitrato	mg/kg MS
4	Metales totales	mg/kg MS

Elaboración: ASILORZA, 2021.

5.5.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

En el siguiente cuadro se detalla los métodos de ensayo utilizados para el análisis de las muestras de sedimentos, cuyos procedimientos y estándares se encuentran acreditados por el Servicio de Acreditación Internacional (IAS por sus siglas en inglés), y validadas por INACAL, como entidad competente a nivel nacional.

Cuadro 5.13. Métodos de ensayo – Sedimentos

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Metales Totales en suelos ICP MS ²	EPA Method 3050 B rev.2, 1996 / EPA METHOD 6020B, Rev. 2, 2014	Inductively coupled plasma-mass spectrometry / Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. VALIDATED (Applied out of reach),2021.
Material Extraíble por n-Hexano ²	EPA Method 907 1B, Rev02, 1998	n-Hexane extractable material (HEM) for sludge, sediment and solid samples.

EPA: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

². Ensayo acreditado por el IAS.

6. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL

Para los resultados obtenidos en el Monitoreo de Calidad Ambiental, cabe indicar que, se emplearon de acuerdo a los procedimientos de todos los métodos de aseguramiento de la calidad en los procesos tanto de muestreo como análisis del laboratorio, lo cual esta normado por la entidad INACAL, a través de la NTP – ISO/IEC17025-2017.

6.1 CALIDAD DE AIRE

El Monitoreo de la Calidad de Aire correspondiente al MAP Campaña N°9 – Temporada Seca del año 2021, se ha llevado a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo para la Calidad del Aire aprobado mediante D.S. N° 010-2019-MINAM.

El desarrollo del monitoreo se llevó a cabo desde el día 30 de septiembre hasta el 18 de octubre del presente año en un total de diez (10) puntos de monitoreos, que abarca las zonas de operación, la zona de abastecimiento de agua para el proyecto (presa Vizcachas), comunidades que se encuentren en el área de influencia directa (Tala, Coscore y Calientes) y, zonas de las ciudades de Moquegua e Ilo.

La medición de los parámetros tales como material particulado menor a 10 micras y 2,5 micras (PM-10 y PM-2,5, respectivamente) se realizó con un periodo de 24 horas durante tres días consecutivos; mientras que, los parámetros de gases tales como dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO), tuvieron una medición de 1, 24 y 8 horas, respectivamente. En relación a metales pesados como plomo (Pb) y arsénico (As) en el material particulado, se realizaron en un periodo de 24 horas.

Asimismo, los parámetros meteorológicos como temperatura (°C), humedad relativa (%), presión atmosférica (mmHg), dirección y velocidad del viento, tuvieron una duración de 24 horas en una sola corrida.

6.1.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Para la evaluación de la calidad del aire se han establecido un total de diez (10) puntos de monitoreo distribuidos tanto en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, así como en las áreas de influencia del proyecto en mención y en las zonas de interés como las ciudades de Moquegua e Ilo.

Cuadro 6.1. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Calidad de Aire

CALIDAD DE AIRE				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción / Lugar de Instalación	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Este	Norte
Zona de Operaciones del Proyecto / Área de Influencia del Proyecto				
1	Ca-Tala	Comunidad Campesina de Tala	321147	8108719
2	Ca-Altarani	Altaranito	330218	8107538
3	Ca-Cortadera	A unos 250m de la Garita Puma	322300	8095300
4	Ca-Alto Coscore	Centro Poblado Altos Coscore	315495	8106196
5	Ca-Calientes	Anexo Calientes	314672	8104739
Zona de Abastecimiento de Agua del Proyecto				
6	Ca-Vizcachas	Vizcachas	355430	8159399
Zona de Ámbito de Moquegua				
7	Ca-San Antonio	Ubicado en San Antonio	293071	8096452
8	Ca-A-1 (SE Moquegua)	Cerca de la SE Moquegua	290940	8094975
Zona de Ámbito de Ilo				
9	Ca-A-1 (Ilo)	Frente al terreno de Engie	267184	8034008
10	Ca-A-2 (Ilo)	Frente al terreno de Engie	266856	8034393

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En el **Mapa CAM-01** se detalla la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de calidad de aire.

6.1.2 RESULTADOS DE CALIDAD DE AIRE

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de aire, los cuales conllevan los valores encontrados de los parámetros de PM-10, PM-2.5, CO, SO₂ y NO₂, así como la determinación de metales pesados como plomo (Pb) y arsénico (As) en el material particulado.

Asimismo, en el **Anexo 02** se adjuntan los informes de ensayo, así como las cadenas de custodia de los puntos de monitoreo.

Cuadro 6.2. Resultados de Calidad de Aire - Campaña 9 Temporada Seca

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Inicio de Muestreo	Informe de Ensayo	Periodo de medición de 24 horas		Resultados de Medición						
						PM-10	PM-2,5	CO	NO ₂	SO ₂	Pb	As
				Inicio	Fin	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ca-Altarani	Primera medición	04-10-2021	IE-21-12910	09:20	09:20	12.20	6.29	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	05-10-2021		09:25	09:25	14.91	7.05	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	06-10-2021		09:30	09:30	16.19	6.08	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-Tala	Primera medición	04-10-2021	IE-21-12910	11:50	11:50	25.02	7.62	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	05-10-2021		11:55	11:55	27.16	6.99	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	06-10-2021		12:00	12:00	33.58	9.06	<1 250	82.80	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-Alto Coscore	Primera medición	30-09-2021	IE-21-12809	09:10	09:10	23.18	14.18	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	01-10-2021		09:15	09:15	22.15	6.75	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	02-10-2021		09:20	09:20	15.89	12.04	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-Calientes	Primera medición	30-09-2021	IE-21-12809	10:10	10:10	33.14	16.29	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	01-10-2021		10:15	10:15	27.58	13.79	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	02-10-2021		10:20	10:20	34.82	18.03	<1 250	397.44	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-Cortadera	Primera medición	12-10-2021	IE-21-13305	08:00	08:00	30.75	13.95	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	13-10-2021		08:10	08:10	33.64	17.05	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	14-10-2021		08:20	08:20	13.29	5.80	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-Vizcachas	Primera medición	12-10-2021	IE-21-13305	09:30	09:30	26.05	13.81	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	13-10-2021		09:45	09:45	36.32	19.21	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	14-10-2021		10:00	10:00	26.68	10.04	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Inicio de Muestreo	Informe de Ensayo	Periodo de medición de 24 horas		Resultados de Medición						
						PM-10	PM-2,5	CO	NO ₂	SO ₂	Pb	As
				Inicio	Fin	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ca-San Antonio	Primera medición	07-10-2021	IE-21-13035	16:00	16:00	24.62	12.18	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	08-10-2021		16:05	16:05	33.13	20.66	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	09-10-2021		16:10	16:10	27.10	13.16	<1 250	148.11	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-A-1 (SE Moquegua)	Primera medición	07-10-2021	IE-21-13035	16:40	16:40	21.85	14.55	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	08-10-2021		16:45	16:45	19.55	12.23	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	09-10-2021		16:50	16:50	16.40	8.08	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-A-1 (Ilo)	Primera medición	16-10-2021	IE-21-13575	14:30	14:30	8.84	5.97	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	17-10-2021		14:40	14:40	8.05	5.11	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	18-10-2021		14:50	14:50	8.94	5.70	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
Ca-A-2 (Ilo)	Primera medición	16-10-2021	IE-21-13575	15:15	15:15	8.21	5.70	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Segunda medición	17-10-2021		15:25	15:25	8.86	5.36	-	-	-	<0.0026	<0.0020
	Tercera medición	18-10-2021		15:35	15:35	7.69	5.39	<1 250	<71.81	<13.00	<0.0026	<0.0020
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE ⁽¹⁾						100	50	10 000	200	250	1.5	25(*)

(1): Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Excedencia con respecto al ECA para Aire (D.S. N°004-2017-MINAM)

(*) Nivel Máximo Permissible para Arsénico RM 315-96-EM. Carece de Estándar de Calidad Ambiental en el DS N°003-2017- MINAM.

Fuente: Informes de Ensayo ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

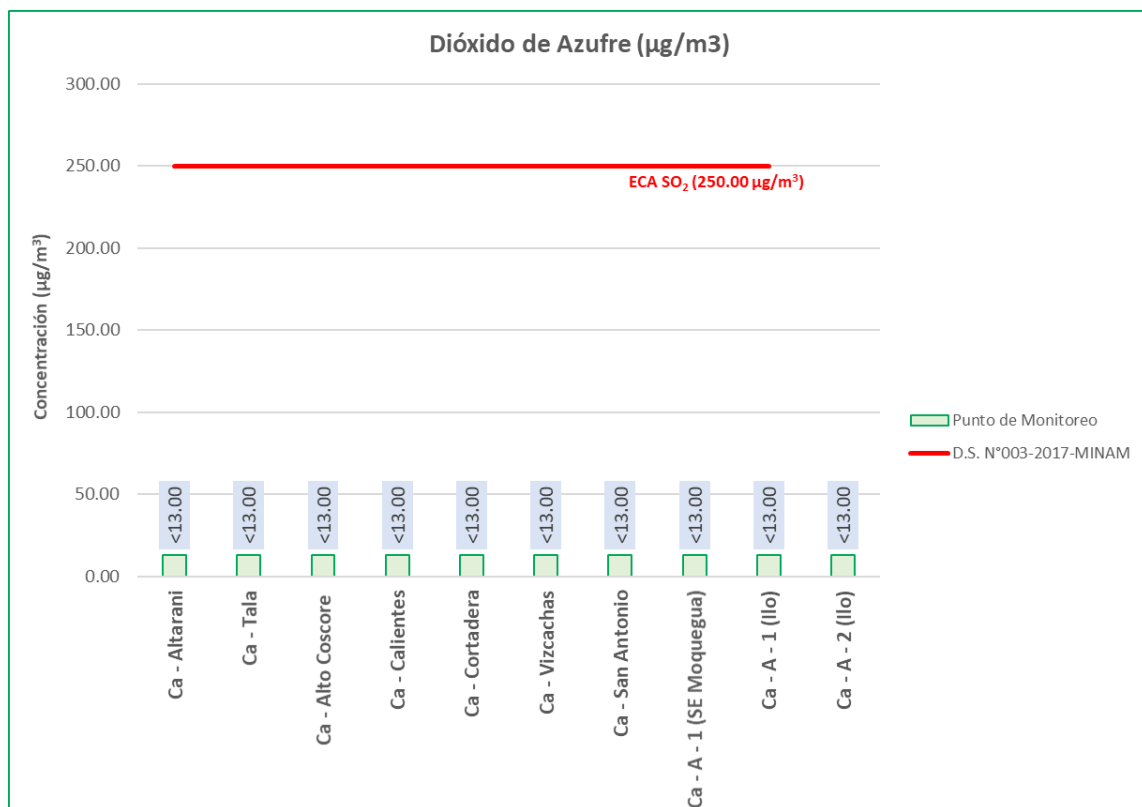
6.1.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones en los puntos de monitoreo de los distintos elementos atmosféricos evaluados.

6.1.3.1 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de aire se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<13,0 µg/m³), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento atmosférico en el área de evaluación.

Figura 6.1. Concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂)



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13035, IE-21-13575, IE-21-13305, IE-21-12910, IE-21-12809, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

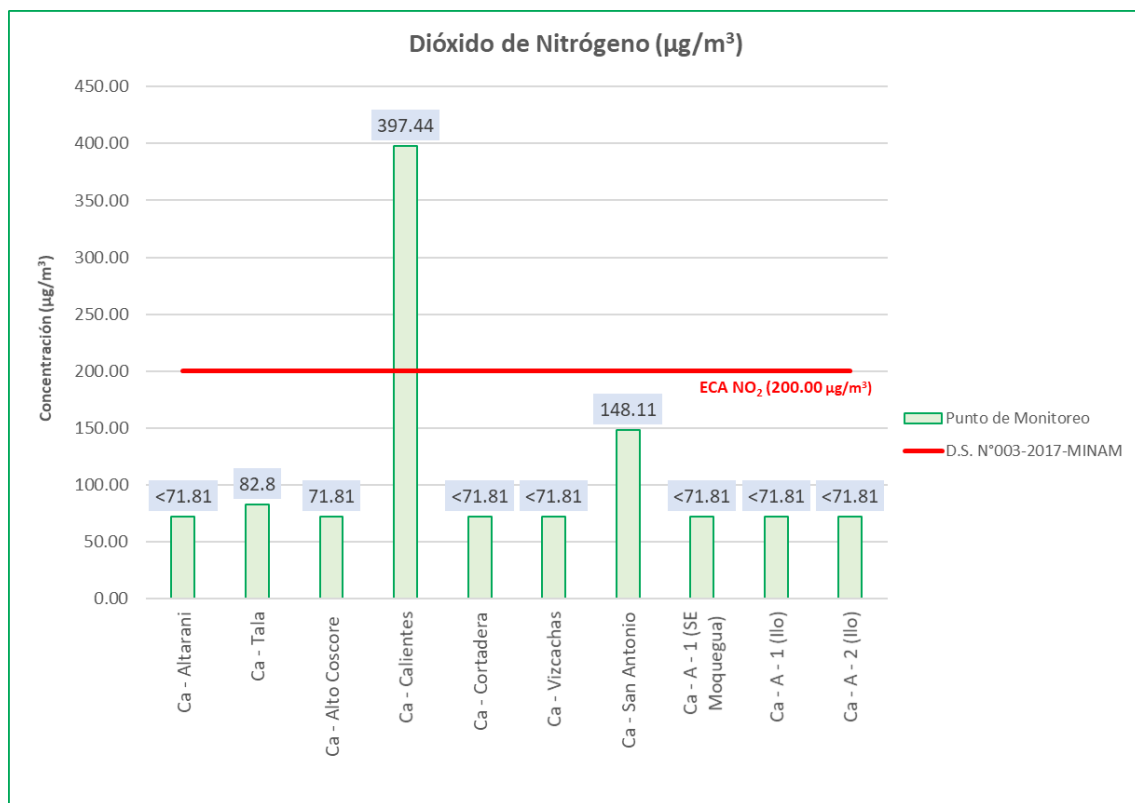
Tal como se muestra en el gráfico, los valores de SO₂ se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA SO₂ = 250 µg/m³), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa actividad humana o de tránsito vehicular, debido a que dicho elemento atmosférico se encuentra principalmente en la combustión de combustibles fósiles tales como el carbón o petróleo, los cuales son la base del funcionamiento de muchas actividades antrópicas.

6.1.3.2 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas que presenta características tales como un olor desagradable, de color pardo rojizo y formado a partir de la deflagración de carburantes a altas temperaturas provenientes tanto de los motores de vehículos pertenecientes al parque automotor, así como de las principales industriales entre las cuales destacan las fábricas industrializadas con funcionamiento a base de combustibles fósiles y las centrales eléctricas.

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) en muchos de los puntos de monitoreo de calidad de aire se encuentran por debajo del límite de detección de los métodos de análisis (<71,81 µg/m³ – Método ASTM D1607-89-2009), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento atmosférico en el área de evaluación.

Figura 6.2. Concentraciones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13035, IE-21-13575, IE-21-13305, IE-21-12910, IE-21-12809, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

De acuerdo con el gráfico líneas arriba, se visualiza que los resultados de las concentraciones de NO₂ halladas en los puntos de monitoreo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA NO₂ = 200 µg/m³), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia poca actividad de fuentes de combustión. Sin embargo, en los puntos de monitoreo Ca-San Antonio y Ca-Calientes se encuentra valores importantes, sobre todo en el segundo en mención, dado que presenta un valor por encima del ECA para NO₂, esto

puede deberse a la presencia de maquinaria pesada y aumento de vehículos asociados a los trabajos que se encontraban realizando en el camino de acceso hacia el Anexo de Calientes, debido principalmente a la utilización de hidrocarburos, material requerido para el funcionamiento de dichas maquinarias.

Figura 6.3. Principal observación durante el desarrollo del monitoreo Ca-Calientes



Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 01/10/2021.

Figura 6.4. Trabajos de maquinaria pesada cercanas al punto Ca-Calientes



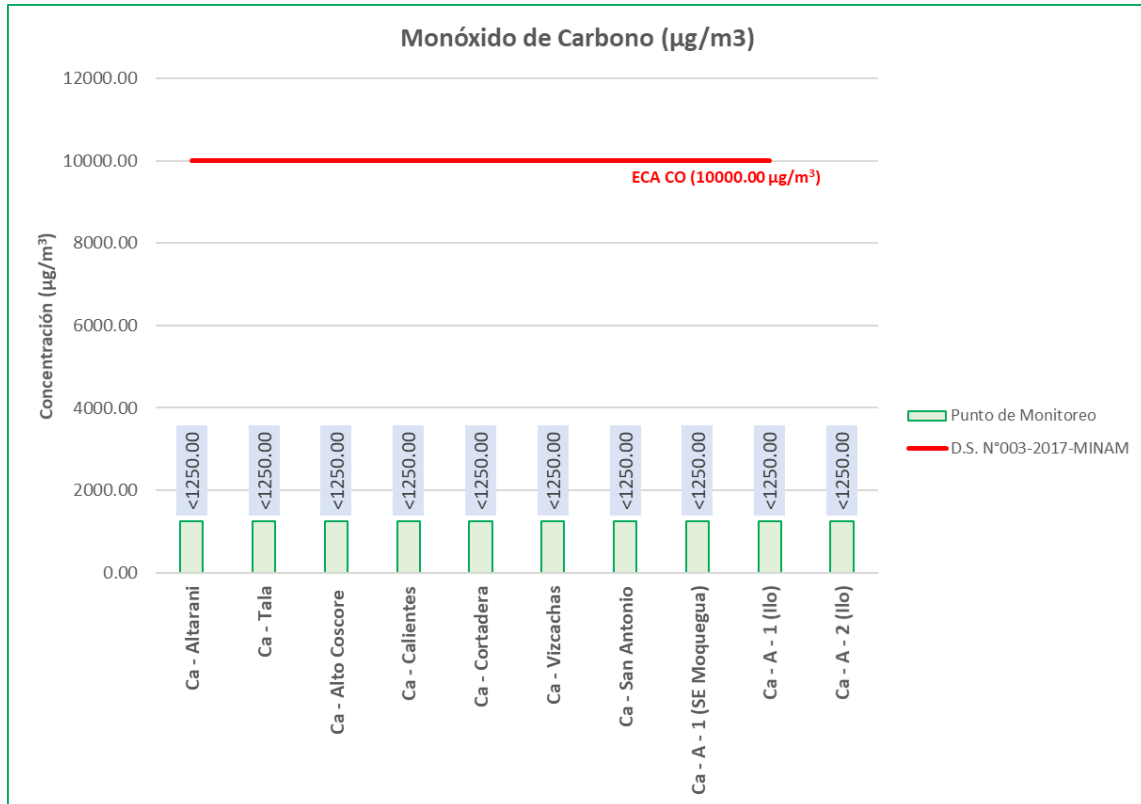
Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 01/10/2021.

6.1.3.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de aire se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<1 250

$\mu\text{g}/\text{m}^3$), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento atmosférico en el área de evaluación.

Figura 6.5. Concentraciones de Monóxido de Carbono (CO)



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-3834, IE-21-4093, IE-21-4181, IE-21-4496, IE-21-4508, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

El monóxido de carbono se produce de la combustión incompleta de combustibles que contiene carbono dentro de sus compuestos, principalmente es un gas asociado directamente al parque automotor, ya que se origina como resultado de la combustión incompleta de la gasolina utilizada en los motores de los vehículos de transporte.

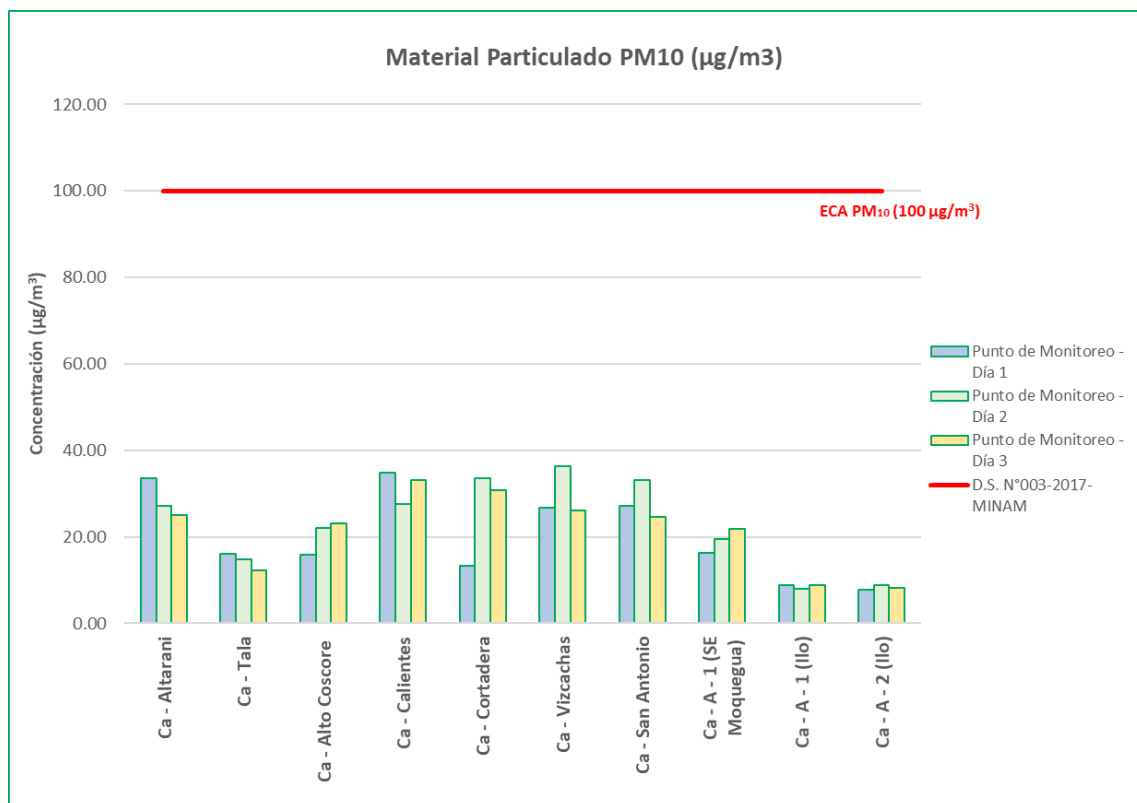
De modo que, las concentraciones de CO en los puntos de monitoreo de calidad de aire dan como resultado que dichos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA CO= 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), por consiguiente, podemos decir que la presencia de este elemento en el área de evaluación es baja, además, de que, no se evidencia demasiada actividad vehicular en puntos de monitoreo como Ca-Calientes, Ca-Alto Coscore o Ca-Tala. Asimismo, los resultados en puntos de monitoreo dentro de la ciudad de Moquegua, en torno al elemento atmosférico CO, concuerdan con la poca cantidad de unidades que conforman su parque automotor en comparación a parques automotores de gran tamaño como en ciudades de Lima o Arequipa.

6.1.3.4 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM-10)

El PM-10 (llamado así por su símbolo) es uno de las diversas partículas suspendidas presente en la atmósfera en forma de polvo, polen, hollín, humos, metales pesados como el plomo o cadmio, sales, entre otros, cuyas características de algunas de estas partículas son especialmente tóxicas por atentar en la salud humana y, es principalmente en las grandes ciudades. Dicho elemento atmosférico toma relevancia debido a que en la actualidad representa dos tercios de las emisiones totales de material particulado, de acuerdo con lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (2005).

Se visualiza los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo de calidad de aire, en donde se ha realizado tres mediciones consecutivas con un periodo de 24 horas de duración cada una.

Figura 6.6. Concentraciones de Material Particulado PM-10



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-3834, IE-21-4093, IE-21-4181, IE-21-4496, IE-21-4508, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Los resultados de las concentraciones para el material particulado menor a 10 micras (PM-10) halladas en los puntos de monitoreo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA PM-10 = 100 µg/m³), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia poca actividad de fuentes de combustión como emisores o actividades que puedan generar el levantamiento de polvo en la atmósfera.

Cabe precisar que, la ubicación de los puntos de monitoreo de Ca-Tala, Ca-Alto Coscore y Ca-Calientes se encuentran sobre las áreas de las comunidades campesinas, en donde no se visualiza un tránsito constante de vehículos o fuentes fijas de elementos.

De igual manera, en los puntos de monitoreo Ca-San Antonio y Ca-A-1 (SE Moquegua), ubicados en la ciudad de Moquegua, están se encontraban sobre zonas alejadas a carreteras principales o avenidas con gran flujo vehicular, asimismo, no se evidenció fuentes fijas de elementos alrededor de estos puntos de monitoreo. Además, en el caso del punto de monitoreo Ca-A-1 (SE Moquegua) se evidenció presencia de cultivos y plantaciones que podrían funcionar como una barrera natural para la deposición de partículas suspendidas.

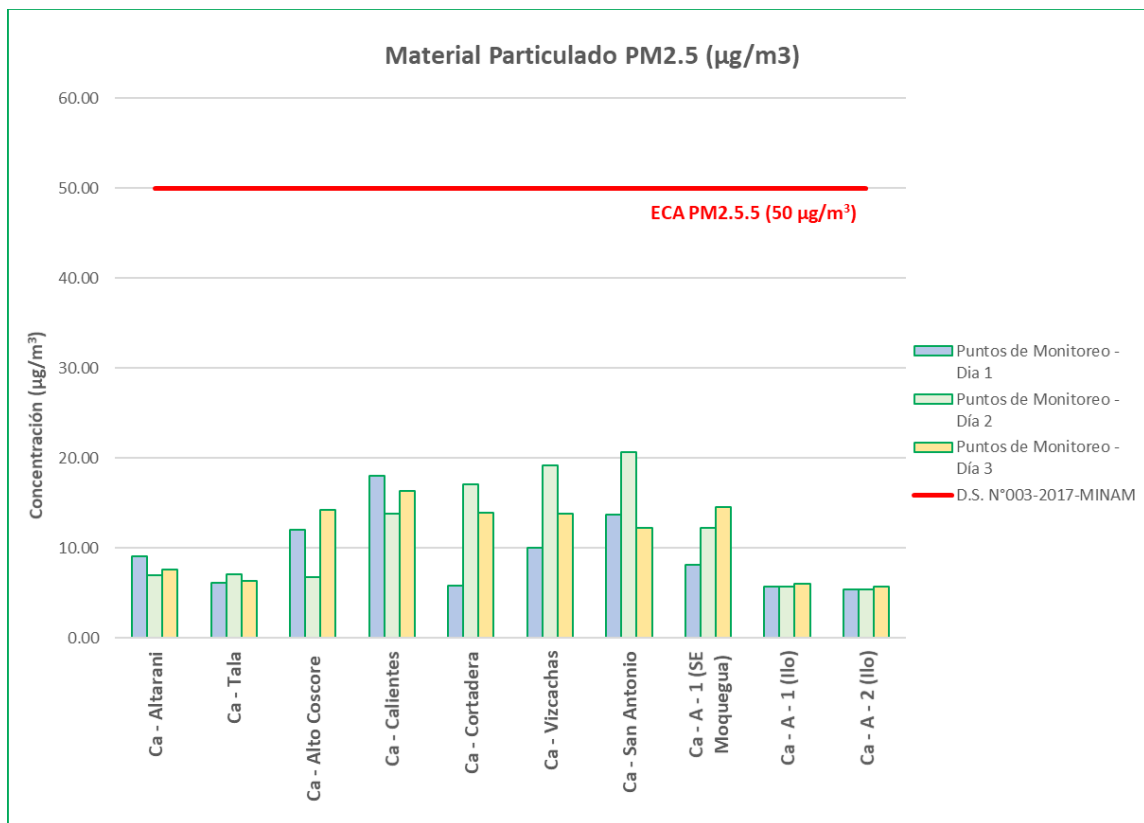
En cuanto a los puntos Ca-A-1 y Ca-A-2, ambos ubicados en el terreno propiedad de AAQ frente a ENGIE en la ciudad de Ilo, estos reflejan valores por debajo de los ECA para aire debido a que, si bien la característica principal del terreno donde se encuentran es arenosa, producto del nulo o poco tránsito que circula en dicho terreno, no hay una dispersión considerable de elementos que podrían afectar a la calidad de aire.

6.1.3.5 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRAS (PM-2,5)

De igual manera que el PM-10, el material particulado menor a 2,5 micras (PM-2,5) son elementos atmosféricos de mayor importancia debido principalmente a sus efectos nocivos en la salud, ya que son particularmente partículas que, debido a su pequeño tamaño pueden penetrar en el pulmón con mayor facilidad, causando inflamación de este y aumentando así el riesgo de cáncer (Defensoría del Pueblo, 2006).

En la siguiente figura líneas abajo, se visualiza los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo de calidad de aire, en donde se ha realizado tres mediciones consecutivas con un periodo de 24 horas de duración cada una.

Figura 6.7. Concentraciones de Material Particulado PM-2.5



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-3834, IE-21-4093, IE-21-4181, IE-21-4496, IE-21-4508, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cabe precisar que, la ubicación de los puntos de monitoreo de Ca-Tala, Ca-Alto Coscore y Ca-Calientes se encuentran sobre las áreas de las comunidades campesinas, principalmente en la Comunidad Campesina de Tumilaca, Pocata, Tala y Coscore, en donde no se ha visualizado un tránsito fluido de vehículos.

Asimismo, si bien los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo Ca-Altarani y Ca-Cortadera se encuentran por debajo de los ECA para aire (ECA PM-2,5 = 50 µg/m³), se debe indicar que, en la actualidad estos puntos se encuentran sin presencia de actividades constructivas.

De igual manera, la ubicación de los puntos de monitoreo de Ca-Tala, Ca-Alto Coscore y Ca-Calientes se encuentran sobre las áreas de las comunidades campesinas, en donde no se visualiza un tránsito constante de vehículos o fuentes fijas de elementos, los cuales podrían estar alterando la calidad del aire en dichas áreas.

De igual manera, en los puntos de monitoreo Ca-San Antonio y Ca-A-1 (SE Moquegua), ubicados en la ciudad de Moquegua, están se encontraban sobre zonas alejadas a carreteras principales o avenidas con gran flujo vehicular, asimismo, no se evidenció fuentes fijas de elementos alrededor de estos puntos de monitoreo. Además, en el caso del punto de monitoreo Ca-A-1 (SE

Moquegua) se evidenció presencia de cultivos y plantaciones que podrían funcionar como una barrera natural para la deposición de partículas suspendidas.

En cuanto a los puntos Ca-A-1 y Ca-A-2, ambos ubicados en el terreno propiedad de AAQ frente a ENGIE en la ciudad de Ilo, estos reflejan valores por debajo de los ECA para aire debido a que, si bien la característica principal del terreno donde se encuentran es arenosa, producto del nulo o poco tránsito que circula en dicho terreno, no hay una dispersión considerable de elementos que podrían afectar a la calidad de aire.

Figura 6.8. Presencia de cultivos en el punto Ca-A-1 (SE Moquegua)



Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 08/10/2021.

Figura 6.9. Zona industrial de los puntos Ca-A-1 y Ca-A-2 (Ilo)



Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 16/10/2021.

6.2 RUIDO AMBIENTAL

El desarrollo del Monitoreo de Calidad de Ruido correspondiente al MAP Campaña N°9 – Temporada Seca se ha llevado desde el día 30 de septiembre al 18 de octubre del presente año, realizándose bajo los lineamientos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N° 085-2003-PCM.

La medición de los niveles de ruido se ha realizado con un sonómetro de clase 1, cumpliendo con lo establecido con la norma IEC 61672-1-2013 y debidamente calibrado ante INACAL (ver **Anexo 03**). Asimismo, la medición de calidad de ruido se realizó durante un periodo de 24 horas por cada punto de monitoreo.

6.2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Para la evaluación de la calidad del ruido y la determinación de los niveles de vibraciones se ha establecido un total de doce (12) puntos de monitoreo distribuidos tanto en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, así como en las áreas de influencia del proyecto en mención y en las zonas de interés como las ciudades de Moquegua e Ilo.

Cabe precisar que, los puntos de monitoreo de ruido y vibraciones comparten la misma descripción, misma codificación y ubicación geográfica (coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S), tal como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 6.3. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Calidad de Ruido y Vibraciones

CALIDAD DE RUIDO					
Ítem	Punto de Monitoreo	Zonificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84	
				Este	Norte
1	R-8 Tala	Zona Residencial	Comunidad Campesina de Tala	321053	8108742
2	R-7C Calientes	Zona Residencial	Anexo Calientes	314672	8104739
3	R-7B Alto Coscore	Zona Residencial	Localidad Alto Coscore	315429	8106229
4	R-10 Chilota	Zona Residencial	Comunidad Campesina Chilota	346832	8153516
5	R-11 Huachunta	Zona Residencial	Comunidad Campesina Huachunta	356132	8150668
6	R-4	Zona Comercial	Chen Chen	293136	8095755
7	R-5	Zona Comercial	San Antonio	295719	8096603
8	R-1	Zona Residencial	Chen Chen	291870	8095718
9	R-2	Zona Residencial	San Antonio	293760	8094375
10	R-3	Zona Residencial	Anexo Calientes	315179	8104166

CALIDAD DE RUIDO					
Ítem	Punto de Monitoreo	Zonificación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84	
				Este	Norte
11	RP-1	Zona Industrial	Zona industrial frente a Engie	268390	8033140
12	RP-5	Zona Industrial	Zona industrial frente a Engie	266161	8034910

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En el **Mapa CAM-02** se detalla la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de calidad de ruido y vibraciones.

6.2.2 RESULTADOS DE LOS NIVELES DE RUIDO

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de los niveles de ruido. Asimismo, en el **Anexo 02** se adjuntan los informes de ensayo, así como las cadenas de custodia de los puntos de monitoreo.

6.2.2.1 RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO – ZONA RESIDENCIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona residencial.

Cuadro 6.4. Resultados de 24 horas del punto R-7B (Alto Coscore)

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-7B (Alto Coscore)	IE-21-13767	30/09/2021	08:30	77.3	40.3	55.6	60 dB ⁽¹⁾
			09:30	81.0	43.5	58.5	
			10:30	77.2	40.0	55.2	
			11:30	80.1	43.8	58.2	
			12:30	79.3	42.8	57.4	
			13:30	78.5	42.6	56.8	
			14:30	76.7	40.7	55.1	
			15:30	76.5	40.7	54.9	
			16:30	77.0	41.2	55.4	
			17:30	76.6	40.8	55.0	
			18:30	75.2	39.4	53.6	
			19:30	74.2	38.3	52.5	
20:30	75.4	38.4	53.3				
21:30	73.3	37.4	51.6				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			22:30	74.5	38.4	52.7	50 dB ⁽²⁾
			23:30	86.3	38.8	63.3	
			00:30	73.5	37.5	51.7	
			01:30	73.2	37.4	51.6	
			02:30	73.5	37.4	51.6	
			03:30	73.9	38.0	52.2	
			04:30	73.4	37.6	51.8	
			05:30	79.4	40.3	56.2	
			06:30	72.3	35.6	50.4	60 dB ⁽¹⁾
			07:30	72.1	34.5	49.5	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.5. Resultados de 24 horas del punto R-7C (Calientes)

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-7C (Calientes)	IE-21-13767	01/10/2021	10:15	83.4	44.9	54.5	60 dB ⁽¹⁾
			11:15	82.0	44.0	53.1	
			12:15	83.4	44.2	53.8	
			13:15	81.3	42.7	52.2	
			14:15	80.1	41.5	51.0	
			15:15	77.5	38.7	48.2	
			16:15	76.7	38.5	47.8	
			17:15	75.8	37.7	46.8	
			18:15	79.2	39.4	49.7	
			19:15	78.1	39.3	48.9	
			20:15	76.6	38.3	47.5	
			21:15	76.9	39.0	48.1	
			22:15	78.0	39.6	49.1	50 dB ⁽²⁾
			23:15	78.9	41.0	50.1	
			00:15	76.2	38.0	47.2	
			01:15	76.9	38.5	47.9	
02:15	75.8	33.7	47.1				
			03:15	75.9	33.7	47.0	

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			04:15	76.0	33.0	47.1	60 dB ⁽¹⁾
			05:15	76.3	33.2	47.5	
			06:15	76.4	38.2	47.6	
			07:15	76.7	38.6	47.9	
			08:15	78.4	40.0	49.6	
			09:15	79.4	41.2	50.6	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.6. Resultados de 24 horas del punto R-3

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para Ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-3	IE-21-13767	02/10/2021	11:18	60.0	43.4	58.9	60 dB ⁽¹⁾
			12:18	60.0	43.3	58.8	
			13:18	60.1	43.5	59.0	
			14:18	60.1	43.5	59.0	
			15:18	60.0	43.4	58.9	
			16:18	60.3	43.6	59.2	
			17:18	62.1	45.4	61.0	
			18:18	66.1	49.0	64.8	
			19:18	65.5	48.9	64.4	
			20:18	63.5	46.7	62.3	
			21:18	62.2	45.6	61.1	50 dB ⁽²⁾
			22:18	60.2	43.5	59.0	
			23:18	60.1	43.4	58.9	
			00:18	60.0	43.4	58.9	
			01:18	60.0	43.3	58.8	
			02:18	60.0	43.3	58.8	
			03:18	59.9	43.2	58.7	
			04:18	59.8	43.2	58.7	
			05:18	60.2	43.6	59.1	
			06:18	61.2	43.8	59.4	
07:18	65.0	48.3	63.9	60 dB ⁽¹⁾			
08:18	66.7	49.8	65.5				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para Ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			09:18	66.2	49.5	65.0	
			10:18	80.4	49.1	65.0	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.7. Resultados de 24 horas del punto R-8

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para Ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-8 (Tala)	IE-21-13767	04/10/2021	11:30	82.4	39.2	76.1	60 dB ⁽¹⁾
			12:30	74.6	49.0	64.8	
			13:30	67.3	42.0	57.7	
			14:30	59.7	35.0	50.3	
			15:30	60.7	35.5	51.1	
			16:30	70.7	46.0	61.4	
			17:30	70.6	44.0	60.6	
			18:30	59.4	34.3	50.0	
			19:30	58.5	34.1	49.3	
			20:30	58.4	34.0	49.1	
			21:30	58.6	34.4	49.5	50 dB ⁽²⁾
			22:30	62.0	36.7	52.3	
			23:30	58.2	34.0	49.1	
			00:30	58.5	34.0	49.2	
			01:30	58.3	34.1	49.2	
			02:30	58.2	34.0	49.1	
			03:30	58.3	33.7	49.2	
			04:30	58.5	34.1	49.2	
			05:30	58.2	34.0	49.1	
			06:30	61.5	35.7	51.6	
07:30	58.8	34.0	49.4	60 dB ⁽¹⁾			
08:30	58.5	33.9	49.2				
09:30	60.1	35.8	51.0				
10:30	60.4	35.1	50.4				

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.8. Resultados de 24 horas del punto R-10

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-10 (Chilota)	IE-21-13767	11/10/2021	11:20	57.2	35.4	45.3	60 dB ⁽¹⁾
			12:20	55.2	43.6	44.3	
			13:20	51.6	40.3	40.8	
			14:20	46.4	35.2	35.9	
			15:20	59.7	45.9	47.5	
			16:20	53.9	43.5	43.7	
			17:20	41.9	31.7	31.8	
			18:20	42.2	31.9	32.0	
			19:20	41.5	31.1	31.3	
			20:20	41.8	31.2	31.4	
			21:20	42.1	31.3	31.5	50 dB ⁽²⁾
			22:20	41.8	31.3	31.6	
			23:20	41.9	31.2	31.4	
			00:20	42.1	31.2	31.5	
			01:20	42.1	31.1	31.6	
			02:20	42.3	31.6	31.9	
			03:20	42.2	31.5	31.9	
			04:20	42.9	31.4	31.8	
			05:20	46.9	34.2	34.6	
			06:20	48.5	35.6	36.9	
07:20	53.6	40.3	40.9	60 dB ⁽¹⁾			
08:20	56.5	42.5	43.5				
09:20	54.0	43.2	43.9				
10:20	52.4	41.1	42.3				

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.9. Resultados de 24 horas del punto R-11

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para Ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-11 (Huachunta)	IE-21-13767	12/10/2021	12:20	33.9	32.9	33.3	60 dB ⁽¹⁾
			13:20	35.9	33.4	33.6	
			14:20	39.9	33.5	33.6	
			15:20	42.6	33.6	33.7	
			16:20	47.2	33.6	33.8	

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para Ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			17:20	33.8	33.6	33.7	
			18:20	33.6	33.2	33.4	
			19:20	33.7	33.4	33.5	
			20:20	33.6	33.4	33.5	
			21:20	33.6	33.3	33.5	
			22:20	33.7	33.5	33.6	
			23:20	33.8	33.6	33.7	50 dB ⁽²⁾
			00:20	33.7	33.5	33.6	
			01:20	33.6	33.4	33.5	
			02:20	33.7	33.4	33.5	
			03:20	33.6	33.4	33.5	
			04:20	33.5	33.3	33.4	
			05:20	33.7	33.5	33.6	60 dB ⁽¹⁾
			06:20	33.9	33.6	33.8	
			07:20	33.9	33.7	33.8	
			08:20	34.2	34.0	34.1	
			09:20	34.6	34.1	34.5	
			10:20	34.8	34.2	34.5	
			11:20	34.7	32.8	32.9	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.10. Resultados de 24 horas del punto R-1

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-1	IE-21-13767	14/10/2021	14:00	75.2	36.7	63.1	60 dB ⁽¹⁾
			15:00	78.1	37.6	63.5	
			16:00	68.8	37.6	63.7	
			17:00	68.9	37.7	63.8	
			18:00	68.8	37.6	63.7	
			19:00	68.9	37.6	63.7	
			20:00	58.5	37.6	63.7	
			21:00	68.6	37.4	63.5	
			22:00	48.7	37.5	45.9	
			23:00	48.6	37.3	43.4	
			00:00	45.2	37.3	43.5	50 dB ⁽²⁾

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			01:00	40.2	37.3	38.1	60 dB ⁽¹⁾
			02:00	39.6	37.3	38.1	
			03:00	33.7	33.6	33.5	
			04:00	33.9	33.8	33.7	
			05:00	33.9	33.6	33.7	
			06:00	38.7	37.6	38.1	
			07:00	48.7	37.6	40.8	
			08:00	58.5	37.9	44.1	
			09:00	65.2	38.0	59.2	
			10:00	62.3	37.7	60.1	
			11:00	66.1	37.8	60.8	
			12:00	65.2	37.9	61.3	
			13:00	66.8	38.0	62.3	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.11. Resultados de 24 horas del punto R-2

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-2	IE-21-13767	15/10/2021	14:30	79.5	42.7	61.4	60 dB ⁽¹⁾
			15:30	63.5	42.9	61.1	
			16:30	62.6	42.3	60.5	
			17:30	68.3	42.3	64.6	
			18:30	61.6	41.4	59.5	
			19:30	68.3	46.6	65.5	
			20:30	66.6	42.8	61.9	
			21:30	61.8	41.0	59.5	
			22:30	64.3	42.8	61.5	50 dB ⁽²⁾
			23:30	63.8	41.2	60.8	
			00:30	61.8	41.1	59.5	
			01:30	61.2	41.0	59.1	
			02:30	63.6	42.4	61.0	
			03:30	61.0	40.8	58.9	
			04:30	61.9	41.6	59.8	
			05:30	60.4	44.2	58.4	
06:30	62.0	41.8	59.9				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			07:30	61.4	41.1	59.2	60 dB ⁽¹⁾
			08:30	66.6	45.5	63.9	
			09:30	63.6	43.1	61.5	
			10:30	64.3	43.8	62.0	
			11:30	76.0	55.6	60.2	
			12:00	65.2	37.9	61.3	
			13:00	66.8	38.0	62.3	

(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido residencial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.2.2.2 RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO – ZONA COMERCIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona comercial.

Cuadro 6.12. Resultados de 24 horas del punto R-5

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-5	IE-21-13767	08/10/2021	17:00	80.6	39.2	76.1	70 dB ⁽¹⁾
			18:00	74.6	49.0	64.8	
			19:00	67.3	42.0	57.7	
			20:00	59.7	35.0	50.3	
			21:00	60.7	35.5	51.1	
			22:00	70.7	46.0	61.4	
			23:00	70.6	44.0	60.6	60 dB ⁽²⁾
			00:00	59.4	34.3	50.0	
			01:00	58.5	33.9	49.3	
			02:00	58.4	33.6	49.1	
			03:00	58.6	33.7	49.5	
			04:00	62.0	33.8	52.3	
			05:00	58.2	33.9	49.1	
			06:00	58.5	34.1	49.2	
			07:00	58.3	34.1	49.2	
08:00	58.2	34.0	49.1	70 dB ⁽¹⁾			
09:00	58.3	33.7	49.2				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			10:00	58.5	34.1	50.6	
			11:00	58.2	34.0	53.8	
			12:00	61.5	35.7	59.9	
			13:00	62.6	34.0	60.2	
			14:00	64.6	33.9	61.3	
			15:00	68.2	35.8	65.1	
			16:00	69.1	35.1	64.9	

(1) valor para ruido comercial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido comercial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.13. Resultados de 24 horas del punto R-4

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
R-5	IE-21-13767	07/10/2021	16:15	77.9	57.1	63.5	70 dB ⁽¹⁾
			17:15	78.1	57.4	63.9	
			18:15	78.5	60.1	66.3	
			19:15	80.5	60.3	66.5	
			20:15	62.5	41.3	47.8	
			21:15	67.5	46.6	53.1	
			22:15	66.5	44.2	51.3	60 dB ⁽²⁾
			23:15	64.2	43.5	50.1	
			00:15	61.5	40.8	47.1	
			01:15	60.1	39.4	45.5	
			02:15	59.9	38.3	44.9	
			03:15	59.8	38.2	45.1	
			04:15	57.9	37.1	43.5	70 dB ⁽¹⁾
			05:15	59.1	38.1	44.2	
			06:15	60.2	38.4	44.7	
			07:15	58.6	37.5	44.1	
			08:15	57.9	37.4	43.6	
			09:15	60.2	37.6	44.9	
10:15	61.5	38.0	44.9				
11:15	62.8	37.6	46.1				
12:15	63.8	40.3	48.1				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			13:15	66.7	42.6	52.3	
			14:15	66.8	44.5	51.3	
			15:15	67.8	45.2	52.9	

(1) valor para ruido comercial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido comercial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.2.2.3 RESULTADOS DE NIVELES DE RUIDO – ZONA INDUSTRIAL

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados obtenidos en la evaluación de 24 horas para los puntos de monitoreo correspondientes a la zona industrial.

Cuadro 6.14. Resultados de 24 horas del punto RP-1

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
RP-1	IE-21-13767	16/10/2021	17:00	77.9	56.2	59.9	80 dB ⁽¹⁾
			18:00	78.9	52.3	58.9	
			19:00	79.5	59.9	60.2	
			20:00	80.5	60.1	59.6	
			21:00	65.6	45.6	54.6	
			22:00	70.6	46.3	53.6	
			23:00	69.6	44.6	52.4	70 dB ⁽²⁾
			00:00	66.3	42.5	50.3	
			01:00	62.5	41.8	49.6	
			02:00	63.2	40.4	46.6	
			03:00	60.3	39.6	45.7	
			04:00	62.4	38.6	45.9	
			05:00	61.2	37.4	44.6	80 dB ⁽¹⁾
			06:00	62.3	37.9	44.3	
			07:00	63.3	38.6	44.6	
			08:00	61.7	37.9	44.3	
			09:00	61.0	37.9	44.5	
			10:00	63.3	40.2	45.2	
			11:00	64.6	39.5	45.6	
12:00	65.9	40.6	46.1				
13:00	66.9	41.3	49.3				
14:00	69.8	43.5	53.2				
15:00	69.9	45.6	54.2				

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
			16:00	70.9	45.8	55.8	

(1) valor para ruido industrial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido industrial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.15. Resultados de 24 horas del punto RP-5

Código de Punto	Informe de Ensayo	Fecha de inicio de muestreo	Hora de muestreo	Resultados de Medición Continua en 24 horas			ECA para ruido
				Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB)	
RP-1	IE-21-13767	17/10/2021	17:00	77.1	56.1	60.1	80 dB ⁽¹⁾
			18:00	76.5	52.1	59.9	
			19:00	74.5	57.5	60.5	
			20:00	69.9	59.8	60.2	
			21:00	64.9	46.2	58.6	
			22:00	65.2	45.9	55.6	
			23:00	66.1	44.2	53.4	70 dB ⁽²⁾
			00:00	62.3	42.1	51.2	
			01:00	62.1	41.3	49.9	
			02:00	62.1	40.3	48.5	
			03:00	59.9	38.9	45.2	
			04:00	58.9	37.9	45.3	
			05:00	56.5	37.6	44.9	80 dB ⁽¹⁾
			06:00	57.4	38.1	48.9	
			07:00	60.1	39.0	49.9	
			08:00	60.7	39.1	50.1	
			09:00	61.2	40.6	51.2	
			10:00	62.1	41.5	52.3	
			11:00	62.3	40.9	53.2	
12:00	64.1	42.5	53.6				
13:00	65.2	43.6	53.9				
14:00	65.2	43.9	54.1				
15:00	63.5	46.8	54.5				
16:00	67.5	46.9	55.9				

(1) valor para ruido industrial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(2) valor para ruido industrial en horario nocturno comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00.

(dB): Ruido Equivalente expresado en dB.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.16. Resumen de Resultados de Niveles de Ruido para Zona Residencial – Evaluación en 24 horas (ruido continuo) - Campaña 9 Temporada Seca 2021.

Código de Punto	Descripción	Informe de Ensayo	Fecha de Inicio de Muestreo	Horario (24 horas)		Resultados de Medición Continua en 24 horas		
				Inicio	Fin	Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB) ⁽¹⁾
R-7C CALIENTES	C.C. Alto Coscore	IE-21-13767	01/10/2021	10:15	10:15	38.8	78.2	49.2
R-3	C.C. Calientes	IE-21-13767	02/10/2021	11:18	11:18	45.2	80.4	61.3
R-7B ALTO COSCORE	C.C. Calientes	IE-21-13767	30/09/2021	08:30	08:30	34.4	76.3	54.3
R-8 TALA	C.C. Tala	IE-21-13767	04/10/2021	11:30	11:30	33.7	82.4	53.1
R-2	Moquegua	IE-21-13767	15/10/2021	14:30	14:30	44.1	79.5	60.3
R-1	Moquegua	IE-21-13767	14/10/2021	14:00	14:00	37.1	78.1	60.4
R-10 CHILOTA	C.C. Chilota	IE-21-13767	11/10/2021	11:20	11:20	33.5	59.7	34.6
R-11 HUACHUNTA	C.C. Huachunta	IE-21-13767	12/10/2021	12:20	12:20	32.8	47.2	33.8
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – Zona Residencial (horario diurno) ⁽²⁾								60 dB

(1): Ruido Equivalente expresado en dB.

(2): D.S. N°085-2003-PCM.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

 Excedencia con respecto al ECA para Ruido (D.S. N°085-2003-PCM)

Cuadro 6.17. Resumen de Resultados de Niveles de Ruido para Zona Comercial – Evaluación en 24 horas (ruido continuo) - Campaña 9 Temporada Seca

Código de Punto	Descripción	Informe de Ensayo	Fecha de Inicio de Muestreo	Horario (24 horas)		Resultados de Medición Continua en 24 horas		
				Inicio	Fin	Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB) ⁽¹⁾
R-5	Moquegua	IE-21-13767	08/10/2021	17:00	17:00	33.7	80.6	60.3
R-4	Moquegua	IE-21-13767	07/10/2021	16:15	16:15	40.6	80.5	50.8
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – Zona Comercial (horario diurno) ⁽²⁾								70 dB

(1): Ruido Equivalente expresado en dB.

(2): D.S. N°085-2003-PCM.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.18. Resumen de Resultados de Niveles de Ruido para Zona Industrial – Evaluación en 24 horas (ruido continuo) - Campaña 9 Temporada Seca

Código de Punto	Descripción	Informe de Ensayo	Fecha de Inicio de Muestreo	Horario (24 horas)		Resultados de Medición Continua en 24 horas		
				Inicio	Fin	Lmín (dB)	Lmáx (dB)	LAeqT (dB) ⁽¹⁾
RP-5	Ilo	IE-21-13767	17/10/2021	17:50	17:50	37.6	72.1	57.1
RP-1	Ilo	IE-21-13767	16/10/2021	17:00	17:00	40.5	74.8	52.7
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – Zona Industrial (horario diurno) ⁽²⁾								80 dB

(1): Ruido Equivalente expresado en dB.

(2): D.S. N°085-2003-PCM.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

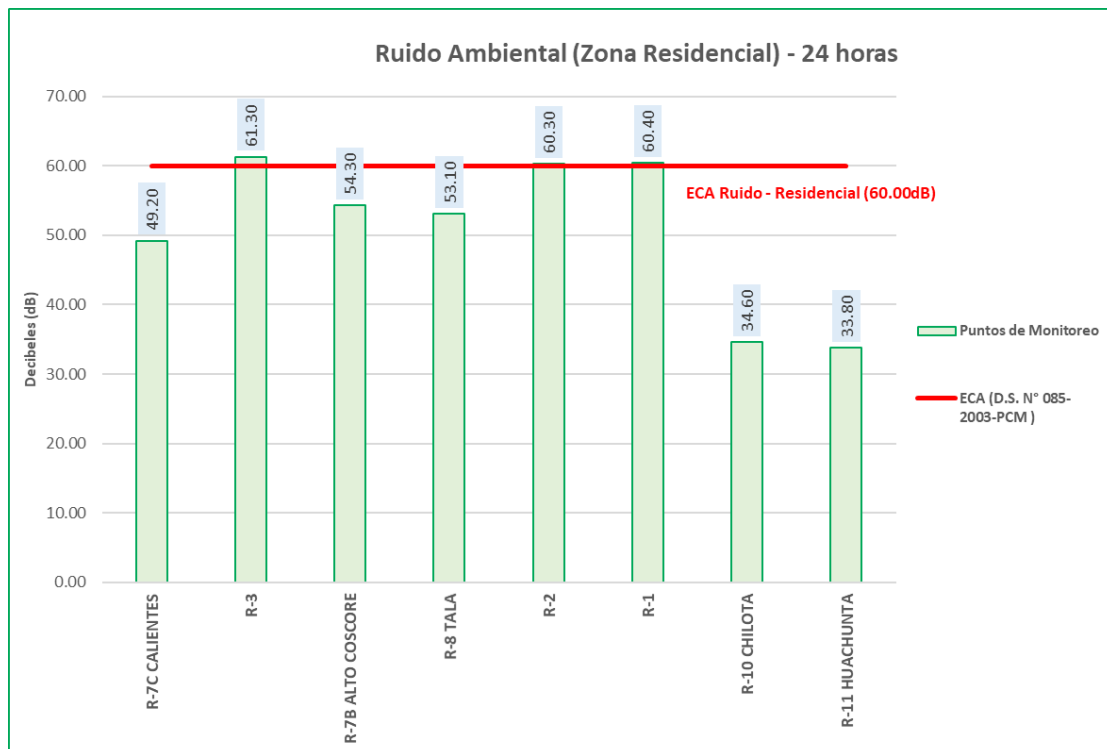
A continuación, en los siguientes gráficos se detalla los niveles de ruido hallados en los puntos de monitoreo de calidad de ruido.

6.2.3.1 RESULTADOS EN 24 HORAS – ZONA RESIDENCIAL

En la siguiente figura se presentan los resultados de los niveles de ruido en la evaluación de 24 horas de manera gráfica, donde se visualiza que los resultados obtenidos para la evaluación de la zona residencial se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N°085-2003-PCM.

No obstante, los puntos R-3 (cerca al Anexo Calientes), así como los puntos R-2 y R-1 ubicados en las localidades de San Antonio se encuentran superando ligeramente el ECA para Ruido de Zona Residencial. Esto puede deberse principalmente por la actividad de vehículos que transitan en el Anexo Calientes como parte del proyecto de mejoramiento de la vía de acceso hacia la localidad, mientras que, para los puntos R-2 y R-1 está directamente influenciado por el tránsito vehicular de la ciudad de Moquegua.

Figura 6.10. Resultados de evaluación de ruido residencial en 24 horas



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.11. Evidencia de un tránsito moderado en los puntos ubicados en las zonas residenciales y comerciales

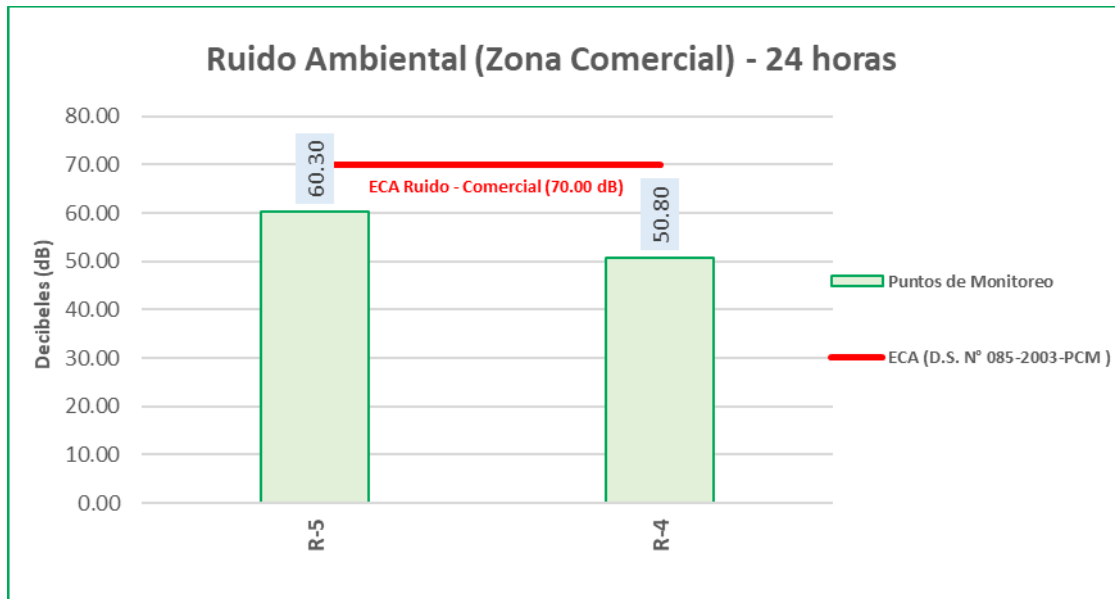


Fuente: Trabajo de campo MAP 9 TS 2021.

6.2.3.2 RESULTADOS EN 24 HORAS – ZONA COMERCIAL

En la siguiente figura se presentan los resultados de los niveles de ruido en la evaluación de 24 horas de manera gráfica, donde se visualiza que los resultados obtenidos para la evaluación de la zona comercial en los puntos de monitoreo R-4 y R-5 (ubicados en la ciudad de Moquegua) se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N°085-2003-PCM.

Figura 6.12. Resultados de evaluación de ruido comercial en 24 horas



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

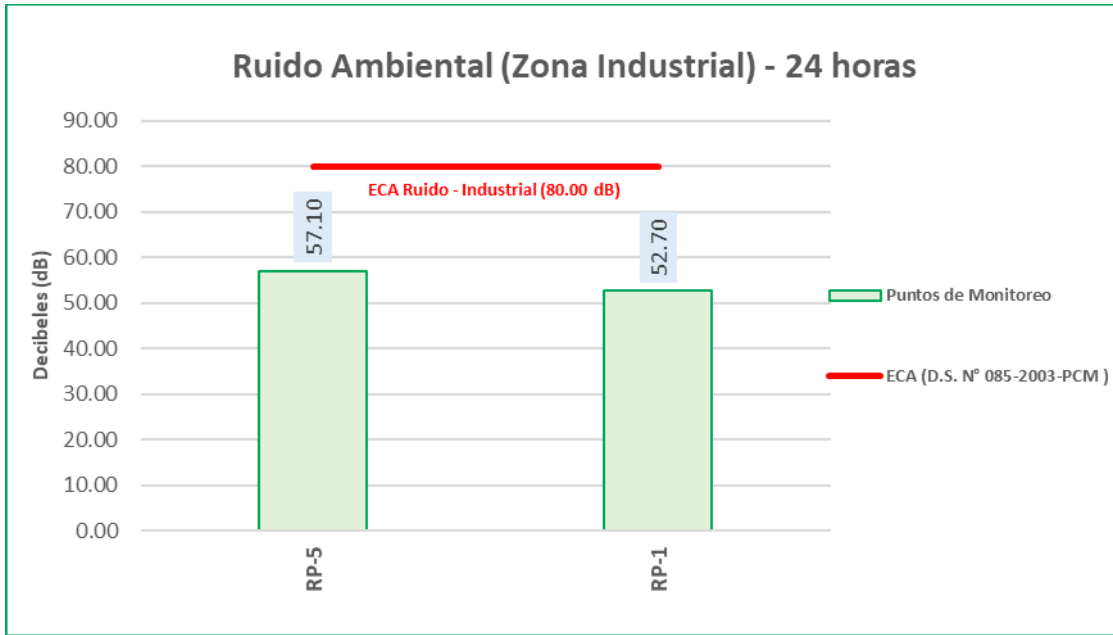
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.2.3.3 RESULTADOS EN 24 HORAS – ZONA INDUSTRIAL

En la siguiente figura se presentan los resultados de los niveles de ruido en la evaluación de 24 horas de manera gráfica, donde se visualiza que los resultados obtenidos para la evaluación de la zona industrial en los puntos de monitoreo RP-1 y RP-5 (ubicados en el terreno frente a ENGIE) se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N°085-2003-PCM.

Cabe precisar que, estos puntos de monitoreo se encuentran muy cercano a la carretera denominada “boliviamar”, la cual conecta a la ciudad de Ilo con la región de Tacna, y por la que, transitan de manera intermitente gran cantidad de vehículos pesados y particulares.

Figura 6.13. Resultados de evaluación de ruido industrial en 24 horas



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13767, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.3 NIVELES DE VIBRACIÓN

6.3.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Para la evaluación de vibraciones se ha considerado los mismos puntos de monitoreo destinados a calidad de ruido, los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6.19. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Niveles de Vibración

NIVELES DE VIBRACIONES				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Este	Norte
1	R-8 Tala	Comunidad Campesina de Tala	321053	8108742
2	R-7C Calientes	Anexo Calientes	314672	8104739
3	R-7B Alto Coscore	Localidad Alto Coscore	315429	8106229
4	R-10 Chilota	Comunidad Campesina Chilota	346832	8153516
5	R-11 Huachunta	Comunidad Campesina Huachunta	356132	8150668
6	R-4	Chen Chen	293136	8095755
7	R-5	San Antonio	295719	8096603
8	R-1	Chen Chen	291870	8095718
9	R-2	San Antonio	293760	8094375
10	R-3	Anexo Calientes	315179	8104166

NIVELES DE VIBRACIONES				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Este	Norte
11	RP-1	Zona industrial frente a Engie	268390	8033140
12	RP-5	Zona industrial frente a Engie	266161	8034910

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En el **Mapa CAM-02** se detalla la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de calidad de ruido y vibraciones.

6.3.2 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES

En base a la descripción de las ubicaciones de los puntos de monitoreo para vibraciones se ha determinado la zona de aplicación y la curva base, con el fin de realizar la comparación con los niveles de referencia establecidos en la Normas ISO 2631-1 e ISO 2631-2.

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los rangos de factores en curvas base de vibraciones, de acuerdo con los puntos de monitoreo.

Cuadro 6.20. Rango de factores en curvas base de vibraciones

Puntos de Monitoreo	Descripción	Zona de Aplicación	Horario	Curva Base para vibración
R-8 Tala	C.C. Tala	Residencial	Diurno	2
R-7C Calientes	C.C. Calientes	Residencial	Diurno	2
R-7B Alto Coscore	C.C. Alto Coscore	Residencial	Diurno	2
R-10 Chilota	C.C. Chilota	Residencial	Diurno	2
R-11 Huachunta	C.C. Huachunta	Residencial	Diurno	2
R-4	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-5	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-1	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-2	Moquegua	Residencial	Diurno	2
R-3	C.C. Calientes	Residencial	Diurno	2
RP-1	Ilo	Almacén y Comercial	Diurno	8
RP-5	Ilo	Almacén y Comercial	Diurno	8

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.3.2.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS CON LA NORMA ISO 2631-1

En el siguiente cuadro se muestra los puntos de muestreo, los resultados y los valores del ISO 2631-1 con el cual se realizará el análisis. Las mediciones de vibraciones se presentan como

aceleración ponderada de la frecuencia (m/s^2), descritas mediante nivel global de una frecuencia de 0.5- 80 Hz.

Cuadro 6.21. Resultados de medición de aceleración ponderada (m/s^2)

Puntos de Monitoreo	Resultado de A_w (m/s^2)	En base a la Norma ISO 2631-1 ⁽¹⁾		
		Valor de A_w	Nivel de Percepción	Efecto al cuerpo receptor
R-8 Tala	<0,00001	$A_w < 0,315 m/s^2$	Aw (0,01 – 0,02) Expresado en m/s^2	No molesto
R-7C Calientes	<0,00001			
R-7B Alto Coscore	<0,00001			
R-10 Chilota	<0,00001			
R-11 Huachunta	<0,00001			
R-4	<0,00001			
R-5	<0,00001			
R-1	<0,00001			
R-2	<0,00001			
R-3	<0,00001			
RP-1	<0,00001			
RP-5	<0,00001			

Aw: Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s^2 .

“<”: Valor obtenido por debajo del límite de detección del método.

(1): Adaptado del ISO 2631-1:1997 “Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo, Parte 1: Requerimientos generales”, 1997.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13643, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.3.2.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS CON LA NORMA ISO 2631-2

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de las mediciones de vibración durante el horario diurnos. Las mediciones de vibraciones se presentan como aceleración ponderada de la frecuencia (m/s^2) y su respectiva transformación en nivel de aceleración en dB (referencia 10-6 m/s^2), descritas mediante nivel global de una frecuencia de 80 Hz.

Cuadro 6.22. Conversión de la aceleración expresada en unidades dB - Campaña 9 Temporada Seca

Puntos de Monitoreo	Resultado de A_w (m/s^2)	Resultado $L_{a,w}$ expresado en dB
R-8 Tala	<0,00001	0,0
R-7C Calientes	<0,00001	0,0
R-7B Alto Coscore	<0,00001	0,0
R-10 Chilota	<0,00001	0,0
R-11 Huachunta	<0,00001	0,0
R-4	<0,00001	0,0
R-5	<0,00001	0,0
R-1	<0,00001	0,0

Puntos de Monitoreo	Resultado de Aw (m/s ²)	Resultado L _{a,w} expresado en dB
R-2	<0,00001	0,0
R-3	<0,00001	0,0
RP-1	<0,00001	0,0
RP-5	<0,00001	0,0

Aw: Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s².

L_{a,w}: Aceleración expresado en dB, con referencia a 10⁻⁶ m/s²

<“: Valor obtenido por debajo del límite de detección del método.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13643, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.23. Resultados de la aceleración (m/s²) referencial - Campaña 9 Temporada Seca

Puntos de Monitoreo	Resultado L _{a,w} expresado en dB	Nivel Máximo Referencial por Zona de aplicación expresado en dB ⁽¹⁾
R-8 Tala	0,0	100
R-7C Calientes	0,0	
R-7B Alto Coscore	0,0	
R-10 Chilota	0,0	
R-11 Huachunta	0,0	
R-4	0,0	
R-5	0,0	
R-1	0,0	
R-2	0,0	
R-3	0,0	
RP-1	0,0	110
RP-5	0,0	

L_{a,w}: Aceleración expresado en dB, con referencia a 10⁻⁶ m/s²

(1): Adaptado del ISO 2631-2:2003 "Evaluación de exposición humana a vibraciones del cuerpo entero, Parte 2: Vibración continua inducida por shock de instalaciones (1 a 80 Hz)", 2003.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.3.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE VIBRACIONES

De acuerdo con los valores obtenidos en los cuadros líneas arriba, la evaluación de vibraciones en los doce puntos de monitoreo, distribuidos en las comunidades campesinas pertenecientes al AID, así como en las ciudades de Moquegua e Ilo, reflejan resultados por debajo del límite de detección del método aplicado, es decir, las vibraciones registradas representan valores cercanos a cero que no pueden ser cuantificadas por el método del laboratorio (nivel umbral del vibrómetro).

De tal modo que, podemos afirmar que la evaluación en los puntos de monitoreo no refleja o registra niveles de vibraciones, siendo así el efecto por la exposición de vibraciones en relación al confort de los cuerpos receptores de significancia como "no molesto", debido a que, los resultados de aceleración ponderada de los puntos de monitoreo son inferiores al valor de 0,315 m/s², de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 2631-1.

Tal como se menciona en los párrafos anteriores y se refleja en los cuadros del ítem 5.4.2., los valores de aceleración ponderada tienden a ser nulos, pudiendo interpretarse como una ausencia de vibraciones, por lo tanto, en comparación con la norma ISO 2631-2, dichos valores no exceden los Niveles Máximos Referenciales tanto para las zonas de aplicación residenciales como comerciales.

6.4 CALIDAD DE SUELO

El Monitoreo de la Calidad del Suelo correspondiente al MAP Campaña N°9 – Temporada Seca se ha llevado a cabo desde el 04 hasta el 12 de octubre del presente, realizándose la medición en quince (15) puntos de monitoreo ubicados en el área de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco.

Tanto el recojo como la toma de muestras de suelo en los diferentes puntos de monitoreo ha seguido lo establecido en la Guía de Muestreo de Suelo aprobado mediante R.M. N° 085-2014-MINAM, hasta su posterior análisis en un laboratorio debidamente acreditado, de acuerdo con los métodos establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo aprobados mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

6.4.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

La evaluación de suelo tiene la finalidad de verificar y realizar el seguimiento de la calidad del suelo presente en la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco, por lo que, se establecieron un total de quince (15) puntos de monitoreo distribuidos de acuerdo con la ubicación de los principales componentes del proyecto minero.

Cuadro 6.24. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Calidad de Suelo

CALIDAD DE SUELO				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción Referencial	Coordenadas UTM Datum WGS84 (Zona 19S)	
			Este	Norte
1	QU-4	A unos 200m apróx de la Qda Millune, área arriba del polvorín	329807	8108350
2	QU-10	A unos 500m apróx del Mirador Barreda	328813	8107402
3	QU-11	A unos 300m apróx del Canal de Abastecimiento	328307	8110612
4	QU-18	A unos 200m de la carretera en la Qda Quellaveco	327137	8107187
5	QU-28	A unos 350m de la poza C-4	323564	8106691
6	QU-36	A unos 3km de la poza C-4	321073	8106169
7	QU-44	A unos 350m de la Qda Papujune	318952	8103832
8	QU-57	A unos 50m apróx del acceso a Cortadera	322590	8100607
9	QU-59	A unos 70m apróx del acceso a Cortadera	320887	8100693

CALIDAD DE SUELO				
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción Referencial	Coordenadas UTM Datum WGS84 (Zona 19S)	
			Este	Norte
10	QU-82	A unos 30m apróx del acceso a Cortadera	318738	8099943
11	QU-101	A unos 50m del área de estacionamiento	318148	8097846
12	QU-166	A unos 900m apróx de la Qda Los Chalsos	320278	8095985
13	QU-167	A unos 800m apróx de la Qda Los Chalsos	322070	8096421
14	QU-201	A unos 900km de la Qda Charaque	326755	8111354
15	QU-216	A unos 350m del acceso al botadero	325283	8110080

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En el **Mapa CAM-03** se detalla la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

6.4.2 RESULTADOS DE CALIDAD DE SUELO

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

Cuadro 6.25. Resultados de la evaluación de calidad de suelo – Parte I - Campaña 9 Temporada Seca

Parámetro de Muestreo	Unidad	Puntos de Monitoreo										ECA ⁽¹⁾	
		QU-04	QU-10	QU-11	QU-18	QU-28	QU-36	QU-44	QU-57	QU-59	QU-82		
	Fecha de muestreo	05/10/21	07/10/21	05/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21		07/10/21
	Informes de Ensayo	IE-21-13015	IE-21-13019	IE-21-13015	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019		IE-21-13019
Cianuro Libre	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8	
Cromo Hexavalente	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,4	
Hidrocarburos totales de petróleo F1 (C6-C10)	mg/kg MS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	500	
Hidrocarburos totales de petróleo F2 (C10-C28)	mg/kg MS	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	5 000	
Hidrocarburos totales de petróleo F3 (C28-C40)	mg/kg MS	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	6 000	
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/kg MS	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	33	
Benceno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,03	
Etilbenceno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,082	
Tolueno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,37	
Xileno	mg/kg MS	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	11	
Tetracloroetileno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,5	

Parámetro de Muestreo	Unidad	Puntos de Monitoreo										ECA ⁽¹⁾	
		QU-04	QU-10	QU-11	QU-18	QU-28	QU-36	QU-44	QU-57	QU-59	QU-82		
	Fecha de muestreo	05/10/21	07/10/21	05/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21	07/10/21		07/10/21
	Informes de Ensayo	IE-21-13015	IE-21-13019	IE-21-13015	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019	IE-21-13019		IE-21-13019
Tricloroetileno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,01	
Benzo(a) pireno	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,7	
Naftaleno	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	22	
Arsénico	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	69.61	7.09	20.48	140	
Bario	mg/kg MS	210.71	499.73	179.23	151.63	356.08	433.66	585.99	209.09	551.25	505.45	2 000	
Cadmio	mg/kg MS	0.489	2.781	3.184	6.618	2.775	1.235	3.339	7.882	5.197	3.963	22	
Cromo	mg/kg MS	0.88	14.77	5.86	18.55	8.65	2.27	7.25	17.41	21.67	14.77	1 000	
Mercurio	mg/kg MS	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	24	
Plomo	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	800	

(1): Decreto Supremo N°011-2017-MINAM para Suelo Industrial/Extractivo/Comercial.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352, 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Cuadro 6.26. Resultados de la evaluación de calidad de suelo – Parte II - Campaña 9 Temporada Seca

Parámetro de Muestreo	Unidad	Puntos de Monitoreo					ECA ⁽¹⁾
		QU-101	QU-166	QU-167	QU-201	QU-216	
	Fecha de muestreo	12/10/21	12/10/21	12/10/21	05/10/21	05/10/21	
	Informes de ensayo	IE-21-13352	IE-21-13352	IE-21-13352	IE-21-13015	IE-21-13015	
Cianuro Libre	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8
Cromo Hexavalente	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,4
Hidrocarburos totales de petróleo F1 (C6-C10)	mg/kg MS	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	500
Hidrocarburos totales de petróleo F2 (C10-C28)	mg/kg MS	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	5 000
Hidrocarburos totales de petróleo F3 (C28-C40)	mg/kg MS	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	6 000
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/kg MS	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	33
Benceno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,03
Etilbenceno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,082
Tolueno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,37
Xileno	mg/kg MS	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	11
Tetracloroetileno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,5
Tricloroetileno	mg/kg MS	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,01
Benzo(a) pireno	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,7
Naftaleno	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	22

Parámetro de Muestreo	Unidad	Puntos de Monitoreo					ECA ⁽¹⁾
		QU-101	QU-166	QU-167	QU-201	QU-216	
	Fecha de muestreo	12/10/21	12/10/21	12/10/21	05/10/21	05/10/21	
	Informes de ensayo	IE-21-13352	IE-21-13352	IE-21-13352	IE-21-13015	IE-21-13015	
Arsénico	mg/kg MS	<0,10	<0,10	61.60	<0,10	<0,10	140
Bario	mg/kg MS	156.08	130.46	66.27	208.03	184.06	2 000
Cadmio	mg/kg MS	1.856	1.498	3.278	2.993	1.905	22
Cromo	mg/kg MS	9.81	2.68	7.25	6.54	11.79	1 000
Mercurio	mg/kg MS	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	24
Plomo	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	800

(1): Decreto Supremo N°011-2017-MINAM para Suelo Industrial/Extractivo/Comercial.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352, 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

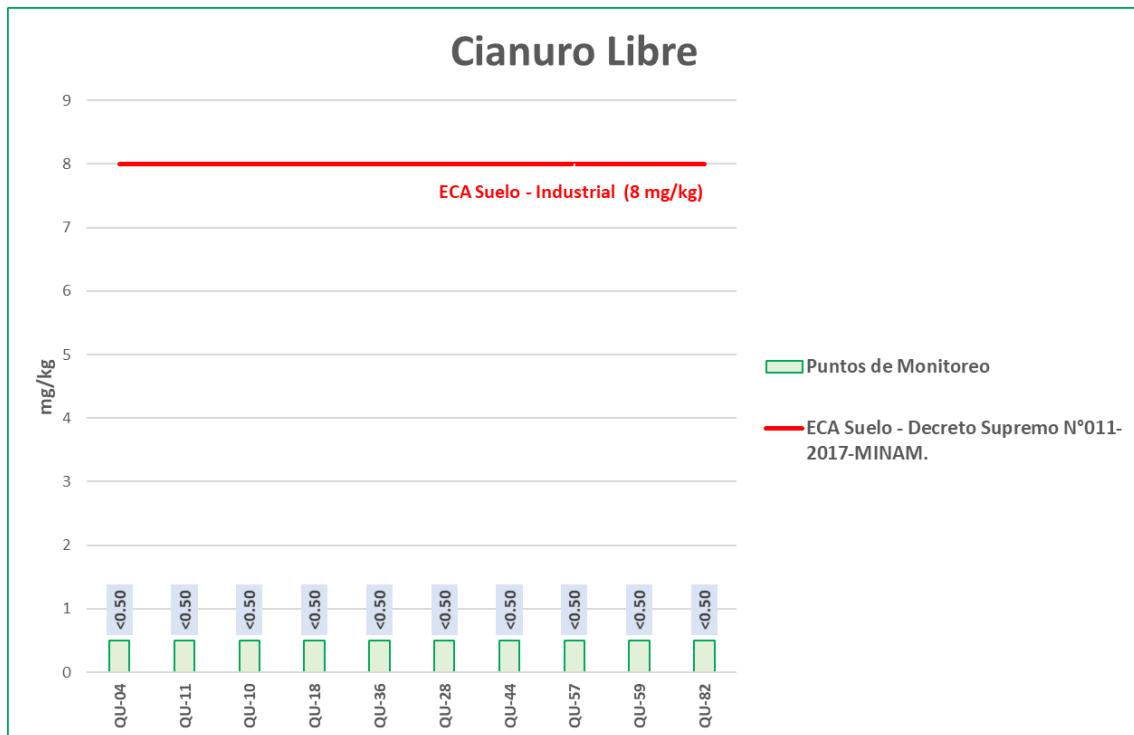
6.4.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones identificadas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

6.4.3.1 CIANURO LIBRE

Las concentraciones de cianuro libre en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,5 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

Figura 6.14. Concentraciones de Cianuro Libre – Parte I

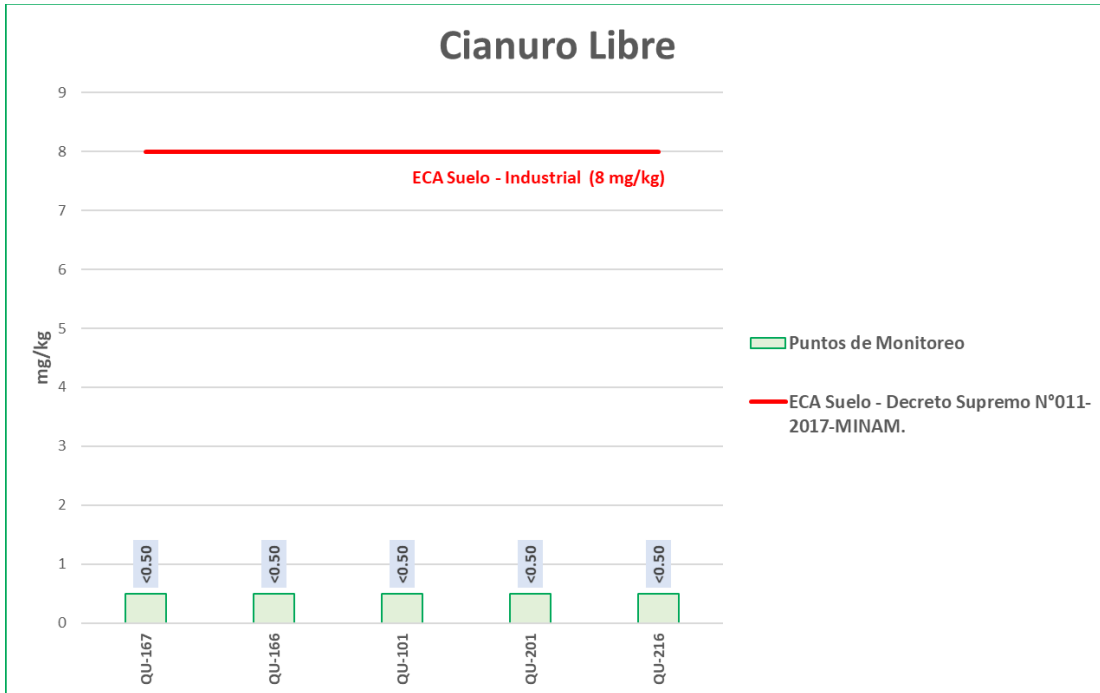


Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Tal como se muestra en la figura anterior, los valores de Cianuro Libre se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cianuro Libre = 8,0 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.15. Concentraciones de Cianuro Libre – Parte II



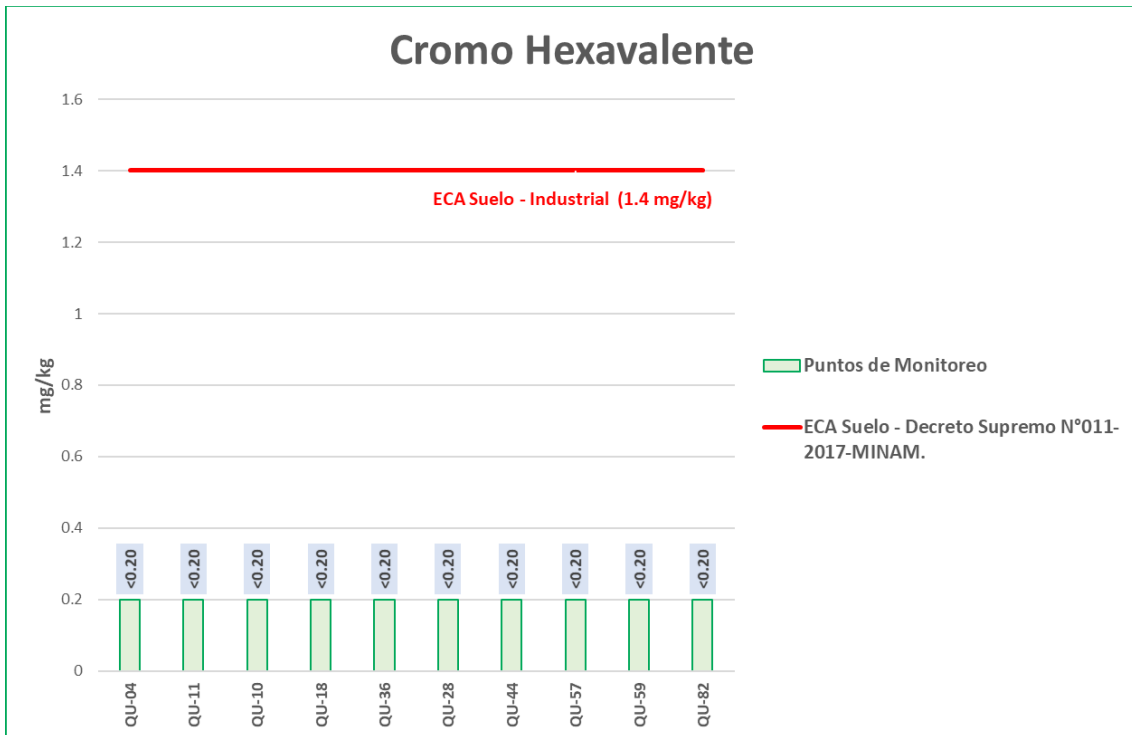
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.2 CROMO HEXAVALENTE

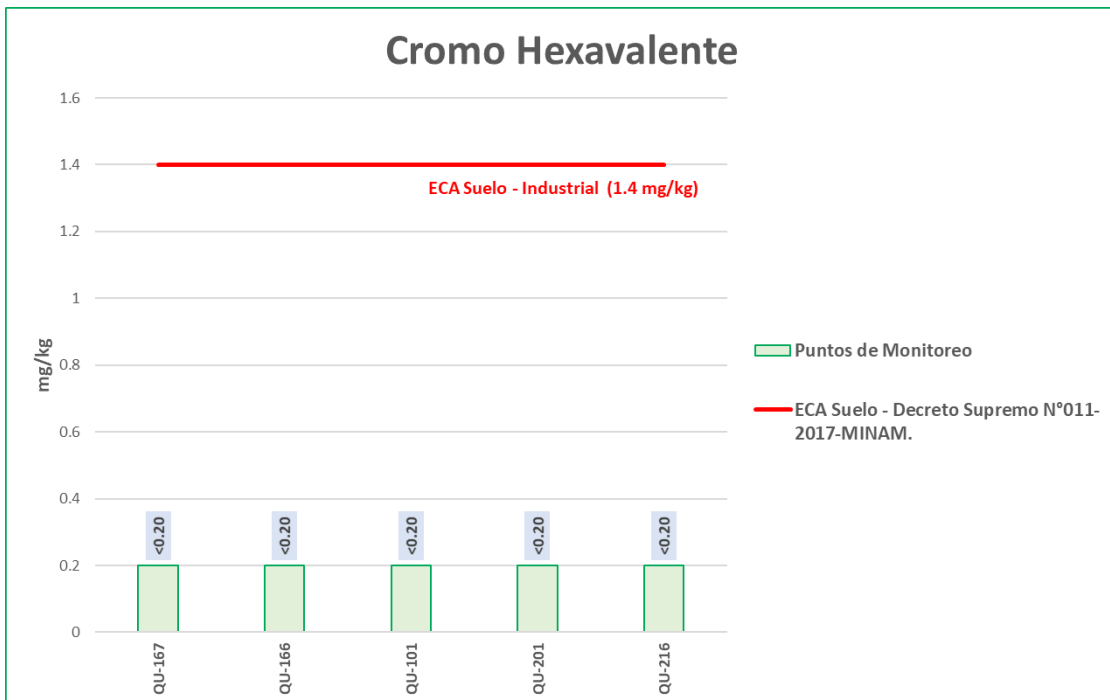
Las concentraciones de cromo hexavalente en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,20 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

Figura 6.16. Concentraciones de Cromo VI – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.17. Concentraciones de Cromo VI – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Tal como se muestra en las figuras anteriores, los valores de Cromo VI se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA

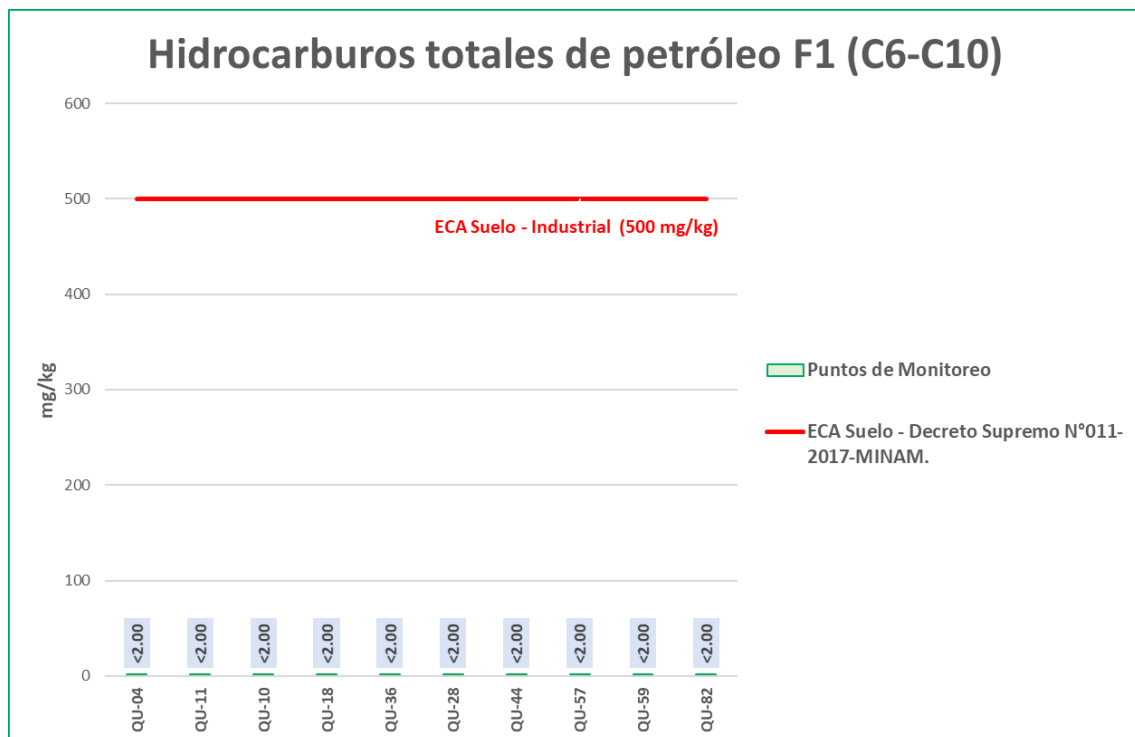
Cromo VI = 1,4 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

6.4.3.3 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 1 (C6-C10)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F1 (C6-C10) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<2,0 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las siguientes figuras, se grafica los valores de Hidrocarburos F1 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP F1 = 500 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

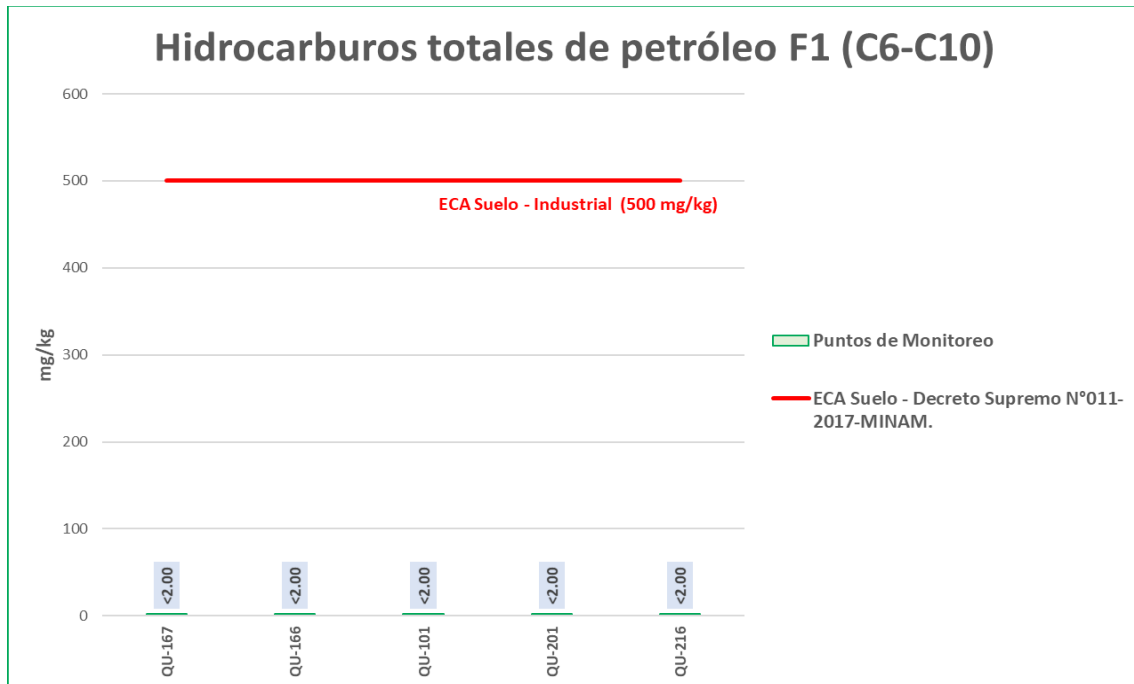
Figura 6.18. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F1 – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.19. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F1 – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

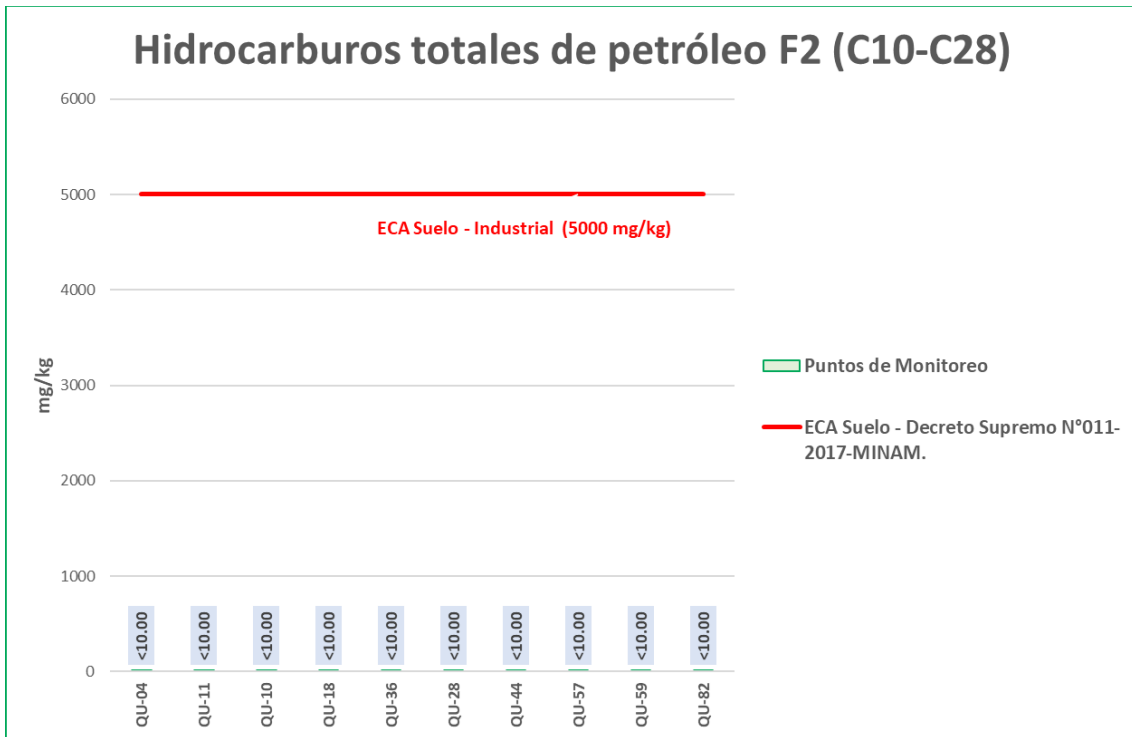
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.4 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 2 (C10-C28)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F2 (C10-C28) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<10 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

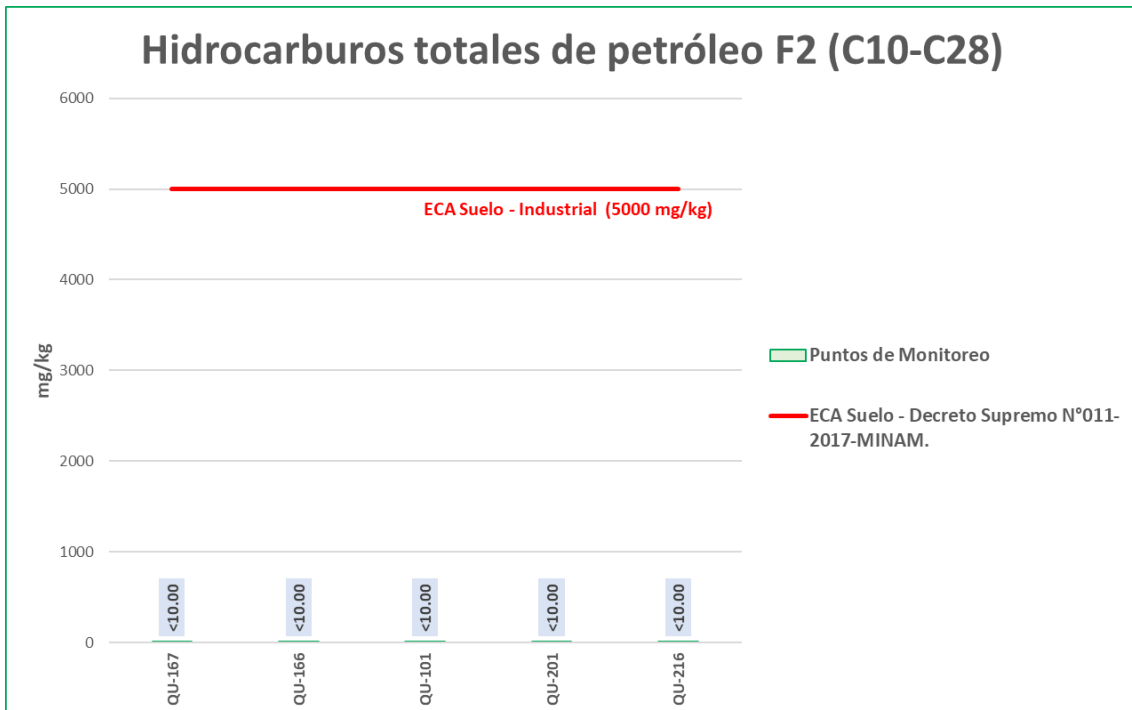
En las figuras líneas abajo se grafica los valores de Hidrocarburos F2 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP Fracción 2 = 5 000 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.20. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F2 – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.21. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F2 – Parte II



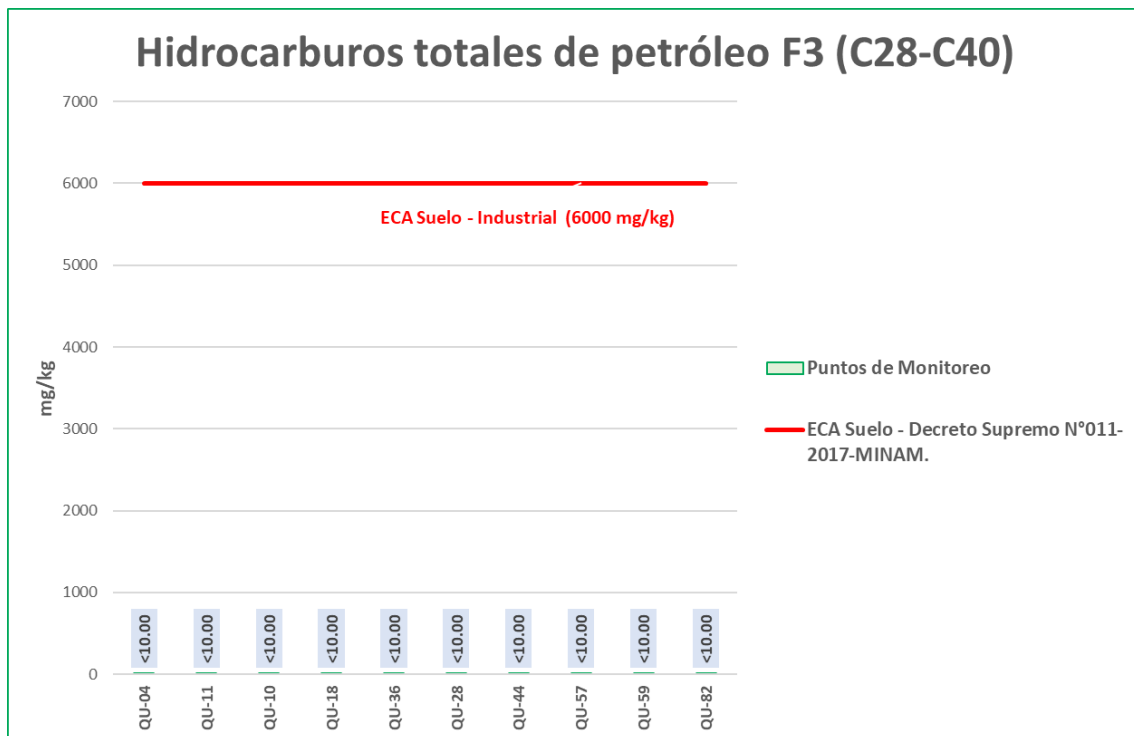
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.5 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 3 (C28-C40)

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo F3 (C28-C40) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<10 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las figuras líneas abajo grafica los valores de Hidrocarburos F3 encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA HTP Fracción 3 = 6 000 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

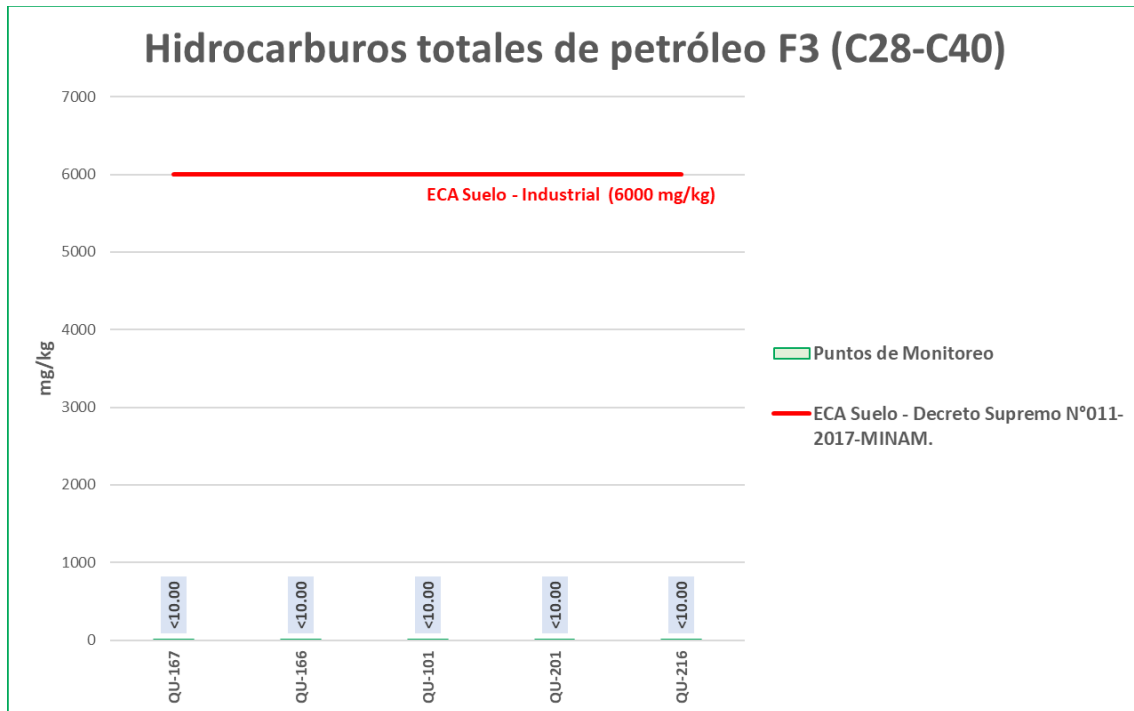
Figura 6.22. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F3 – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.23. Concentraciones de Hidrocarburos totales de Petróleo F3 – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

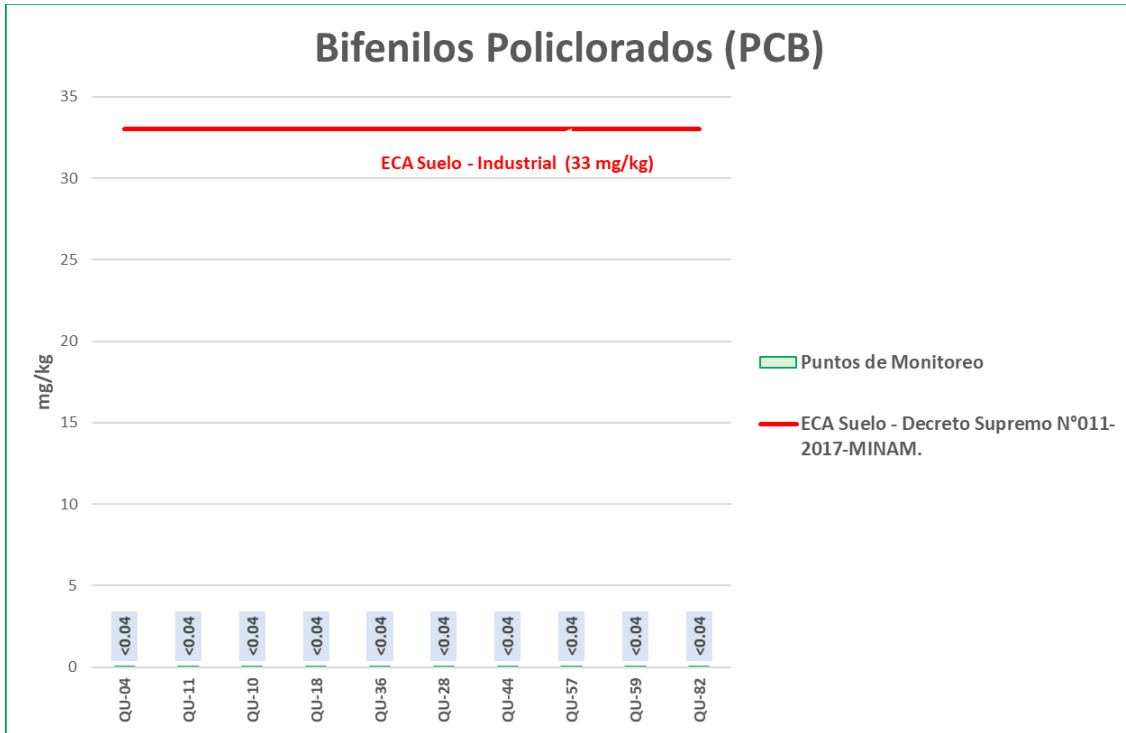
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.6 BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)

Las concentraciones de bifenilos policlorados (PCB) halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,035 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las siguientes, se grafica los valores de concentraciones de Bifenilos Policlorados (PCB) encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA PCB = 33 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

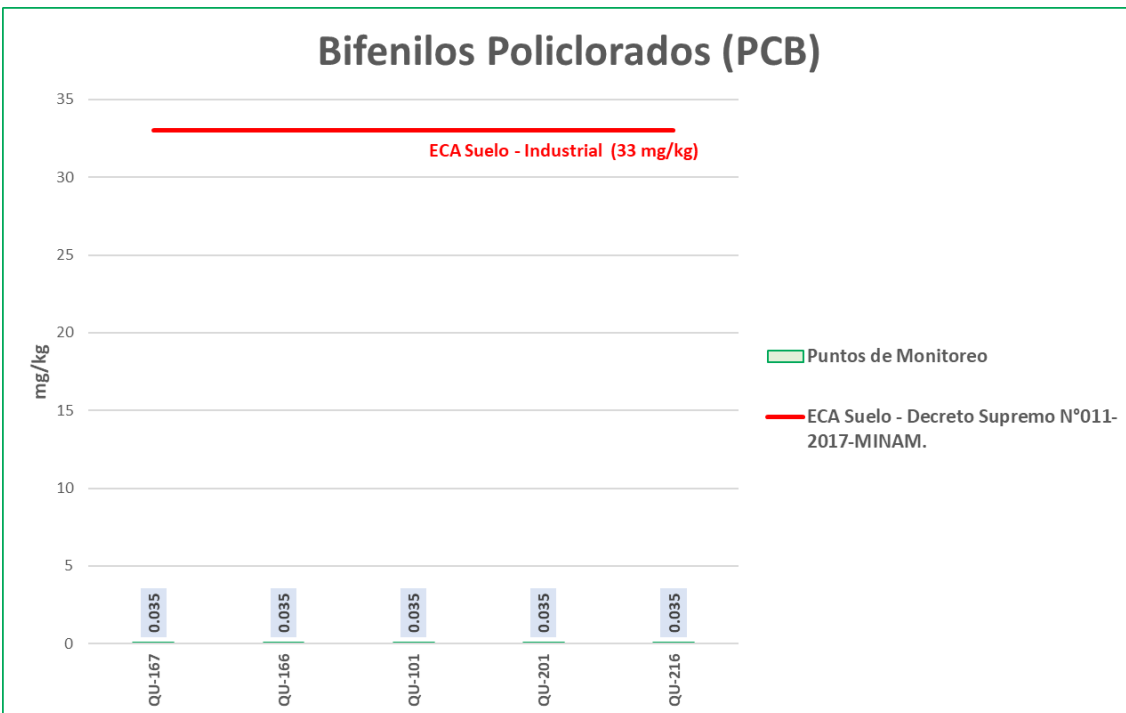
Figura 6.24. Concentraciones de Bifenilos Policlorados – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.25. Concentraciones de Bifenilos Policlorados – Parte II



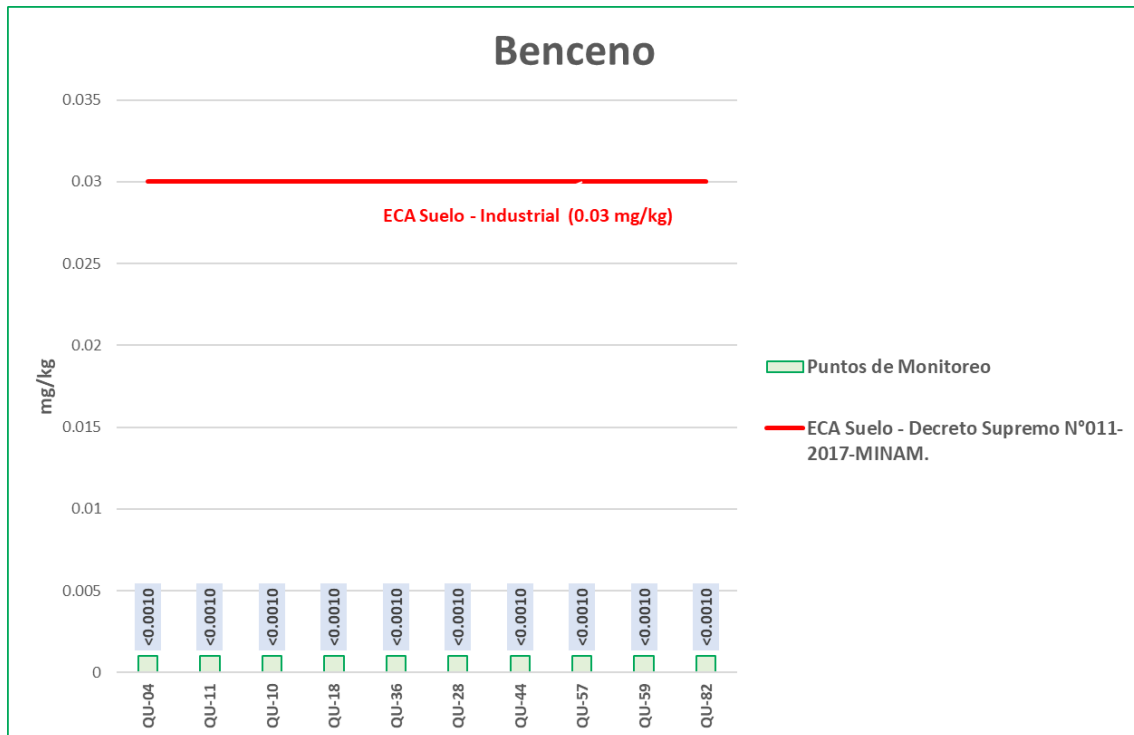
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.7 BENCENO

Las concentraciones de Benceno halladas en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,0010 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

Figura 6.26. Concentraciones de Benceno – Parte I

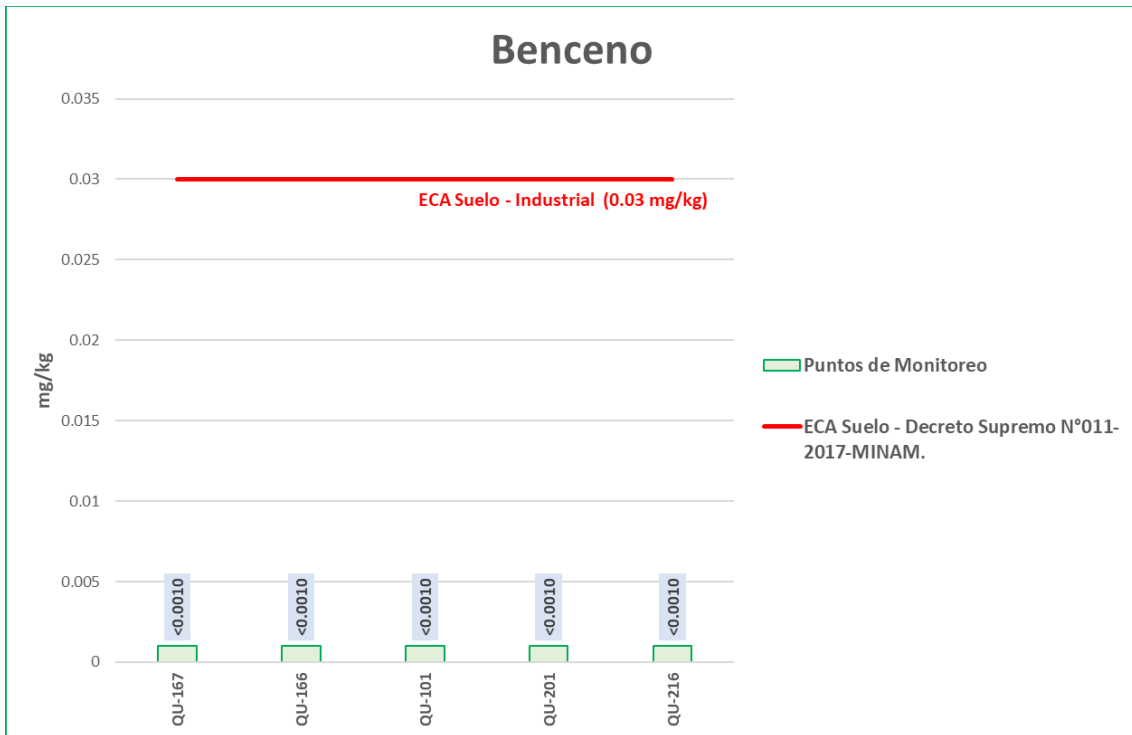


Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En las siguientes figuras, se grafica los valores de concentraciones de Benceno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Benceno = 0,03 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.27. Concentraciones de Benceno – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

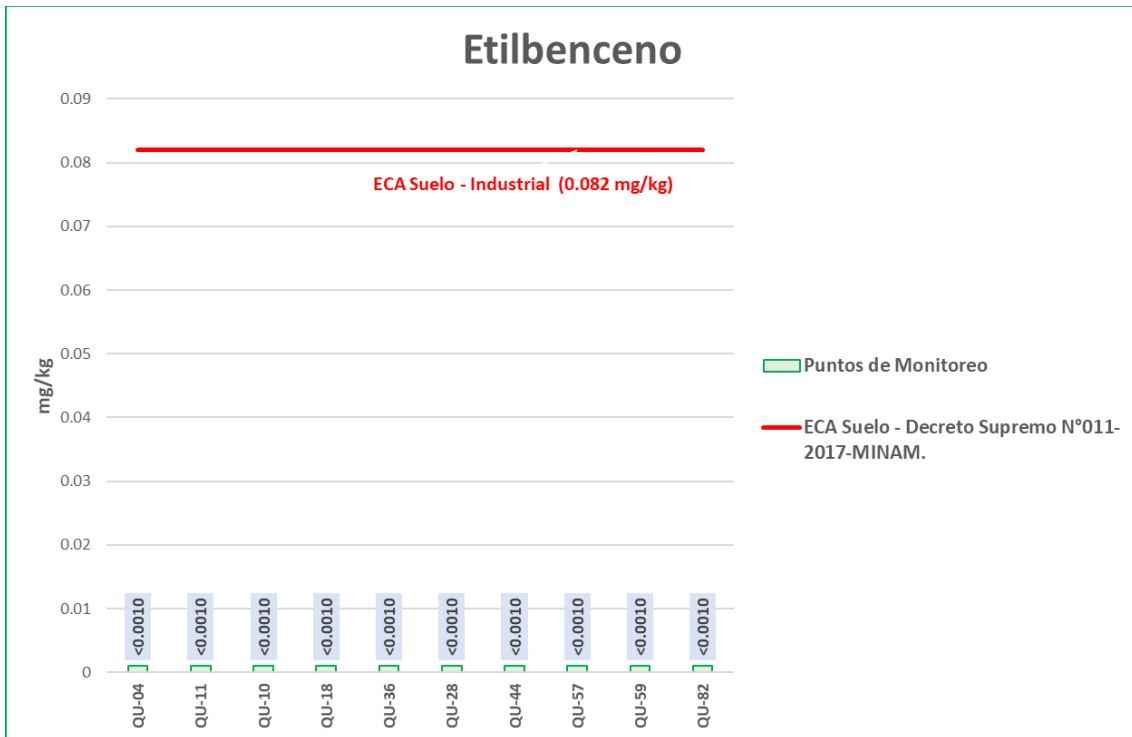
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.8 ETILBENCENO

Las concentraciones de Etilbenceno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<math><0.0010</math> mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

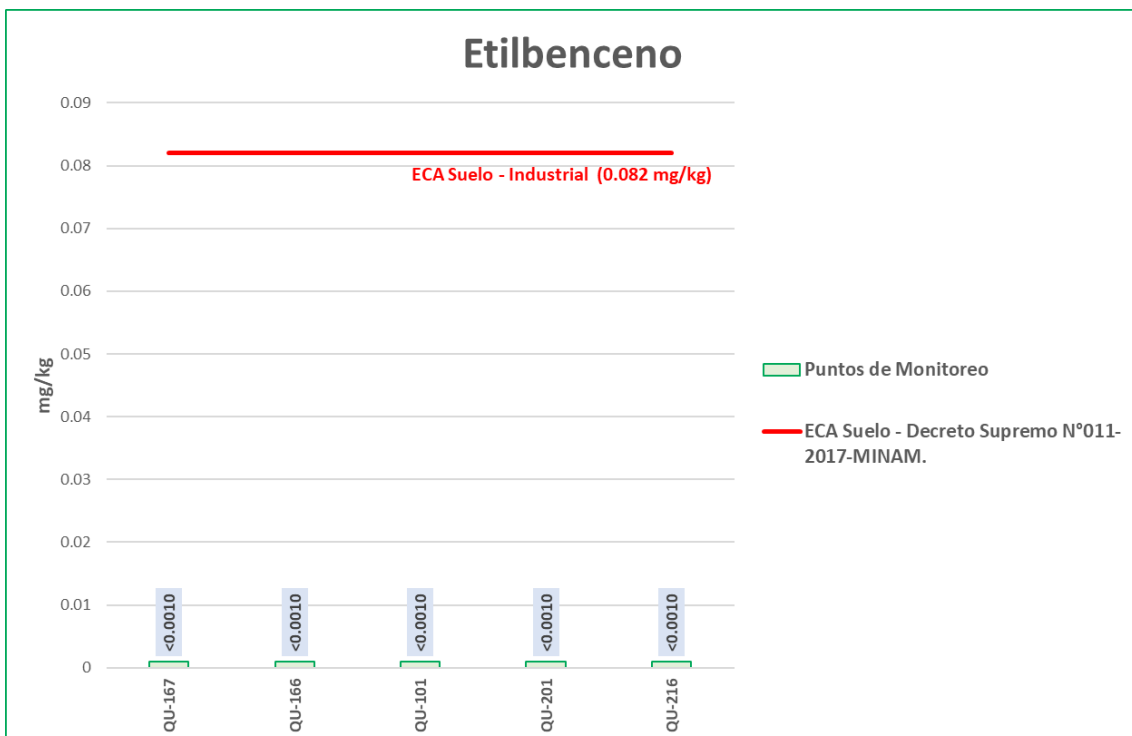
En las figuras líneas abajo, se grafica los valores de concentraciones de Etilbenceno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Etilbenceno = 0,082 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.28. Concentraciones de Etilbenceno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.29. Concentraciones de Etilbenceno – Parte II

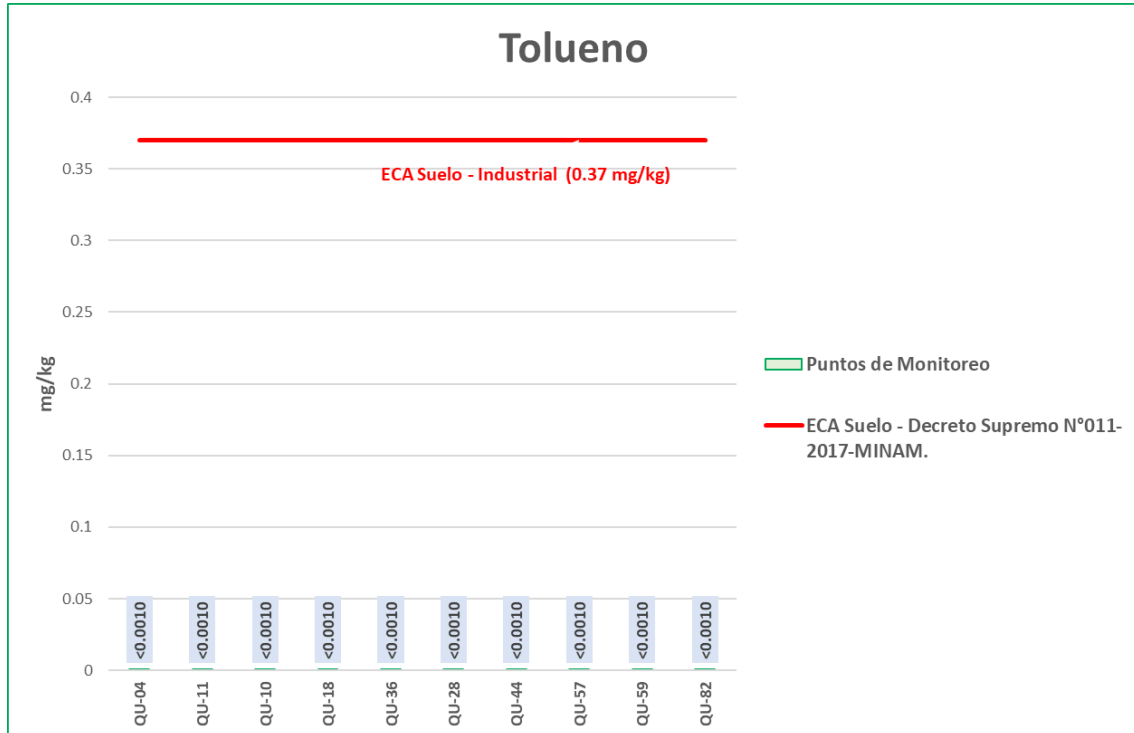


Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.9 TOLUENO

Las concentraciones de Tolueno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,0010 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

Figura 6.30. Concentraciones de Tolueno – Parte I

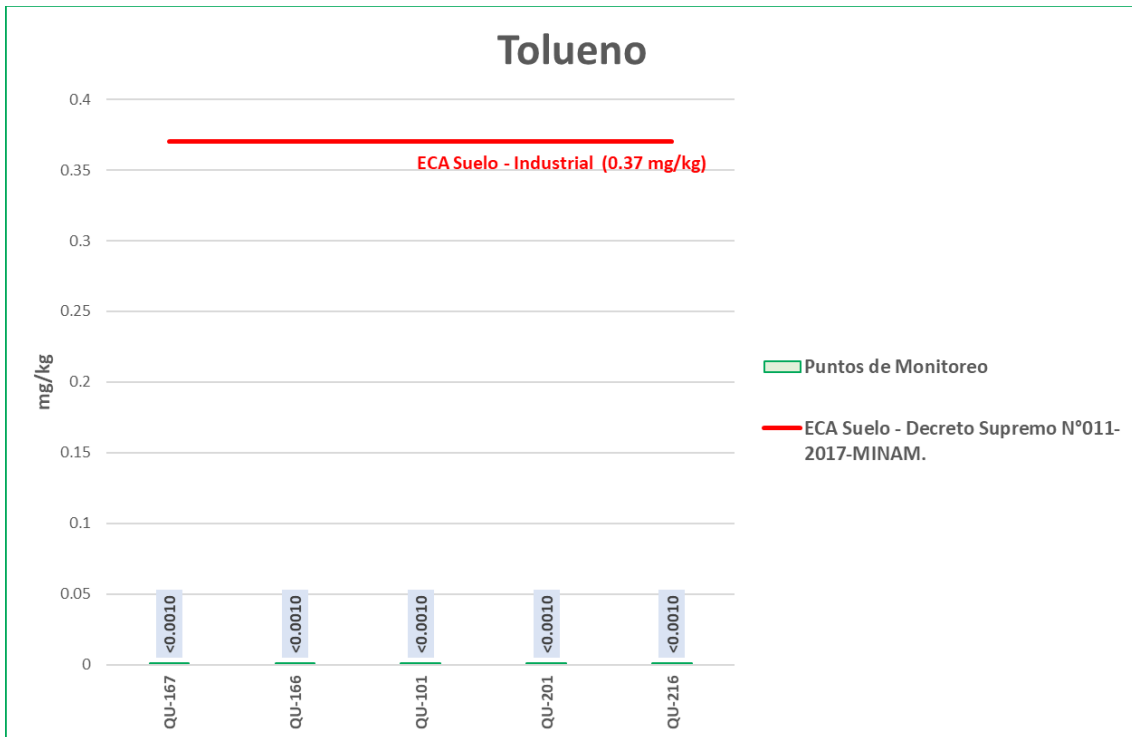


Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En las figuras 6.29 y 6.30, se grafica los valores de concentraciones de Tolueno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tolueno = 0,37 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.31. Concentraciones de Tolueno – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

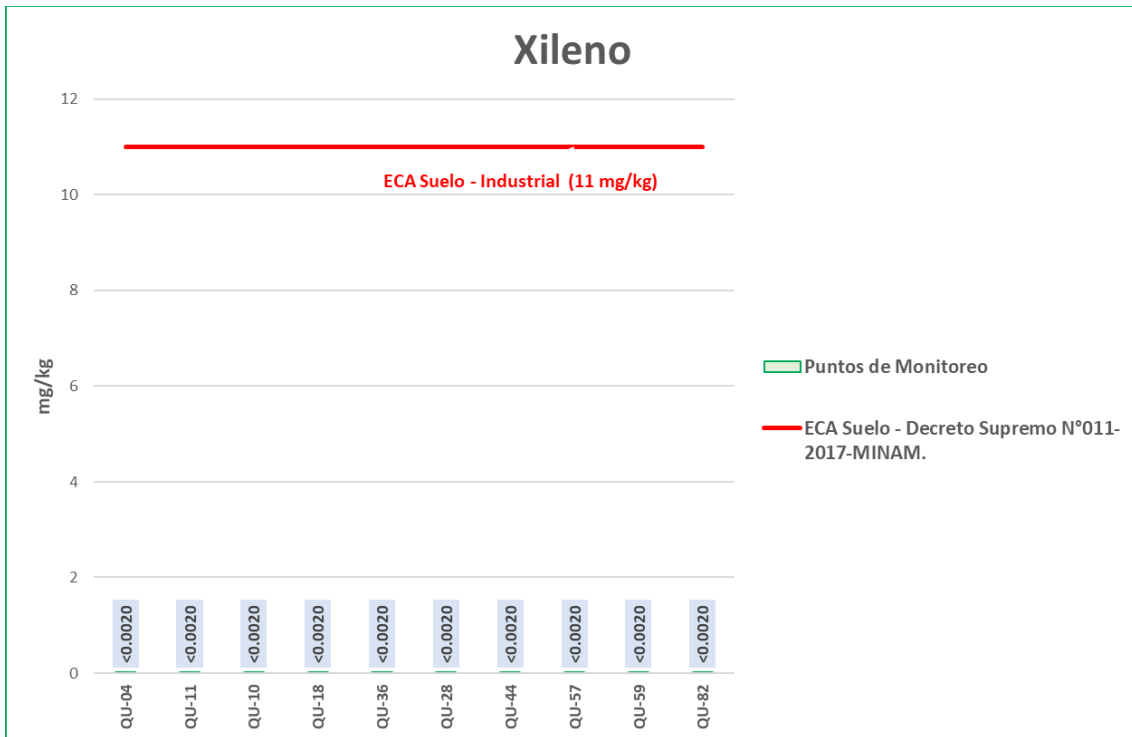
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.10 XILENO

Las concentraciones de Xileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,0010 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

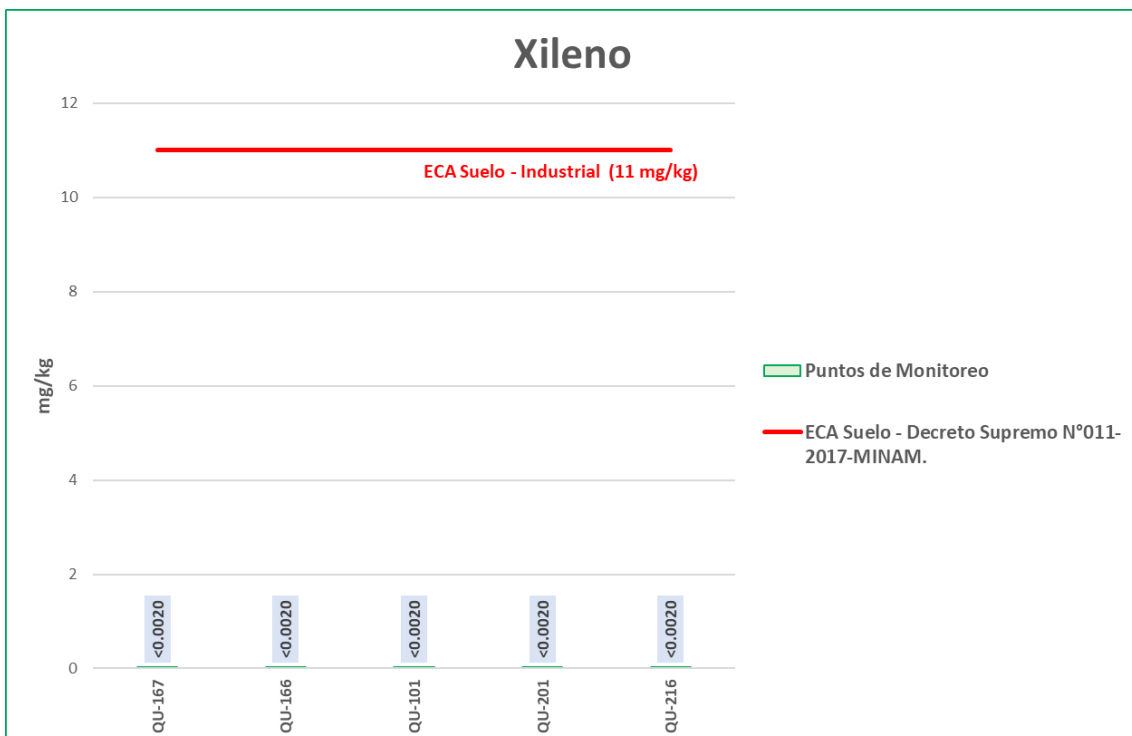
En las figuras 6.32 y 6.33, se grafica los valores de concentraciones de Tolueno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Xileno = 11 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.32. Concentraciones de Xileno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.33. Concentraciones de Xileno – Parte II



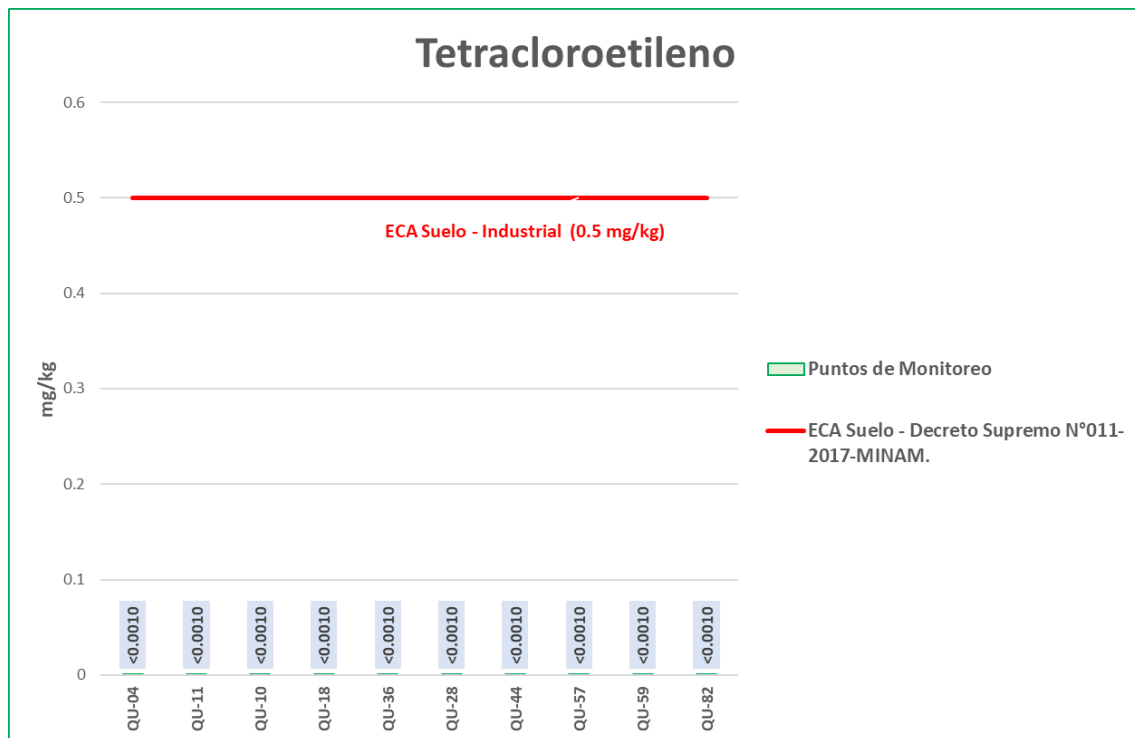
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.11 TETRACLOROETILENO

Las concentraciones de Tetracloroetileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,0010 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las siguientes figuras, se grafica los valores de Tetracloroetileno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tetracloroetileno = 0,5 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

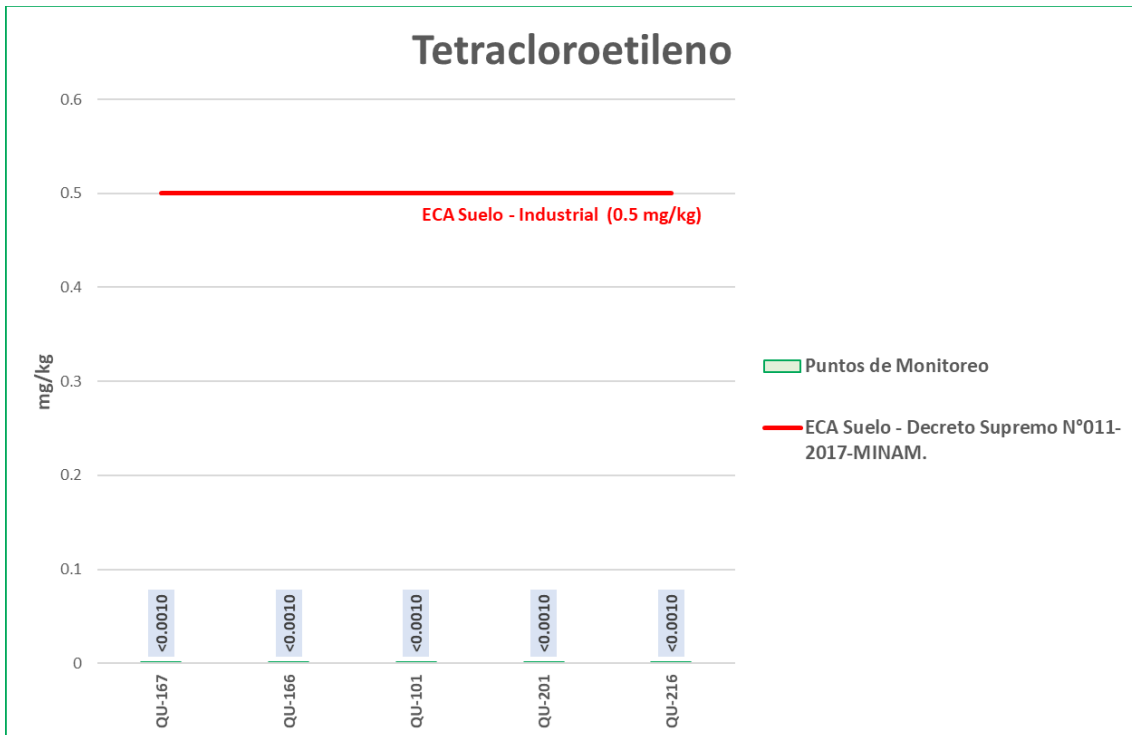
Figura 6.34. Concentraciones de Tetracloroetileno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.35. Concentraciones de Tetracloroetileno – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

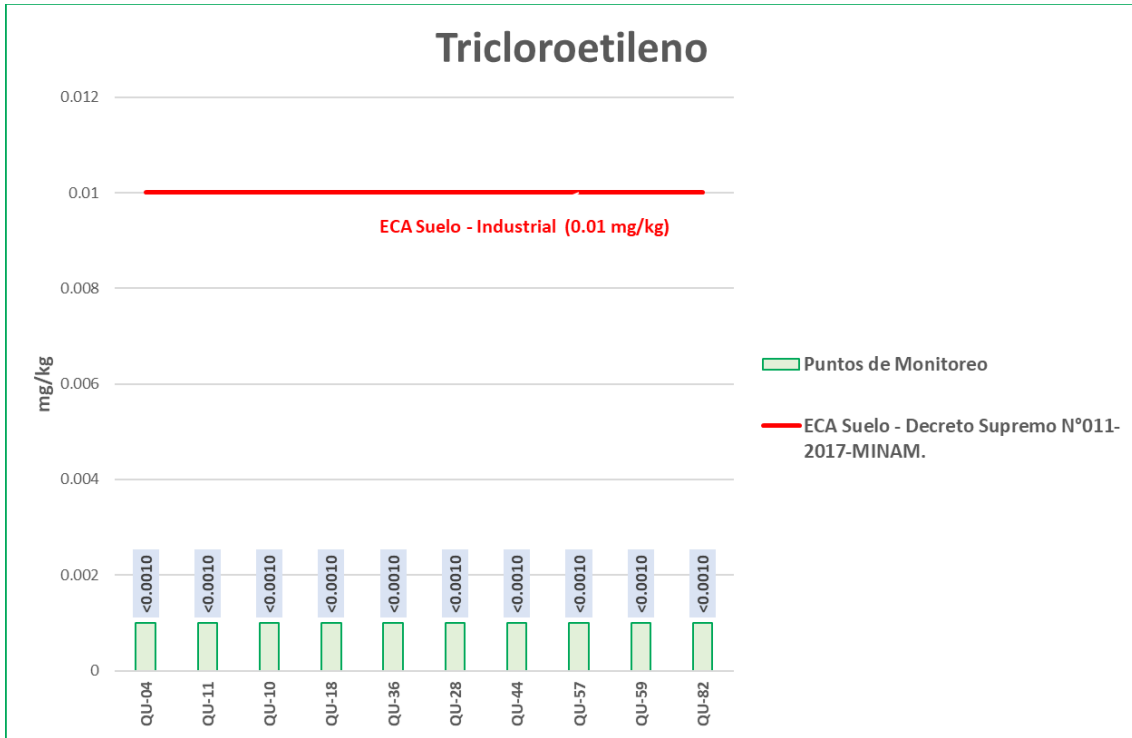
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.12 TRICLOROETILENO

Las concentraciones de Tricloroetileno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,0010 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las figuras líneas abajo se grafica los valores de Tricloroetileno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Tricloroetileno = 0,01 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

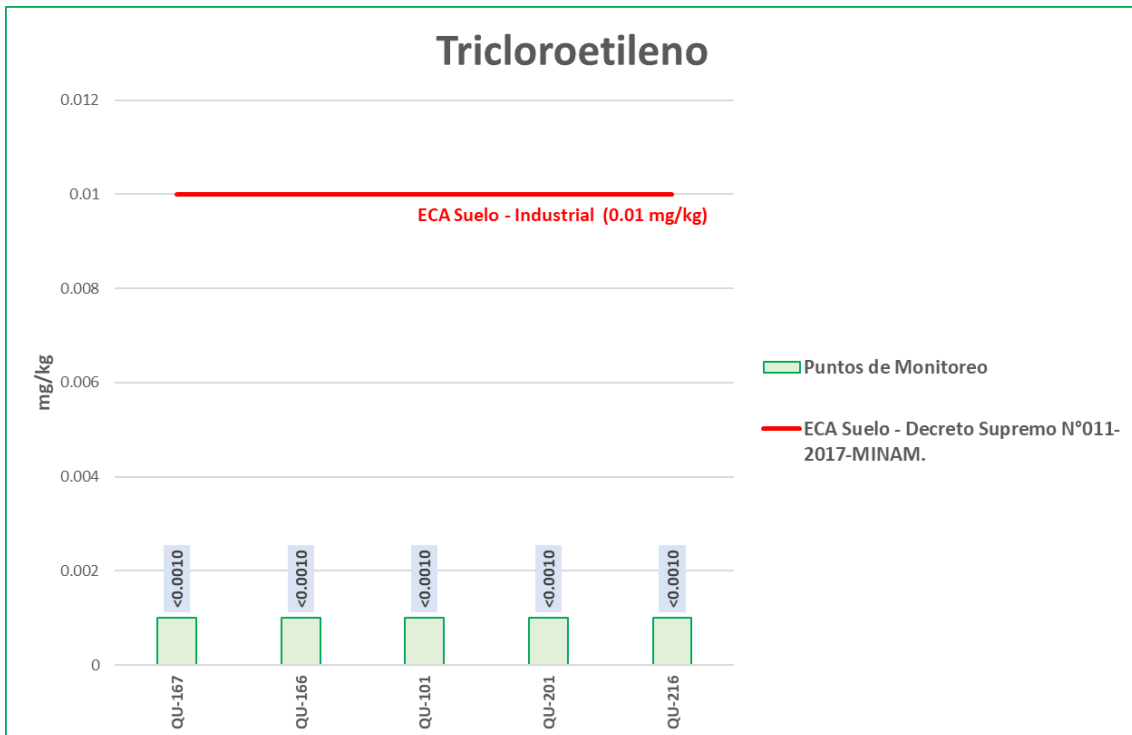
Figura 6.36. Concentraciones de Tricloroetileno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.37. Concentraciones de Tricloroetileno – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

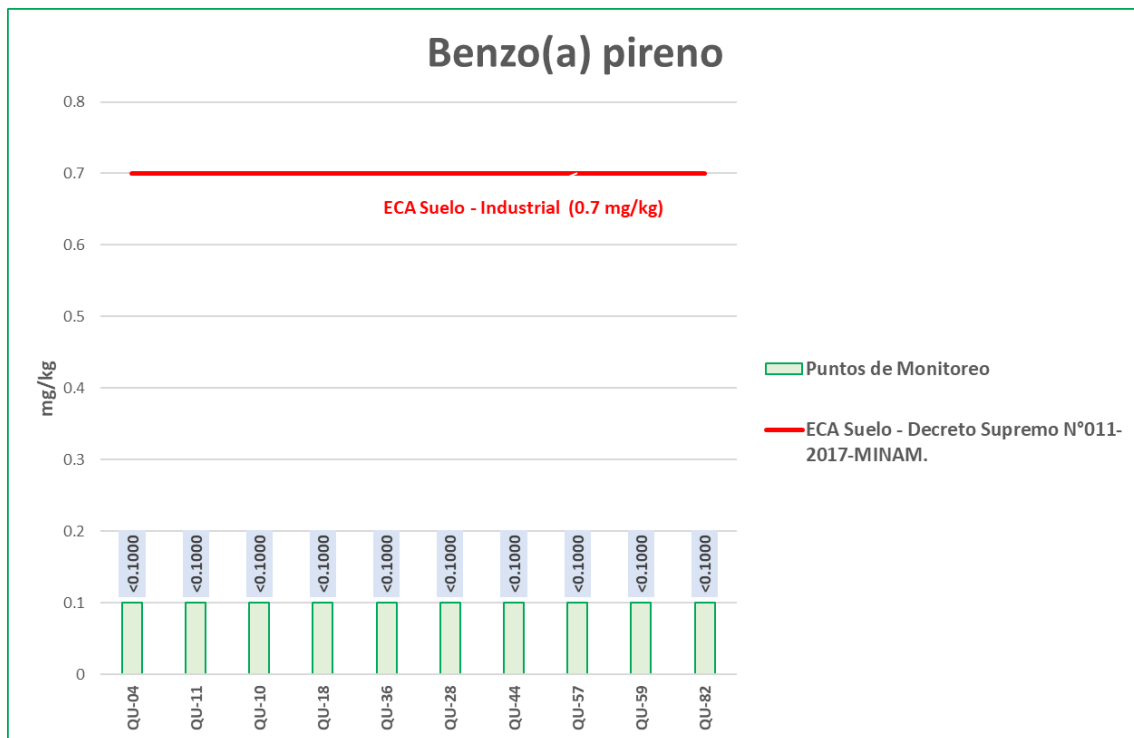
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.13 BENZO(A) PIRENO

Las concentraciones de Benzo(a) Pireno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,10 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las siguientes figuras se grafica los valores de Benzo(a) Pireno encontrándose muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Benzo(a) Pireno = 22 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

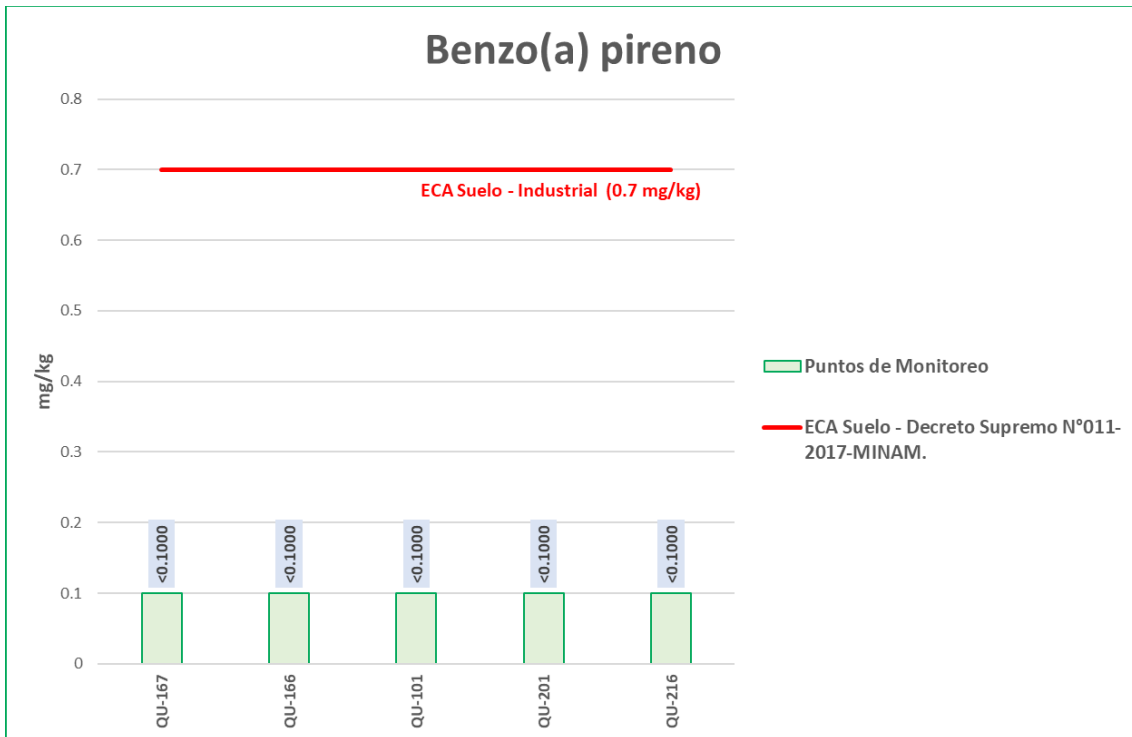
Figura 6.38. Concentraciones de Benzo(a) Pireno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.39. Concentraciones de Benzo(a) Pireno – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

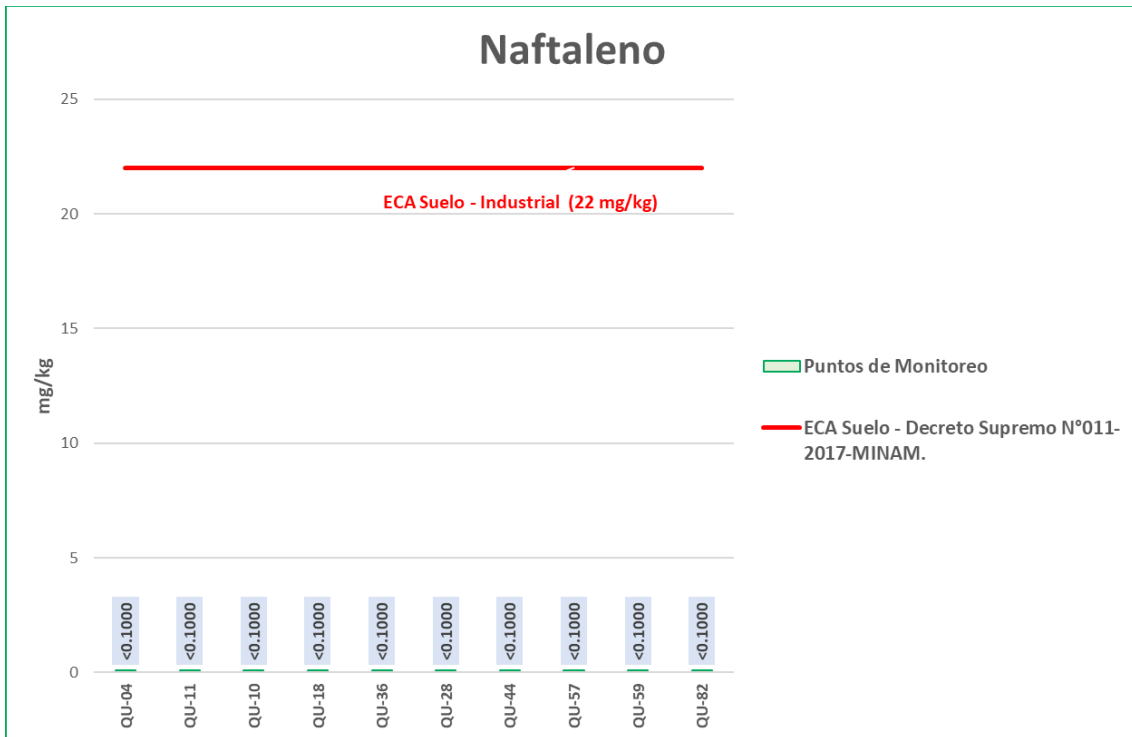
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.14 NAFTALENO

Las concentraciones de Naftaleno en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<0,10 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

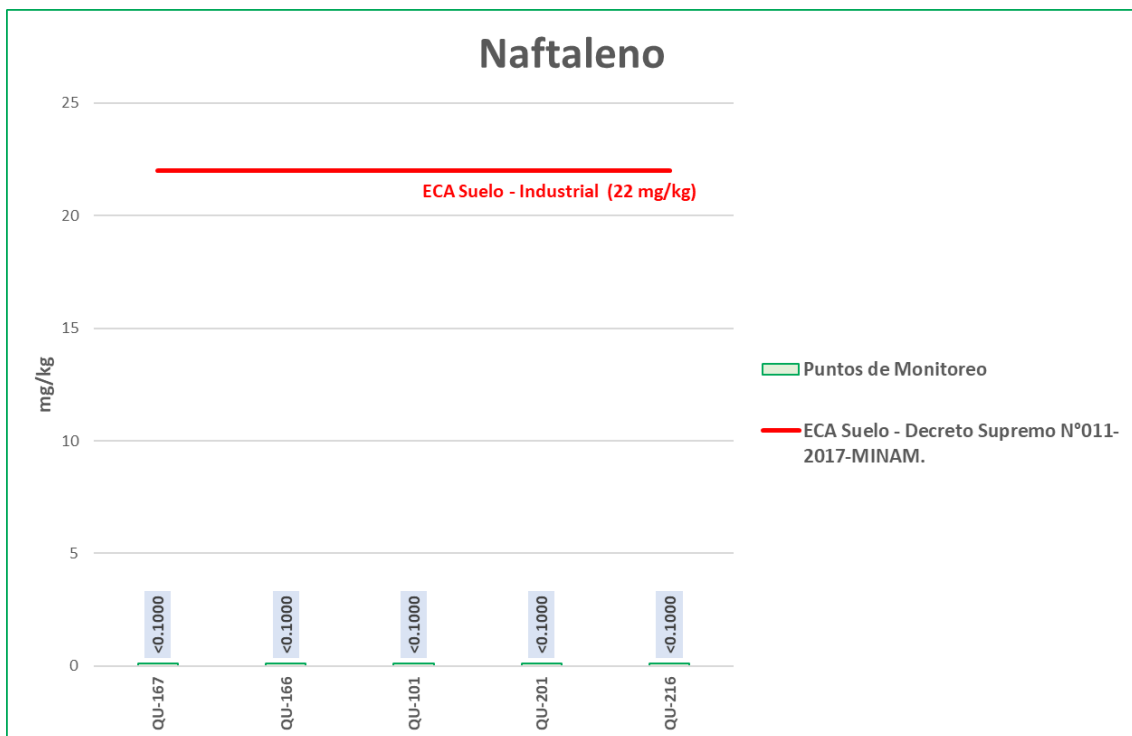
En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Naftaleno encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Naftaleno = 0,7 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.40. Concentraciones de Naftaleno – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.41. Concentraciones de Naftaleno – Parte II



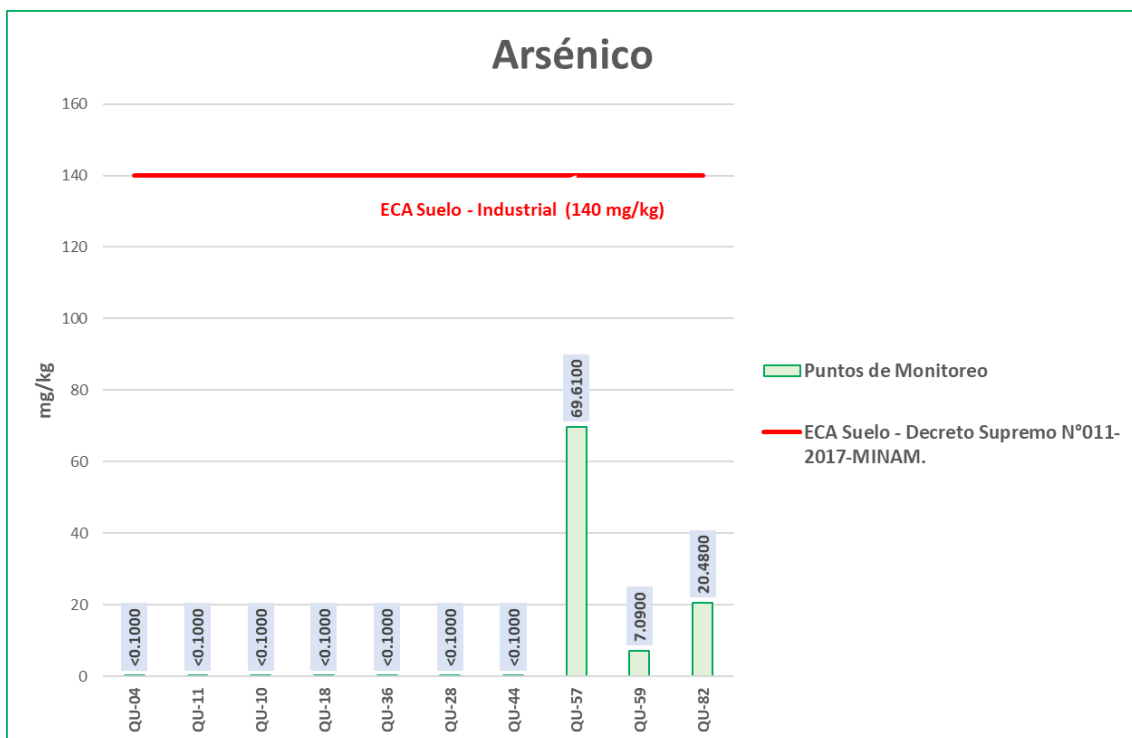
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.15 ARSÉNICO

Las concentraciones de Arsénico en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (<3,00 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Arsénico encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA As = 140 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.42. Concentraciones de Arsénico – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.43. Concentraciones de Arsénico – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

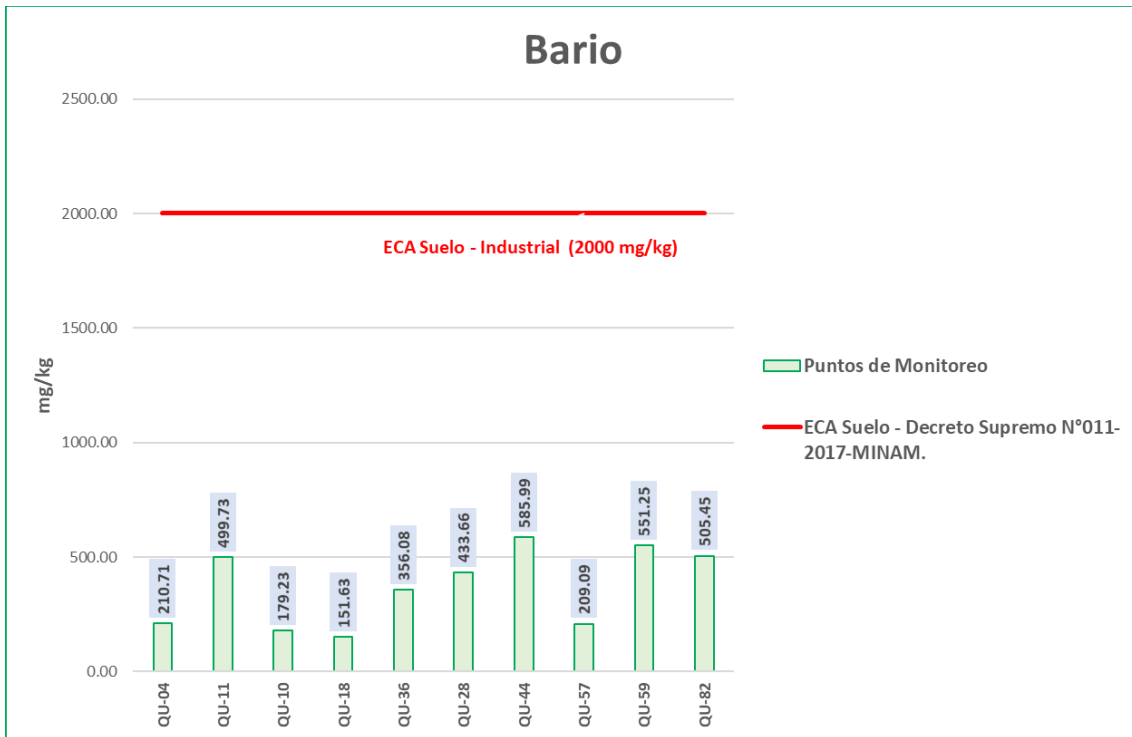
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.16 BARIO

Las concentraciones de Bario en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Ba = 2 000 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

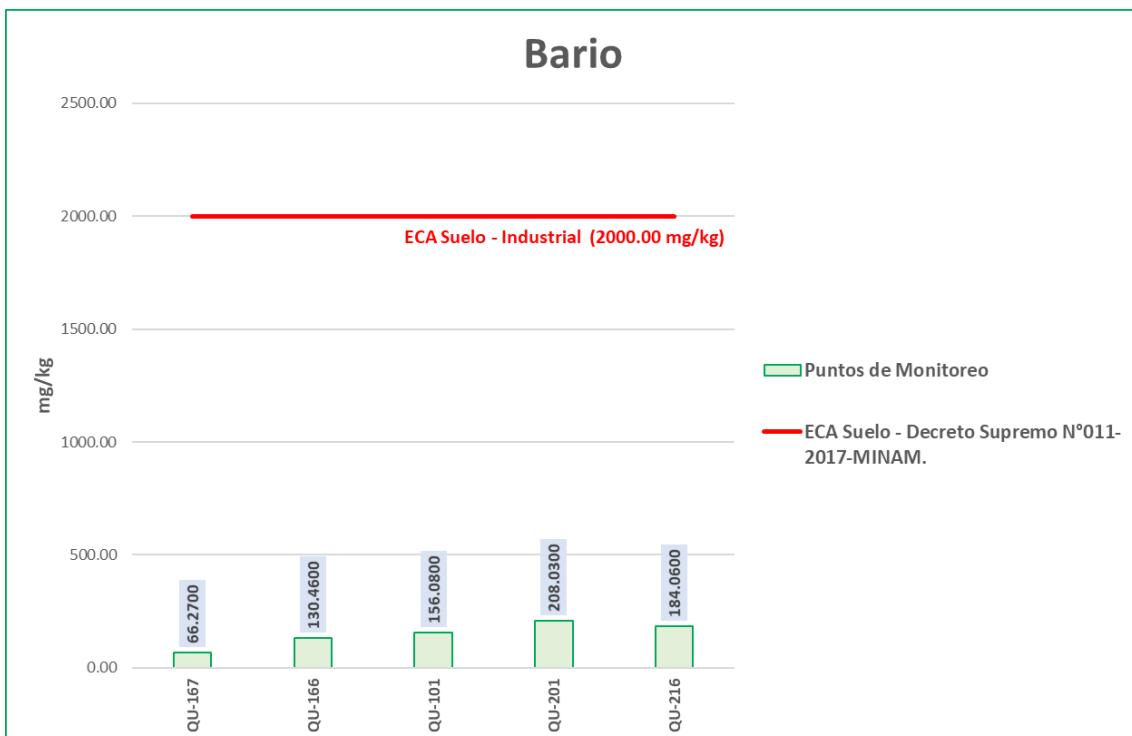
En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Bario encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Ba = 2 000 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.44. Concentraciones de Bario – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.45. Concentraciones de Bario – Parte II

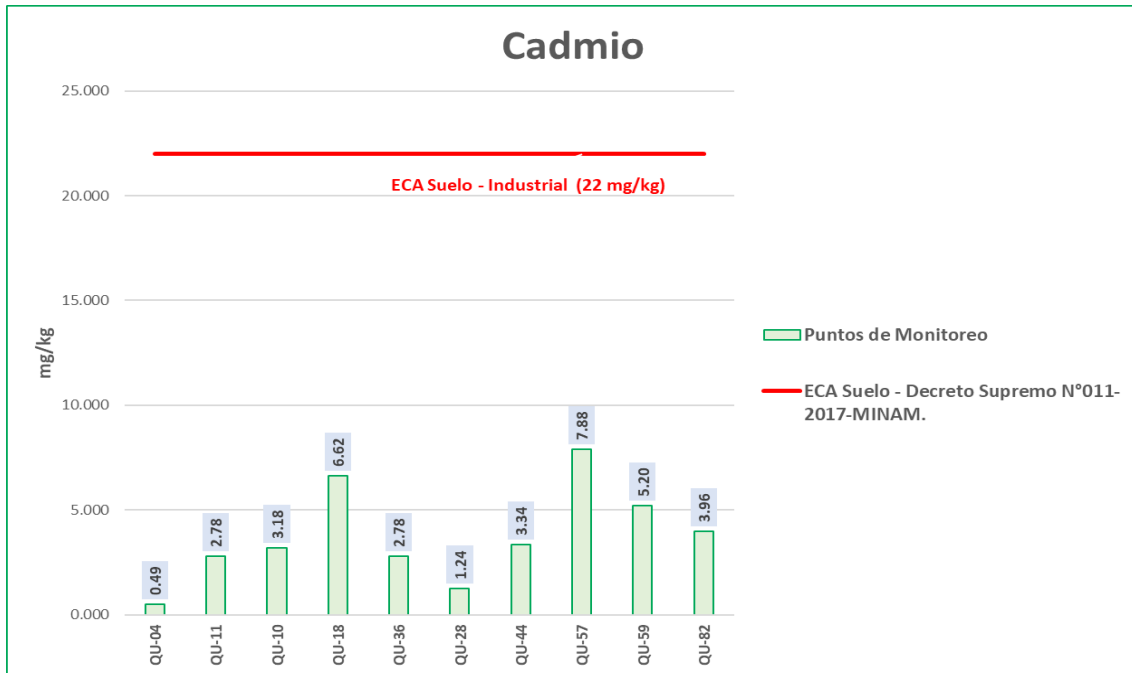


Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.17 CADMIO

Las concentraciones de Cadmio en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cd = 22 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

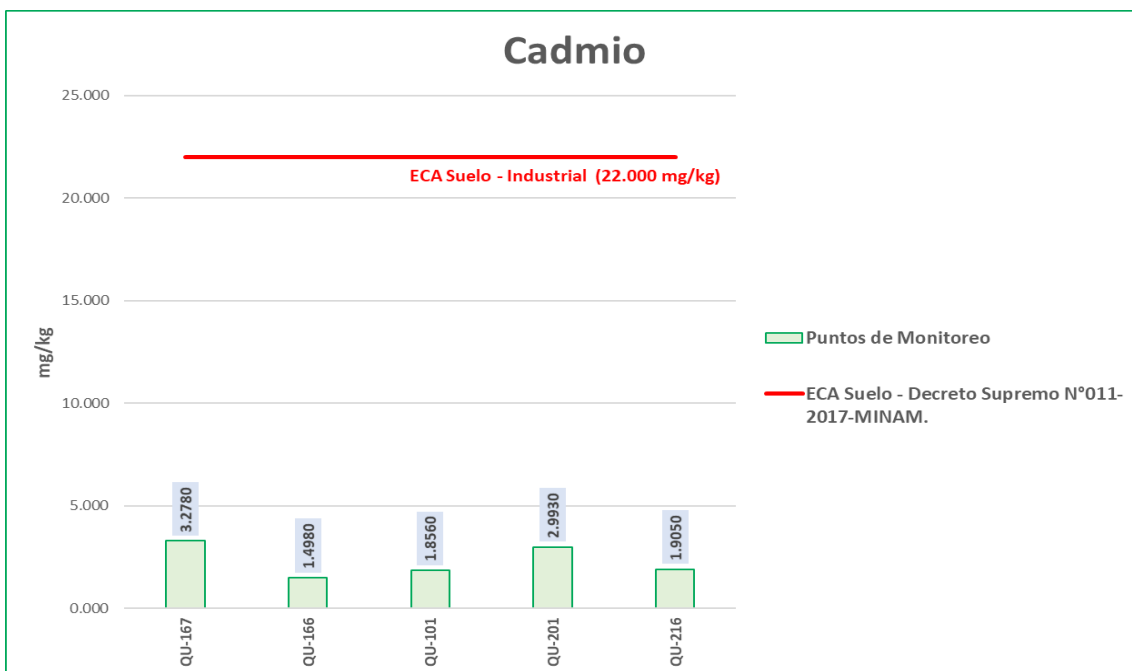
Figura 6.46. Concentraciones de Cadmio – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.47. Concentraciones de Cadmio – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

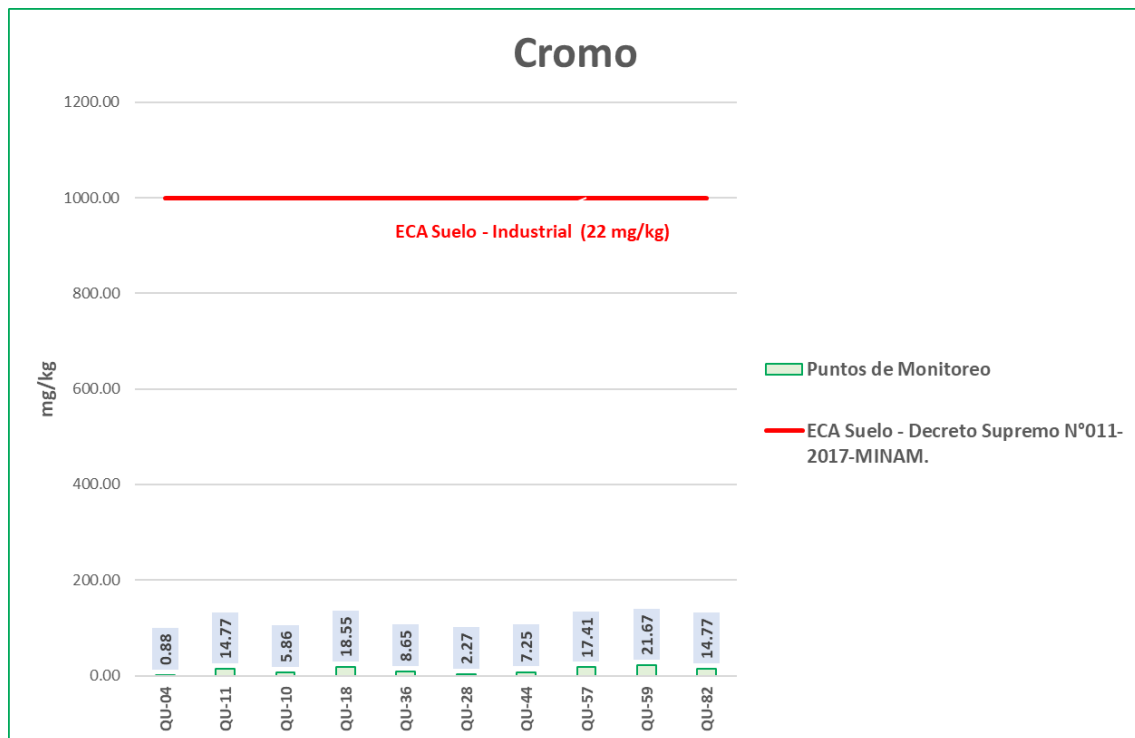
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.18 CROMO

Las concentraciones de Cromo en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cr = 1 000 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Cromo encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Cr = 1 000 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

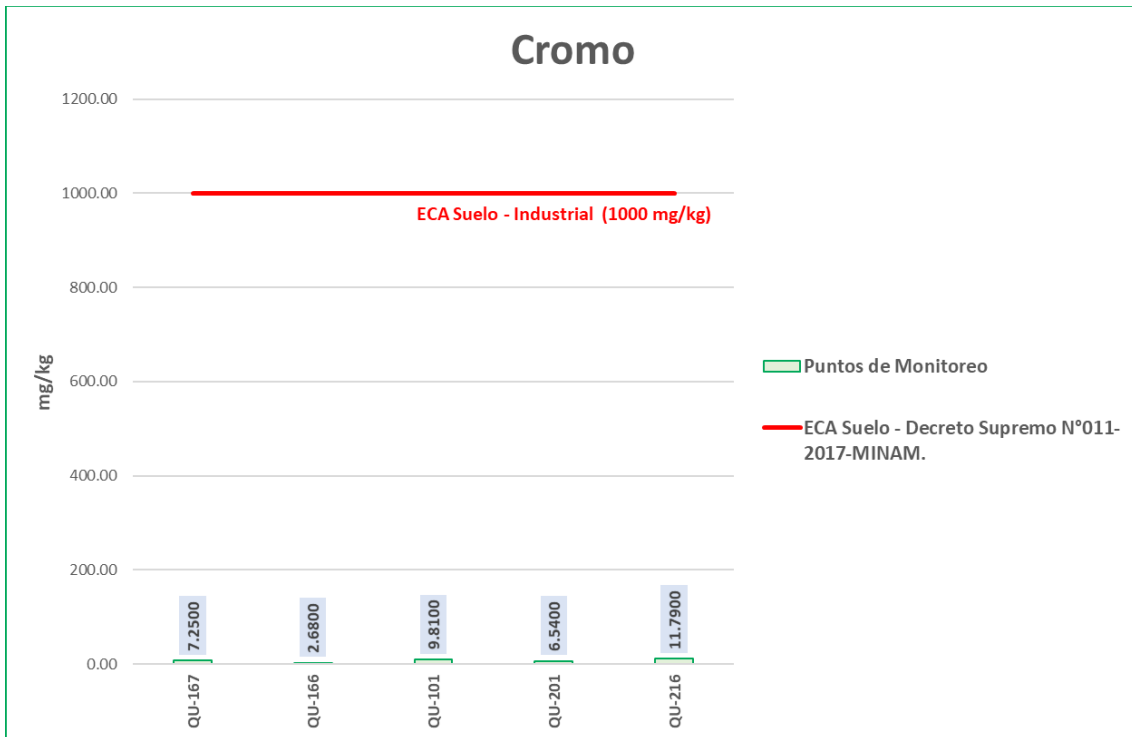
Figura 6.48. Concentraciones de Cromo – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.49. Concentraciones de Cromo – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

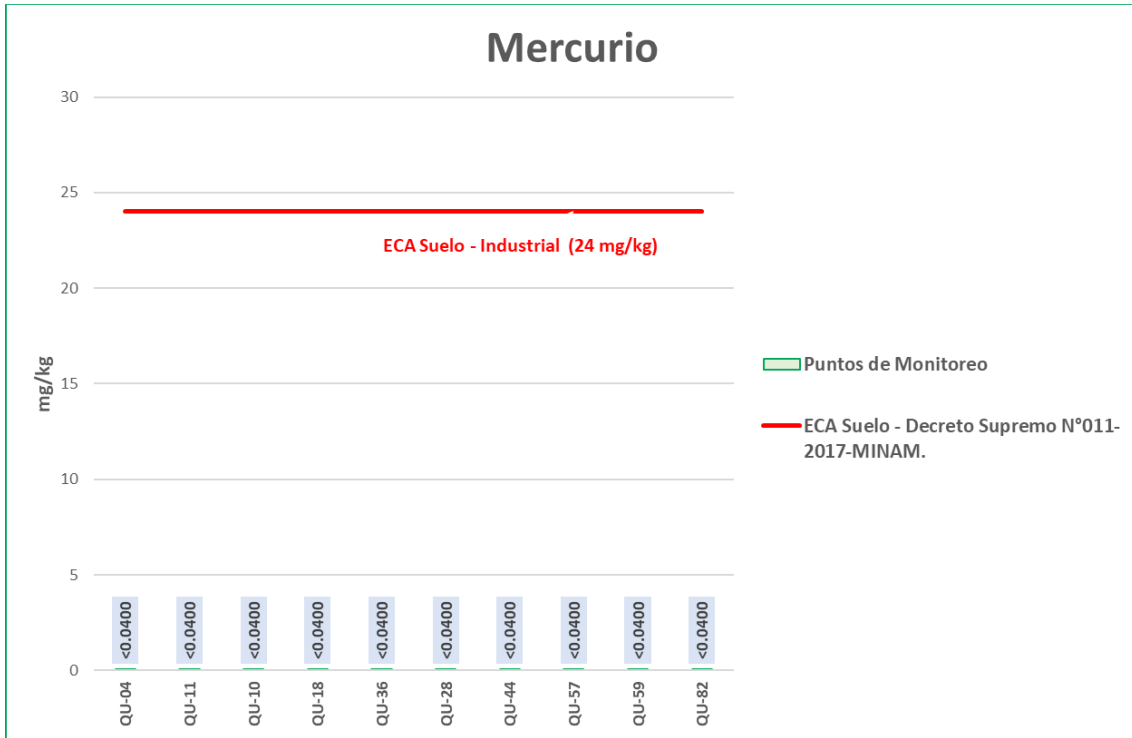
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.19 MERCURIO

Las concentraciones de Mercurio en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método de análisis (24 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho elemento en el componente suelo.

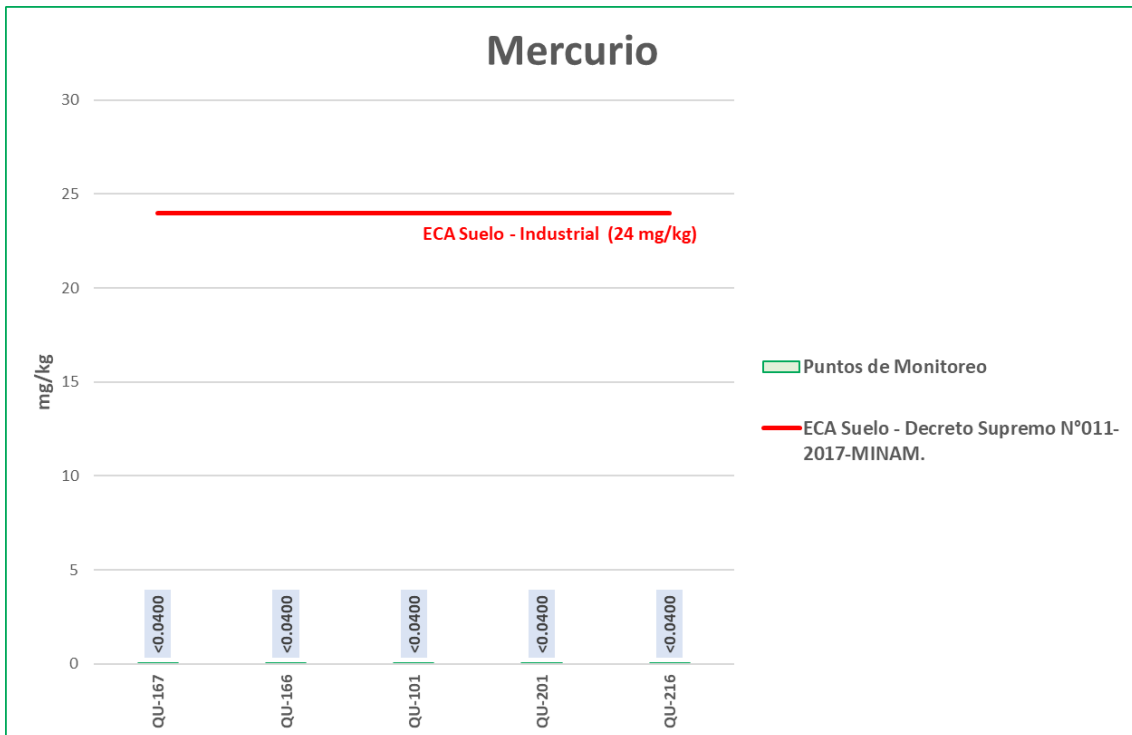
En las siguientes figuras se grafica los valores de concentraciones de Mercurio encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Hg = 24 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

Figura 6.50. Concentraciones de Mercurio – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
 Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.51. Concentraciones de Cromo – Parte II



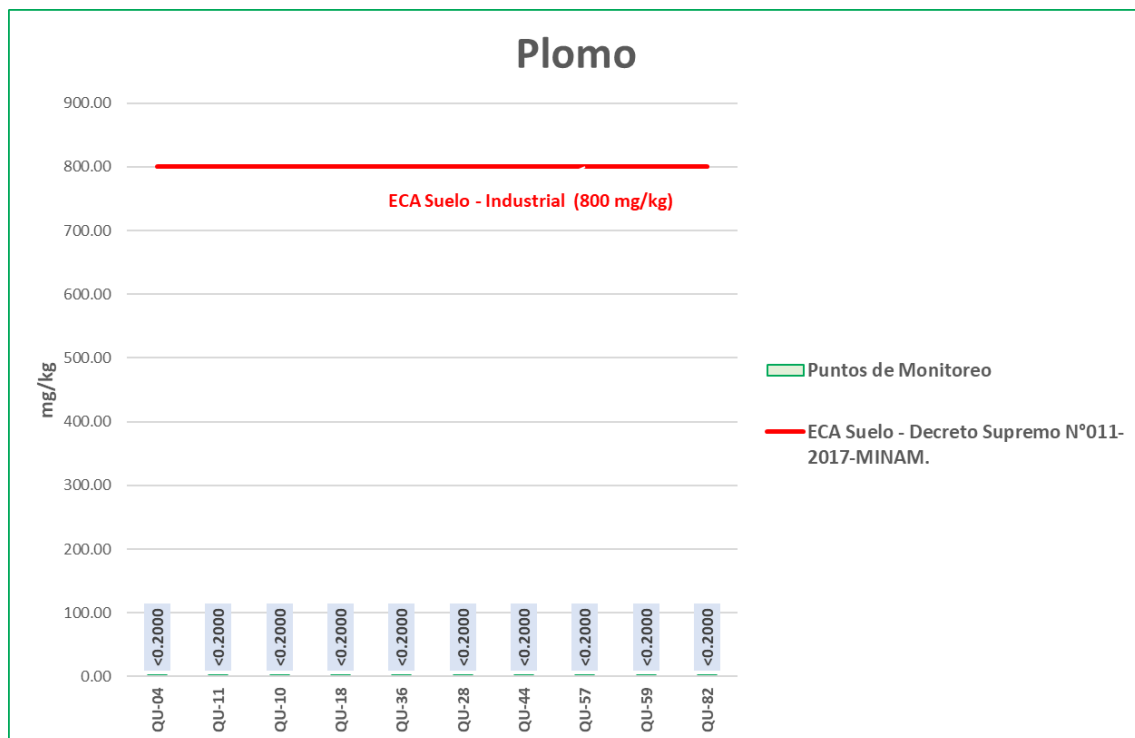
Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.
 Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.4.3.20 PLOMO

Las concentraciones de Plomo en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Pb = 800 mg/kg MS) aprobados mediante Decreto Supremo N°011-2017-MINAM.

En las figuras siguientes se grafica los valores de concentraciones de Plomo encontrándose por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivo (ECA Pb = 800 mg/kg MS), por lo que, puede indicarnos que, en los puntos de monitoreo se evidencia una nula o escasa concentración del mineral en el componente suelo.

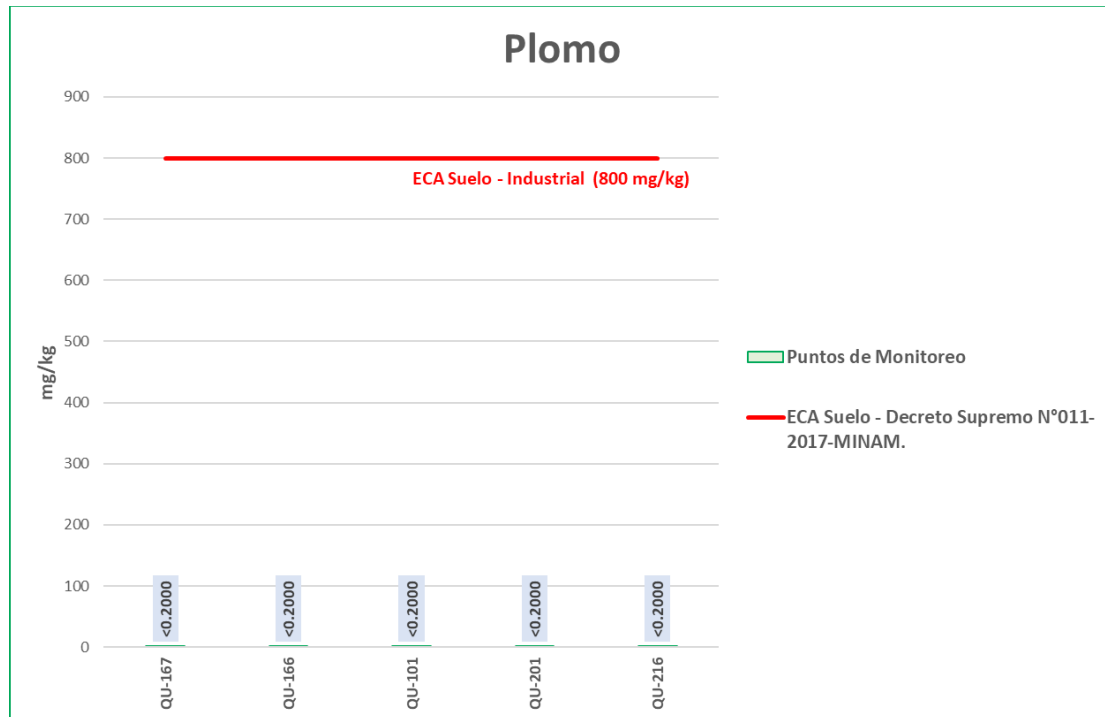
Figura 6.52. Concentraciones de Plomo – Parte I



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.53. Concentraciones de Plomo – Parte II



Fuente: Informes de Ensayo IE-21-13015, IE-21-13019, IE-21-13352.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

La evaluación de la calidad de agua considera tanto los ríos y/o quebradas que se encuentran en las zonas de trabajo del Proyecto Minero Quellaveco, tales como la zona de abastecimiento de agua del proyecto (zona de alta montaña) y la zona de operaciones mineras. Adicionalmente a estos puntos, se considera mantener los puntos establecidos por el Subcomité en el año 2019, que abarca puntos de monitoreo en los ríos Coscore, Huancanane, Tumilaca, Moquegua y Osmore en el ámbito de influencia de la ciudad de Moquegua.

El Monitoreo de la Calidad de Agua correspondiente al MAP Campaña N°9 – Temporada Seca se ha llevado a cabo bajo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobados mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA. Adicionalmente, es importante mencionar que, se han tomado duplicados específicamente en los siguientes puntos como: P-11 (ingreso del Túnel del río Asana) y P-12 (salida del Túnel del río Asana), también se tomaron blancos viajeros, los cuales son tomados aleatoriamente, cumpliendo el procedimiento de cada laboratorio acreditado. Cabe indicar que, los duplicados tomados, son los puntos más importantes y de interés de la población.

6.5.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

El monitoreo fue llevado a cabo entre los días 30 de septiembre hasta el 15 de octubre del presente año, realizándose un total de 35 puntos de monitoreo en cuerpos continentales (ríos

y/o quebradas) y en cuatro (04) puntos de monitoreo en cuerpos marino-costeros, haciendo un total de 39 puntos de monitoreo en cuerpos hídricos evaluados.

Cuadro 6.27. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Calidad de Agua

CALIDAD DE AGUA						
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Referencia	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
					Este	Norte
Zona de Abastecimiento de Agua – Proyecto Minero Quellaveco						
1	PGB-1	Río Vizcachas	Salida del Canal Pasto Grande	Agua superficial	368765	8150825
2	QLVIZ-8	Río Vizcachas	Aguas arriba de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	359080	8157053
3	VIZ-1	Río Vizcachas	Aguas abajo de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	350546	8161346
4	VIZ-2	Río Vizcachas	Aguas abajo de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	349836	8161271
5	TIT-1	Río Titire	Aguas abajo del Puente “Bello”	Agua superficial	352239	8169941
6	CHL-8	Río Chilota	Aguas abajo del río Chilota	Agua superficial	349337	8157950
7	CHL-4	Río Chilota	Aguas arriba del río Chilota	Agua superficial	348994	8152100
8	QLCHR-01	Río Chincune	Aguas arriba del río Chincune	Agua superficial	357870	8159562
9	HUA-20	Río Calazaya	Aguas arriba del río Calazaya	Agua superficial	355553	8158648
10	HAS-2	Quebrada s/n en Pampa	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	355003	8150122
11	HAS-3	Quebrada Vilaje	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	359031	8150074
Zona de Operaciones Mineras – Proyecto Minero Quellaveco						
12	AS-1	Río Asana	Aguas arriba de la zona de operaciones (río Asana)	Agua superficial	331045	8107820
13	ALT-4	Quebrada Altarani	Antes de la confluencia del río Asana	Agua superficial	330645	8107397
14	P-1	Quebrada Millune	Aguas arriba de la Quebrada Millune	Agua superficial	329578	8108793
15	P-10	Quebrada Sarallenque	Aguas arriba de la Quebrada Sarallenque	Agua superficial	328851	8109515
16	P-11	Río Asana	Al ingreso del túnel de desvío del río Asana	Agua superficial	329803	8107688

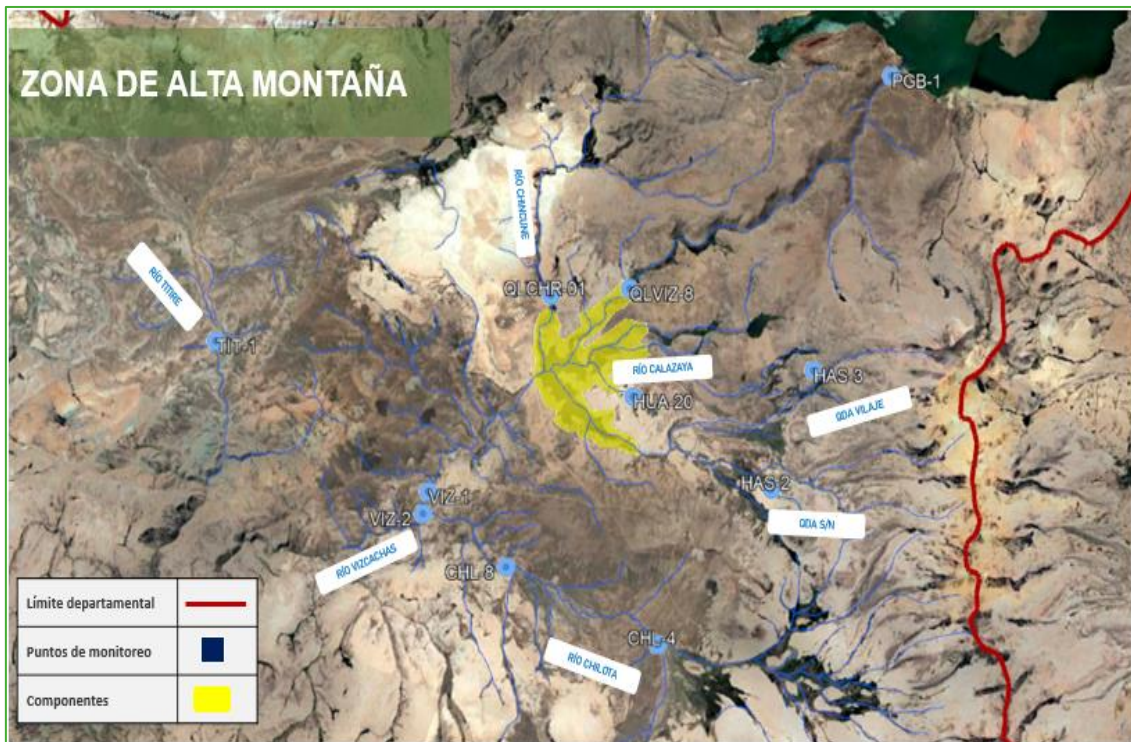
CALIDAD DE AGUA						
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Referencia	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
					Este	Norte
17	P-12	Río Asana	A la salida del túnel de desvío del río Asana	Agua superficial	323118	8108112
18	Q-CH	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	325307	8111144
19	AS-3	Río Asana	Aguas abajo del río Asana	Agua superficial	319613	8107940
20	CH-3	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	321998	8109036
21	COS-1	Río Coscore	Después de la confluencia del río Asana con río Charaque	Agua superficial	319066	8107928
22	COS-2	Río Coscore	Aguas abajo del río Coscore	Agua superficial	311069	8106045
23	COS-3	Río Coscore	Cerca de Alto Coscore	Agua superficial	316564	8107452
24	COS-4	Río Coscore	Cerca de Bajo Coscore	Agua superficial	312899	8106650
25	TUM-3	Río Tumilaca	Aguas arriba del río Tumilaca	Agua superficial	308705	8106585
26	TUM-4	Río Tumilaca	A la altura del Puente del río Tumilaca	Agua superficial	304585	8105304
27	COC-1	Quebrada Cocotea	Quebrada Cocotea	Agua superficial	304336	8106211
28	CAP-1	Río Capillune	Agua arriba del río Capillune	Agua superficial	326840	8102473
29	CAP-2	Río Huancanane	Aguas arriba del río Huancanane	Agua superficial	313872	8104466
30	CAP-3	Río Huancanane	Aguas abajo del río Huancanane	Agua superficial	310255	8105918
31	MQ-3	Río Moquegua	Aguas arriba del río Moquegua	Agua superficial	291101	8098064
32	13172RTumi	Río Tumilaca	Aguas abajo del río Tumilaca	Agua superficial	300020	8100959
33	13172RMoque1	Río Moquegua	A la altura del puente "Montalvo"	Agua superficial	290125	8095445
34	13172RMoque2	Río Moquegua	Carretera el Pacae	Agua superficial	286441	8079848
35	13172Rosmo1	Río Osmore	A la altura de la bocatoma de la EPS	Agua superficial	266686	8057260
36	P-1	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	264650	8033129
37	P-5	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	265136	8031832
38	P-9	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	266771	8030889
39	P-13	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	268262	8030363

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

A continuación, se presentan las siguientes imágenes de ubicación de los puntos de monitoreo, con respecto a la distribución hídrica y a la ubicación de los componentes del proyecto.

Figura 6.54. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua - Zona de Alta Montaña



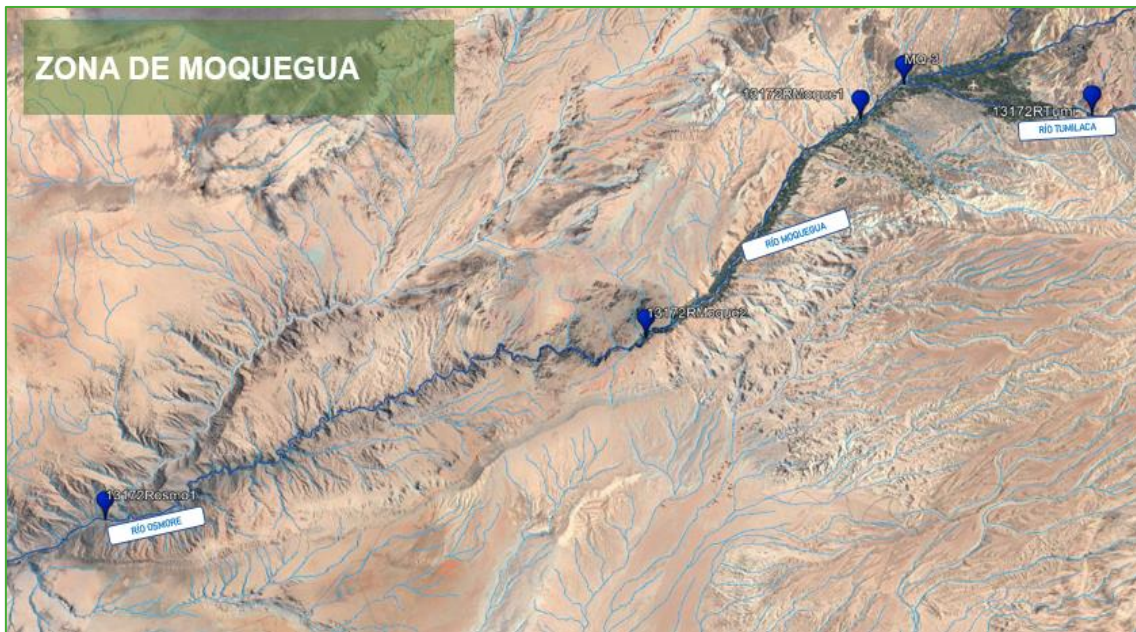
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.55. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua - Zona de Operaciones



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.56. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua - Zona de Moquegua



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.57. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua - Zona de Ilo



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Asimismo, en el **Mapa CAM-04** se detalla la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de calidad de agua superficial.

6.5.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE AGUA SUPERFICIAL

Para la caracterización hidroquímica de las aguas superficiales del Proyecto Minero Quellaveco, se ha considerado los 35 puntos de monitoreo establecidos como parte del monitoreo ambiental participativo; realizando la campaña de muestreo para la época seca en octubre y noviembre del año 2021. Del total de puntos monitoreados, 11 se ubican en la zona de abastecimiento de agua (presa Vizcachas) y 24 puntos en zona de operaciones mineras. Cabe indicar que, para la presente campaña de muestreo, de los 24 puntos ubicados en la zona de operaciones de la Unidad Minera, la estación COC-1 (quebrada Cocotea) fue reportado como seca.

6.5.2.1 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)

Como parte de la evaluación de calidad de los datos reportados por el laboratorio, y con la finalidad de asegurar la calidad de la información a emplear en el presente estudio, se realizaron los siguientes controles de calidad a los resultados emitidos por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L (ALAB) encargados de los ensayos hidroquímicos de la temporada seca del año 2021:

- Evaluación de la Diferencia Porcentual Relativa (DPR), evaluación de consistencia de duplicados.
- Evaluación del Error del Balance Iónico (EBI), considerando el principio de electroneutralidad.
- Relación entre Cationes Totales y Disueltos, consistencia entre resultados de elementos disueltos y totales.
- Relación entre Conductividad y Sólidos Totales Disueltos; consistencia entre parámetros fisicoquímicos registrados en campo y en laboratorio

6.5.2.1.1 EVALUACIÓN DE LA DIFERENCIA PORCENTUAL RELATIVA (DPR)

Para la campaña de muestreo en la temporada seca de los 34 puntos de muestreo realizados entre los meses de octubre y noviembre de 2021; se obtuvieron dos (2) juegos de muestras para la evaluación de consistencia de duplicados.

Las muestras duplicadas recolectadas del mismo cuerpo de agua fueron analizadas por el laboratorio que analizó la muestra primaria asociada, los resultados reportados se comparan para evaluar la precisión del análisis realizado por el laboratorio ALAB.

La Diferencia Porcentual Relativa (DPR) es una prueba estadística la cual es utilizada en el control de calidad de datos. Mediante su cálculo se determina la diferencia (en porcentaje), entre los datos de una muestra original y su duplicado.

Si la DPR entre las concentraciones del analito de las muestras relacionadas (primaria y duplicada) es mayor a 20%, la muestra primaria asociada es calificada con "J", es decir, el valor relacionado es probablemente aproximado y no exacto; sin embargo, los datos pueden ser usados para realizar interpretaciones o tomar decisiones. No obstante, si las concentraciones reportadas son menores a diez veces el límite de detección del laboratorio, el método analítico no es considerado lo suficientemente preciso para brindar resultados con un DPR de 20% ó menos y por lo tanto no se califica con "J".

Cuando los valores reportados se encuentran entre o por debajo a 10 veces el límite de detección, el valor DPR mayor al 20% podría ser aceptable debido a la incertidumbre de los valores reportados en o cerca de los límites de detección establecidos por el laboratorio.

Del total de parámetros analizados de las muestras duplicadas, se encontraron ocho (08) pares de resultados (primarios y duplicados) con DPR mayor al 20%; siendo todos calificados con "J" y serán reportados como referenciales debido a que se registraron concentraciones por encima de 10 veces el valor del límite de detección del método del laboratorio.

En el siguiente cuadro, Resumen de Resultados del Control de Calidad - DPR, se presenta un resumen de los parámetros que registraron valores de DPR mayores al 20% para las muestras duplicadas.

Cuadro 6.28. Resumen de Resultados de Control de Calidad – DPR

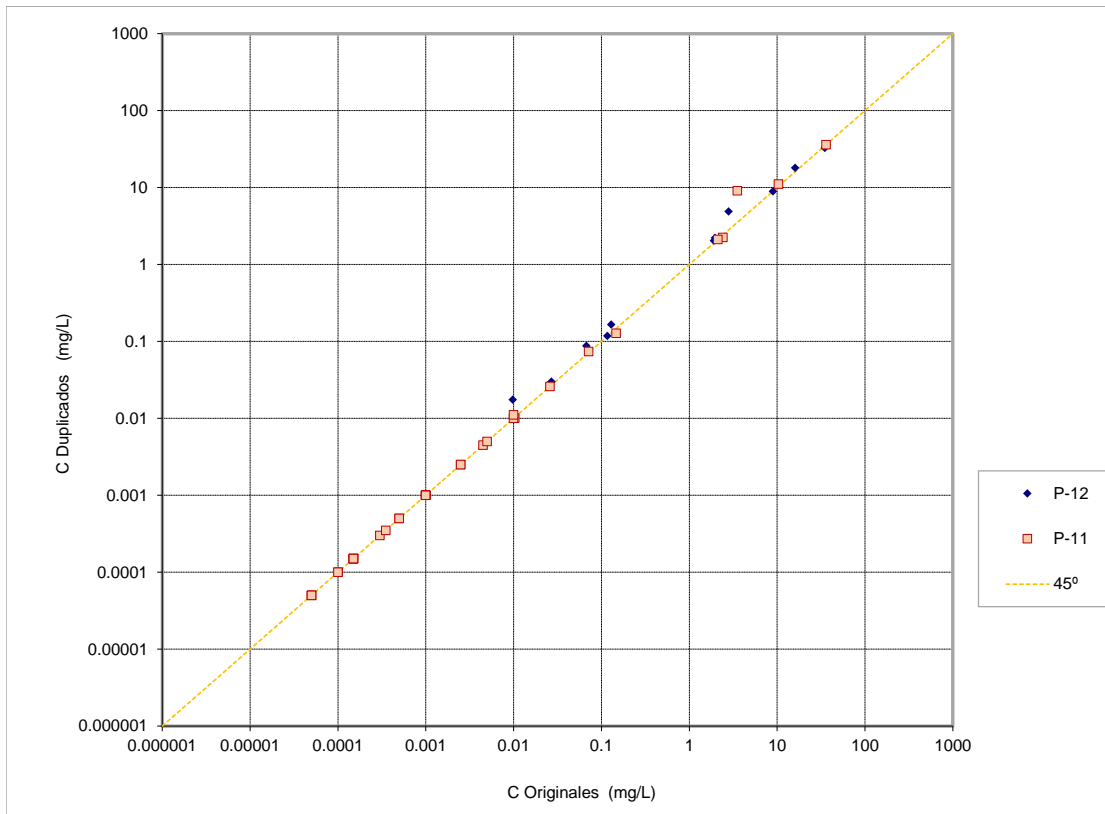
Parámetros	Unidad	P-11		DPR (%) ¹	Calificación "J"
		Original	Duplicado		
Sodio	mg/l	3.523	9.099	88%	Si ²
Manganeso	mg/l	0.0101	0.0154	42%	Si ²
Sodio	mg/l	6.404	11.856	60%	Si ²
Parámetros	Unidad	P12		DPR (%)	Calificación "J"
		Original	Duplicado		
Bario	mg/l	0.0098	0.0175	56%	Si ²
Hierro	mg/l	0.129	0.166	25%	Si ²
Magnesio	mg/l	2.81	4.88	54%	Si ²
Manganeso	mg/l	0.0676	0.0874	26%	Si ²
Estroncio	mg/l	0.16960	0.11842	36%	Si ²

Nota:
¹ Solo para muestras duplicadas.
² Calificación "J" aplicable ya que las concentraciones detectadas fueron mayores a 10 veces el límite de detección del método del laboratorio.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En la siguiente figura, Relación entre Muestras Duplicado y Original, representa la relación entre las concentraciones de la muestra original y la muestra duplicado.

Figura 6.58. Relación entre Muestras duplicados y original



Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.2.1.2 EVALUACIÓN DEL ERROR DE BALANCE IÓNICO (EBI)

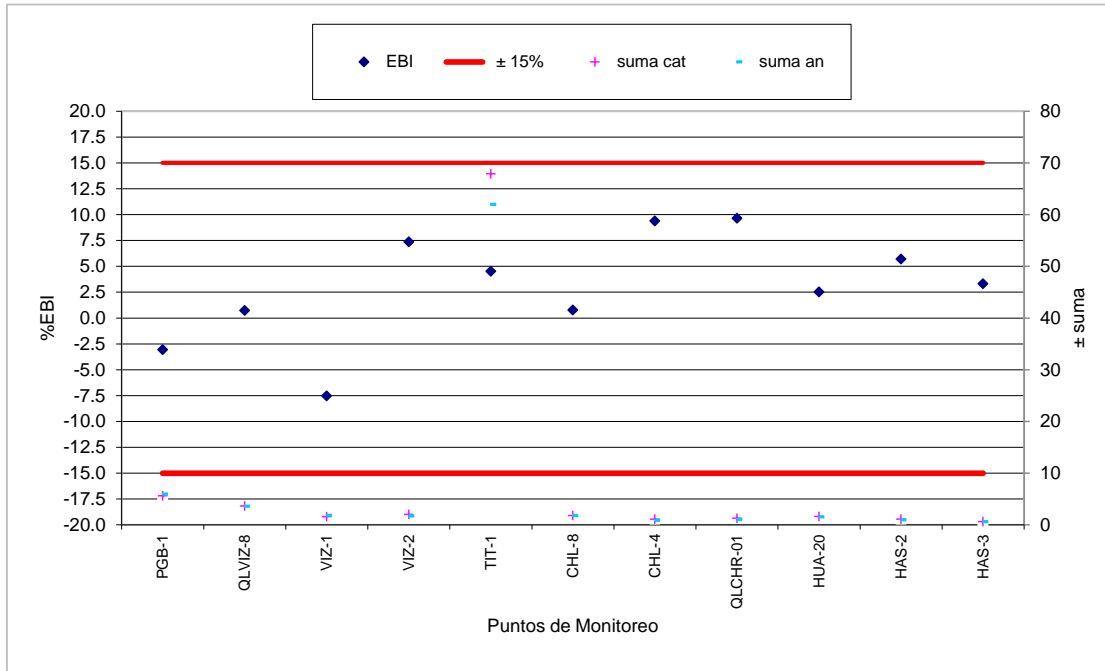
El balance iónico de cargas fue aplicado para verificar la equivalencia entre la suma de cationes y aniones, el porcentaje de error es indicador de la proximidad y cumplimiento del principio de electroneutralidad en los datos reportados por laboratorio. El balance iónico de cargas fue aplicado para verificar la equivalencia entre la suma de cationes y aniones, el porcentaje de error es indicador de la proximidad y cumplimiento del principio de electroneutralidad en los datos reportados por laboratorio.

$$EBI(\%) = \frac{\sum cationes - \sum aniones}{\sum cationes + \sum aniones} \times 100$$

En las siguientes figuras se muestran los porcentajes de error obtenidos para los resultados de análisis reportado por el laboratorio para la zona de Abastecimiento de Agua y la zona de Operaciones Minera, respectivamente. Para el cálculo del porcentaje del error de balance se han tenido en cuenta los cationes y aniones mayoritarios (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ expresados en miliequivalentes por litro [meq/L]), además de concentraciones de cationes metálicos como Al, Mn, Fe, Cu y Zn, ya que para algunas de las muestras presentaron valores significativos. Respecto a eso, el porcentaje de error admisible en aguas que evidencian interacción con materiales mineralizados puede encontrarse en un rango alrededor de $\pm 15\%$

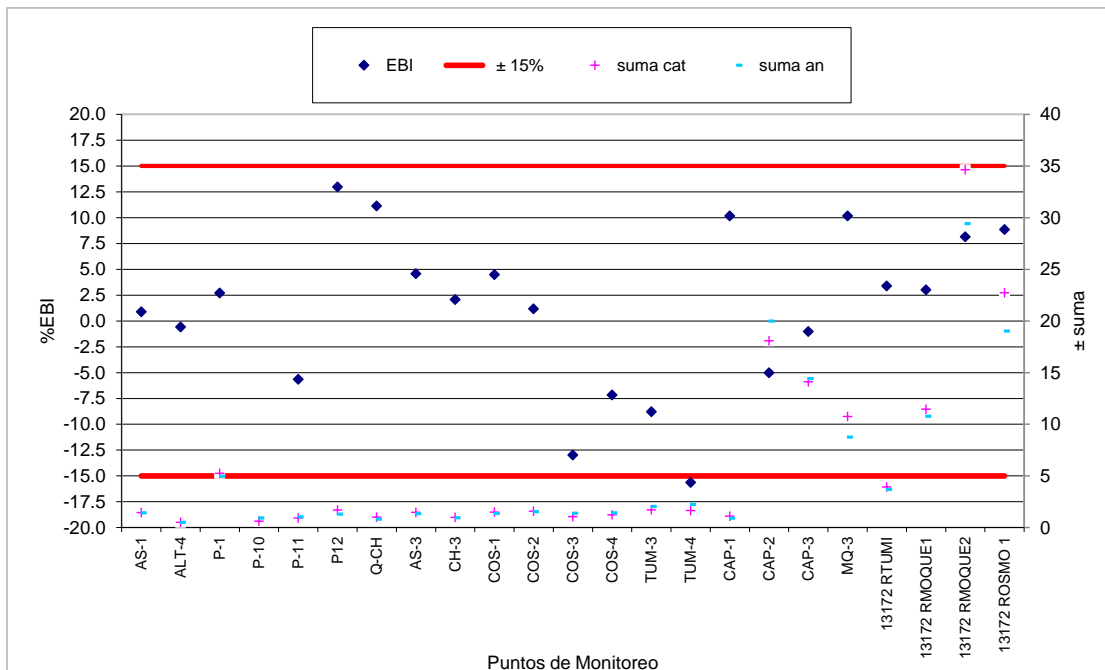
(Nordstrom et al., 2009). Sin embargo, este valor depende de en gran medida de la conductividad, de tal manera que para bajas conductividades el error tolerable es mayor debido a las bajas concentraciones en las aguas que pueden comportar mayores incertidumbres analíticas. En general el balance iónico registró errores menores a $\pm 15\%$ para la campaña de monitoreo realizados en época seca del año 2021; excepto para la estación P-10 el mismo que registró el mínimo valor de conductividad ($48.7 \mu\text{S/cm}$).

Figura 6.59. % Error del Balance Iónico - Zona de Abastecimiento de Agua



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.60. % Error del Balance Iónico - Zona de Operaciones



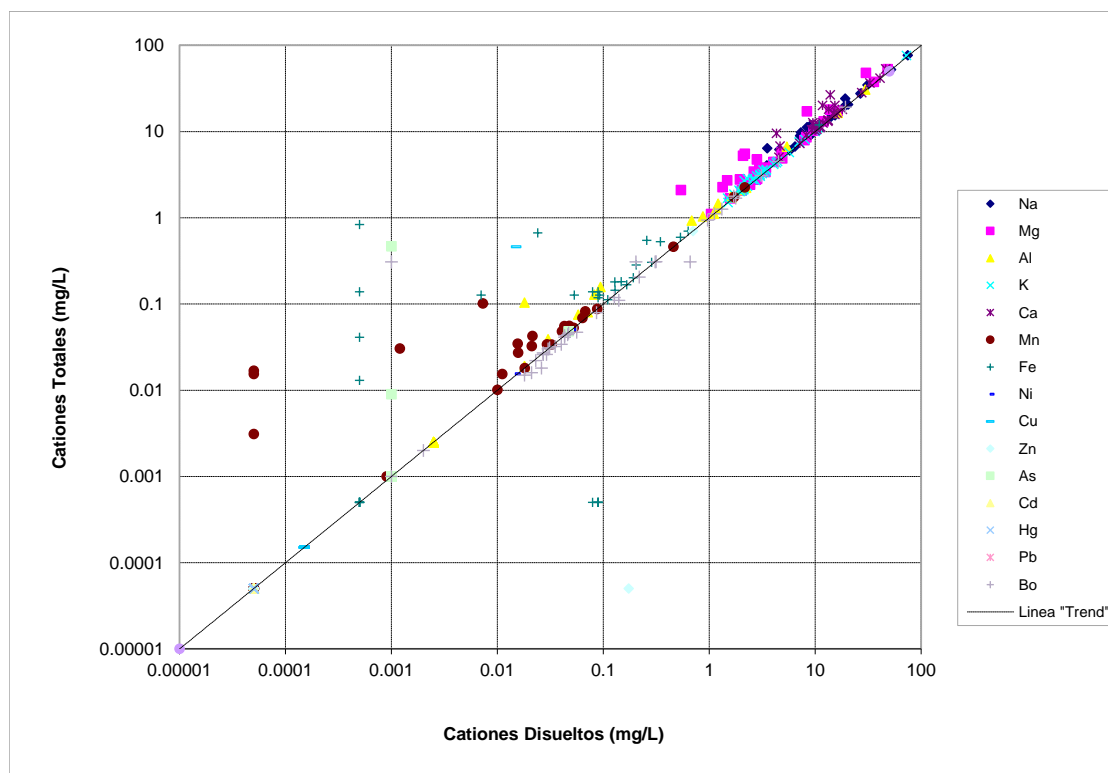
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.2.1.3 RELACIÓN ENTRE CATIONES TOTALES Y DISUELTOS

Las concentraciones de cationes totales, en general, exceden a las de cationes disueltos. Algunas anomalías, sin embargo, suelen observarse en el caso de aquellas especies que pueden formar complejos (aluminio, hierro y manganeso), o en aquellas especies con niveles de concentración por debajo de los 20xLD (Límite de Detección) no permiten obtener una resolución analítica suficientemente buena para distinguir la especie disuelta de la total. Un gráfico de cationes totales como función de los cationes disueltos ilustra este hecho. En este gráfico se observa la marcada tendencia de los puntos por encima de la línea de equivalencia entre cationes totales y disueltos, evidenciando la relación general entre ellos.

Se debe indicar que, las posibles distorsiones que puedan presentarse en esta relación son indicadores de posibles errores en los análisis de laboratorio, por lo que, el análisis de dicha relación constituye una efectiva manera de controlar la calidad de los resultados, ver la siguiente figura, Relación entre Cationes Totales y Disueltos.

Figura 6.61. Relación entre cationes totales y disueltos

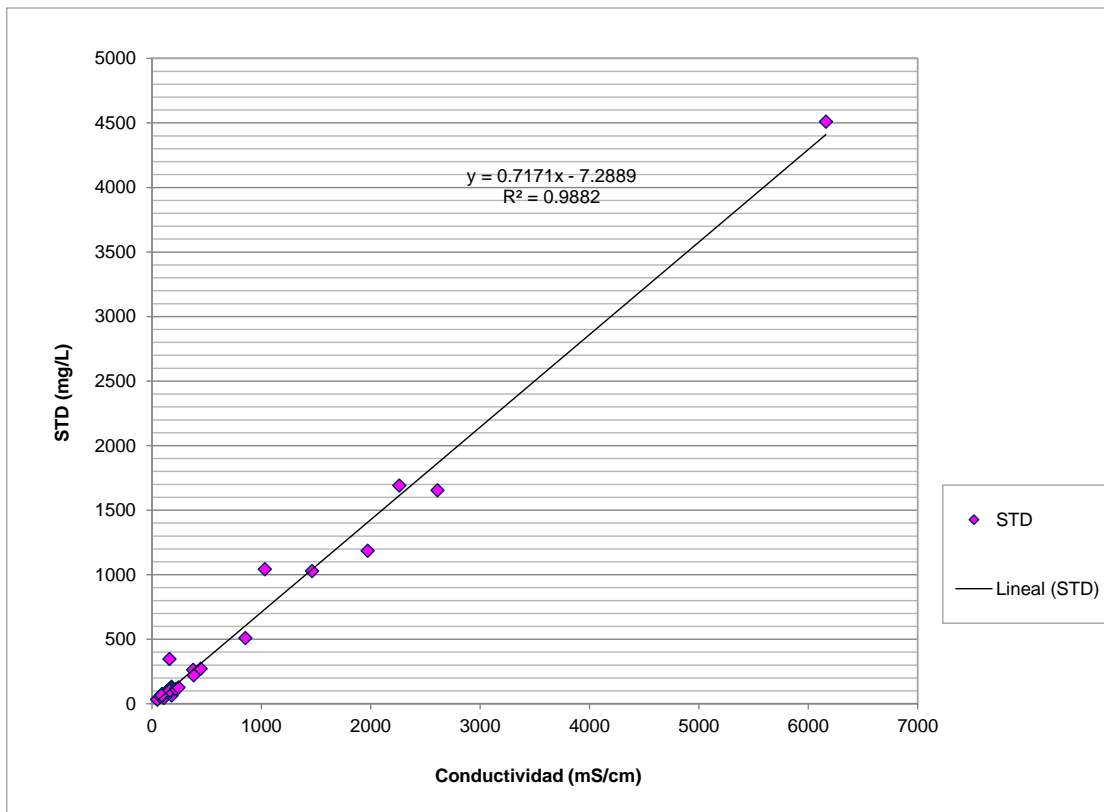


Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.2.1.4 RELACIÓN ENTRE CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Otro medio de control de calidad es relacionar la conductividad eléctrica con los sólidos totales disueltos (STD). En aguas naturales, si bien, la relación entre ambos parámetros es variable es de esperar que en ningún caso la relación STD/Conductividad, se encuentre fuera del rango 0.54 - 0.96. Para las muestras colectadas en los meses de octubre y noviembre la correlación entre ambos parámetros muestra una pendiente dentro de dicho rango (0.717), con un coeficiente de determinación (R²) de 98.82%.

Figura 6.62. Relación entre conductividad y sólidos totales disueltos



Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.2.2 DESCRIPCIÓN HIDROQUÍMICA

Para la descripción de la hidroquímica de las aguas superficiales se ha considerado los resultados de las 11 muestras en los puntos de monitoreo para la zona de Abastecimiento de Agua y las 23 muestras para la zona de Operaciones Minera, las mismas que fueron realizados durante la época seca del 2021. A continuación, se presenta el análisis hidroquímico considerando el tipo de agua y representado por los diagramas Stiff, Piper y Schoeller.

6.5.2.2.1 ANÁLISIS HIDROQUÍMICO DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Las 11 estaciones de muestreo corresponden a muestras de agua superficial del río Vizcachas, Titire, Chilota, Chincune, Calazaya y la quebrada s/n en Pampa y quebrada Vilaje como parte del del monitoreo ambiental participativo realizado en los meses de octubre y noviembre de 2021.

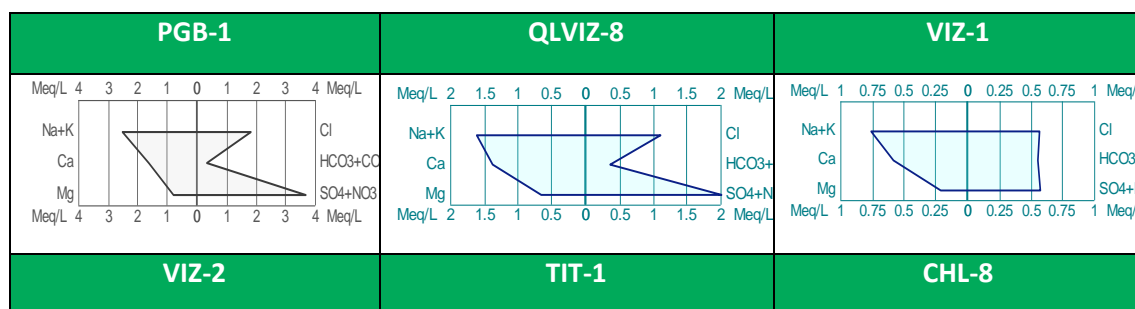
De los principales iones mayoritarios y según el tipo de familia química, los puntos de monitoreo para la zona de abastecimiento corresponden a cinco (05) tipo de familia con predominio de aguas bicarbonatadas-sulfatadas como aniones principales y sódica-calcica como cationes principales, tal como se indica en el siguiente cuadro líneas abajo.

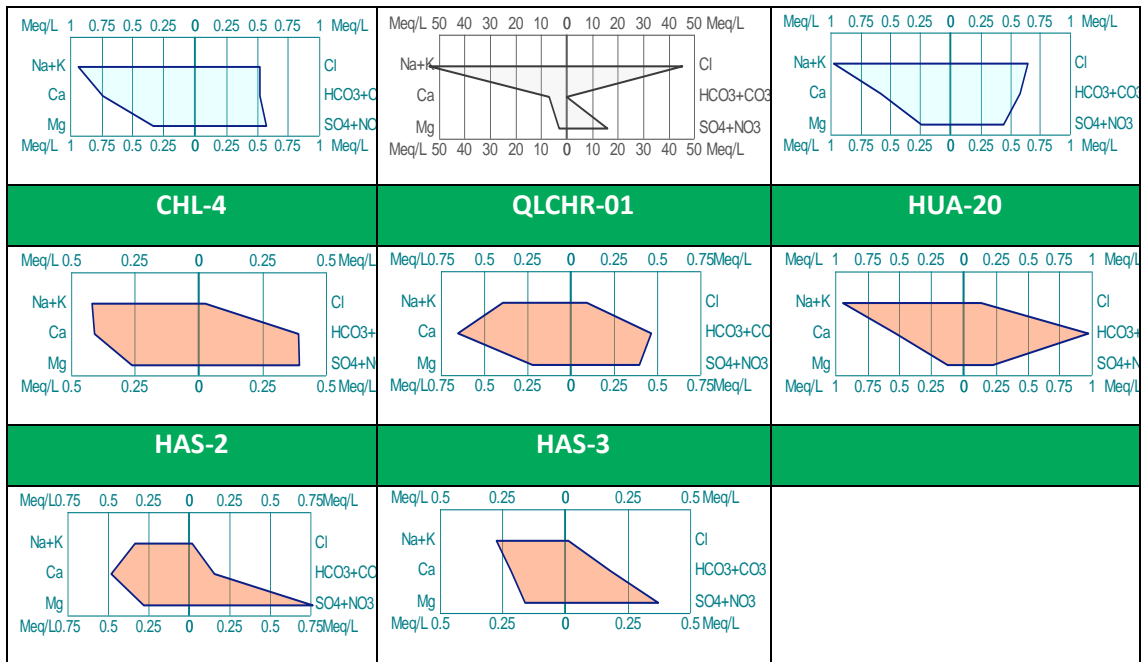
Cuadro 6.29. Familia Química de la Zona de Abastecimiento de Agua

Punto de Monitoreo	Descripción	Tipo de Agua	
		Cationes - Aniones	Nombre
PGB-1	Río Vizcachas	Na-Mg-Ca-SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
QLVIZ-8	Río Vizcachas	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
VIZ-1	Río Vizcachas	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
VIZ-2	Río Vizcachas	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
TIT-1	Río Titire	Na-Ca- SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Cálcica-Sodica
CHL-8	Río Chilota	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
CHL-4	Río Chilota	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
QLCHR-01	Río Chincune	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
HUA-20	Río Calazaya	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sodica
HAS-2	Quebrada s/n en Pampa	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica
HAS-3	Quebrada Vilaje	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sodica

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.63. Diagrama de STIFF – Zona de Abastecimiento de Agua





Nota:

Diagrama Stiff color plomo, indica aguas de predominancia aniónica tipo Clorurada-Sulfatada.

Diagrama Stiff color celeste, indica aguas de predominancia aniónica tipo Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada.

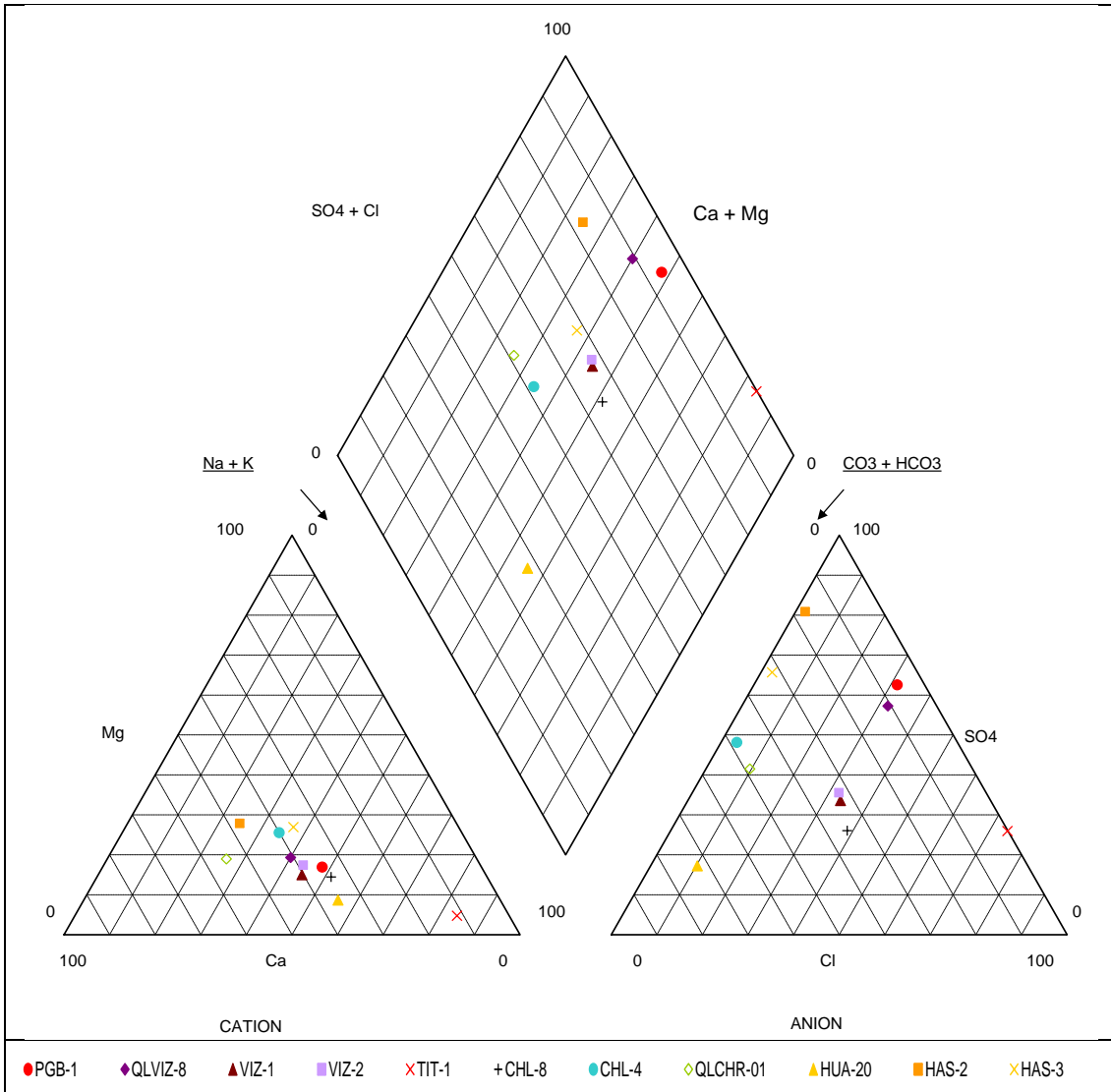
Diagrama Stiff color anaranjado, indica aguas de predominancia aniónica tipo Sulfatada-Bicarbonatada.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

La composición química adquirida del agua superficial estaría relacionada a la calidad de los suelos conformados por rocas volcánicas. Las interacciones agua-roca más probable en las características hidroquímicas son de meteorización de roca, silicato y disolución de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o anhidrita (CaSO_4).

Tal como se muestra en la siguiente figura *Diagrama PIPER - Zona de Abastecimiento de Agua*, las muestras de agua indican en general aguas de alta mineralización influenciadas por evaporitas (CaSO_4 y NaCl) en calizas que son diluidos en su mayoría por agua de lluvia. Los porcentajes (%) expresados en meq/L de los iones en el diagrama Piper para la mayoría de los puntos de monitoreo muestran una composición entre 81.38% y 22.64% rNa; 51.28% y 11.11% rCa; 25.7% y 4.61% rMg; 84.28% y 30.6% rNa+rK; 72.47 y 0.16% rHCO_3^- ; 79.86% y 17.24% rSO_4 ; 73.90% y 2.08 rCl⁻; 73.92% y 2.49% $\text{r Cl}^- + \text{NO}_3^-$.

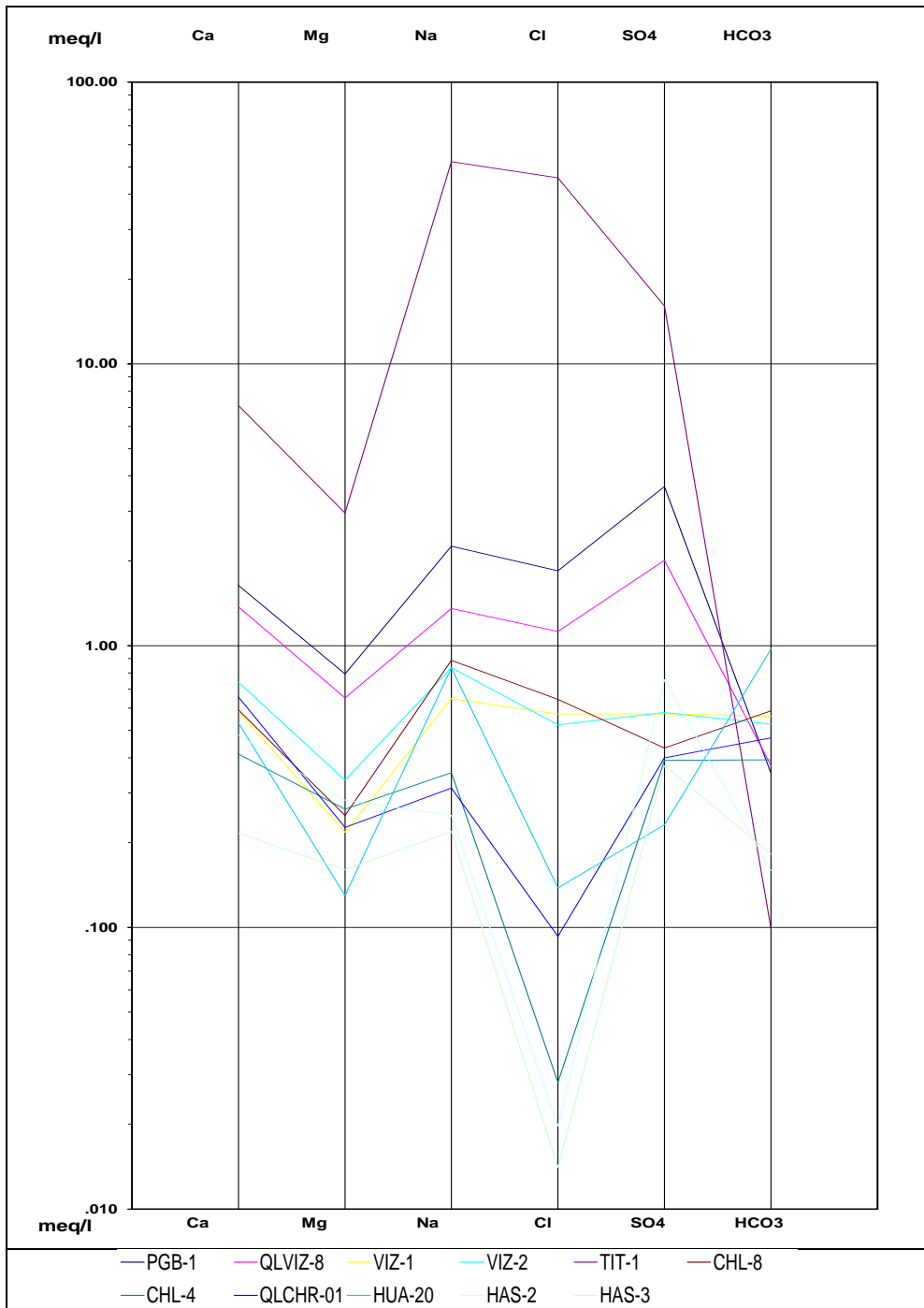
Figura 6.64. Diagrama de STIFF – Zona de Abastecimiento de Agua



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Asimismo, en la figura *Diagrama Schoeller-Berkaloff – Zona de Abastecimiento de Agua* muestra a través de las escalas logarítmicas fácilmente las concentraciones de los iones Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻ y HCO₃⁻ con características similares.

Figura 6.65. Agua Diagrama Schoeller -Berkaloff – Zona de Abastecimiento de Agua



Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.2.2.2 ANÁLISIS HIDROQUÍMICO DE LA ZONA DE OPERACIONES

Los puntos de monitoreo corresponden a muestras de agua superficial del río Asana, Capillune, Charaque, Coscore, Huancanane, Moquegua, Osmore, Tumilaca y la quebrada Altarani, Millune y quebrada Sarallenque como parte del del monitoreo ambiental participativo realizado en los meses de octubre y noviembre de 2021.

De los principales iones mayoritarios y según el tipo de familia química, los puntos de monitoreo para la zona de abastecimiento corresponden a siete (07) tipo de familia con predominio de aguas bicarbonatadas-sulfatadas como aniones principales y sódica-cálcica como cationes principales, tal como se indica en el siguiente cuadro.

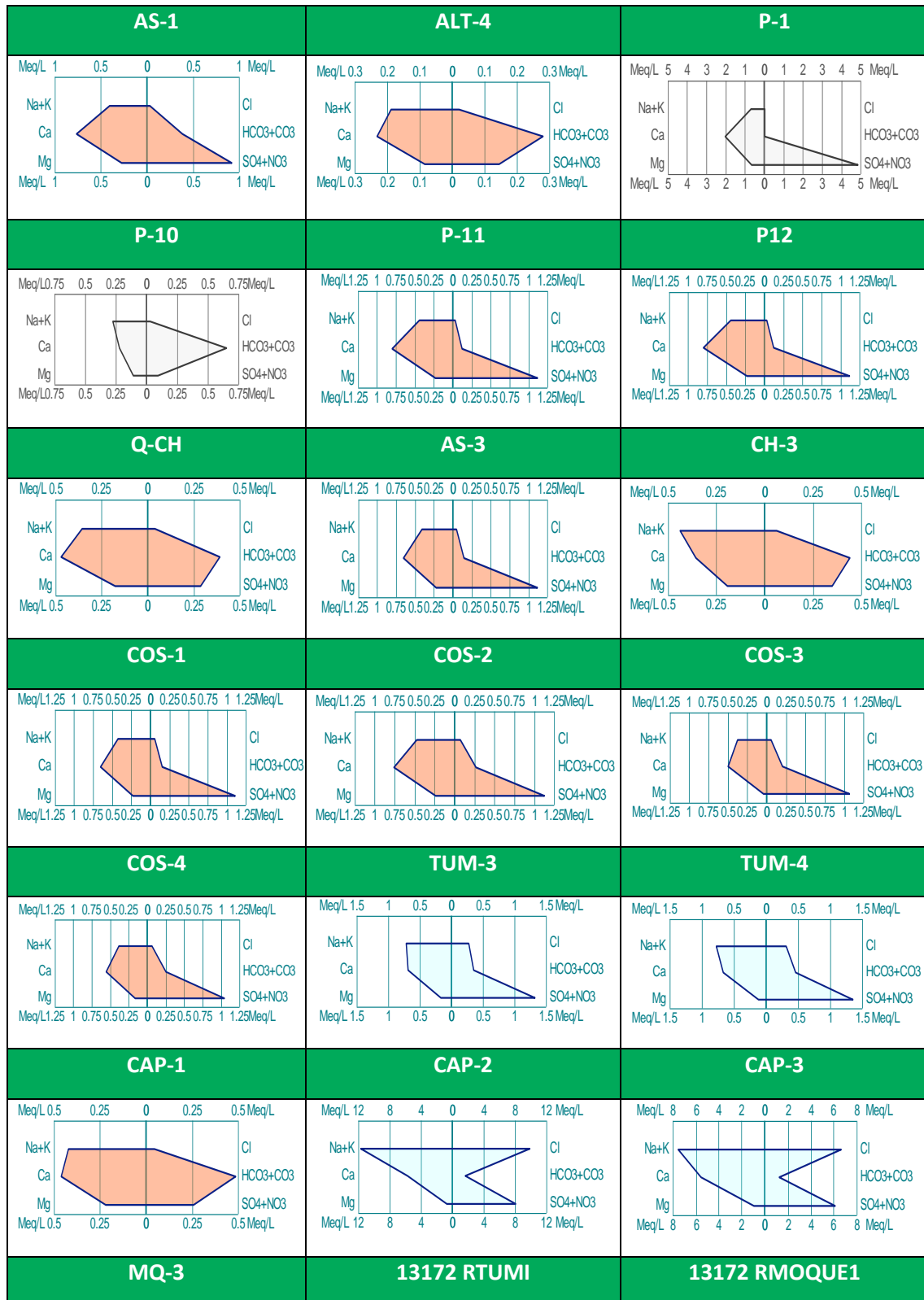
Cuadro 6.30. Familia Química de la Zona de Operaciones

Punto de Monitoreo	Descripción	Tipo de Agua*	
		Cationes – Aniones	Nombre
AS-1	Río Asana	Na-Mg-Ca-HCO ₃ - SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
ALT-4	Quebrada Altarani	Na-Mg-Ca-HCO ₃ - SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
P-1	Quebrada Millune	Na-Mg-Ca-SO ₄	Sulfatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
P-10	Quebrada Sarallénque	Na-Mg-Ca-HCO ₃	Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
P-11	Río Asana	Na-Mg-Ca-HCO ₃ - SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
P12	Río Asana	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
Q-CH	Río Charaque	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
AS-3	Río Asana	Na-Mg-Ca- HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
CH-3	Río Charaque	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
COS-1	Río Coscore	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
COS-2	Río Coscore	Na-Mg-Ca-HCO ₃ - SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
COS-3	Río Coscore	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
COS-4	Río Coscore	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
TUM-3	Río Tumilaca	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
TUM-4	Río Tumilaca	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
CAP-1	Río Capillune	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
CAP-2	Río Huancanane	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
CAP-3	Río Huancanane	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
MQ-3	Río Moquegua	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
13172 RTUMI	Río Tumilaca	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
13172 RMOQUE1	Río Moquegua	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Sódica
13172 RMOQUE2	Río Moquegua	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica
13172 ROSMO 1	Río Osmore	Na-Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada-Cálcica-Magnésica-Sódica

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Los diagramas Stiff para la zona de operaciones mineras, indican aguas de iones mayoritarios máximos para calcio, sulfato y bicarbonato; asimismo, en la siguiente figura se muestra de manera detallada la variación de los diferentes tipos de agua.

Figura 6.66. Agua Diagrama Schoeller -Berkaloff – Zona de Operaciones



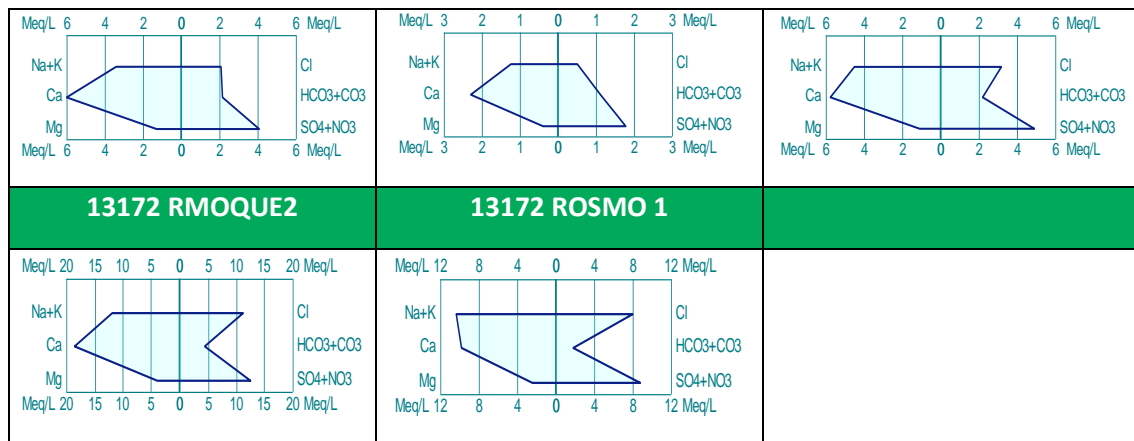


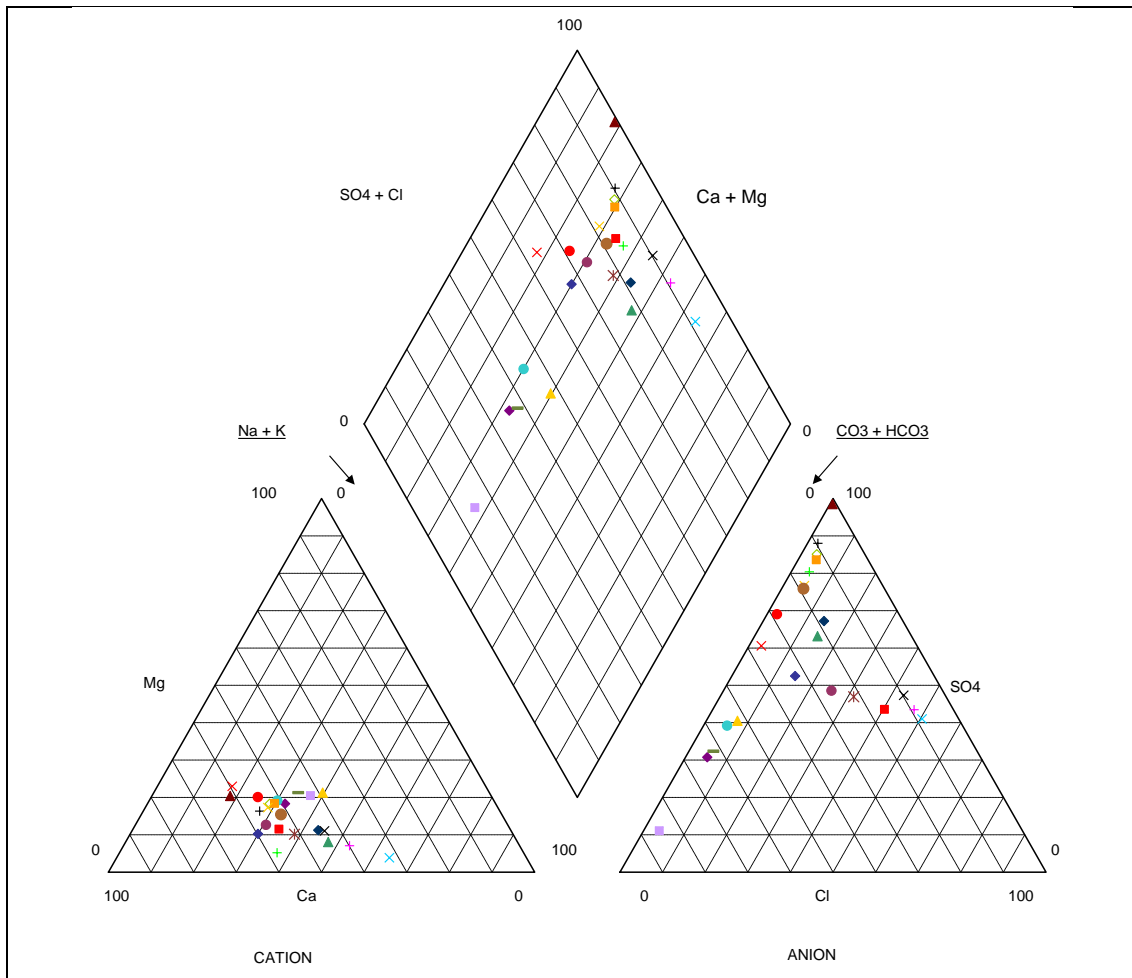
Diagrama Stiff color plomo, indica aguas de predominancia aniónica tipo Sulfatada (P-1) y tipo Bicarbonatada (P-10).
Diagrama Stiff color celeste, indica aguas de predominancia aniónica tipo Clorurada-Sulfatada-Bicarbonatada.
Diagrama Stiff color anaranjado, indica aguas de predominancia aniónica tipo Sulfatada-Bicarbonatada.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

La composición química adquirida del agua superficial estaría relacionada a la calidad de los suelos conformados por rocas volcánicas. Las interacciones agua-roca más probable en las características hidroquímicas son de meteorización de roca, silicato y disolución de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o anhidrita (CaSO_4).

Tal como se muestra en la siguiente figura *Diagrama PIPER - Zona de Operaciones Minera*, las muestras de agua indican en general aguas de alta mineralización influenciadas por evaporitas (CaSO_4 y NaCl) en calizas que son diluidos en su mayoría por agua de lluvia. Los porcentajes (%) expresados en meq/L de los iones en el diagrama Piper para la mayoría de los puntos de monitoreo muestran una composición entre 63.29% y 16.56% rNa; 59.78% y 31.78% rCa, 21.62% y 3.80% rMg; 64.42% y 20.32% rNa+rK, 83.88% y 0.83% rHCO₃⁻; 98.27% y 10.93% rSO₄; 50.38% y 0.62% rCl⁻; 50.39% y 0.90% rCl⁻+NO₃⁻.

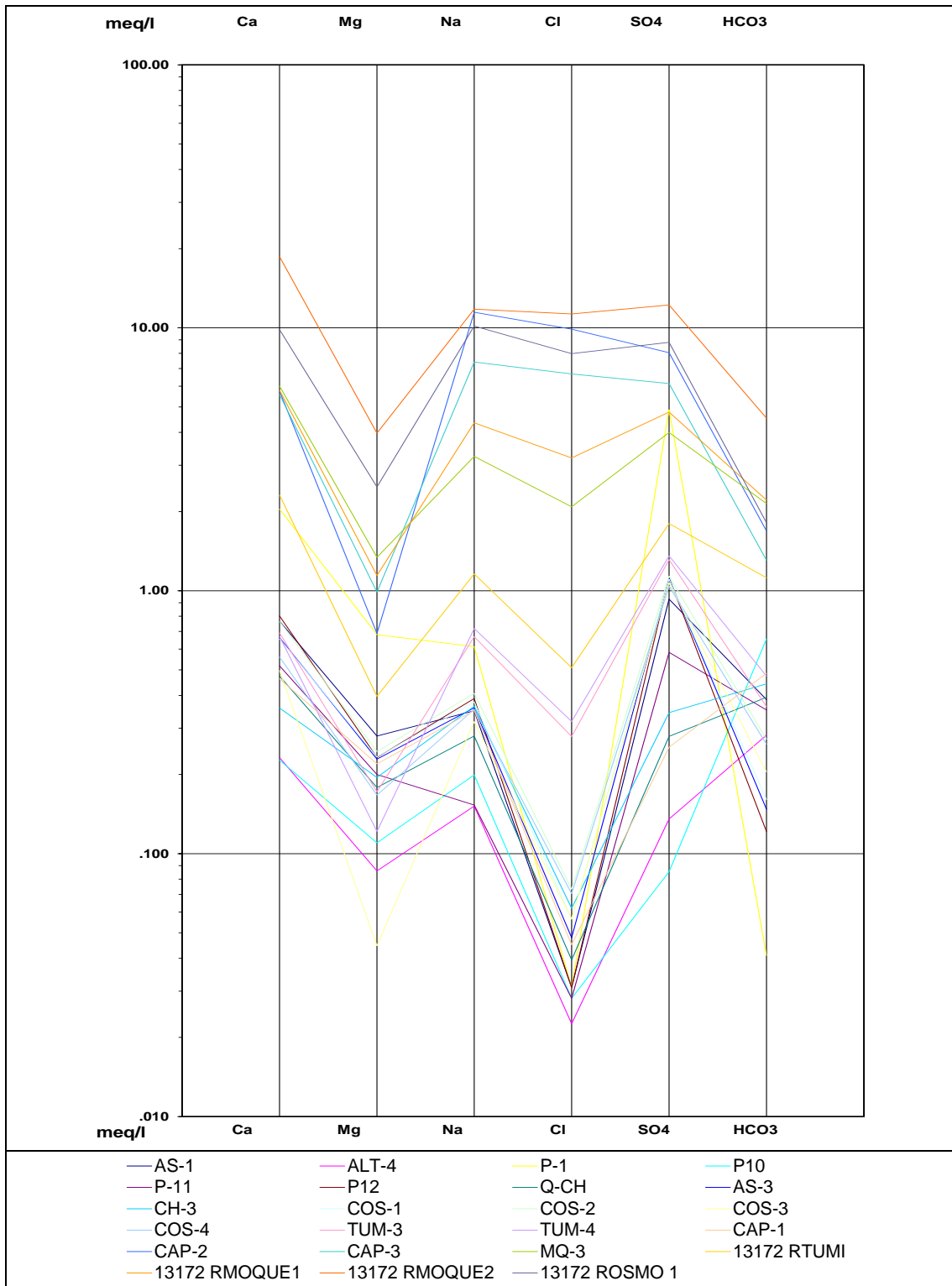
Figura 6.67. Diagrama de STIFF – Zona de Abastecimiento de Agua



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Asimismo, en la figura *Diagrama Schoeller-Berkaloff – Zona de Operaciones* muestra a través de las escalas logarítmicas fácilmente las concentraciones de los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} y HCO_3^- .

Figura 6.68. Agua Diagrama Schoeller -Berkaloff – Zona de Operaciones



Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.3 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA

La determinación de las categorías asignadas a los cuerpos de agua ha seguido lo señalado en la Resolución Jefatural N°056-2018-ANA, la cual aprueba la Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales.

Cuadro 6.31. Asignación de la categoría a los puntos de monitoreo de calidad de agua

Puntos de Monitoreo	Componente	Cuerpo Receptor	Categoría ⁽¹⁾
Zona de Abastecimiento de Agua			
PGB-1	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
QLVIZ-8	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
VIZ-1	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
VIZ-2	Agua Superficial	Río Vizcachas	Categoría 3
TIT-1	Agua Superficial	Río Titire	Categoría 3
CHL-8	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3
CHL-4	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3
QLCHR-01	Agua Superficial	Río Chincune	Categoría 3
HUA-20	Agua Superficial	Río Calazaya	Categoría 3
HAS-2	Agua Superficial	Quebrada s/n en Pampa Huachunta	Categoría 3
HAS-3	Agua Superficial	Quebrada Vilaje	Categoría 3
Zona de Operaciones del Proyecto			
AS-1	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
ALT-4	Agua Superficial	Quebrada Altarani	Categoría 3
P-1	Agua Superficial	Quebrada Millune	Categoría 3
P-10	Agua Superficial	Quebrada Sarallenque	Categoría 3
P-11	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
P-12	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
Q-CH	Agua Superficial	Río Charaque	Categoría 3
AS-3	Agua Superficial	Río Asana	Categoría 3
CH-3	Agua Superficial	Río Charaque	Categoría 3
COS-1	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
Zona del ámbito de Moquegua e Ilo			
COS-2	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
COS-3	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
COS-4	Agua Superficial	Río Coscore	Categoría 3
TUM-3	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
TUM-4	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
COC-1	Agua Superficial	Quebrada Cocotea	Categoría 3
CAP-1	Agua Superficial	Río Capillune	Categoría 3
CAP-2	Agua Superficial	Río Huancanane	Categoría 3
CAP-3	Agua Superficial	Río Huancanane	Categoría 3

Puntos de Monitoreo	Componente	Cuerpo Receptor	Categoría ⁽¹⁾
Zona de Abastecimiento de Agua			
MQ-3	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172RTumi	Agua Superficial	Río Tumilaca	Categoría 3
13172RMoque1	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172RMoque2	Agua Superficial	Río Moquegua	Categoría 3
13172Rosmo1	Agua Superficial	Río Osmore	Categoría 3
P-1	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-5	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-9	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2
P-13	Agua de mar	Mar frente de la Bahía de Engie	Categoría 2

(1) R.J. N°056-2018-ANA.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – ANA

Elaboración: ASILORZA, 2021.

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de calidad de agua superficial:

Cuadro 6.32. Resultados de Calidad de agua – Zona de Alta Montaña - Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo											ECA ⁽¹⁾
			Río Vizcachas				Río Titire	Río Chilota		Río Chincune	Río Calazaya	Quebrada s/n en Pampa Huachunta	Qda. Vilaje	
			PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	TIT-1	CHL-8	CHL-4	QLCHR-01	HUA-20	HAS-2	HAS-3	
Informe de Ensayo N°	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13032 IE-21-13249	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13017 IE-21-12964		
Fecha de muestreo	10/10/2021	13/10/2021	13/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	10/10/2021	13/10/2021	12/10/2021	10/10/2021	10/10/2021		
Aceites y Grasas	mg/L	0,48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	10
Alcalinidad Total	mg/L	5	21.50	22.87	34.30	32.11	6,03	35,79	24,00	28,69	59,31	9,70	11,10	NA
Caudal	m ³ /s	0,010	0.519	0.826	0.322	0.259	0,503	1 340	0,661	0,406	0,115	0,109	0,124	NA
Cianuro Total	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	NA
Cianuro WAD	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	230.00	33.00	4.50	<1.8	<1.8	78	2700	11	7.8	20	<1.8	2 000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	330.00	790.00	110.00	20.00	<1.8	460	17000	130	270	11000	170	NA
Color	UC	5	5.0	5.0	5.0	20.80	<5,0	26,9	<5	<5,0	<5,0	<5	38	100
Conductividad	µS/cm	0,010	160.00	377.00	178.30	175.50	6 160,00	175,00	–	99,20	144,70	–	–	2 500
Cromo Hexavalente	mg/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2
Dureza total	mg/L	5	105.29	97.71	42.87	48.22	541,20	39,36	26,57	28,91	17,95	28,54	25,58	NA
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1.8	11.00	2.00	23.00	4.50	2.00	14.00	23.00	2.00	14.00	22.00	11.00	20
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	45.00	4.50	2.00	<1.8	<1.8	20	78	6.8	2	<1.8	<1.8	1 000
Huevos de helmintos	Huevo/l	1,0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1
Larvas (nematodos)	Larvas/l	1,0	<1.0	4.00	2.00	<1.0	<1.0	1.0	1.0	4	<1.0	<1.0	1.0	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,1	6.78	5.64	5.36	6.81	5.6	6.3	–	7.4	8.3	–	–	≥ 4
pH	Unidad de pH	0,01	3.96	8.09	8.58	7.60	5.26	8.10	–	8.77	9.14	–	–	6,5 – 8,5
Potencial Redox	mV	-	298.00	225.00	246.30	188.30	252.9	179.9	254.3	238.5	191.9	259.3	249.5	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5	16.00	5.00	14.00	8.00	133	20	8	7	7	<5	7	NA
Sólitos Totales Disueltos	mg/L	5	346.00	262.00	131.00	123.00	4 510	121	66	74	103	76	45	NA
Temperatura	°C	0,1	15.40	22.50	21.30	12.10	16.5	15.7	–	15.0	24.7	–	–	Δ3
Turbidez	NTU	0,01	1.70	0.60	0.00	6.80	180.00	13.00	3.50	2.20	9.00	0.50	4.80	NA
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,035	<0.00035	<0.00035	<0.00035	<0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0,04
Nitrato	mg/L	0,02	1.48	0.02	0.49	0.02	0.76	0,72	0.46	<0.02	<0.02	0.74	<0.02	100
Nitrito	mg/L	0,02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	100
Fosfato	mg/L	0,04	0.04	0.04	0.04	0.04	<0,04	<0,04	6.13	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	NA
Sulfato	mg/L	0,2	65.40	39.90	20.30	18.60	770.3	20.8	18.8	19.2	11.1	36.3	18.0	1 000
Aluminio	mg/L	0,005	6.67	0.075	0.128	0.005	30 671	<0,005	<0,005	0,039	0.08	<0,005	<0,005	5
Antimonio	mg/L	0,002	<0.002	0.002	0.002	0.002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo											ECA ⁽¹⁾
			Río Vizcachas				Río Titire	Río Chilota		Río Chincune	Río Calazaya	Quebrada s/n en Pampa Huachunta	Qda. Vilaje	
			PBG-1	QLVIZ-8	VIZ-1	VIZ-2	TIT-1	CHL-8	CHL-4	QLCHR-01	HUA-20	HAS-2	HAS-3	
Informe de Ensayo N°	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13085 IE-21-12965	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13105 IE-21-13232	IE-21-13032 IE-21-13249	IE-21-13017 IE-21-12964	IE-21-13017 IE-21-12964		
Fecha de muestreo	10/10/2021	13/10/2021	13/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	11/10/2021	10/10/2021	13/10/2021	12/10/2021	10/10/2021	10/10/2021		
Arsénico	mg/L	0,002	0.009	0.002	0.088	0.002	0,466	<0,002	0,048	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1
Bario	mg/L	0,0002	0.0578	0.0418	0.0294	0.0217	0,0523	0,0153	0,0083	0,0342	0.0173	0,0202	0,0138	0,7
Berilio	mg/L	0,0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1
Bismuto	mg/L	0,009	0.009	0.009	0.009	0.009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	NA
Boro	mg/L	0,002	1.313	0.658	0.203	0.314	1.947	0,308	0,043	<0,002	0.086	0,018	0,021	1
Cadmio	mg/L	0,0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
Calcio	mg/L	0,002	36,604	28.271	20.107	16.394	147 830	12 533	9 100	13 164	12.138	11 957	9 528	NA
Cerio	mg/L	0,02	0.02	0.02	0.02	0.02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA
Cobalto	mg/L	0,002	0,008	0.002	0.002	0.002	0,066	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Cobre	mg/L	0,0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0,4619	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Cromo	mg/L	0,0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,1
Estaño	mg/L	0,001	0.001	0.001	0.001	0.001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA
Estroncio	mg/L	0,00004	0,31378	0.23213	0.16942	0.16945	358 452	0,17670	0,06090	0,07386	0.04883	0,09612	0,07790	NA
Fosforo	mg/L	0,01	0.01	0.01	0.01	0.03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NA
Hierro	mg/L	0,001	0.834	0.127	0.545	0.303	11.913	0,593	0,666	0,527	0.701	<0,001	<0,001	5
Litio	mg/L	0,0003	0.3253	0.1543	0.0336	0.0334	45.503	0,0323	0,0066	0,0056	0.0095	<0,0003	0,0031	2,5
Magnesio	mg/L	0,005	10.208	7.948	3.431	4.455	37 565	3 450	3 601	2 759	1.679	3 821	2 785	NA
Manganeso	mg/L	0,0001	1.740	0.0527	0.1011	0.0688	2.246	0,0557	0,0154	0,0347	0.0513	<0,0001	<0,0001	0,2
Mercurio	mg/L	0,0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Molibdeno	mg/L	0,0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	NA
Níquel	mg/L	0,0003	0.015	0.0003	0.0003	0.0003	0,0505	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Plata	mg/L	0,002	0.002	0.002	0.002	0.002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Plomo	mg/L	0,002	0.002	0.002	0.002	0.002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Potasio	mg/L	0,04	11,03	10.04	4.50	4.16	76,24	3,61	2,86	3,37	4.33	3,52	2,32	NA
Selenio	mg/L	0,001	0.001	0.001	0.001	0.001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
Sílice	mg/L	0,001	28,136	31.183	41.941	39.916	51 750	47 605	48 860	41 645	38.444	55 572	46 254	NA
Sodio	mg/L	0,004	52,404	34.598	16.455	20.038	1 220,026	20 498	8 421	8 929	24.059	6 033	5 678	NA
Talio	mg/L	0,0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA
Titanio	mg/L	0,0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	NA
Uranio	mg/L	0,005	0.005	0.005	0.005	0.005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	NA
Vanadio	mg/L	0,0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	NA
Zinc	mg/L	0,0001	0.1859	0.0001	0.0001	0.0001	0,7007	<0,0001	0,0884	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2

(1): Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 6.33. Resultados de Calidad de agua – Zona de Operaciones (Parte I) - Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo									ECA ⁽¹⁾	
			Río Asana				Qda. Altarani	Qda. Millune	Qda. Sarallénque	Río Charaque			Río Capillune
			AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3		CAP-1
Informe de Ensayo		IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12865 IE-21-12599	IE-21-12738 IE-21-13005	IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12950 IE-21-12841	IE-21-12950 IE-21-12841	IE-21-12865 IE-21-12599	IE-21-12835 IE-21-13004	IE-21-12960 IE-21-12903		
Fecha de muestreo		04/10/2021	04/10/2021	05/10/2021	06/10/2021	04/10/2021	08/10/2021	08/10/2021	05/10/2021	07/10/2021	09/10/2021		
Aceites y Grasas	mg/L	0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	10
Alcalinidad Total	mg/L	5	23,52	9,00	21,46	7,40	17,23	<5,00	40,00	24,00	27,00	29,60	NA
Caudal	m³/s	0,010	1 539	2 232	2 145	2 197	0,404	0,421	0,056	0,235	<0,010	0,080	NA
Cianuro Total	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	NA
Cianuro WAD	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	13	<1,8	13	7,8	<1,8	<1,8	4	13	<1,8	33	2 000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	790	790	490	170	790	7,8	110	1700	1700	220	NA
Color	UC	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	100
Conductividad	µS/cm	0,010	145,90	146,40	105,80	148,50	49,70	445,00	48,70	77,20	95,50	87,90	2 500
Cromo Hexavalente	mg/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2
Dureza total	mg/L	5	58,98	47,23	41,29	50,13	14,75	115,01	15,73	27,52	41,33	26,54	NA
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1,8	490	49	130	23	790	2	22	22	70	11	20
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	4,5	<1,8	4,5	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	4,5	<1,8	4,5	1 000
Huevos de helmintos	Huevo/l	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1
Larvas (nematodos)	Larvas/l	1,0	23,0	1	1,0	3	1,0	2	2	5,0	2,0	2	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,1	6,9	6,4	6,3	7,3	7,0	6,2	6,4	6,0	7,0	6,3	≥ 4
pH	Unidad de pH	0,01	7,66	7,22	7,63	7,16	7,58	3,93	7,42	7,47	7,94	7,76	6,5 – 8,5
Potencial Redox	mV	-	173,0	267,9	161,5	183,8	165,5	427,8	286,5	185,9	181,7	259,2	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5	<5	15	<5	12	<5	<5	9	9	<5	<5	NA
Sólitos Totales Disueltos	mg/L	5	98	99	74	96	37	271	32	54	68	65	NA
Temperatura	°C	0,1	10,0	16,5	14,4	11,3	9,8	11,2	13,1	16,8	14,0	18,3	Δ3
Turbidez	NTU	0,01	2,10	4,40	2,20	4,30	0,85	11,00	4,10	2,10	0,10	1,10	NA
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,04
Nitrato	mg/L	0,02	<0,02	0,46	<0,02	0,54	0,65	0,86	0,77	0,54	0,43	0,51	100
Nitrito	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	100
Fosfato	mg/L	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	NA
Sulfato	mg/L	0,2	44,6	53,5	28,0	53,7	6,5	234,2	4,1	13,4	16,5	12,2	1 000
Aluminio	mg/L	0,005	<0,005	1 757	<0,005	2 090	<0,005	16 473	0,019	0,104	<0,005	<0,005	5
Antimonio	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo										ECA ⁽¹⁾
			Río Asana				Qda. Altarani	Qda. Millune	Qda. Saralleneque	Río Charaque		Río Capillune	
			AS-1	P-11	P-12	AS-3	ALT-4	P-1	P-10	Q-CH	CH-3	CAP-1	
Informe de Ensayo			IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12865 IE-21-12599	IE-21-12738 IE-21-13005	IE-21-12732 IE-21-12596	IE-21-12950 IE-21-12841	IE-21-12950 IE-21-12841	IE-21-12865 IE-21-12599	IE-21-12835 IE-21-13004	IE-21-12960 IE-21-12903	
Fecha de muestreo			04/10/2021	04/10/2021	05/10/2021	06/10/2021	04/10/2021	08/10/2021	08/10/2021	05/10/2021	07/10/2021	09/10/2021	
Arsénico	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1
Bario	mg/L	0,0002	0,0107	0,0174	0,0108	0,0148	0,0112	0,0269	0,0176	0,0271	0,0221	0,0288	0,7
Berilio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1
Bismuto	mg/L	0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	NA
Boro	mg/L	0,002	0,031	0,043	0,027	0,027	0,026	0,035	0,029	0,040	0,047	0,056	1
Cadmio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
Calcio	mg/L	0,002	15 752	13 515	10 610	16 464	6 769	41 612	5 040	12 621	7 270	10 454	NA
Cerio	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA
Cobalto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Cobre	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Cromo	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,1
Estaño	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA
Estroncio	mg/L	0,00004	0,12109	0,11501	0,07373	0,16960	0,02573	0,39990	0,04705	0,08943	0,07759	0,07042	NA
Fosforo	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NA
Hierro	mg/L	0,001	0,284	0,127	0,181	0,144	0,013	0,201	<0,001	0,127	<0,001	<0,001	5
Litio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	2,5
Magnesio	mg/L	0,005	3 397	2 845	2 426	4 740	1 106	8 579	2 256	5 533	2 460	2 954	NA
Manganeso	mg/L	0,0001	0,0181	0,0554	0,0101	0,0820	0,0031	0,4603	0,0010	0,0305	<0,0001	<0,0001	0,2
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Molibdeno	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	NA
Níquel	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Plata	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Plomo	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Potasio	mg/L	0,04	2,28	2,01	2,11	2,08	1,69	3,57	3,18	3,09	3,04	3,06	NA
Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
Sílice	mg/L	0,001	38 585	37 892	36 040	38 925	32 096	60 069	37 383	32 672	31 803	23 933	NA
Sodio	mg/L	0,004	8 073	8 362	6 404	9 912	4 050	14 867	6 175	6 719	11 223	8 437	NA
Talio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA
Titanio	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	NA
Uranio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	NA
Vanadio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	NA
Zinc	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2

(1): Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021. Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 6.34. Resultados de Calidad de agua – Zona de Moquegua (Parte I) – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo									ECA ⁽¹⁾
			Río Coscore				Río Huancanane		Río Tumilaca			
			COS-1	COS-2	COS-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	
Informes de Ensayo			IE-21-12738 IE-21-13005	IE-21-12557 IE-21-12465	IE-21-12462 IE-21-12452	IE-21-12589 IE-21-12605	IE-21-12462 IE-21-12452	IE-21-12557 IE-21-12465	IE-21-12445 IE-21-12460	IE-21-12445 IE-21-12460	IE-21-12445 IE-21-12460	
Fecha de muestreo			06/10/2021	02/10/2021	01/10/2021	03/10/2021	01/10/2021	02/10/2021	30/09/2021	30/09/2021	30/09/2021	
Aceites y Grasas	mg/L	0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	10
Alcalinidad Total	mg/L	5	9,80	16,61	12,48	15,89	102,94	79,63	22,07	28,88	68,29	NA
Caudal	m³/s	0,010	2 708	3 770	1 738	1 995	0,099	0,102	2 102	1 684	1 420	NA
Cianuro Total	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	NA
Cianuro WAD	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	<1.8	11	7.8	2	7.8	79	2	7.8	49	2 000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	1400	240	49000	790	330	330	790	4900	4900	NA
Color	UC	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	100
Conductividad	µS/cm	0,010	147,20	169,00	155,00	160,00	1 971,00	1 464,00	220,00	242,00	380,00	2 500
Cromo Hexavalente	mg/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2
Dureza total	mg/L	5	51,17	72,74	69,79	78,64	462,01	344,05	73,73	85,52	130,74	NA
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1,8	11	220	70	33	490	170	2	49	11	20
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	7.8	<1.8	<1.8	7.8	1 000
Huevos de helmintos	Huevo/l	1,0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1
Larvas (nematodos)	Larvas/l	1,0	1.0	6.0	3	<1.0	<1.0	2.0	<1.0	<1.0	<1.0	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,1	6.9	6.9	6.8	6.8	7.8	6.8	6.9	7.3	7.7	≥ 4
pH	Unidad de pH	0,01	7.57	8.42	7.91	7.96	7.17	8.60	7.89	8,25	8.43	6,5 – 8,5
Potencial Redox	mV	-	275.5	200.0	200.0	173.1	205	190	191,00	198,00	185.0	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5	14	11	12	16	24	9	12	10	<5	NA
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	5	100	107	83	101	1185	1028	114	126	220	NA
Temperatura	°C	0,1	15.5	16.7	15.1	15.4	23.0	17.1	17.0	15.0	15.0	Δ3
Turbidez	NTU	0,01	3.70	4.10	3.80	3.69	3.60	4.30	2.80	2.50	1.10	NA
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0.00035	0,04
Nitrato	mg/L	0,02	0.5	<0.02	0.48	0.490	<0.02	<0.02	0.42	<0.02	1.03	100
Nitrito	mg/L	0,02	<0.02	<0.02	<0.02	0.06	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	100
Fosfato	mg/L	0,04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	NA
Sulfato	mg/L	0,2	53.1	54.6	51.4	50.0	386.2	294.6000	63.0	65.1	86.5	1 000
Aluminio	mg/L	0,005	1 729	1 038	1 453	1 110	<0,005	0,157	1 267	0,927	<0,005	5
Antimonio	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Arsénico	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo									ECA ⁽¹⁾
			Río Coscore				Río Huancanane		Río Tumilaca			
			COS-1	COS-2	COS-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	
Informes de Ensayo			IE-21-12738 IE-21-13005	IE-21-12557 IE-21-12465	IE-21-12462 IE-21-12452	IE-21-12589 IE-21-12605	IE-21-12462 IE-21-12452	IE-21-12557 IE-21-12465	IE-21-12445 IE-21-12460	IE-21-12445 IE-21-12460	IE-21-12445 IE-21-12460	
Fecha de muestreo			06/10/2021	02/10/2021	01/10/2021	03/10/2021	01/10/2021	02/10/2021	30/09/2021	30/09/2021	30/09/2021	
Bario	mg/L	0,0002	0,0172	0,0172	0,0119	<0,0002	0,1607	0,0875	0,0221	0,0242	0,0418	0,7
Berilio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1
Bismuto	mg/L	0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	NA
Boro	mg/L	0,002	0,046	<0,002	0,023	0,002	4 493	3 093	0,127	0,140	0,218	1
Cadmio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
Calcio	mg/L	0,002	13 476	20 097	10 278	11 364	171 788	118 255	26 586	18 121	53 093	NA
Cerio	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA
Cobalto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Cobre	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Cromo	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,1
Estaño	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA
Estroncio	mg/L	0,00004	0,11849	0,13457	0,13410	0,10913	136 480	0,81671	0,17210	0,19200	0,30330	NA
Fosforo	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NA
Hierro	mg/L	0,001	0,118	<0,001	0,106	0,112	<0,001	<0,001	0,138	0,041	<0,001	5
Litio	mg/L	0,0003	0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0005	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	2,5
Magnesio	mg/L	0,005	2 828	3 697	2 098	2 077	17 145	13 081	5 221	2 708	5 778	NA
Manganeso	mg/L	0,0001	0,0482	<0,0001	0,0425	0,0339	0,0168	<0,0001	0,0340	0,0272	0,0324	0,2
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Molibdeno	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	NA
Níquel	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Plata	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Plomo	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Potasio	mg/L	0,04	1,87	2,77	2,71	1,50	8,07	5,72	2,68	2,85	3,25	NA
Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
Sílice	mg/L	0,001	36 362	38 339	43 939	36 866	33 074	34 552	43 425	42 365	43 023	NA
Sodio	mg/L	0,004	8 722	10 284	9 741	8 850	275 946	172 768	15 403	17 510	27 488	NA
Talio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA
Titanio	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	NA
Uranio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	NA
Vanadio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	NA
Zinc	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2

(1): Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 6.35. Resultados de Calidad de agua – Zona de Moquegua (Parte II) – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo				ECA ⁽¹⁾
			Río Moquegua		Río Osmore		
			MQ-3	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
			Informe de Ensayo	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
Fecha de muestreo							
Aceites y Grasas	mg/L	0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	10
Alcalinidad Total	mg/L	5	131,00	134,92	276,44	110,58	NA
Caudal	m³/s	0,010	0,384	0,575	1 437	2 544	NA
Cianuro Total	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	NA
Cianuro WAD	mg/L	0,0125	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	790	70	70	170	2 000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	1700	7900	7900	7900	NA
Color	UC	5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	100
Conductividad	µS/cm	0,010	853,00	1 032,00	2 610,00	2 260,00	2 500
Cromo Hexavalente	mg/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5	<5,0	<5,0	<5,0	8,9	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2
Dureza total	mg/L	5	269,34	306,70	879,79	673,36	NA
Enterococos Fecales o Enterococos Intestinales	NMP/100ml	1,8	130	79	79	240	20
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	170	17	17	49	1 000
Huevos de helmintos	Huevo/l	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1
Larvas (nematodos)	Larvas/l	1,0	1,0	<1,0	1,0	<1,0	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,1	7,9	8,9	10,0	11,0	≥ 4
pH	Unidad de pH	0,01	8,14	8,52	8,70	8,85	6,5 – 8,5
Potencial Redox	mV	-	154,2	162,7	158,3	160,3	NA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5	<5	<5	<5	<5	NA
Sólitos Totales Disueltos	mg/L	5	510	1042	1 690	1 654	NA
Temperatura	°C	0,1	19,3	22,9	24,2	24,9	Δ3
Turbidez	NTU	0,01	2,30	1,30	1,00	0,40	NA
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,035	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035	0,04
Nitrato	mg/L	0,02	4,12	6,58	22,67	1,75	100
Nitrito	mg/L	0,02	0,07	0,09	0,06	<0,02	100
Fosfato	mg/L	0,04	<0,04	<0,04	0,1	<0,04	NA
Sulfato	mg/L	0,2	191,8	229,6	586,7	422,8	1 000
Aluminio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	5
Antimonio	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Arsénico	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1
Bario	mg/L	0,0002	0,0851	0,0832	0,1031	0,0778	0,7
Berilio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo				ECA ⁽¹⁾
			Río Moquegua		Río Osmore		
			MQ-3	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1	
Informe de Ensayo			IE-21-12554 IE-21-12593	IE-21-12554 IE-21-12593	IE-21-12554 IE-21-12593	IE-21-12554 IE-21-12593	
Fecha de muestreo			03/10/2021	03/10/2021	03/10/2021	03/10/2021	
Bismuto	mg/L	0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	NA
Boro	mg/L	0,002	0,963	1 118	1 776	1 698	1
Cadmio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
Calcio	mg/L	0,002	120 116	134 527	387 805	277 780	NA
Cerio	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA
Cobalto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Cobre	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Cromo	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,1
Estaño	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA
Estroncio	mg/L	0,00004	0,71256	0,81551	207 485	170 051	NA
Fosforo	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NA
Hierro	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	5
Litio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	2,5
Magnesio	mg/L	0,005	17 354	17 970	52 744	47 832	NA
Manganeso	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,2
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Molibdeno	mg/L	0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	NA
Níquel	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,2
Plata	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA
Plomo	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Potasio	mg/L	0,04	7,40	7,60	11,24	10,36	NA
Selenio	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
Sílice	mg/L	0,001	40 496	40 468	30 516	25 517	NA
Sodio	mg/L	0,004	76 711	106 255	271 316	250 023	NA
Talio	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA
Titanio	mg/L	0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	NA
Uranio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	NA
Vanadio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	NA
Zinc	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	2

(1): Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

 Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3)

Cuadro 6.36. Resultados de Calidad de agua – Zona Marítima – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo												ECA ⁽¹⁾
			P-1			P-5			P-9			P-13			
			Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	
Informe de ensayo			IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	
Fecha de muestreo			15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	
Aceites y Grasas	mg/L	0,48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	<0.48	2,0
Alcalinidad Total	mg/L	5	129	127	129	129	127	129	127	127	129	129	129	129	NA
Conductividad	µS/cm	0,01	50,500.00	51,100.00	50,200.00	50,000.00	51,500.00	49,900.00	51,400.00	51,100.00	51,200.00	51,500.00	52,300.00	57,400.00	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2,0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	10
Dureza total	mg/L	5	8,729	8,629	8,629	8,528	8,729	8,528	8,629	8,629	8,428	8,629	8,528	8,829	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,1	10.6	6.2	5.8	10.6	6.3	5.7	9.0	8.0	4.8	8.7	5.4	4.0	≥ 2,5
pH	Unidad de pH	0,01	8.12	7.95	8.06	8.01	7.85	7.89	7.93	7.82	7.75	7.57	7.44	7.68	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5	7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	15	5	<5	34	70
Sólitos Totales Disueltos	mg/L	5	31,440	31,380	31,500	31,440	31,380	31,560	31,380	31,260	31,440	31,320	31,380	31,440	NA
Sulfuro	mg/L	0,02	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0,05
Temperatura	°C	0,1	18.5	17.7	16.7	20.7	19.3	16.8	20.5	17.6	16.2	21.5	18.7	17.2	Δ3
Turbidez	NTU	0,01	0.90	0.35	0.30	2.50	0.50	0.35	0.65	0.40	1.20	1.20	0.50	8.50	NA
Aluminio	mg/L	0,005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	NA
Antimonio	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,64
Arsénico	mg/L	0,002	0.007	<0.002	0.005	0.004	0.002	0.005	0.005	0.007	0.006	0.006	<0.002	0.009	0,05
Bario	mg/L	0,0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	NA
Berilio	mg/L	0,0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	NA
Bismuto	mg/L	0,009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	NA
Boro	mg/L	0,002	5.872	5.922	<0.002	1.431	0.227	0.734	<0.002	<0.002	<0.002	0.306	0.153	<0.002	NA
Cadmio	mg/L	0,0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	NA
Calcio	mg/L	0,002	472.069	438.896	441.568	430.613	403.003	456.143	430.343	498.725	455.077	479.543	450.216	483.323	NA
Cerio	mg/L	0,02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	NA
Cobalto	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	NA
Cobre	mg/L	0,0003	0.0087	0.0051	0.0062	0.0121	0.0076	0.0113	0.0082	0.0088	0.0078	0.0100	0.0076	0.0081	0,05
Cromo	mg/L	0,0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	NA
Estaño	mg/L	0,001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	NA
Estroncio	mg/L	0,00004	10.10500	9.58350	9.89700	11.14100	12.20050	11.68800	8.67700	10.11600	9.74150	11.04750	9.54700	10.69350	NA
Fosforo	mg/L	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	NA
Hierro	mg/L	0,001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	NA
Litio	mg/L	0,0003	0.0279	0.0234	0.0269	0.0274	0.0234	0.0324	0.0207	0.0260	0.0257	0.0361	0.0273	0.0251	NA
Magnesio	mg/L	0,005	1,246.455	1,266.165	1,295.645	1,351.195	1,238.540	1,210.515	1,291.755	1,286.740	1,223.590	1,205.625	1,278.380	1,285.890	NA
Manganeso	mg/L	0,0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	NA
Molibdeno	mg/L	0,0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	NA
Níquel	mg/L	0,0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,074

Parámetros	Unidad	L.D.M.	Puntos de Monitoreo												ECA ⁽¹⁾
			P-1			P-5			P-9			P-13			
			Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	Superficie	Medio	Fondo	
Informe de ensayo			IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	IE-21-13299	
Fecha de muestreo			15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	15/10/2021	
Plata	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	NA
Plomo	mg/L	0,002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,03
Potasio	mg/L	0,04	384.87	368.10	378.69	343.23	396.94	369.70	322.07	378.96	373.84	330.18	361.00	312.81	NA
Selenio	mg/L	0,001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	NA
Sílice	mg/L	0,001	4.323	4.308	4.296	4.446	4.228	4.834	4.082	4.498	4.322	4.501	4.254	4.634	NA
Sodio	mg/L	0,004	10,461.400	10,548.600	10,097.000	10,537.550	10,547.850	10,529.000	9,855.850	10,449.250	10,425.850	10,311.400	10,587.050	10,497.300	NA
Talio	mg/L	0,0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	NA
Titanio	mg/L	0,0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	NA
Uranio	mg/L	0,005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	NA
Vanadio	mg/L	0,0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	NA
Zinc	mg/L	0,0001	0.0054	0.0058	0.0058	0.0056	0.0058	0.0053	0.0052	0.0055	0.0057	0.0058	0.0055	0.0059	0,12


(1): Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Superficial aprobado mediante Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

LMD: Límite de Detección del laboratorio.

"<": Por debajo del Límite de Detección del Método del Laboratorio.

Fuente: Informes de Ensayo, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

 Excedencia con respecto al ECA para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 2)

Cabe mencionar que, en los cuadros anteriores, se presentan los resultados de metales totales, con el objetivo de poder compararlos con los Estándares de Calidad para Agua, y con respecto a los resultados de los parámetros de metales disueltos en las muestras de agua, se presentan en los informes de ensayo que se encuentran en el **Anexo 02** del presente informe.

6.5.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

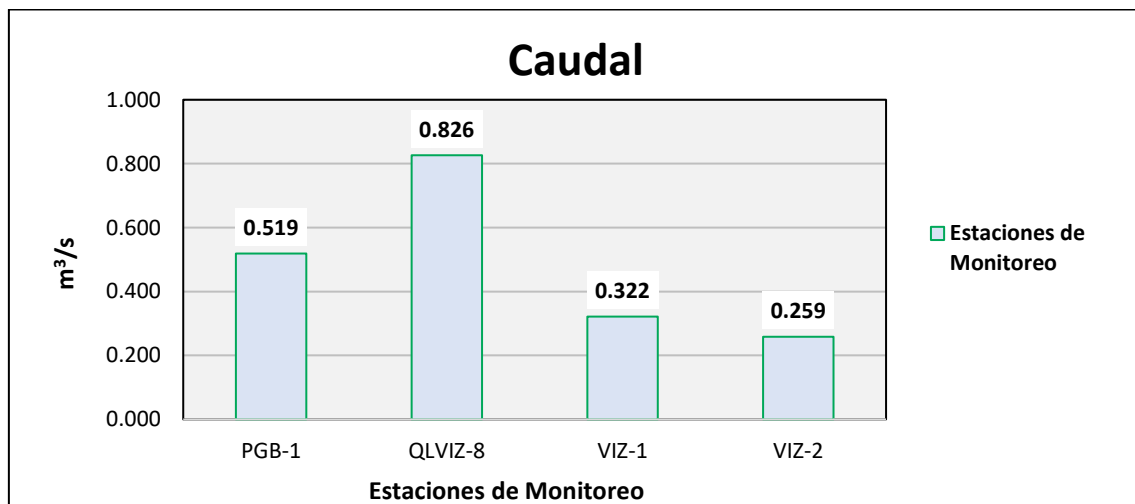
A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo de calidad de agua.

6.5.4.1 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE ALTA MONTAÑA

6.5.4.1.1 CAUDAL

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de caudal, presentados en las estaciones de monitoreo evaluadas, los cuales presentan los siguientes valores:

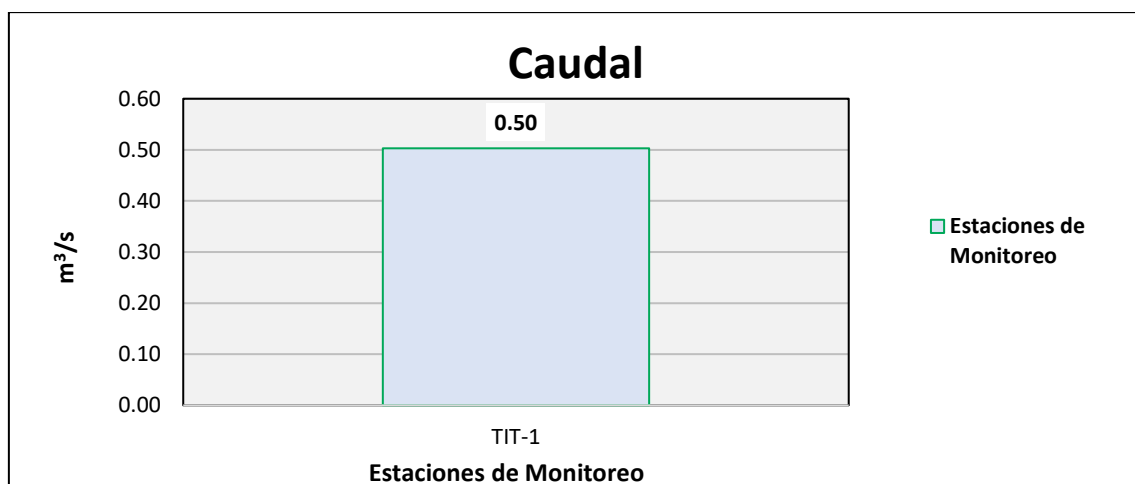
Figura 6.69. Resultados de Caudal – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

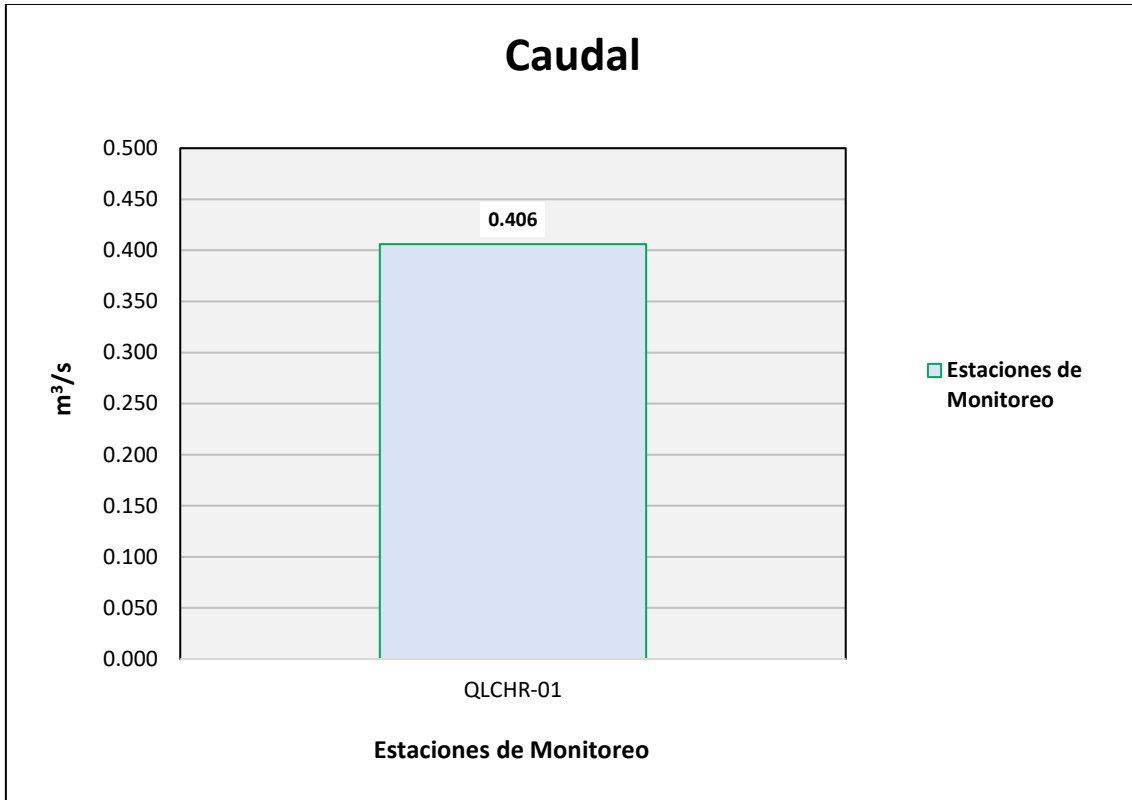
Figura 6.70. Resultados de Caudal – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

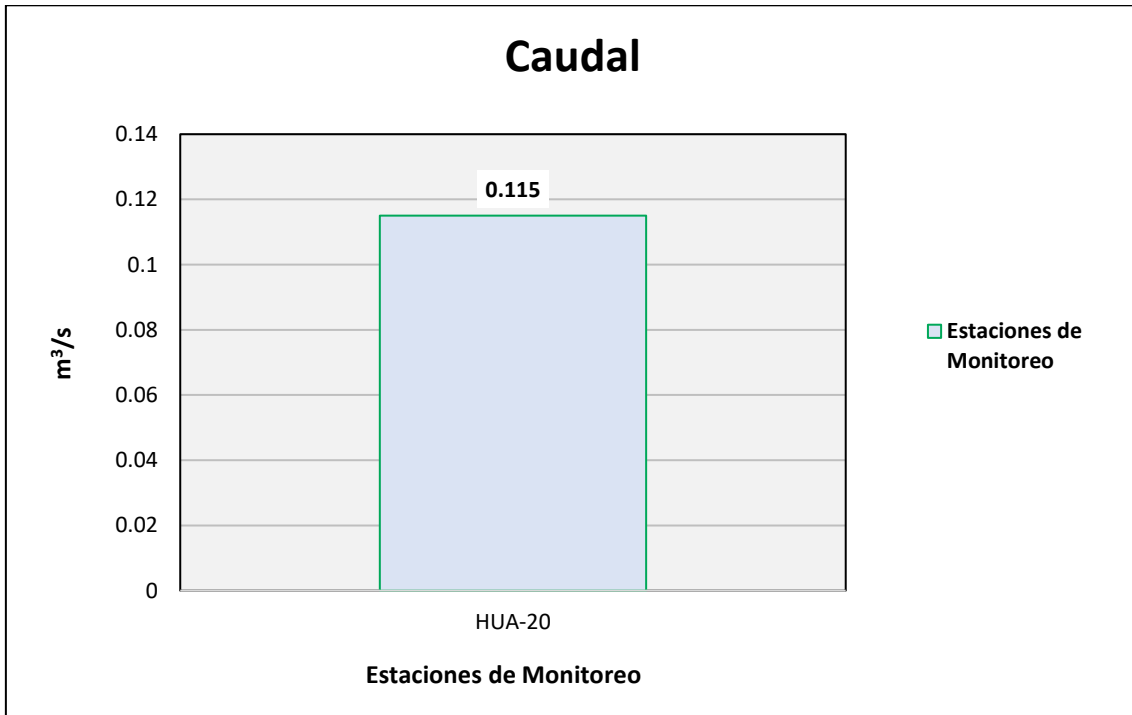
Figura 6.71. Resultados de Caudal – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

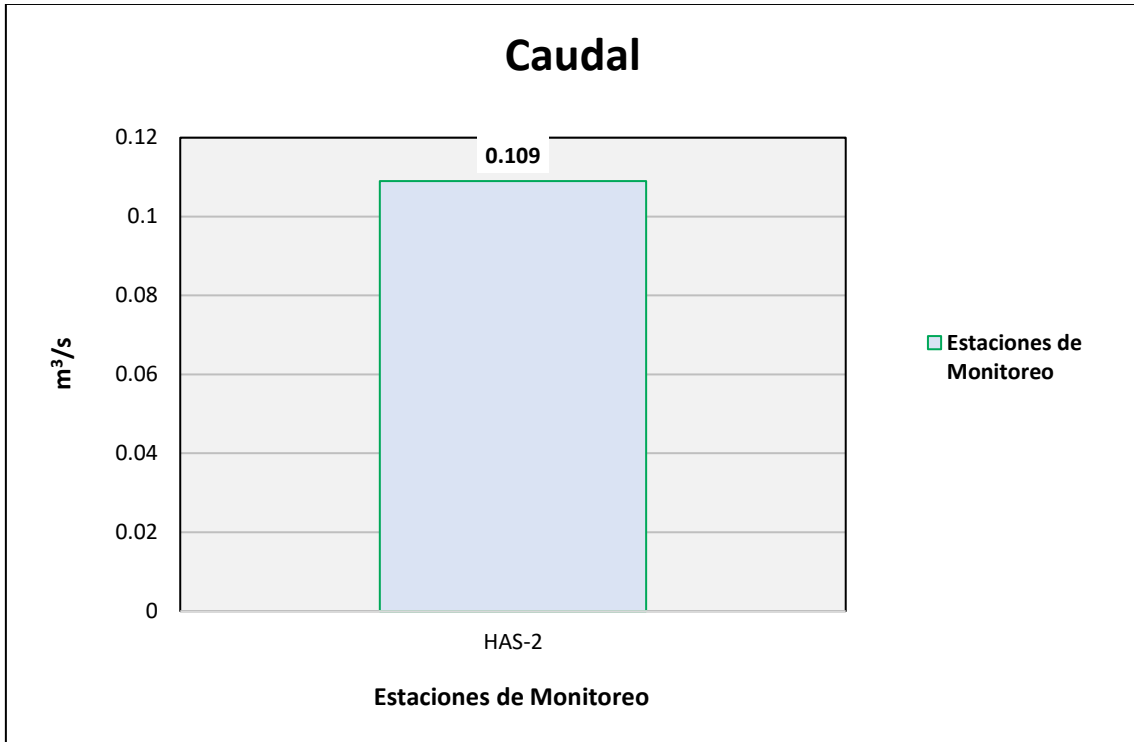
Figura 6.72. Resultados de Caudal – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

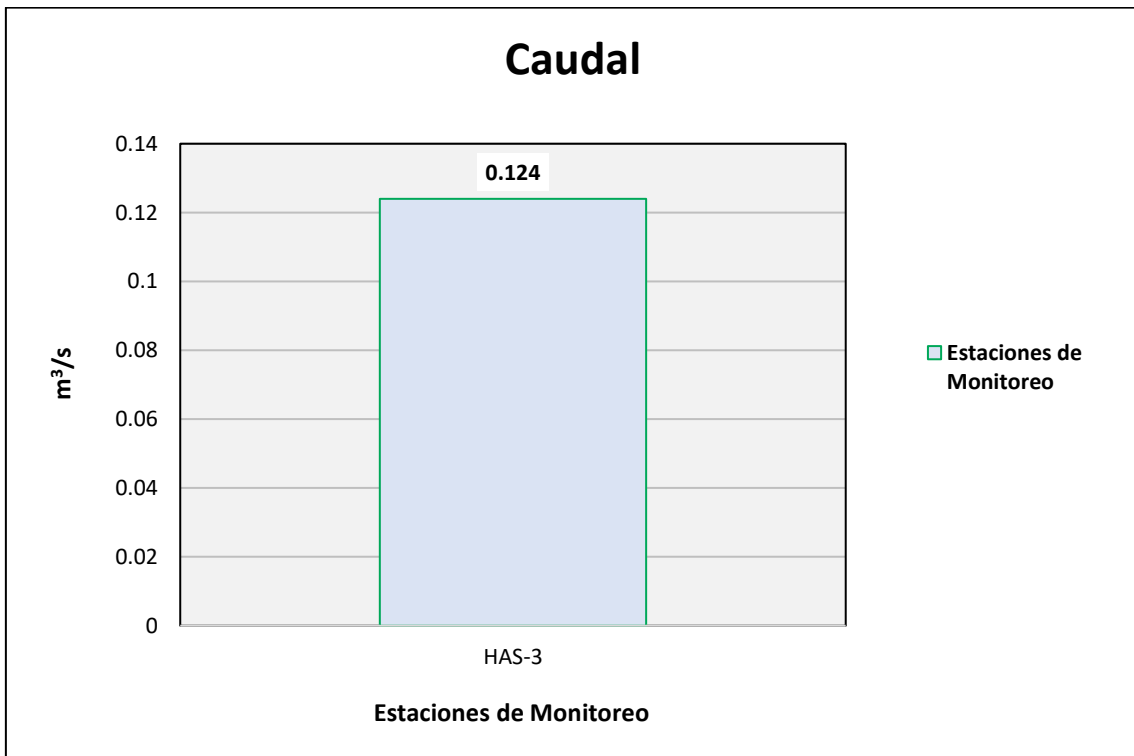
Figura 6.73. Resultados de Caudal – Evaluación de la Quebrada S/N



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

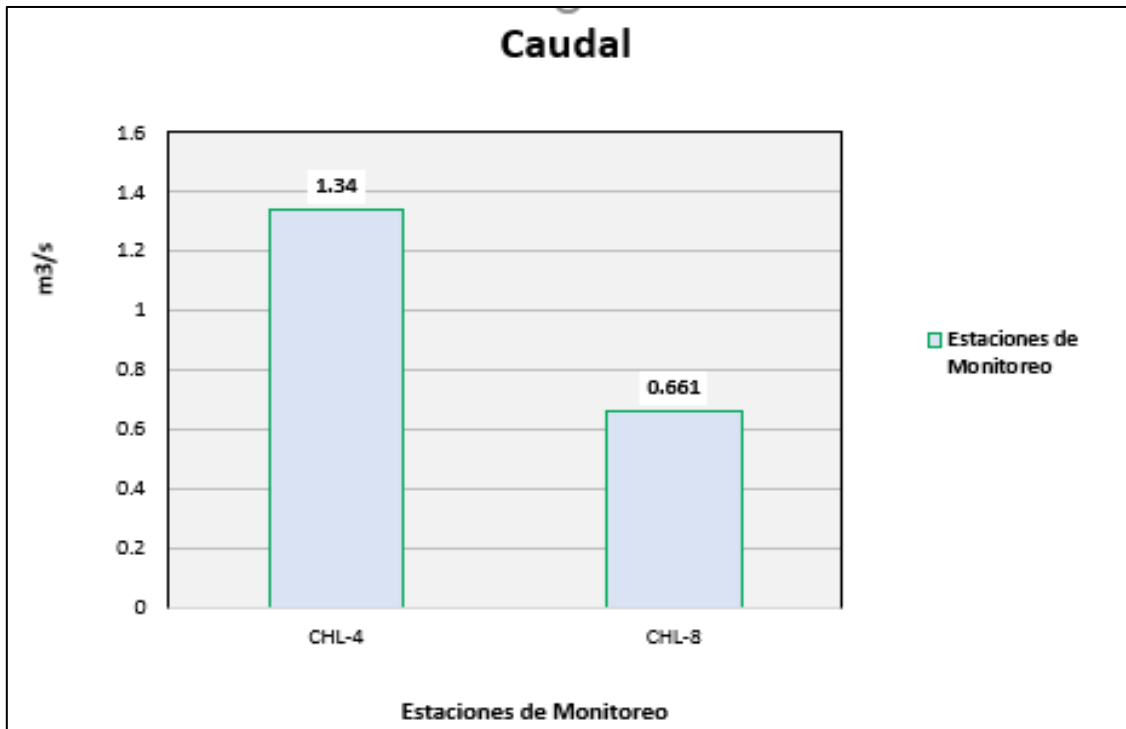
Figura 6.74. Resultados de Caudal – Evaluación de la Quebrada Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.75. Resultados de Caudal – Evaluación del río Chilota



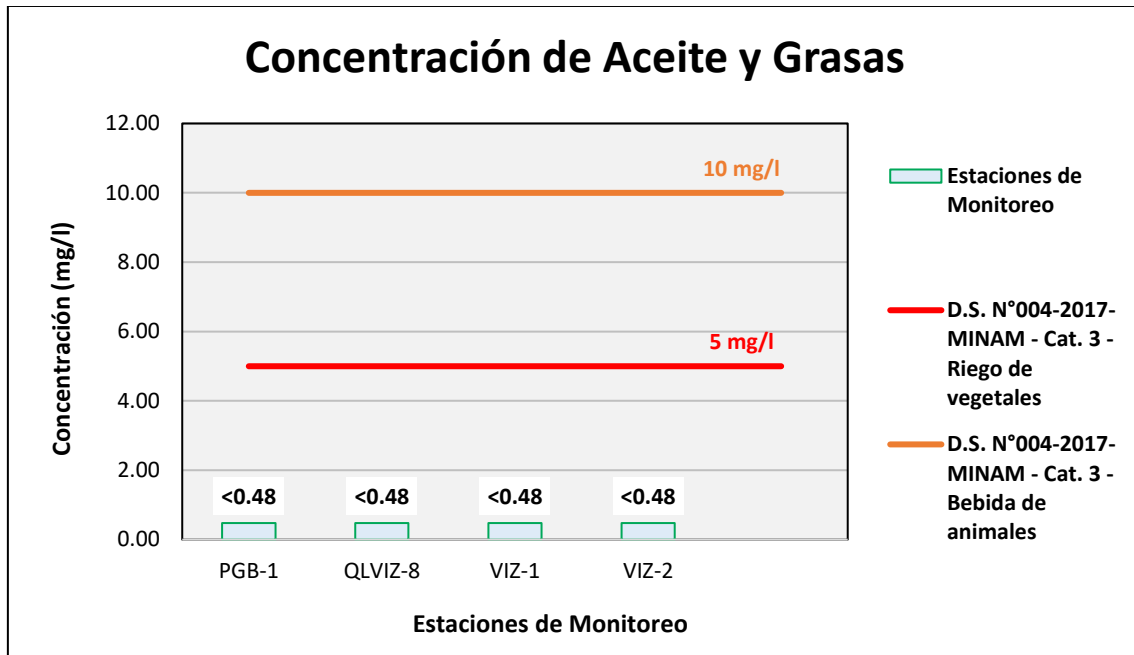
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.1.2 ACEITES Y GRASAS

Los análisis de aceites y grasas (AyG) procedentes de los puntos de monitoreo arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,48 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua.

Figura 6.76. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Vizcachas

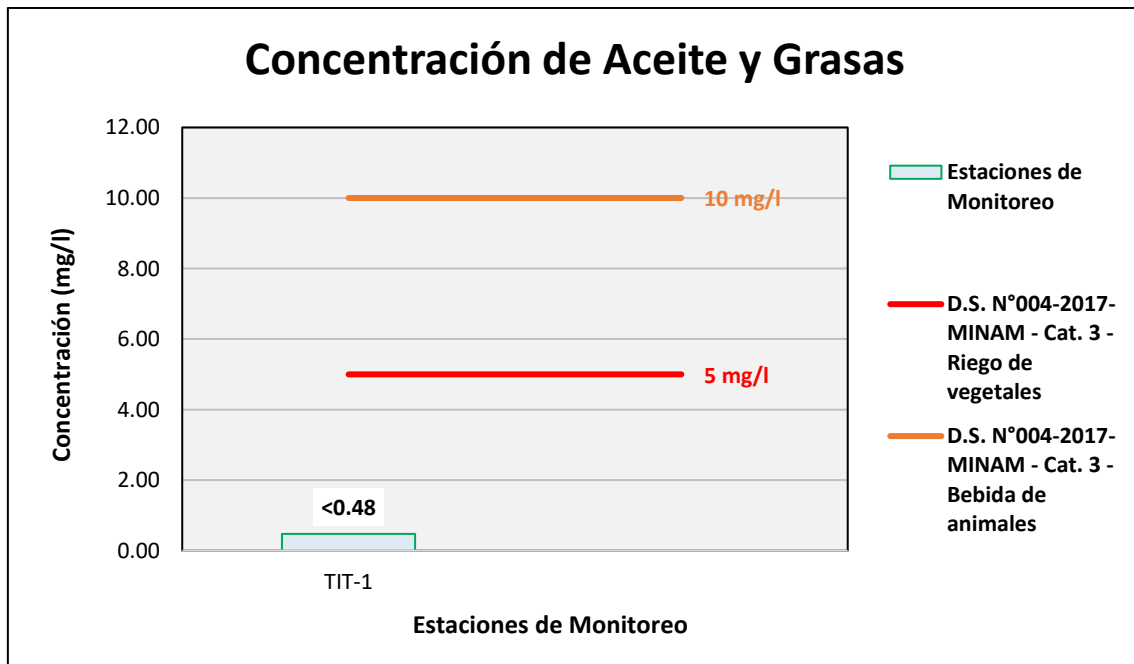


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Como se puede observar los resultados de AyG obtenidos en los puntos de monitoreo del río Vizcachas se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio (<0.48 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 5,0 mg/L).

Figura 6.77. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Titire

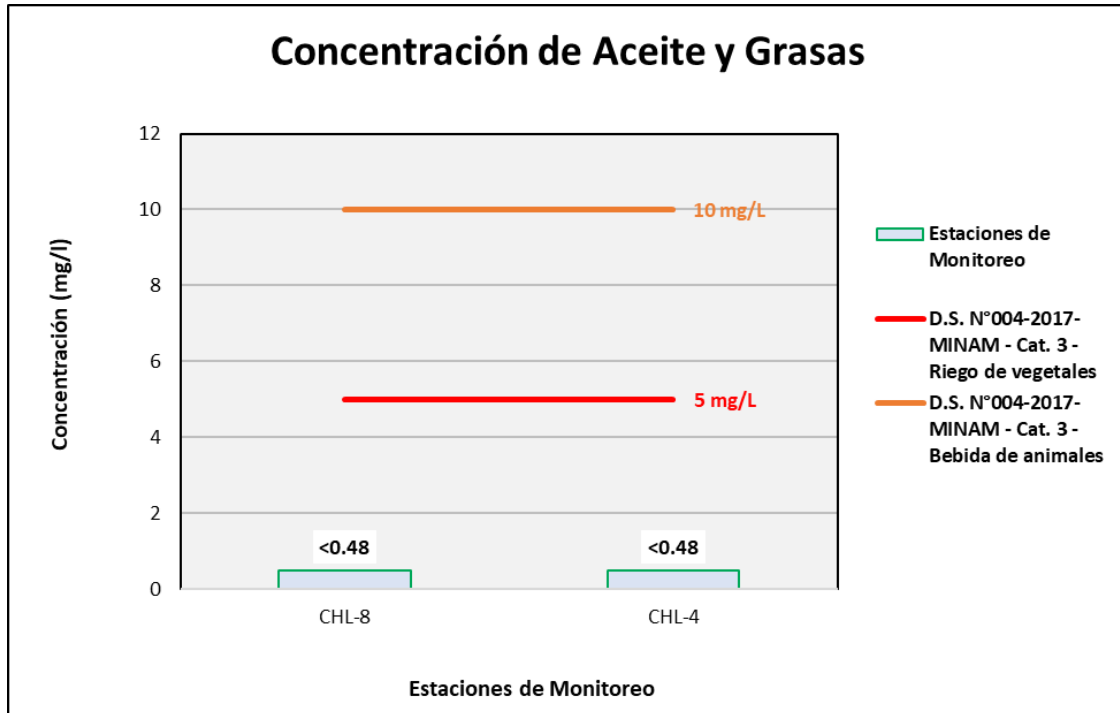


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

De igual manera los resultados de AyG obtenidos en el punto de monitoreo del río Titire y río Chilota se encuentra por debajo del límite de detección del laboratorio (<0.48 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 5,0 mg/L).

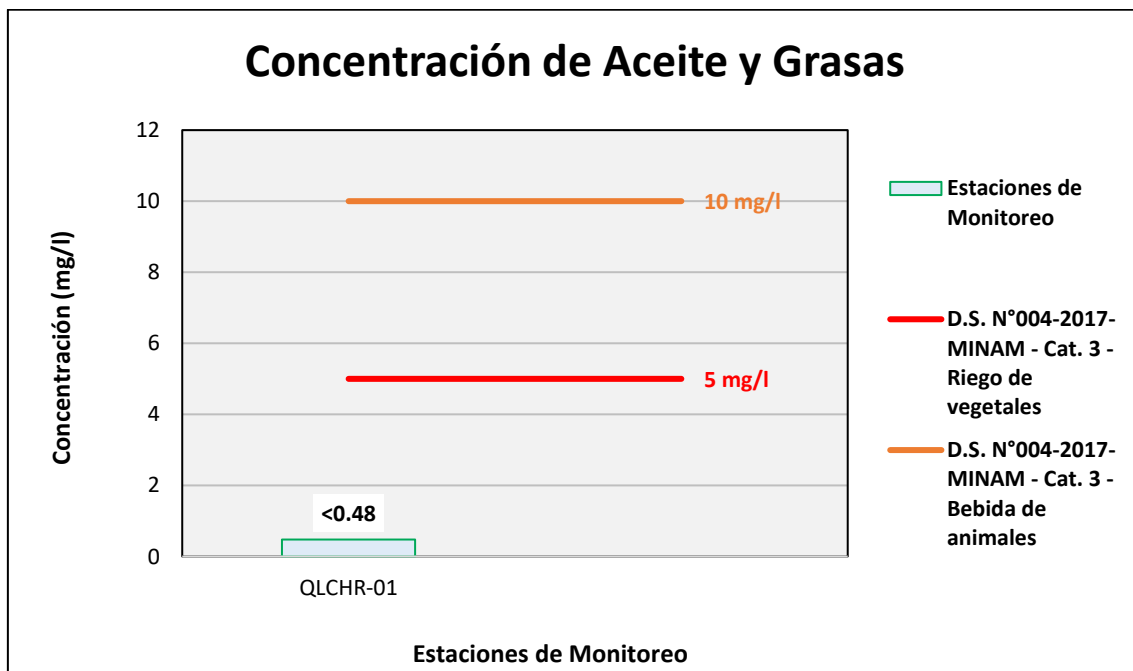
Figura 6.78. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

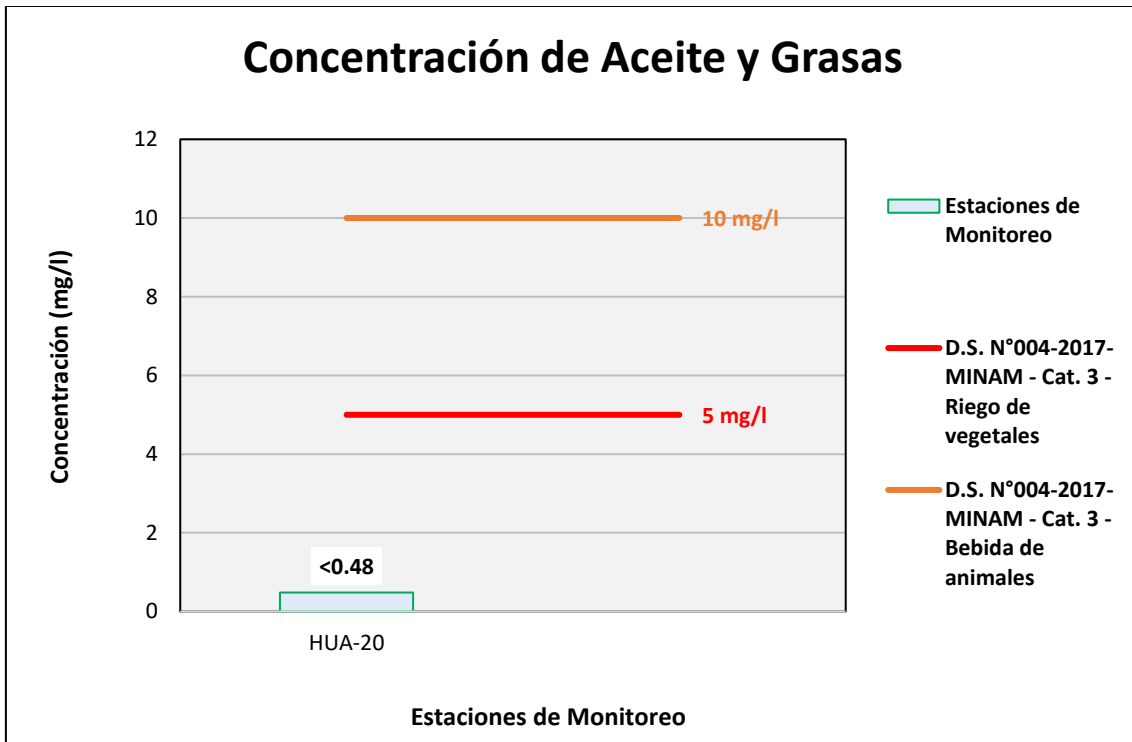
Figura 6.79. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.80. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Calazaya

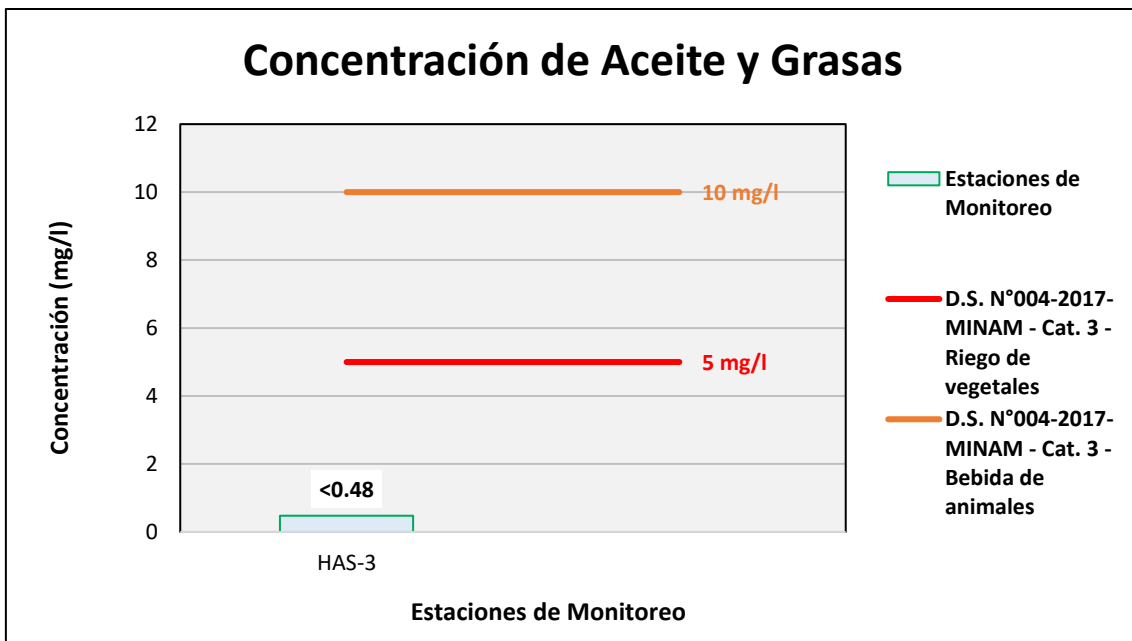


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

De igual manera los resultados de AyG obtenidos en el punto de monitoreo del río Chincune y río Calazaya se encuentra por debajo del límite de detección del laboratorio ($<0.48\text{ mg/l}</math>) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = $5,0\text{ mg/L}</math>).$$

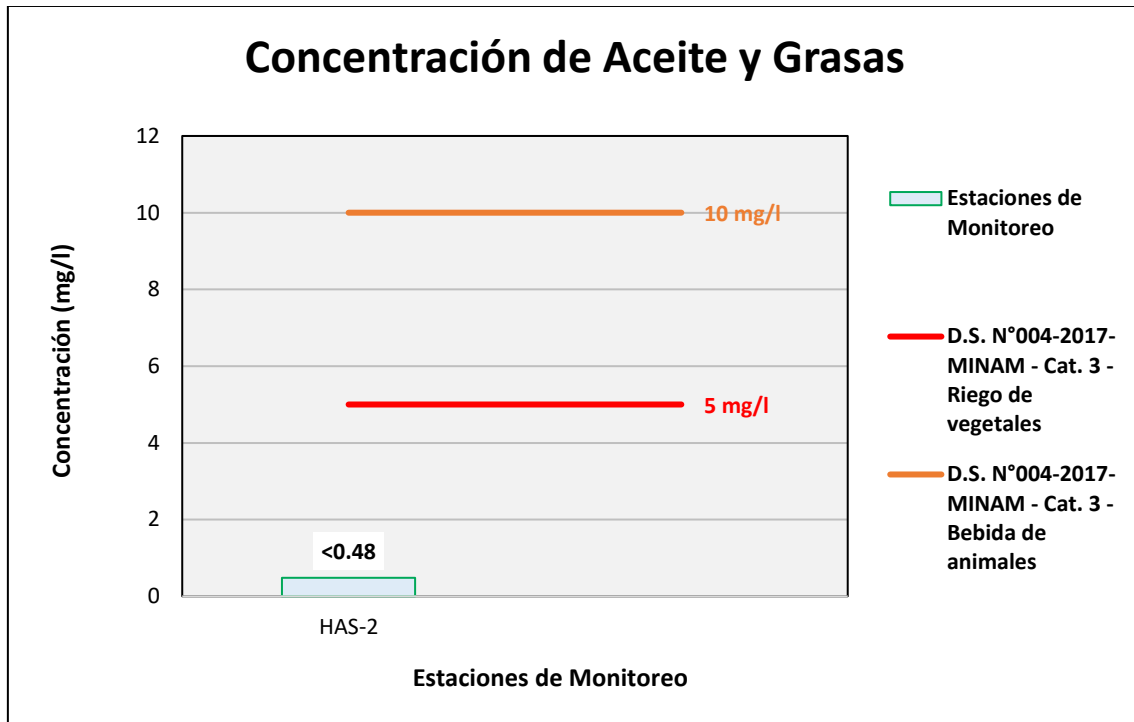
Figura 6.81. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.82. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

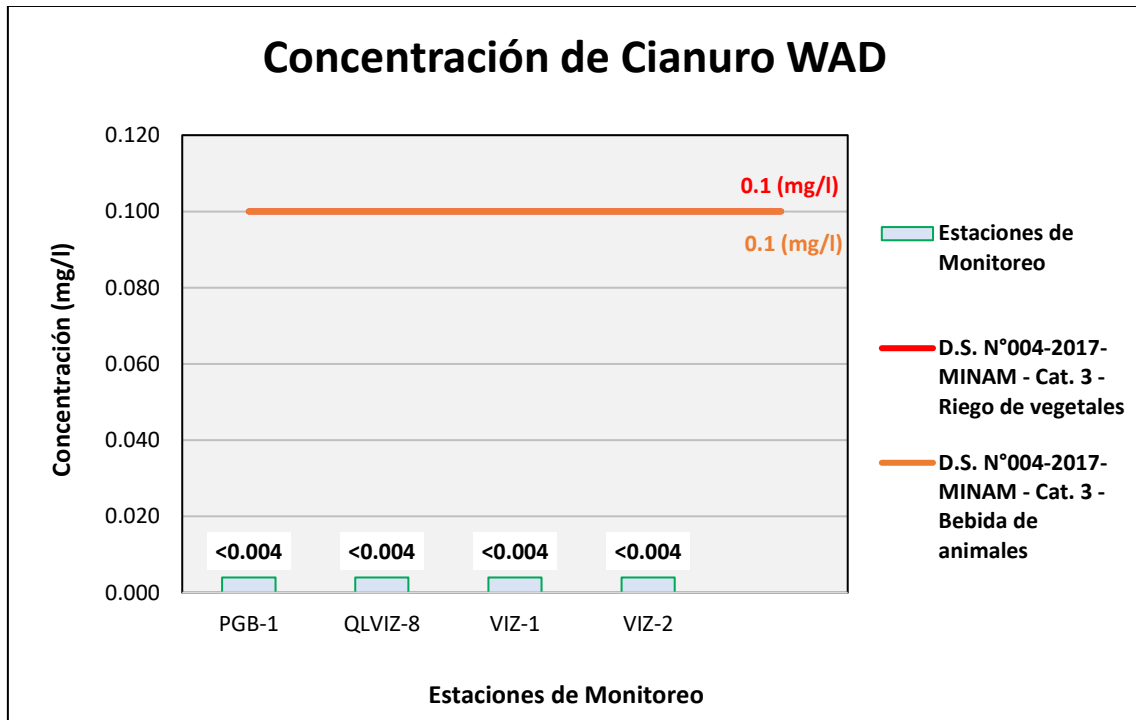
6.5.4.1.3 CIANURO WAD

El parámetro Cianuro WAD es una sustancia que se disocia del complejo de cianuro, usualmente presente con un pH con tendencia a la acidez (valores entre 4 y 5 pH), siendo sus principales fuentes proveedoras de actividad de procesamiento de plata y oro. Es esta misma actividad aurífera la que emite gran cantidad de este parámetro a los cuerpos hídricos dado que es un insumo requerido para la extracción de este mineral.

Los análisis de Cianuro WAD procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<math><0,0125</math> mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados.

Por lo que, siendo así lo expuesto en las siguientes figuras se aprecia que los valores de Cianuro WAD encontrados en los puntos de monitoreo de la zona de Alta Montaña se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cianuro WAD = 0,1 mg/L), pudiendo concluir que en las cuencas de dichos cuerpos de agua no hay indicios de presencia de la actividad aurífera.

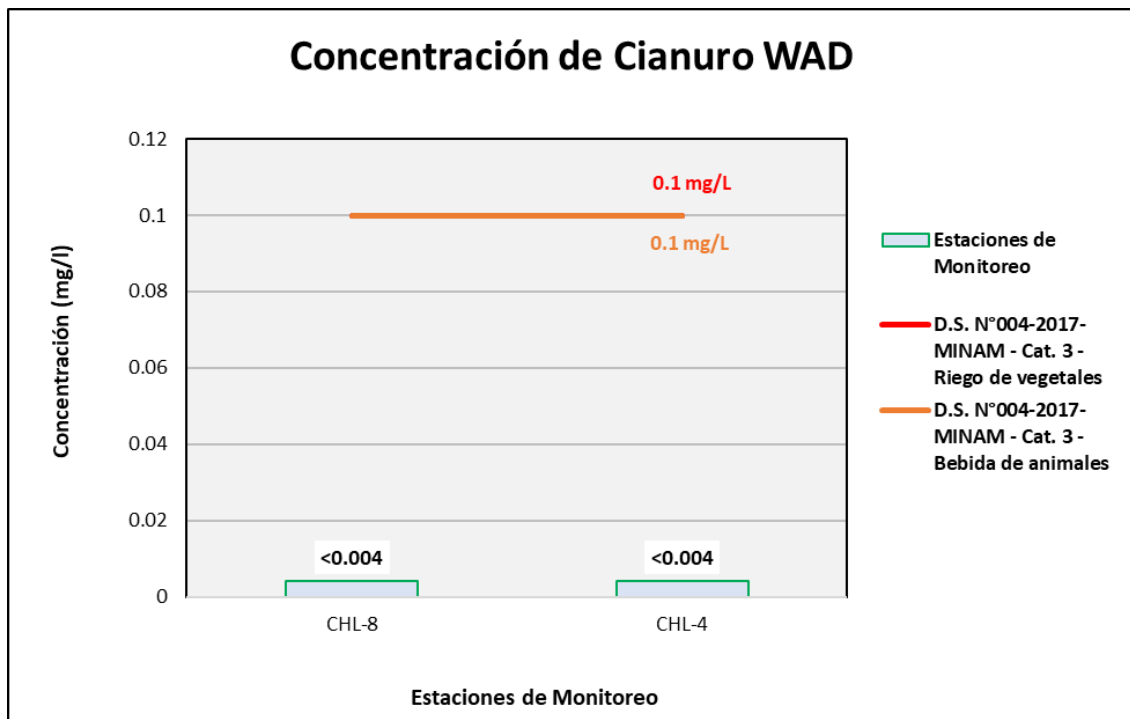
Figura 6.83. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

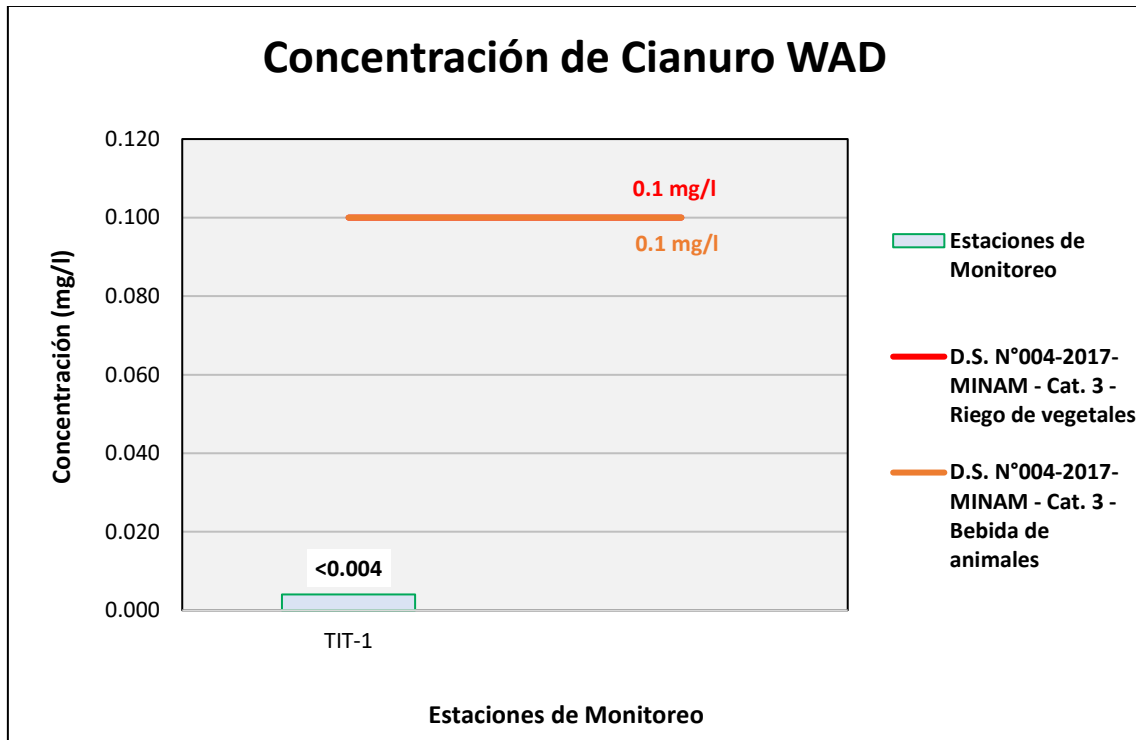
Figura 6.84. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

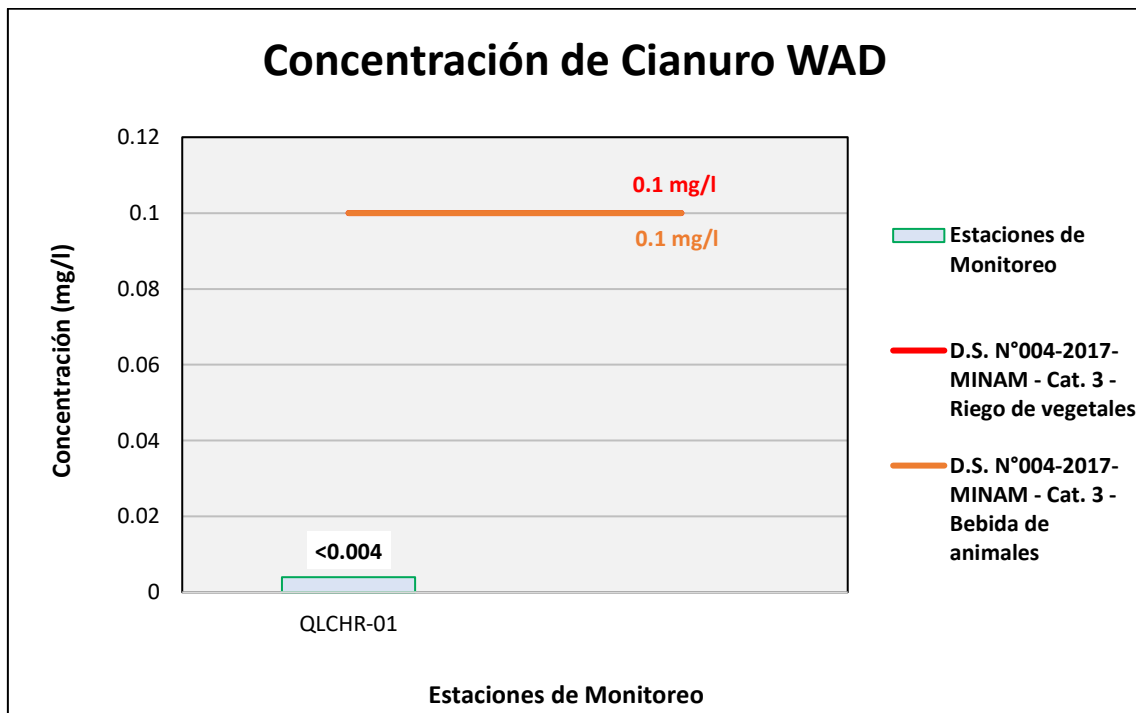
Figura 6.85. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

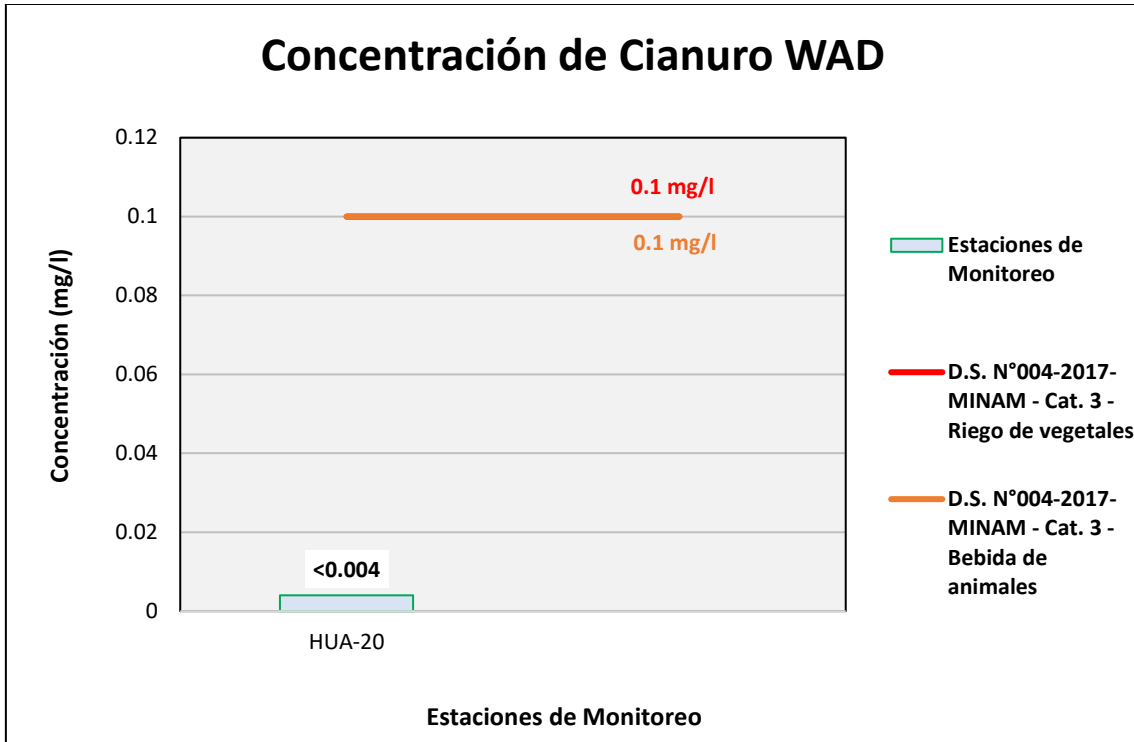
Figura 6.86. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

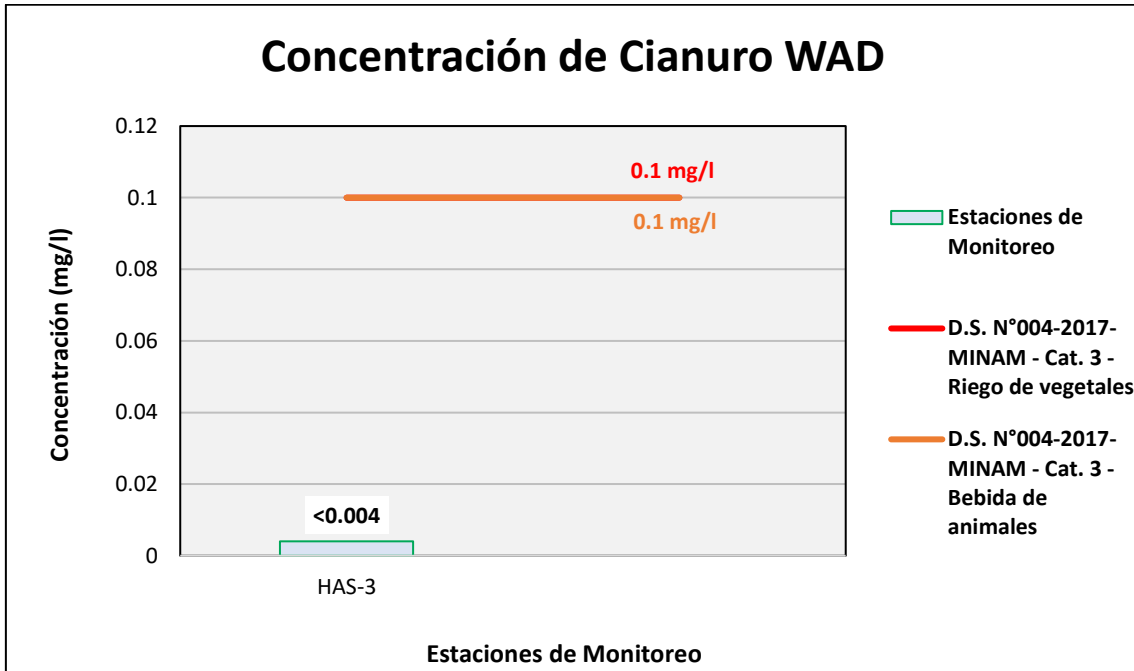
Figura 6.87. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

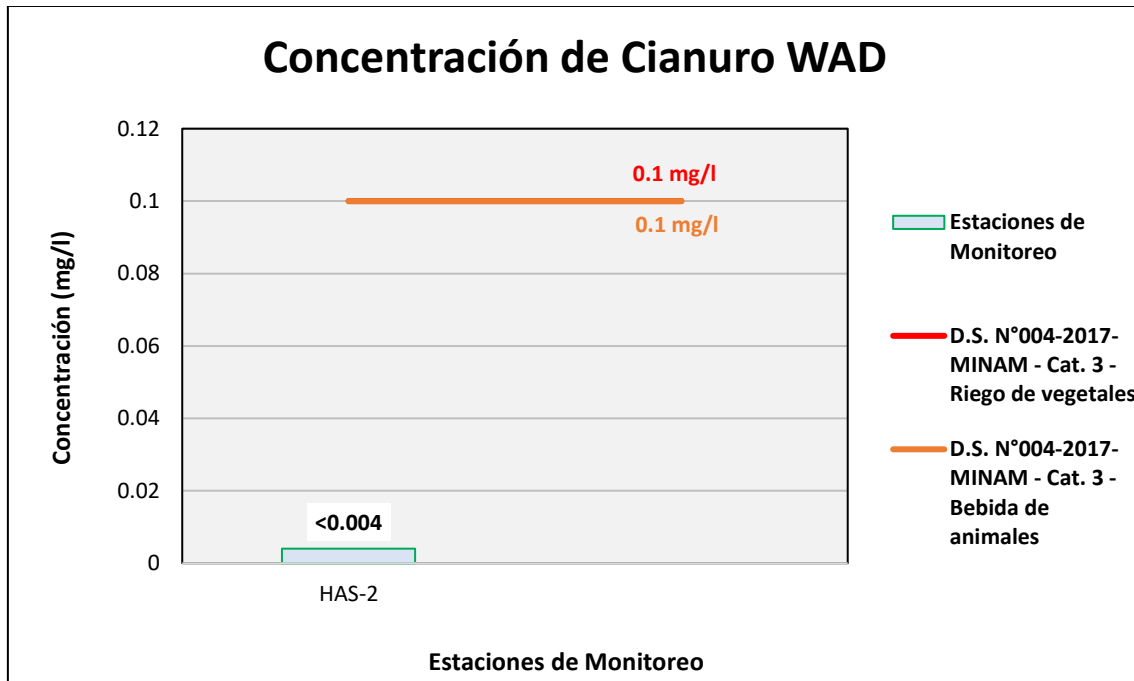
Figura 6.88. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.89. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

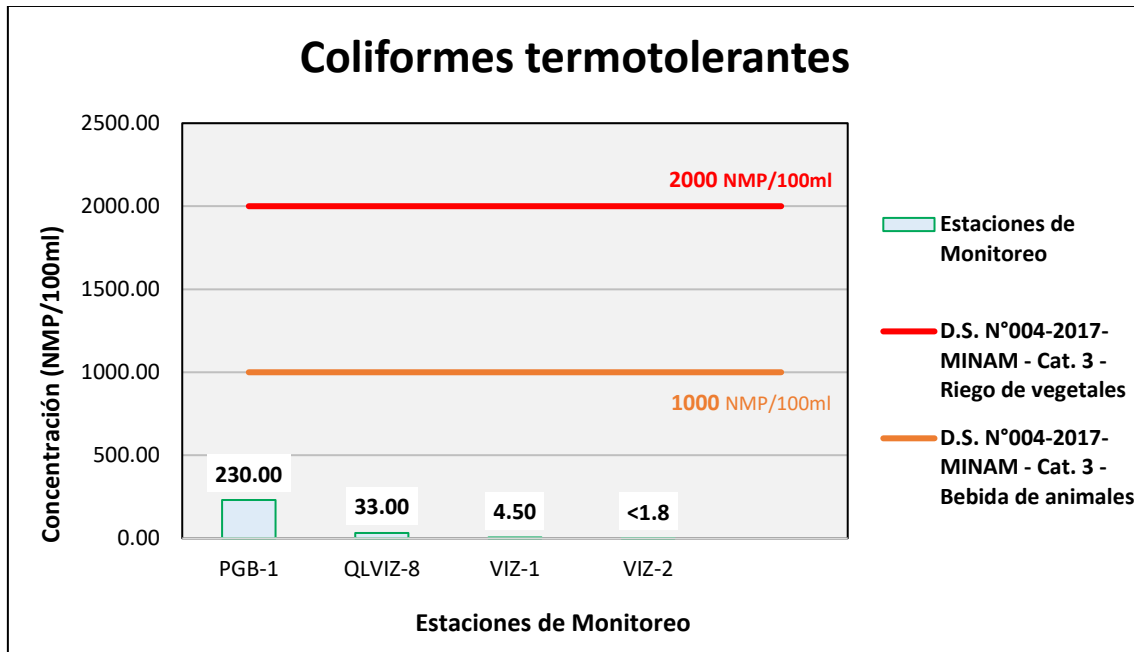
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.1.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Los análisis de Coliformes Termotolerantes procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<math><1,8</math> NMP/100ml).

Tal como se muestra en las siguientes figuras, los valores de Coliformes Termotolerantes se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Coliformes Termotolerantes = 1000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados.

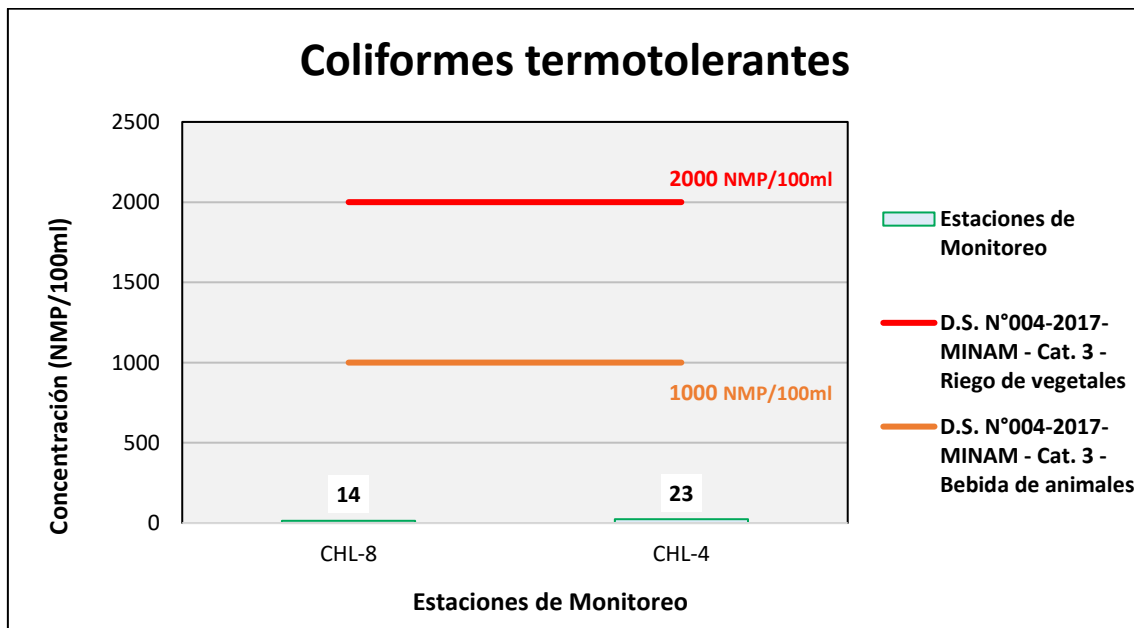
Figura 6.90. Resultados de Coliformes – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

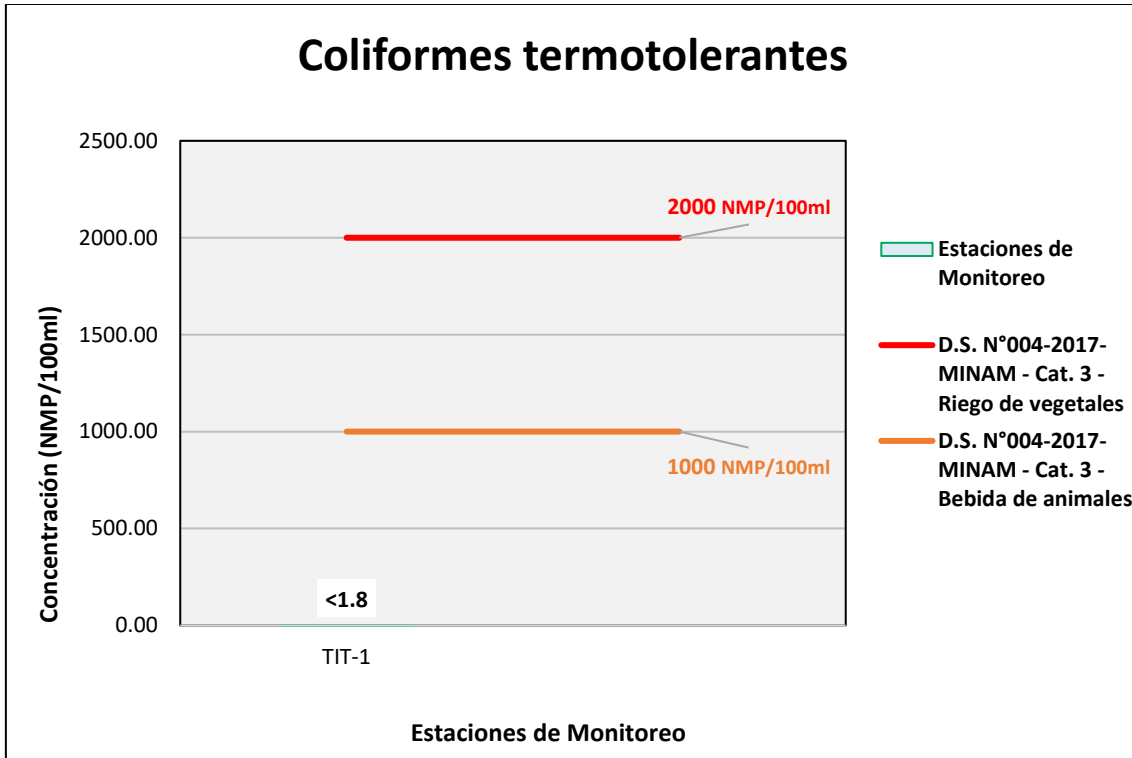
Figura 6.91. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

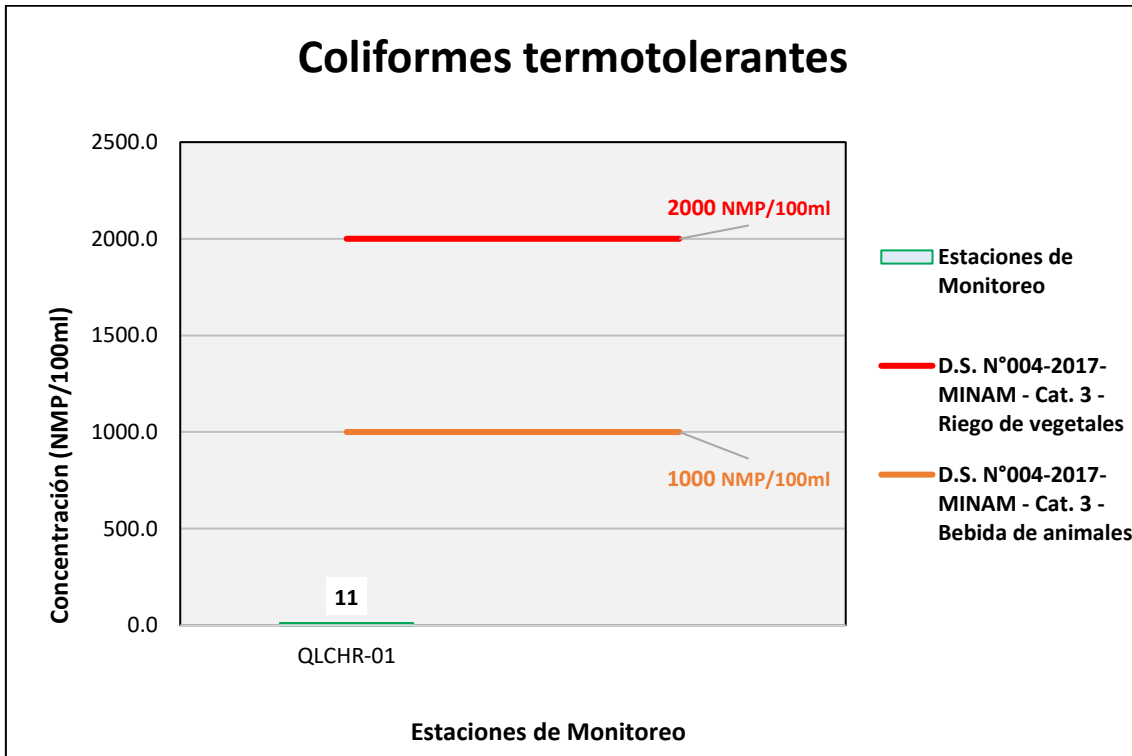
Figura 6.92. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

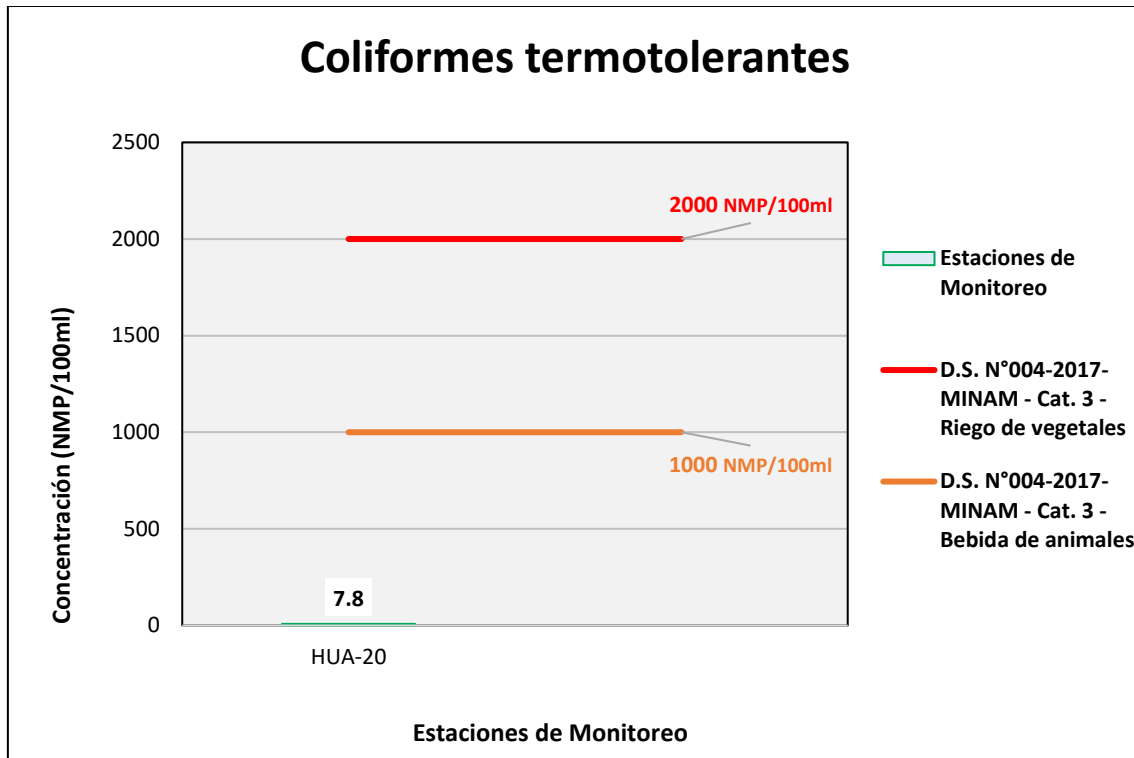
Figura 6.93. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

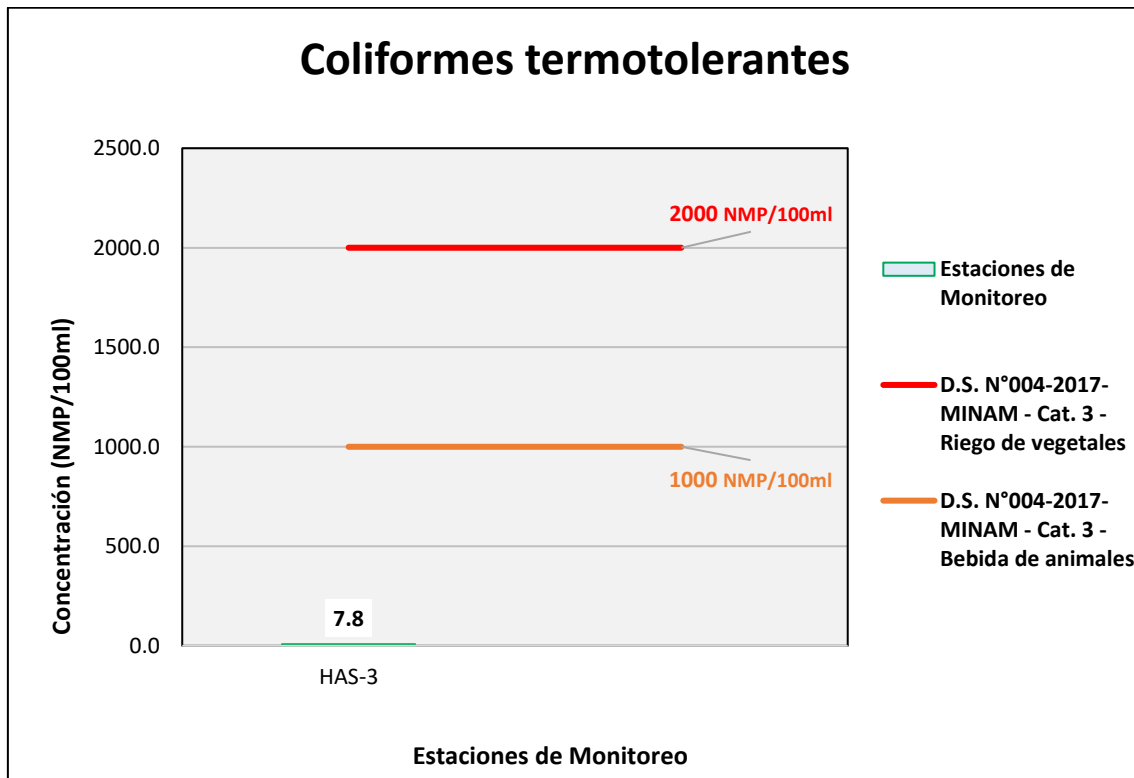
Figura 6.94. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

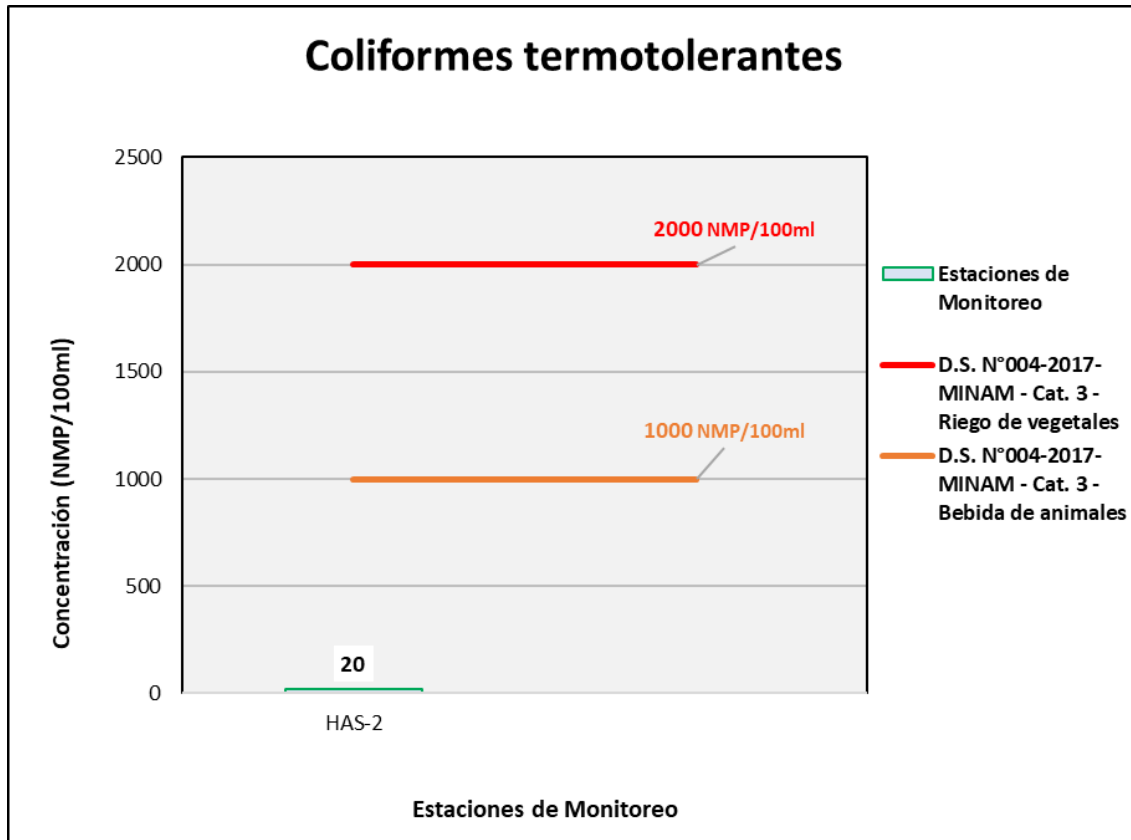
Figura 6.95. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.96. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.1.5 COLOR

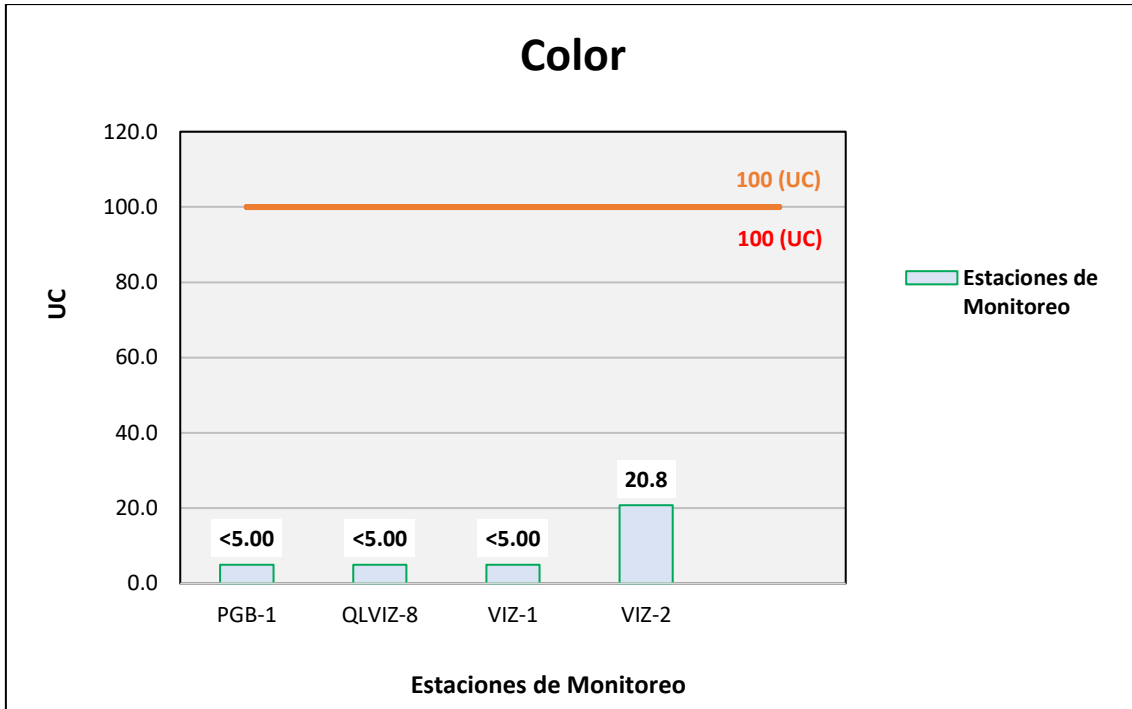
El parámetro color es junto con la turbidez, un indicador de la calidad del agua, dado que nos proporciona características desde el punto de vista organoléptico. Dicho parámetro en las fuentes de agua puede tener su origen por la presencia o cantidad de la materia orgánica, así como la presencia de metales pesados o sustancias que pueden encontrarse disueltas o en suspensión.

La diferenciación entre color verdadero del agua y color aparente recae en que, el primero depende exclusivamente del agua y de aquellas sustancias disueltas en ella; mientras que, el segundo incluye también las partículas en suspensión, cuyas concentraciones o presencia está destinada a determinar el nivel de turbidez en el agua.

La determinación de los resultados de Color procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arroja valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<5 UC). Asimismo, dichos valores de Color se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Color = 100 UC), lo que evidencia una ausencia de materia orgánica, o en su

defecto poca carga orgánica en los cuerpos de agua, así como la ausencia de sustancias disueltas que podrían estar generando una coloración específica en dichos cuerpos hídricos.

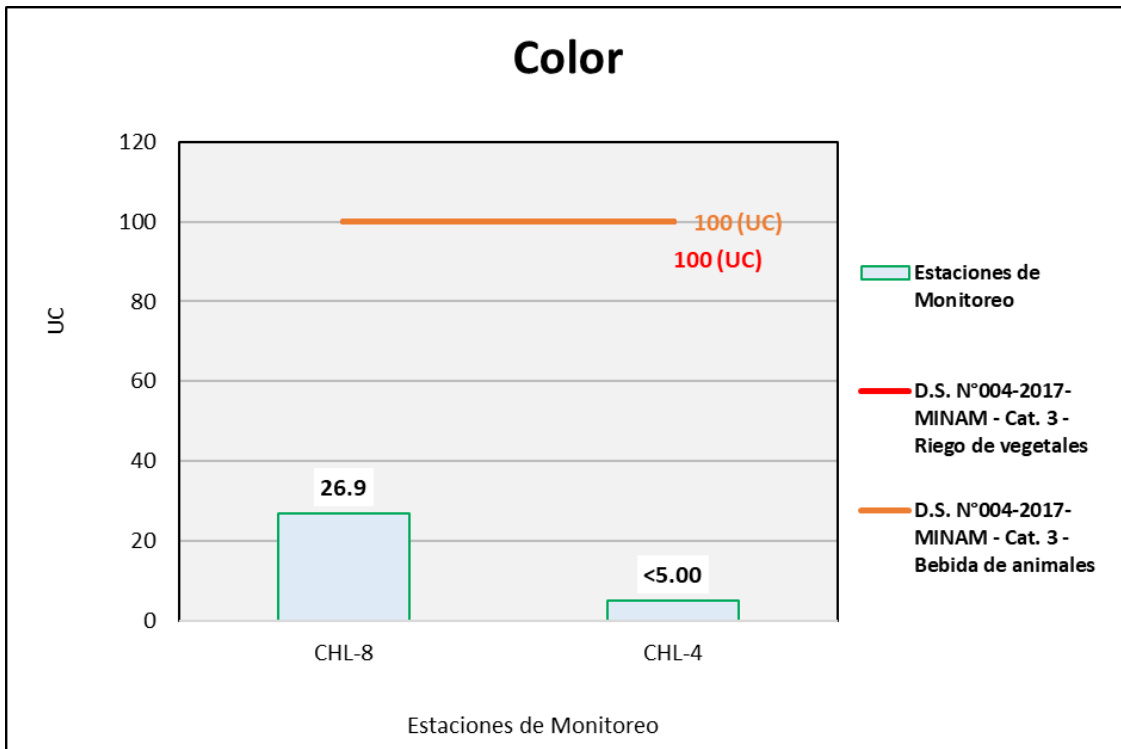
Figura 6.97. Resultados de Color – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

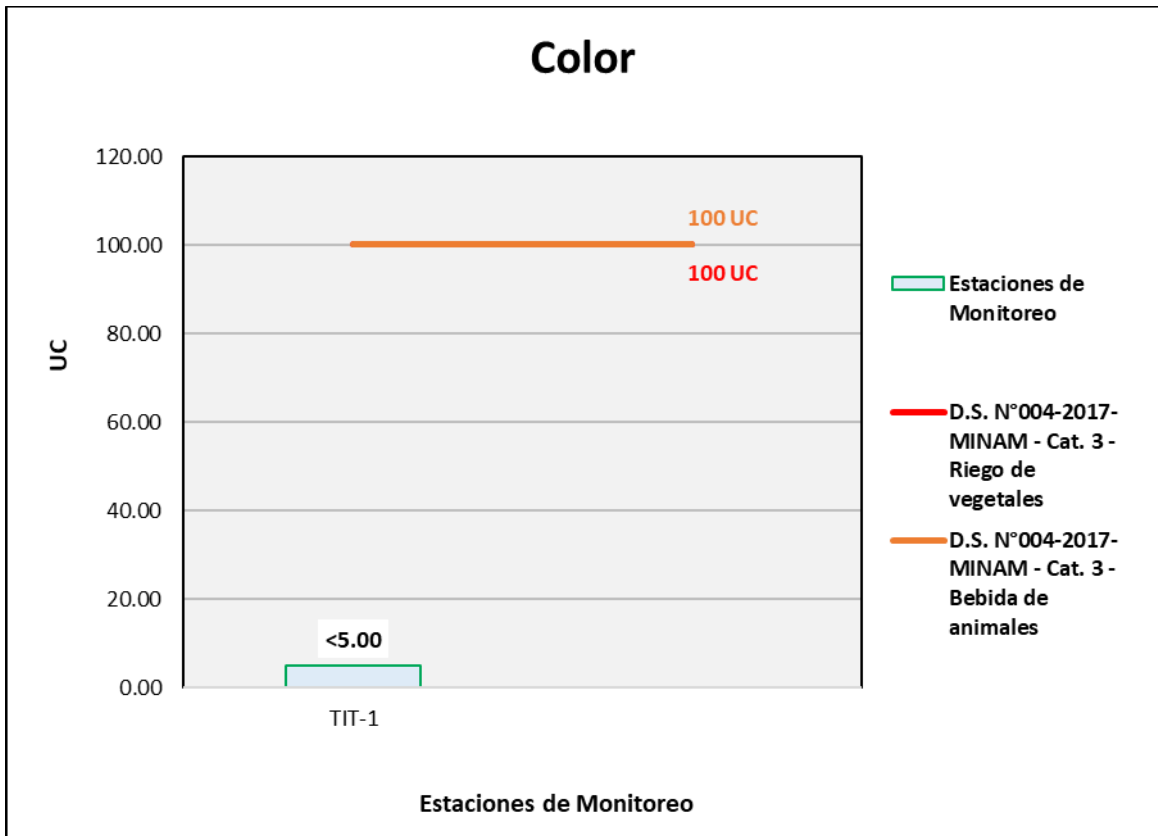
Figura 6.98. Resultados de Color – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

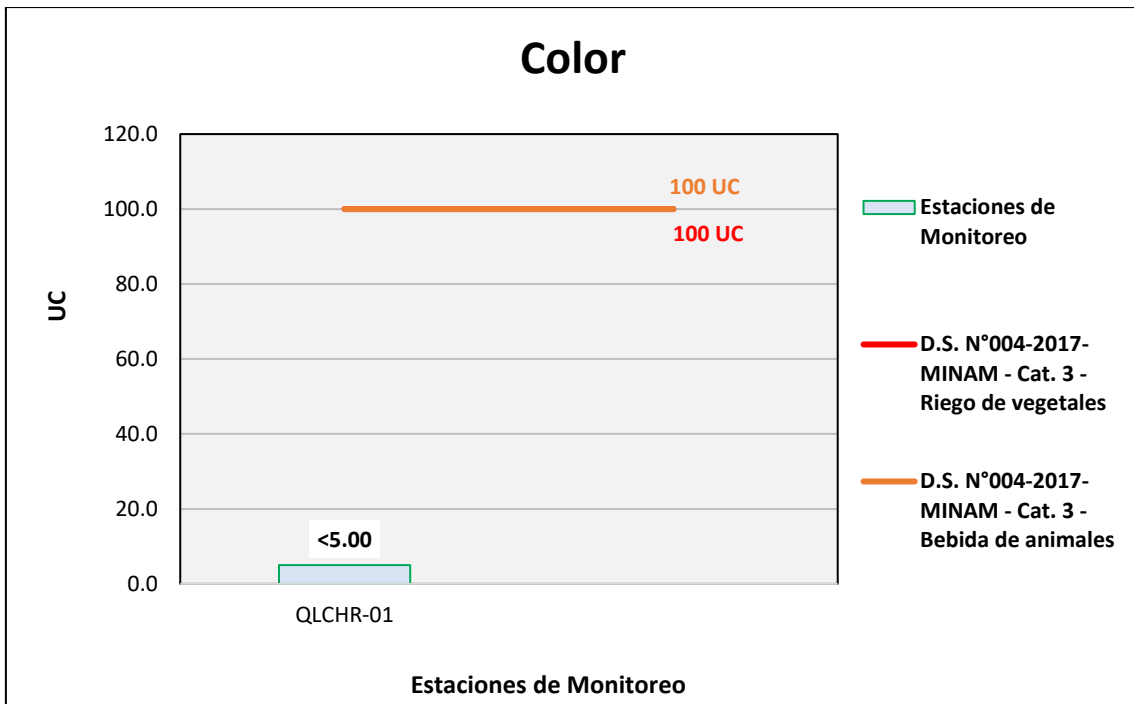
Figura 6.99. Resultados de Color – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

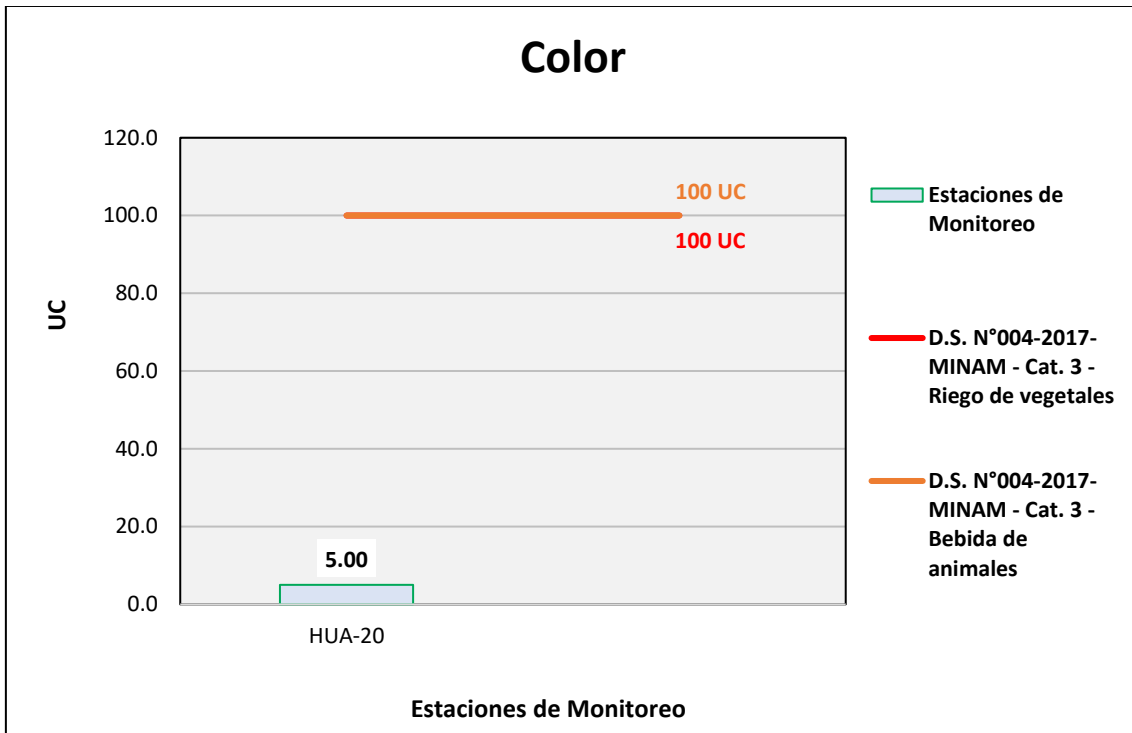
Figura 6.100. Resultados de Color – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

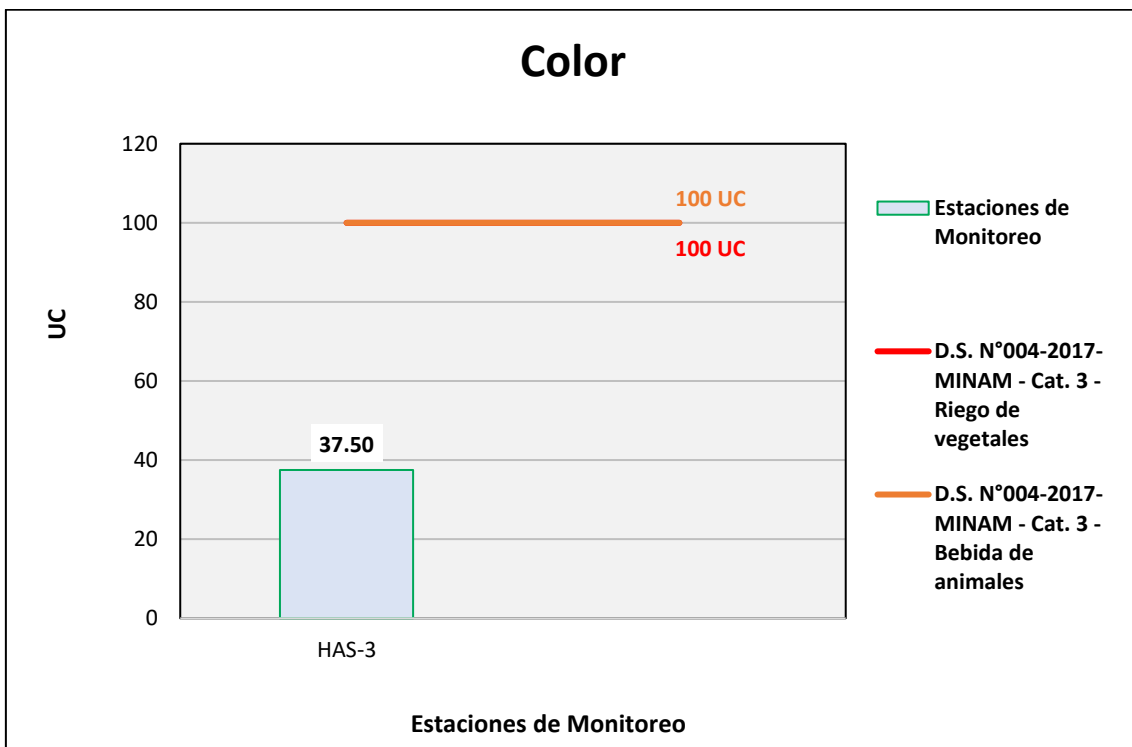
Figura 6.101. Resultados de Color – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

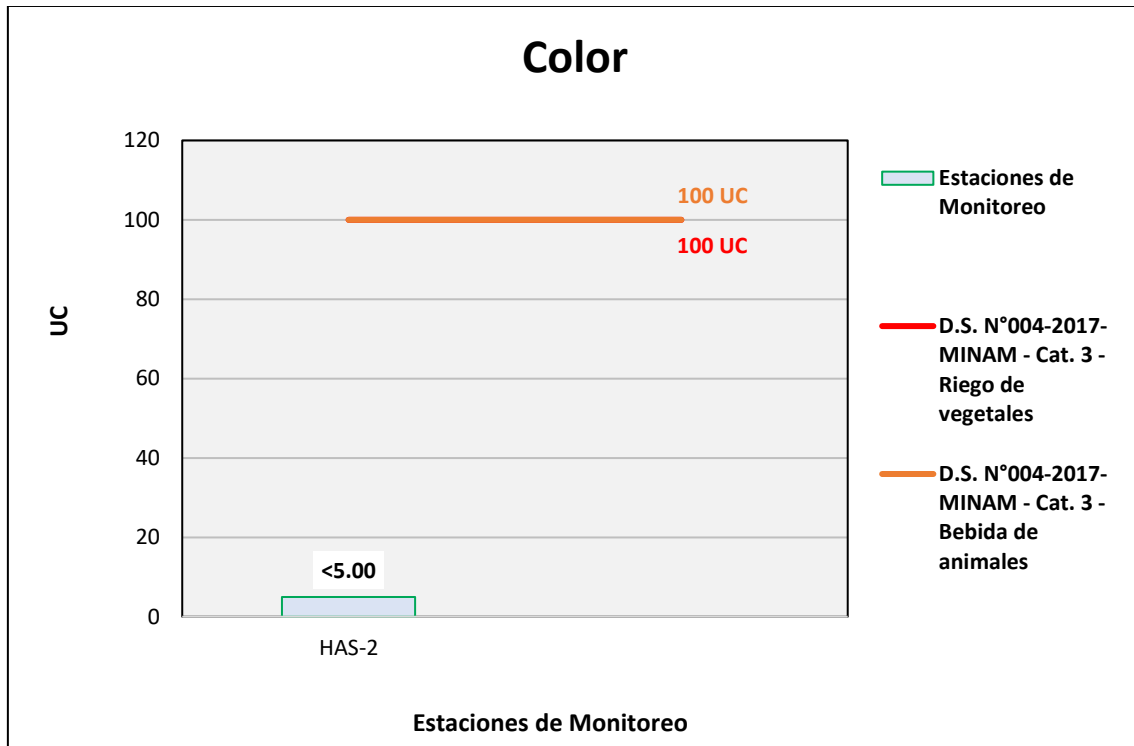
Figura 6.102. Resultados de Color – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.103. Resultados de Color – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

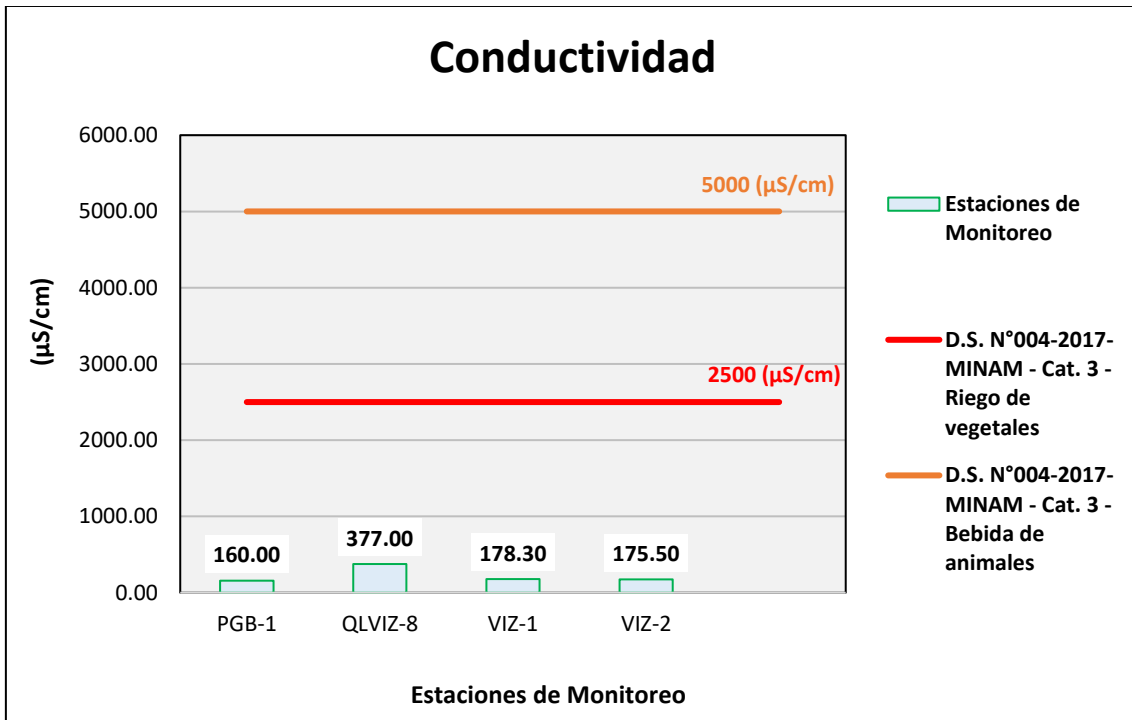
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.6 CONDUCTIVIDAD

Se entiende como conductividad eléctrica a la capacidad del agua para transportar la energía eléctrica, expresada en unidades de CE (Siemens/metro = $\mu\text{S}/\text{m}$). Este parámetro está relacionado directamente con la cantidad proporcional de sales presentes en los cuerpos hídricos, cuya disolución en el agua genera iones capaces de conducir corrientes eléctricas.

Los resultados de Conductividad Eléctrica procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Conductividad Eléctrica = 2 500 $\mu\text{S}/\text{m}$), sin embargo, hay que precisar que, el punto de monitoreo TIT-1, correspondiente al río Titire, presenta valores muy elevados en cuanto al parámetro de conductividad, el cual puede tener su origen en la presencia de actividad geotérmica (aguas termales) que aportan con carga iónica de metales como: boro, hierro, aluminio, entre otros característicos de este tipo de agua (**Ver Mapa GT-01-A**).

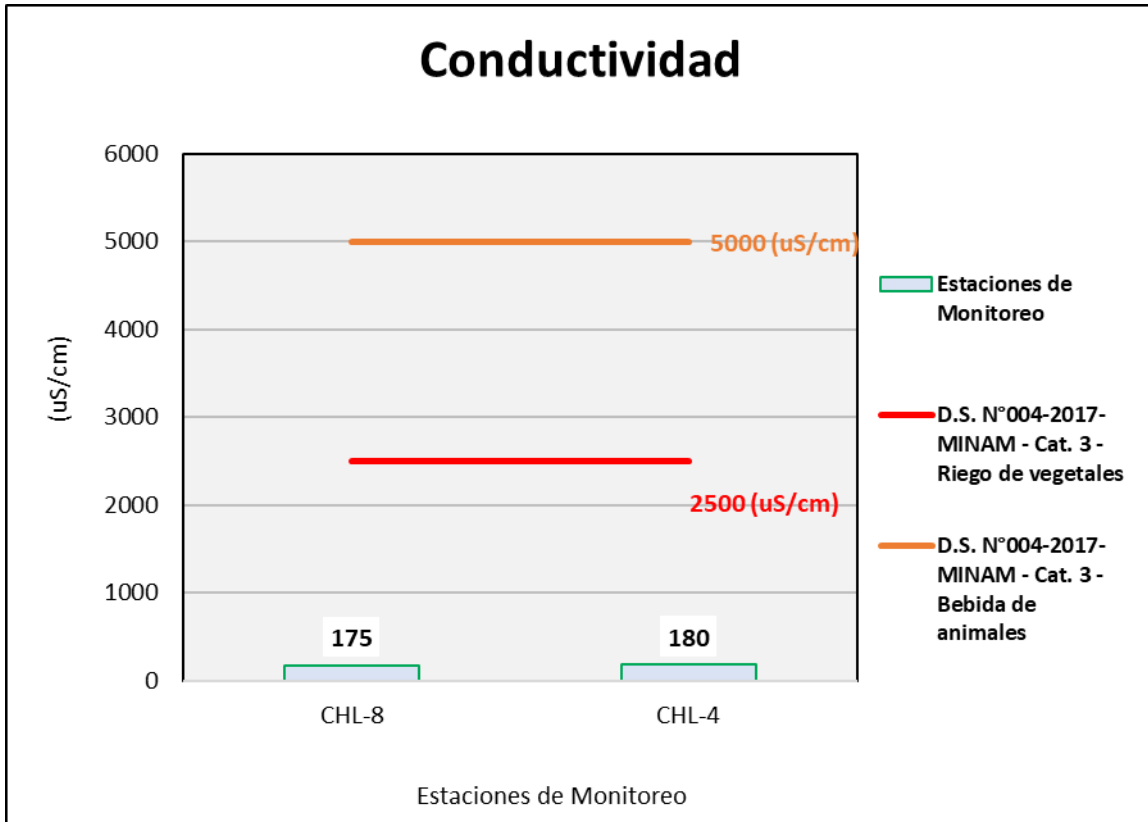
Figura 6.104. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

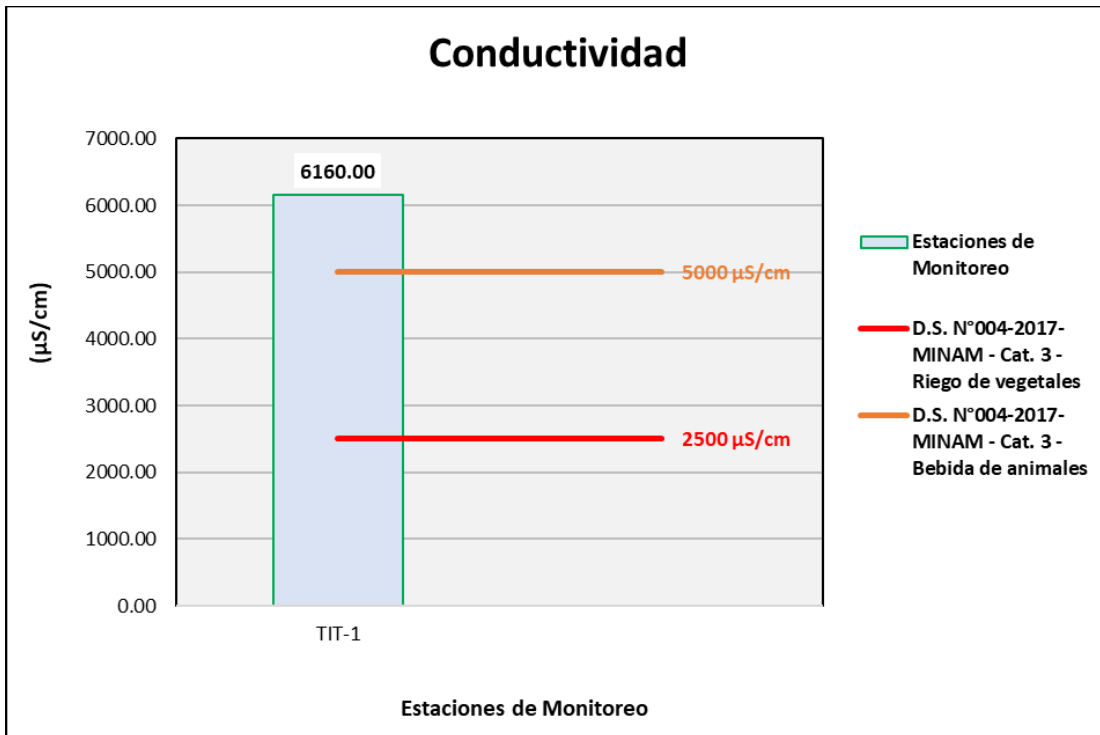
Figura 6.105. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

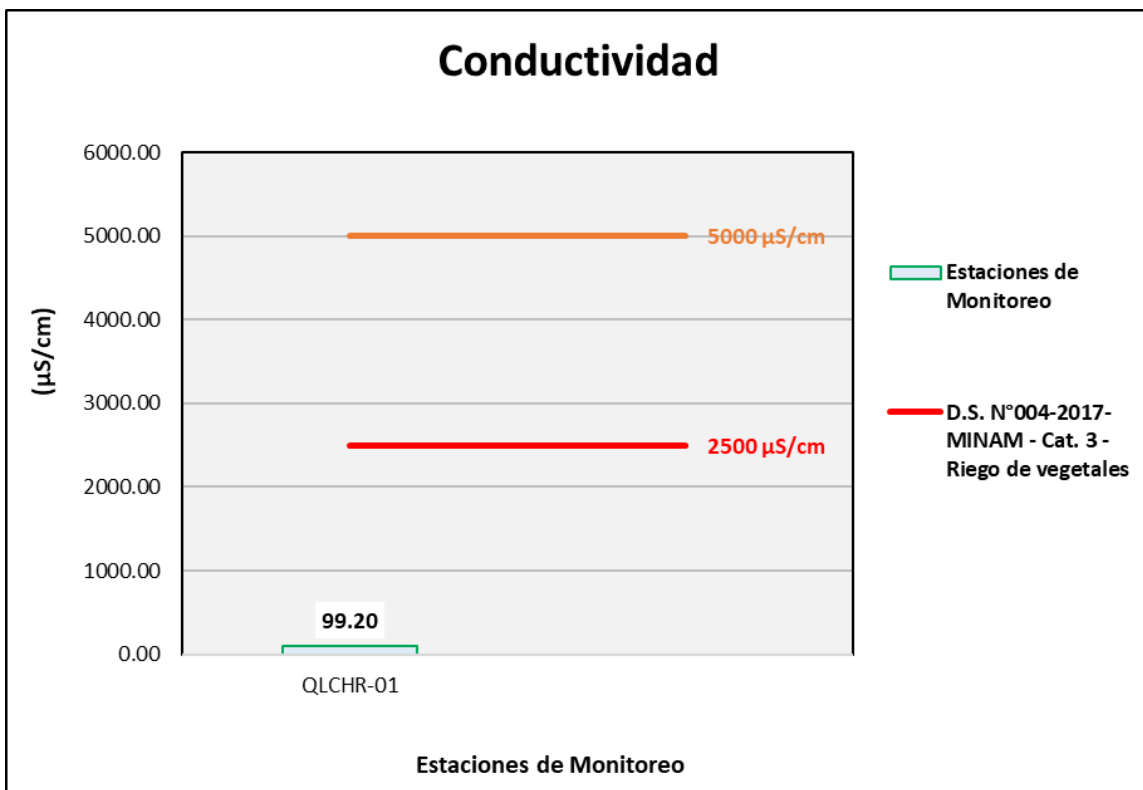
Figura 6.106. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

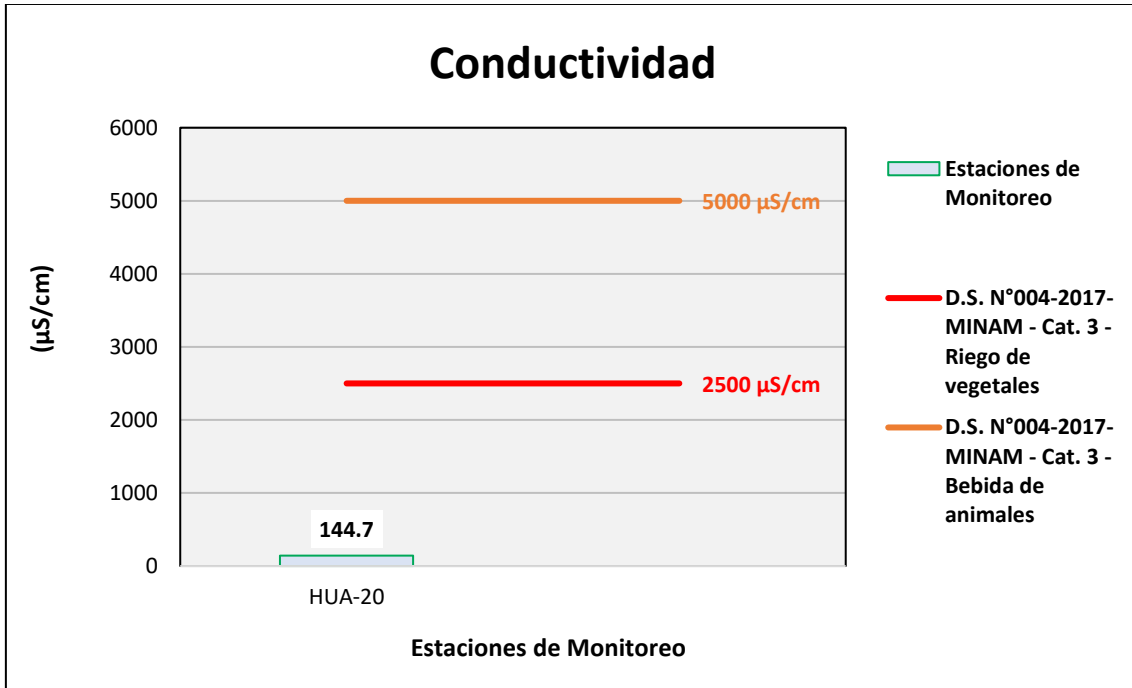
Figura 6.107. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

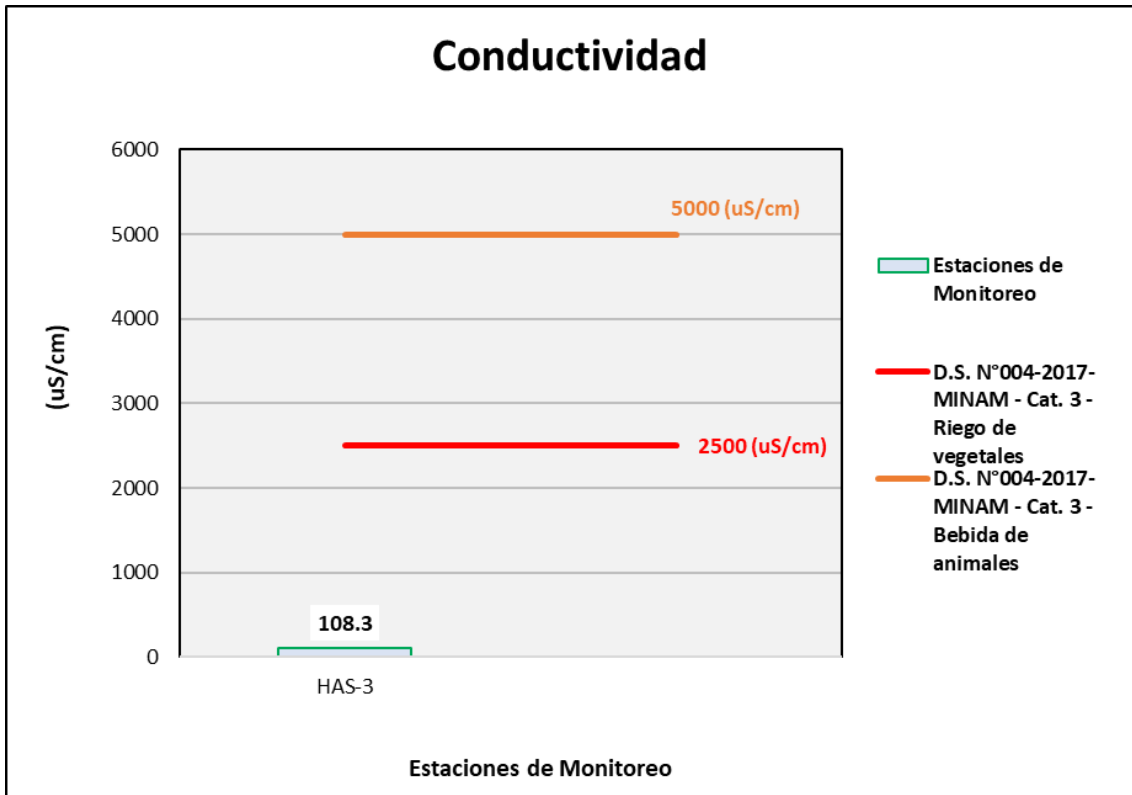
Figura 6.108. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

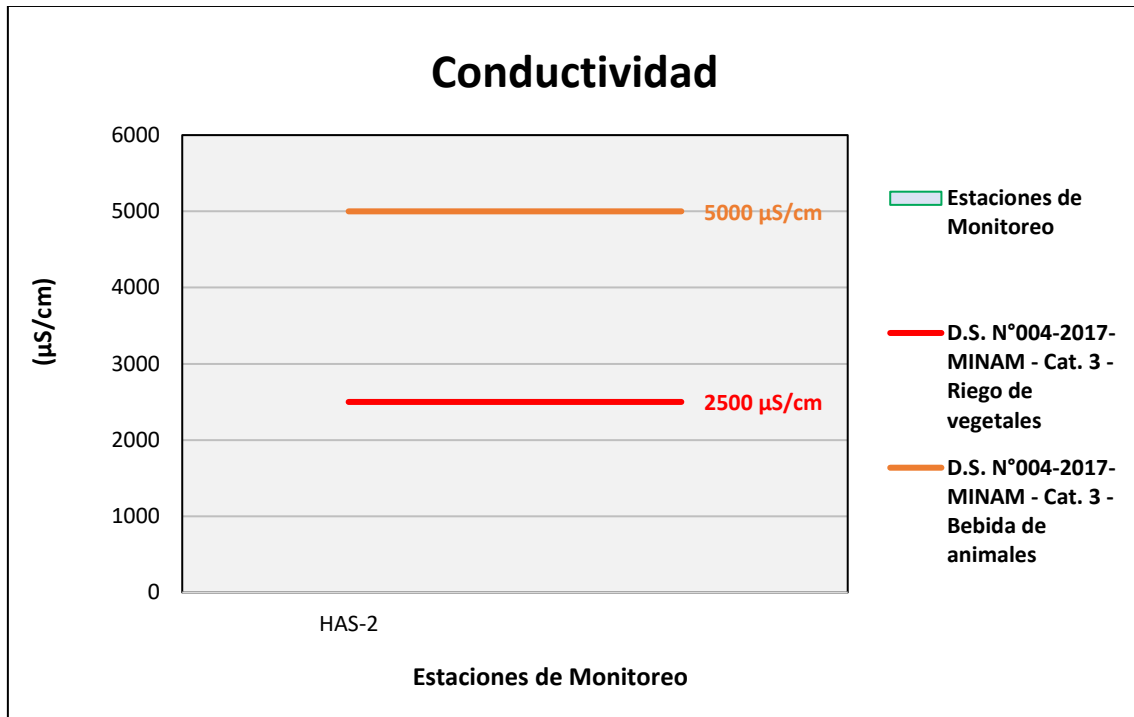
Figura 6.109. Resultados de Conductividad – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.110. Resultados de Conductividad – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

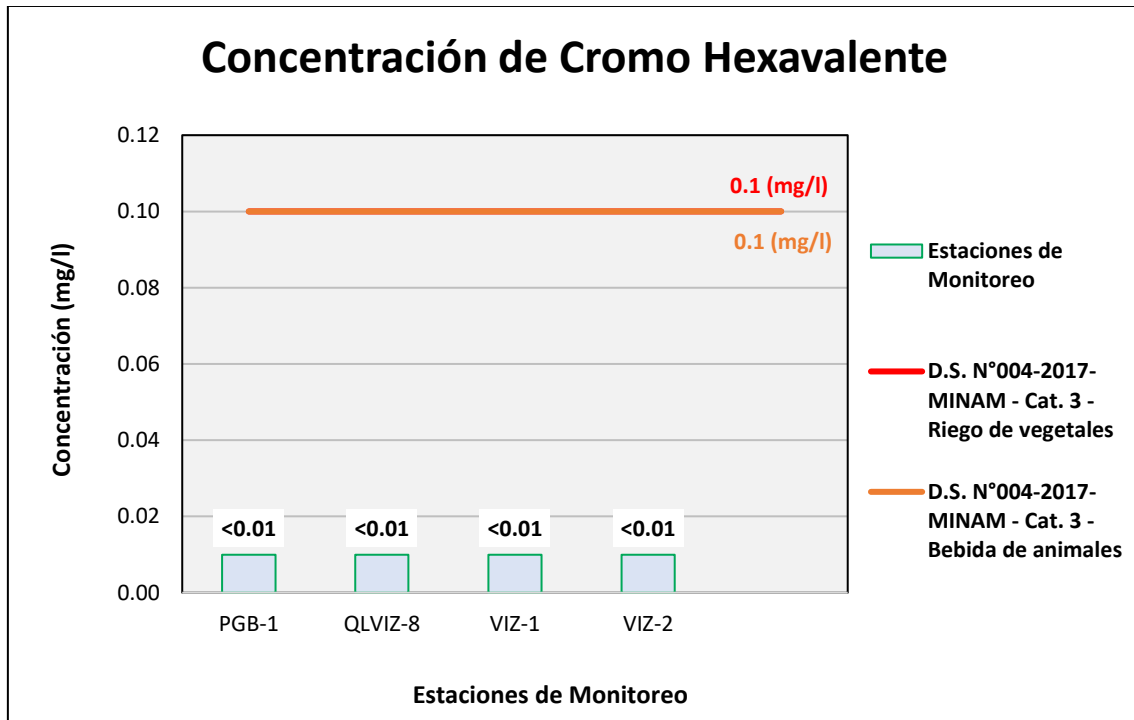
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.7 CROMO VI

El cromo se encuentra presente de manera natural en plantas, en el suelo, en rocas, hasta en seres vivos, principalmente en dos estados de oxidación: cromo trivalente (Cr III) y cromo hexavalente (Cr VI). Si bien el cromo hexavalente presente en el agua es reducido a cromo trivalente mediante la capacidad de reducción que tienen los cuerpos hídricos, usualmente los derivados del Cr VI tiene su origen por la actividad antropogénica de actividades como la minería, curtiembres de cuero, fabricación de pinturas, entre otros.

Los resultados de Cromo VI procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cr VI = 0,1 mg/L).

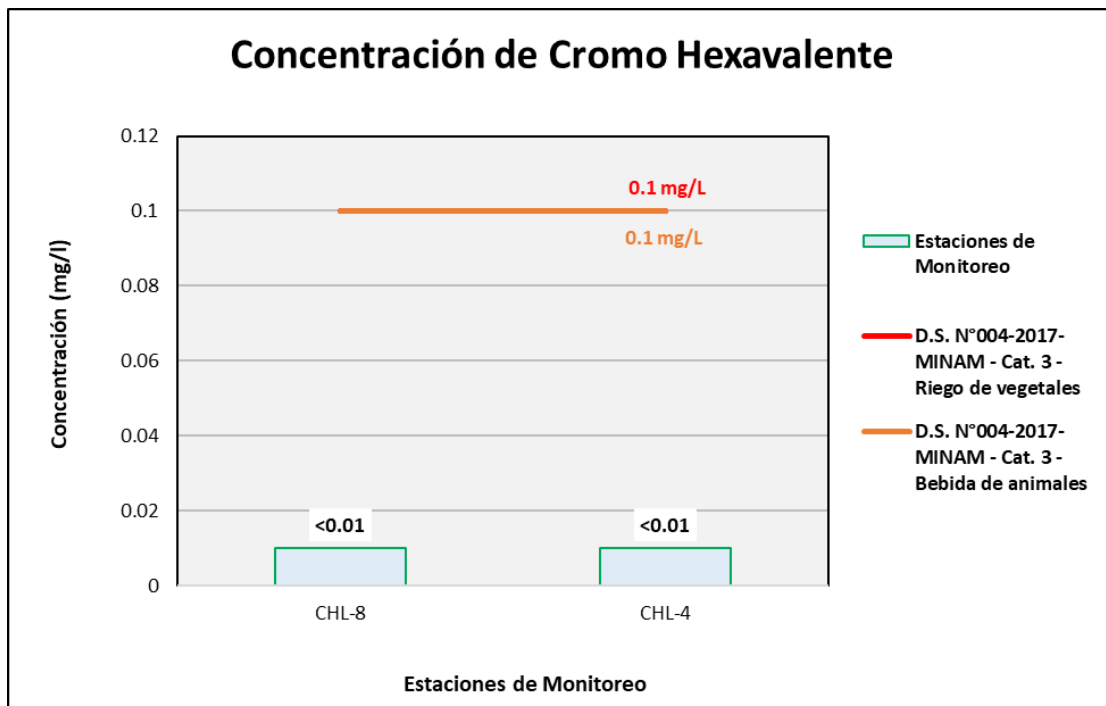
Figura 6.111. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

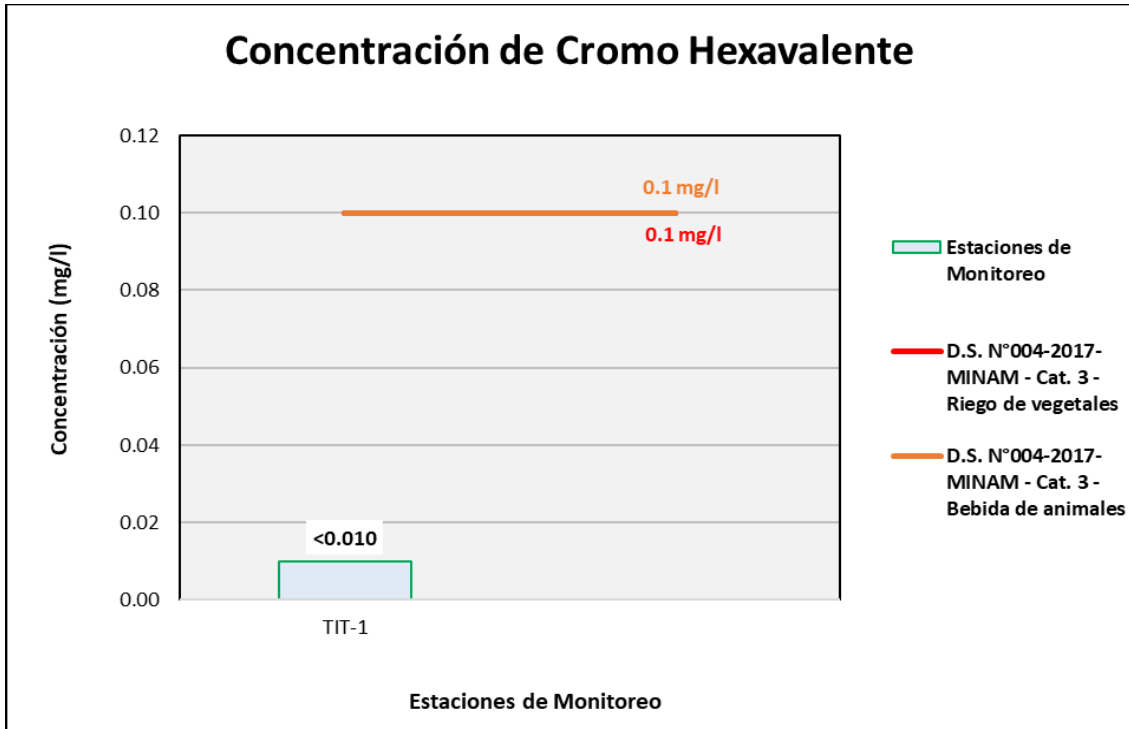
Figura 6.112. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

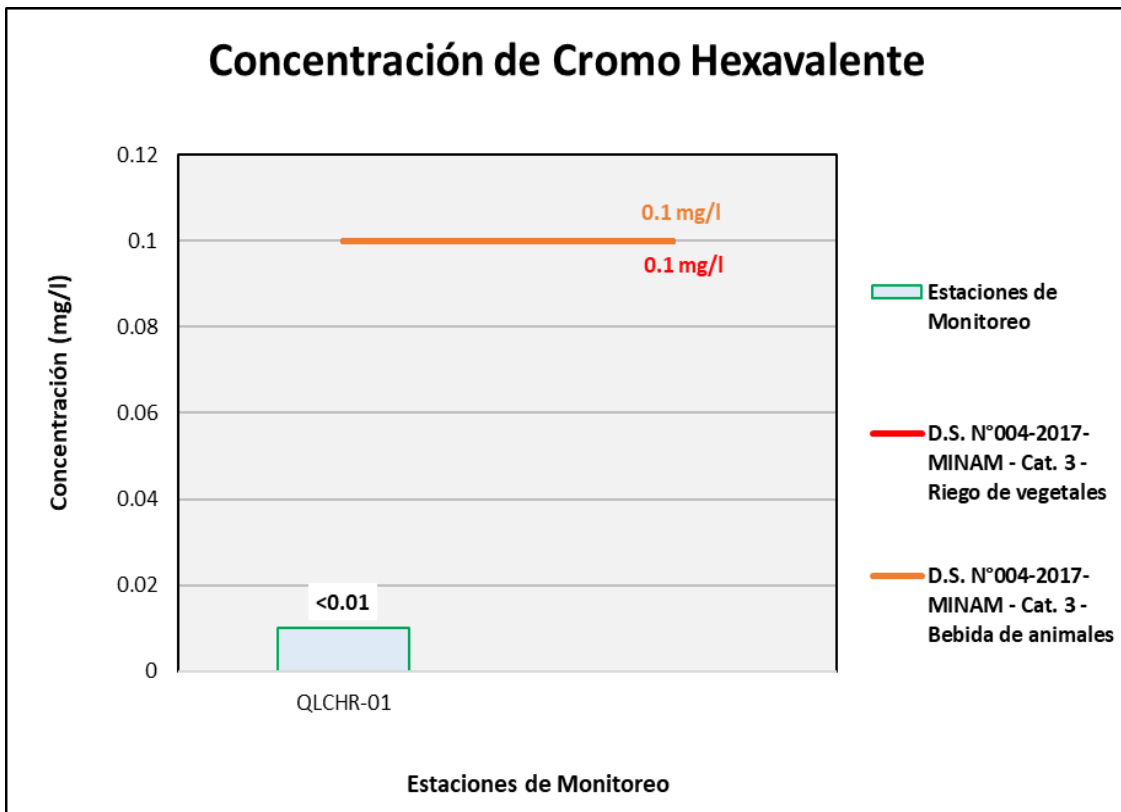
Figura 6.113. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

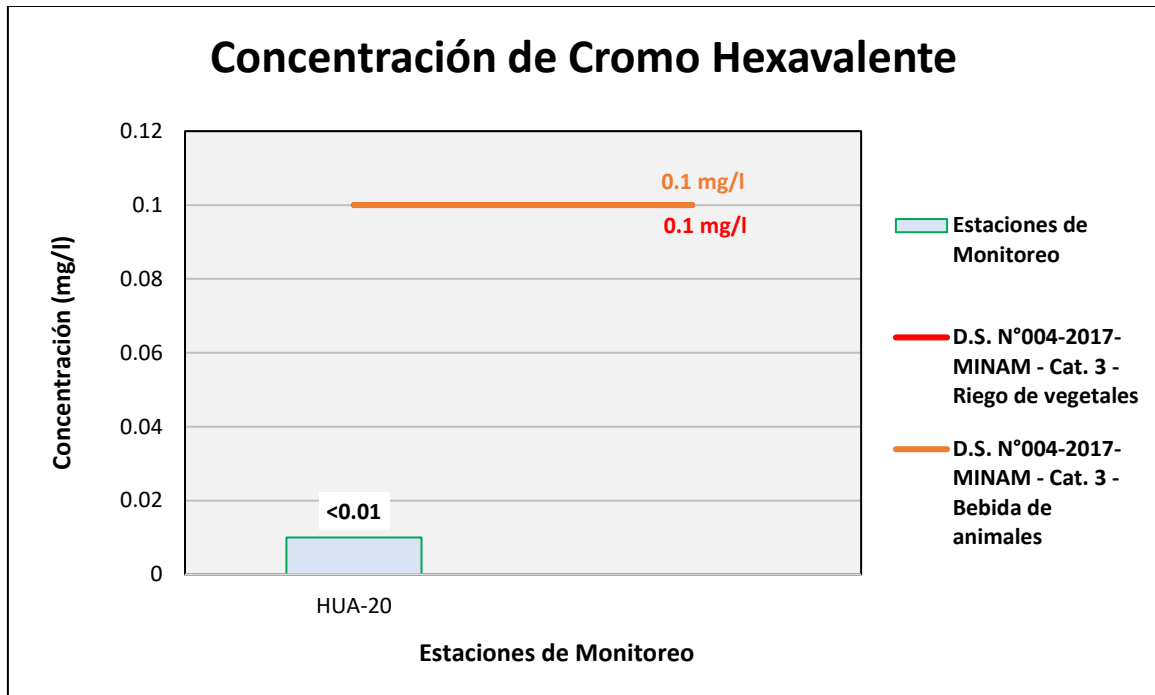
Figura 6.114. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

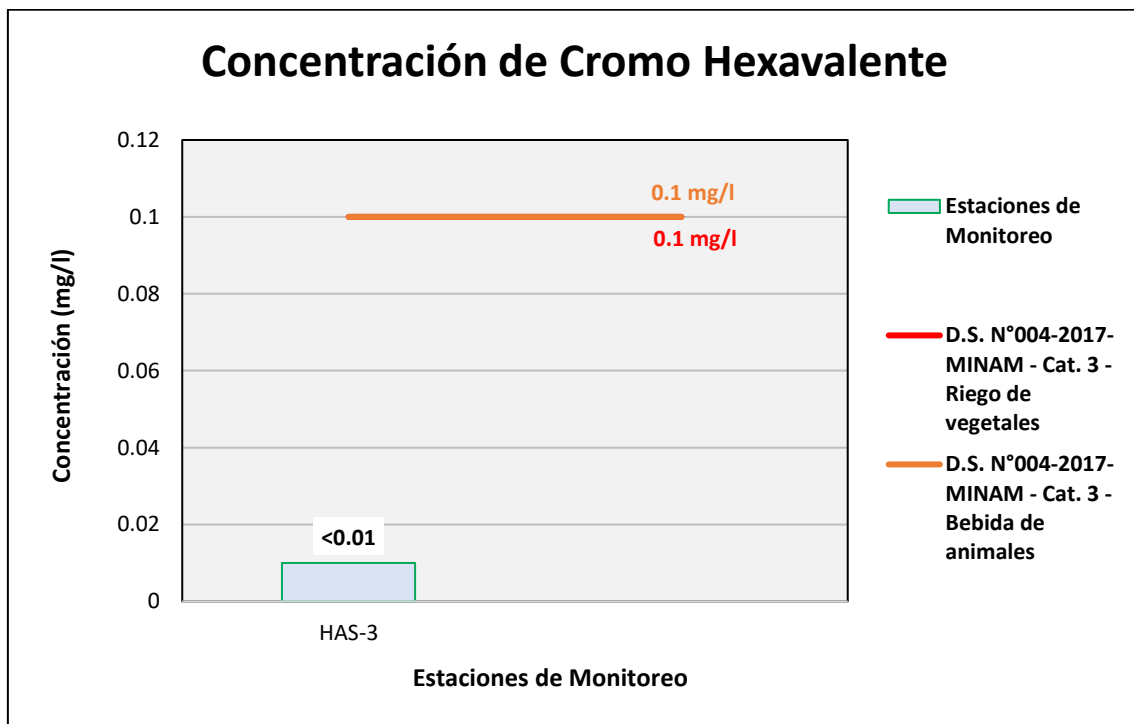
Figura 6.115. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

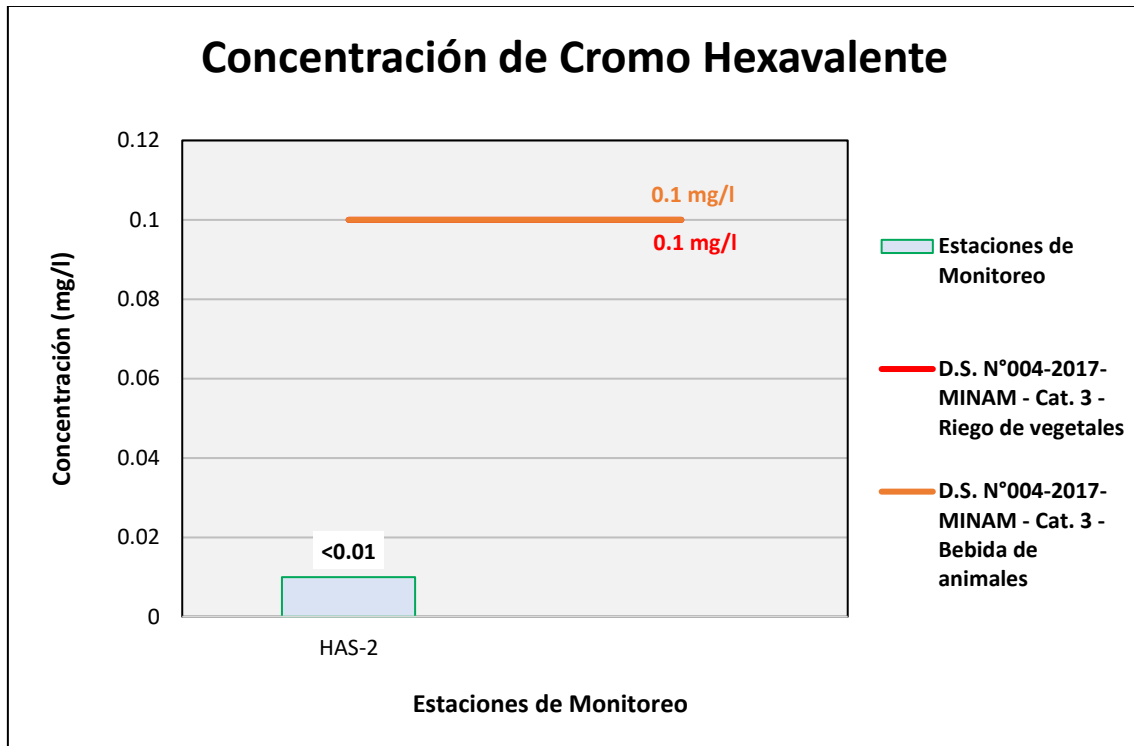
Figura 6.116. Resultados de Cromo VI – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.117. Resultados de Cromo VI – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

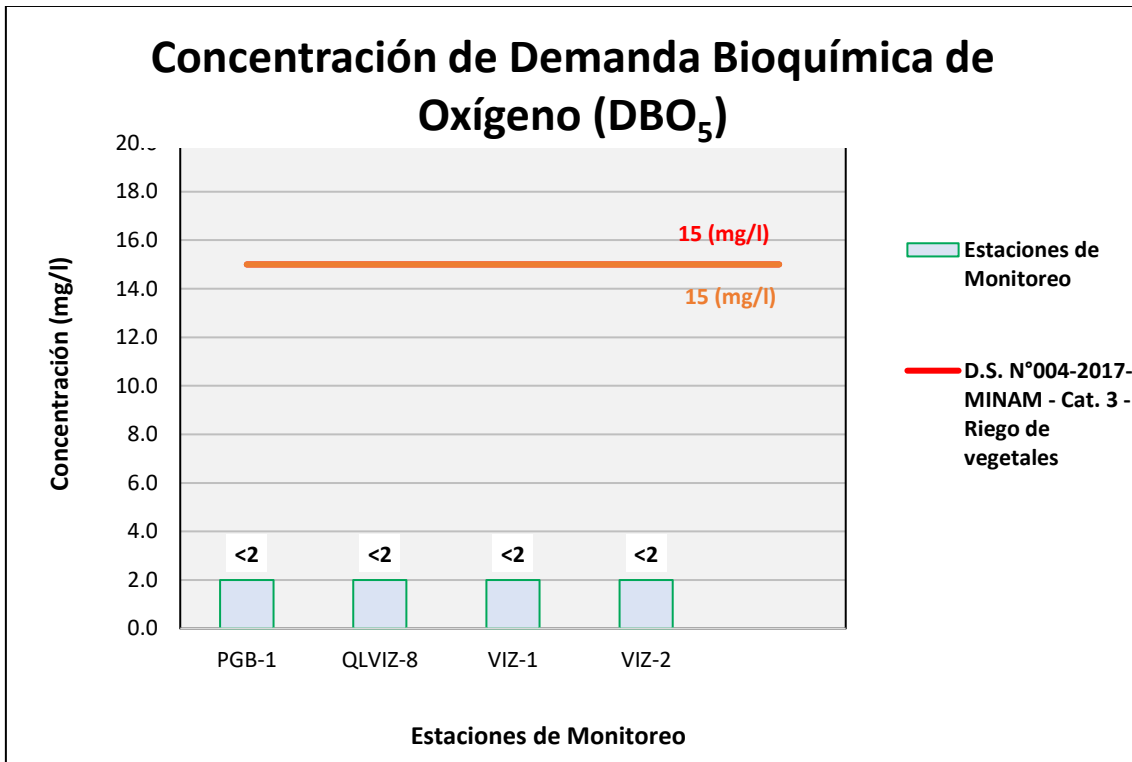
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.8 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de elementos biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DBO₅ = 15 mg/L). Sin embargo, existen ligeras excedencias con respecto al ECA en las estaciones con código HUA-20 y HAS-3, cabe mencionar que, las estaciones mencionadas, se encuentran ligadas, a la presencia de actividad agropecuaria para el caso de la estación HAS-3 y para el caso de HUA-20 (Río Calazaya), se evidenció la presencia de fauna silvestre (vicuñas) que podrían influenciar en la calidad del agua.

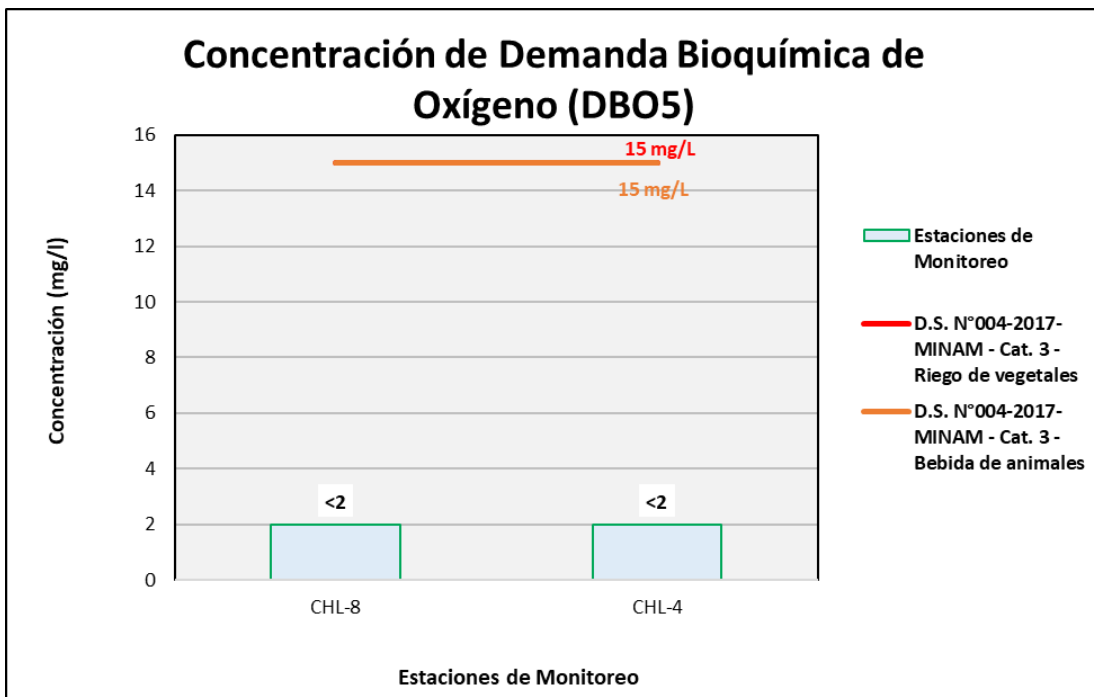
Figura 6.118. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

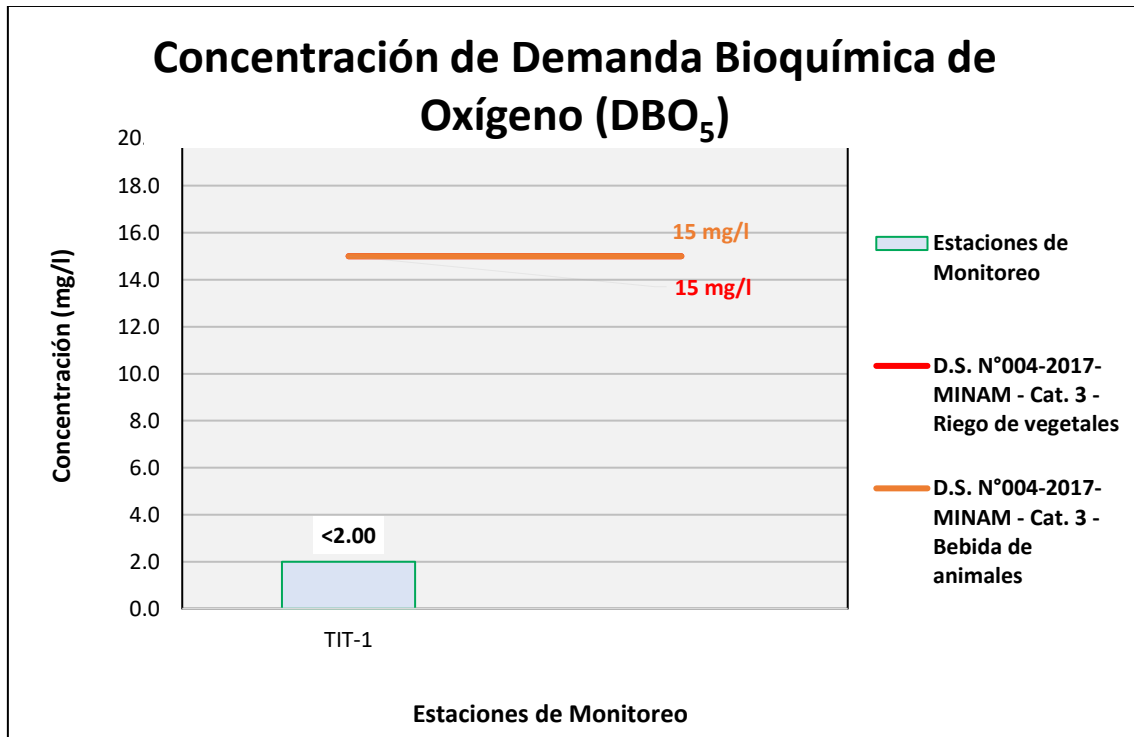
Figura 6.119. Resultados de DBO5– Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

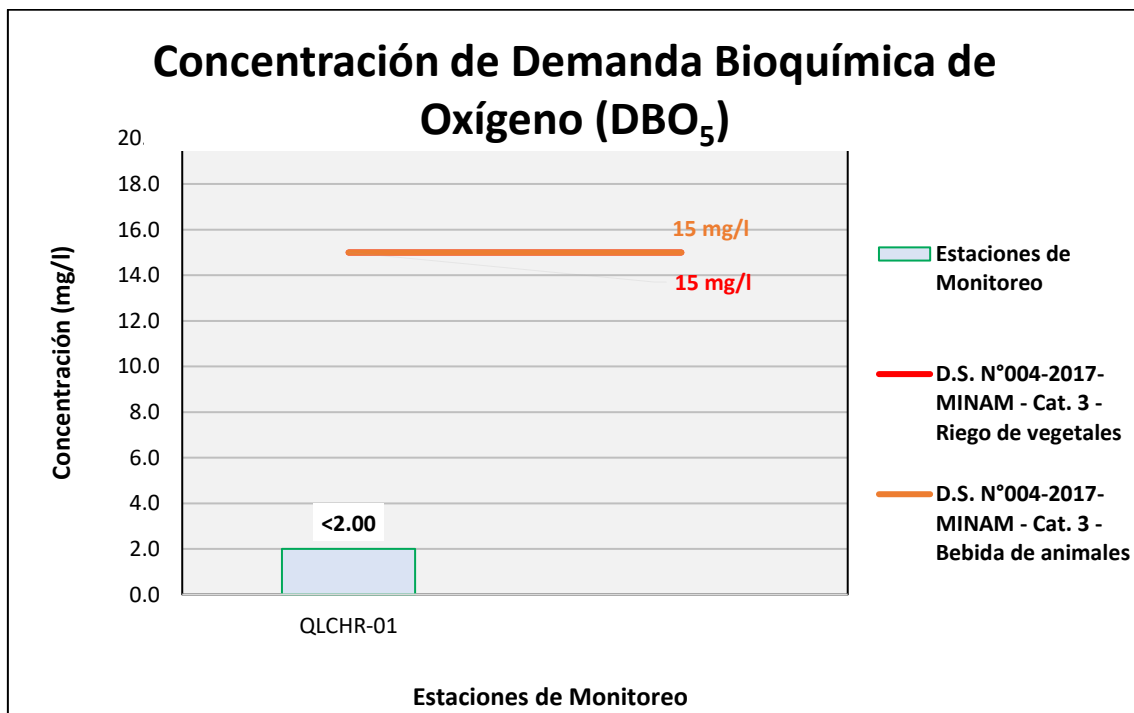
Figura 6.120. Resultados de DBO5– Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

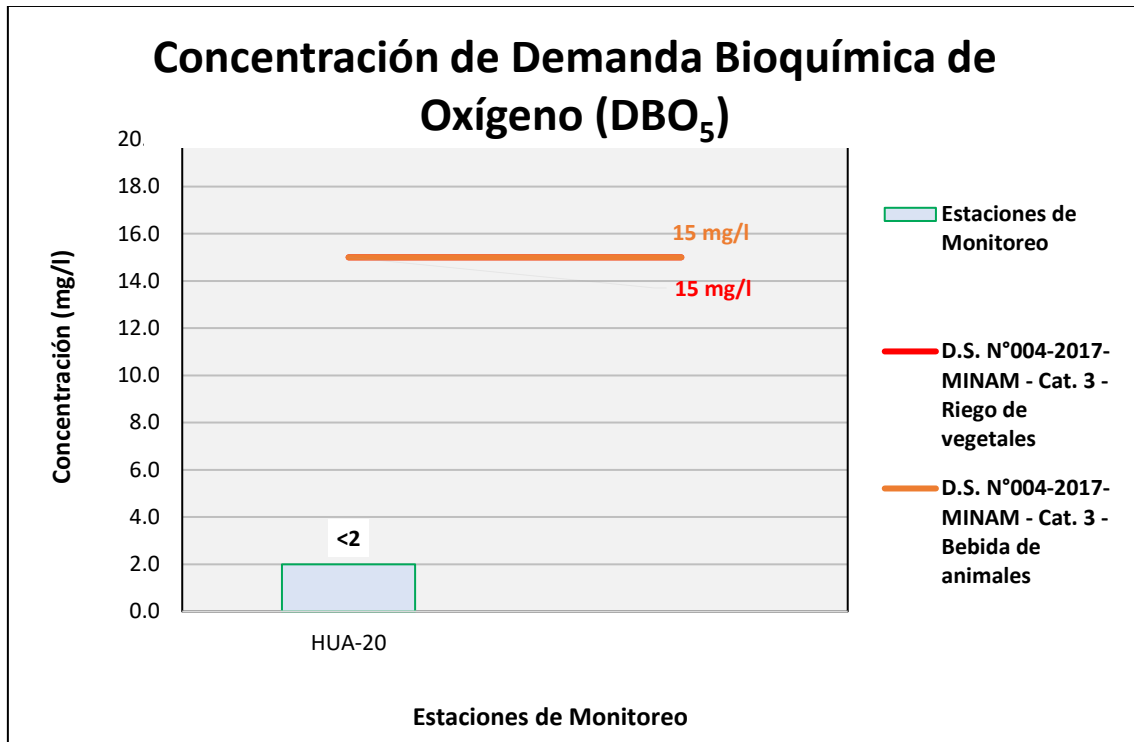
Figura 6.121. Resultados de DBO5– Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

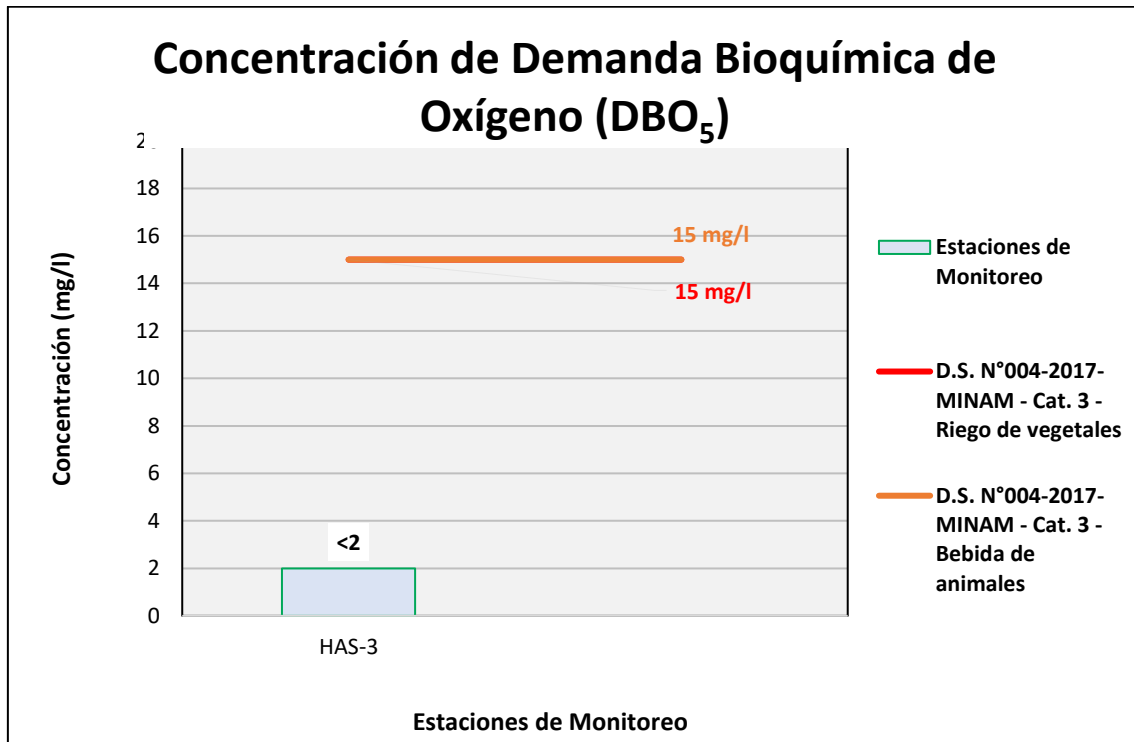
Figura 6.122. Resultados de DBO5– Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

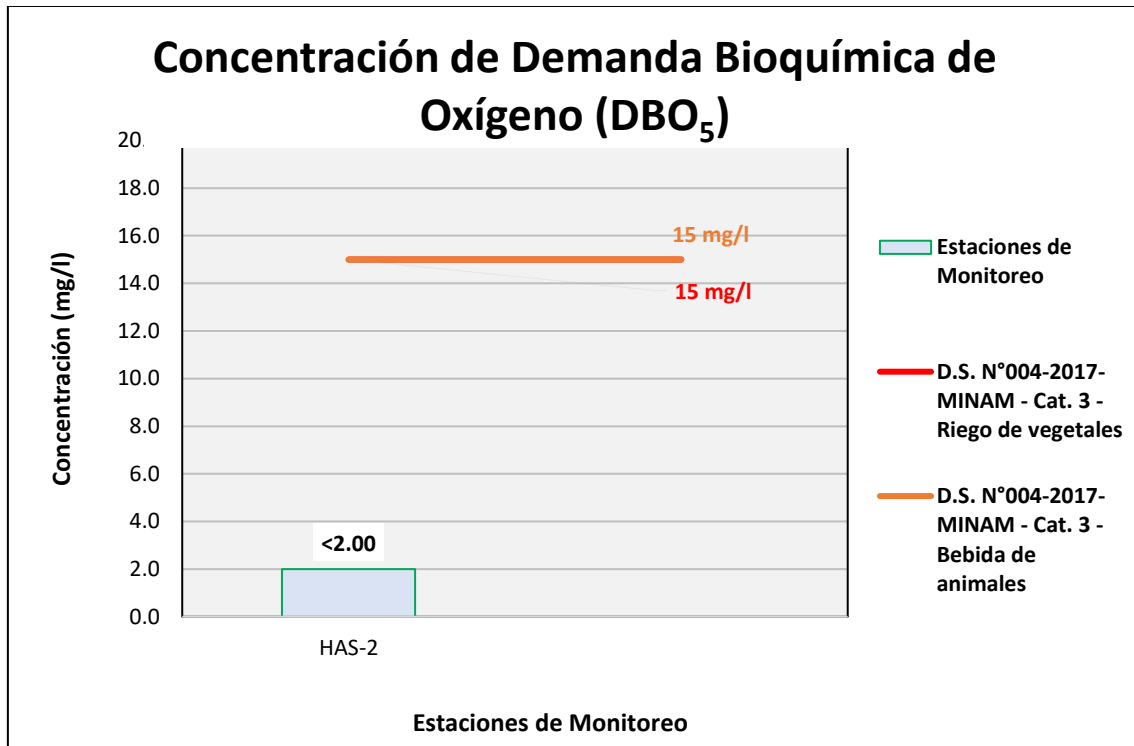
Figura 6.123. Resultados de DBO5– Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.124. Resultados de DBO5– Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

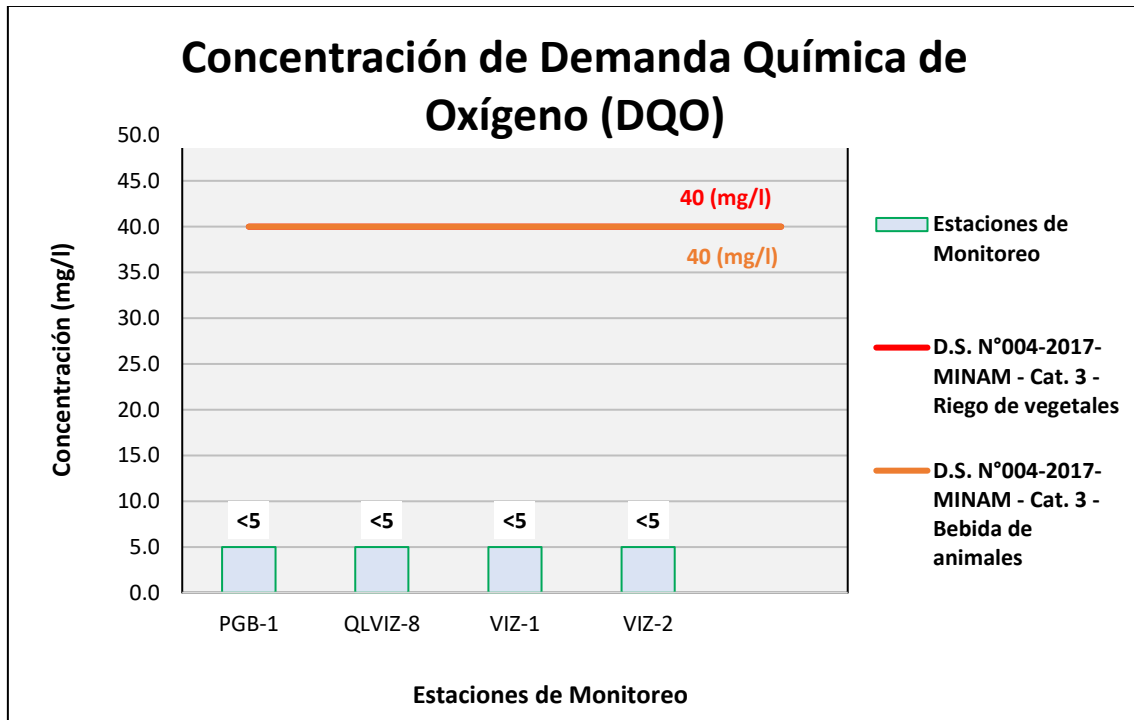
6.5.4.1.9 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Podemos definir a la demanda química de oxígeno (DQO) como la cantidad requerida de oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica, produciendo como resultado en moléculas de dióxido de carbono y agua.

La DQO es una medición indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra. Con esta prueba, podemos medir prácticamente todos los compuestos orgánicos que requieren un reactivo para pasar por el proceso de digestión.

Los resultados de DQO procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DQO = 40 mg/L).

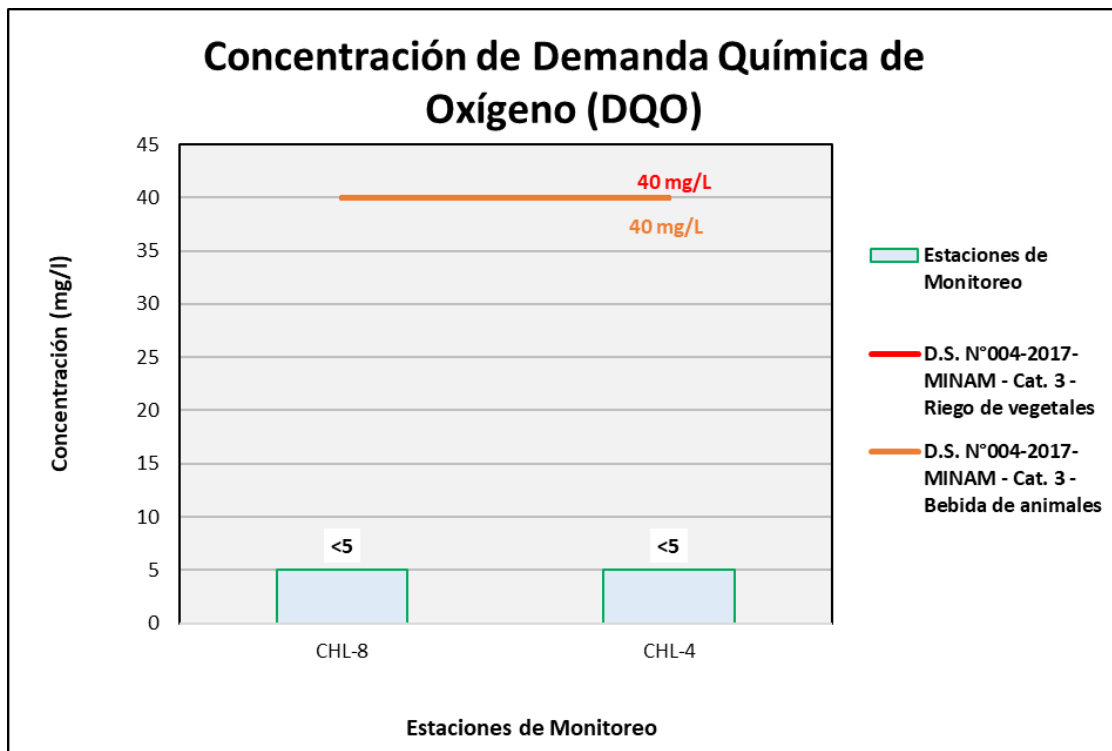
Figura 6.125. Resultados de DQO – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

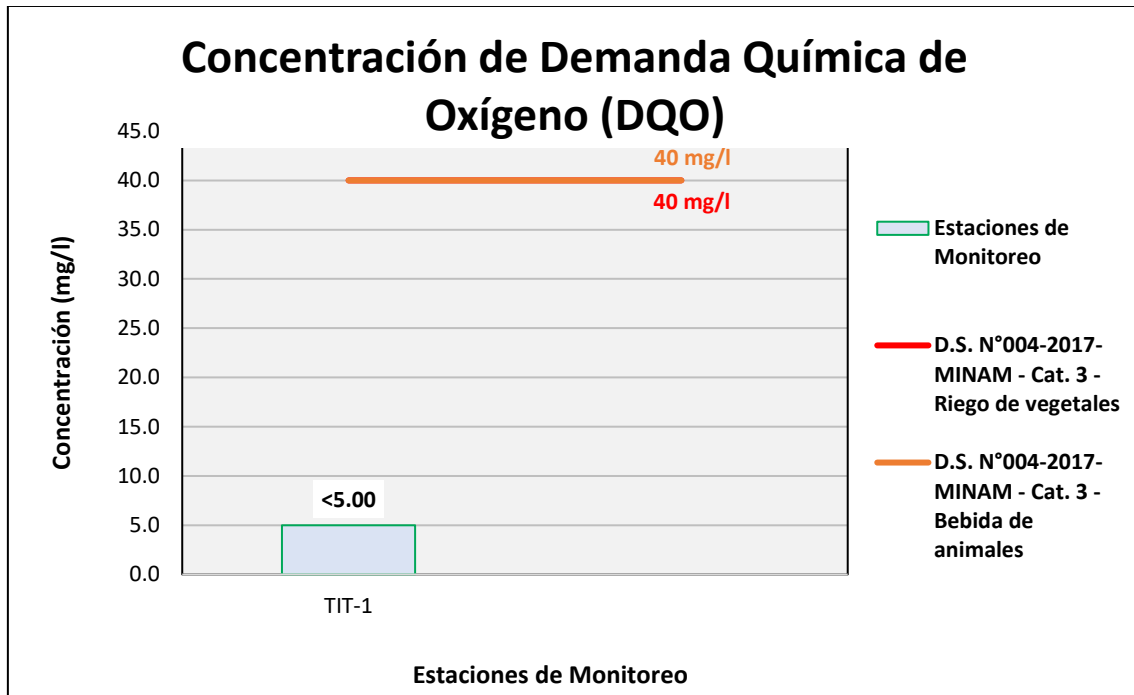
Figura 6.126. Resultados de DQO – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

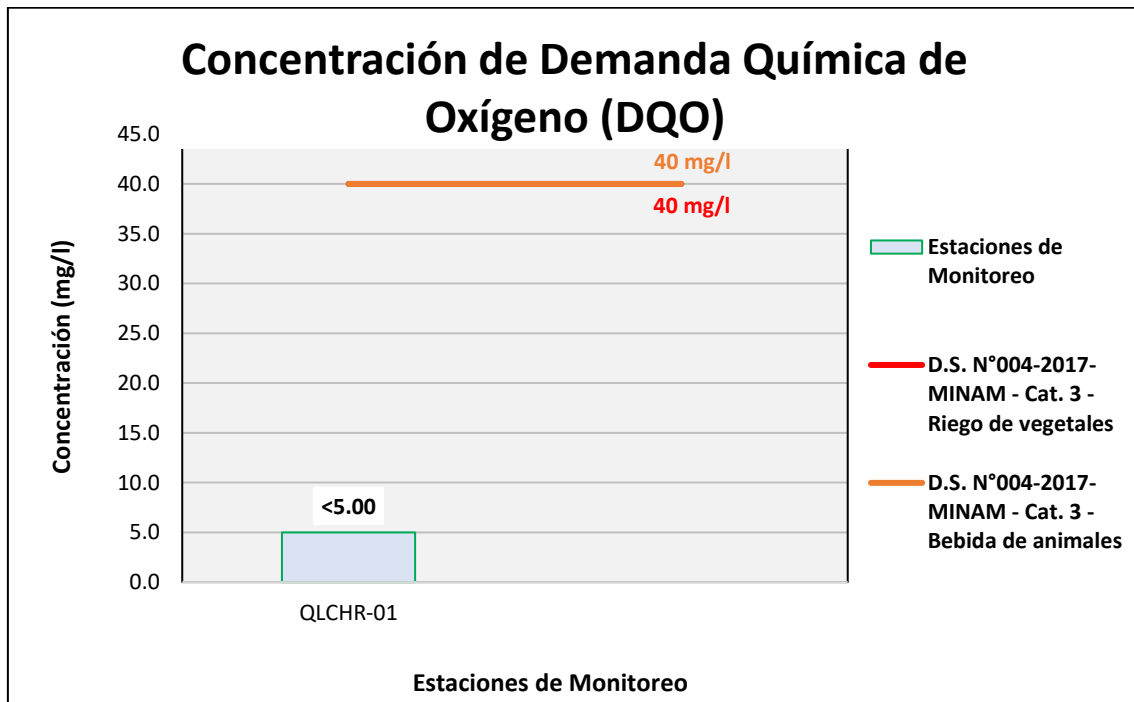
Figura 6.127. Resultados de DQO – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

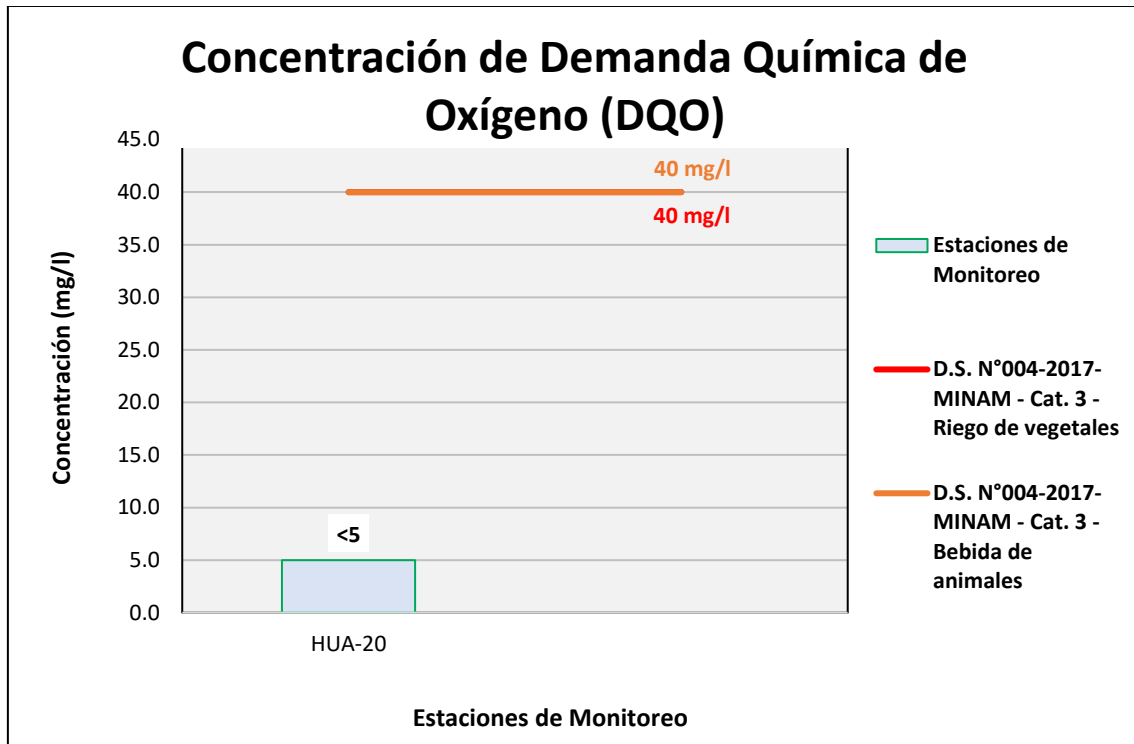
Figura 6.128. Resultados de DQO – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

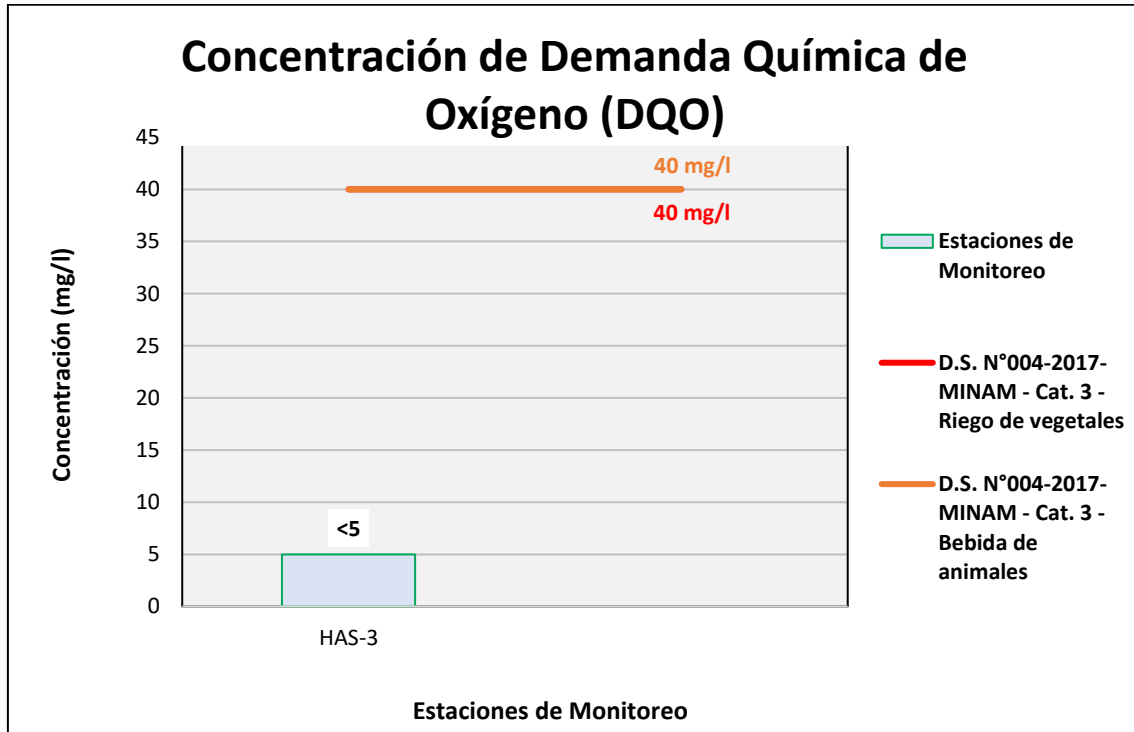
Figura 6.129. Resultados de DQO – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

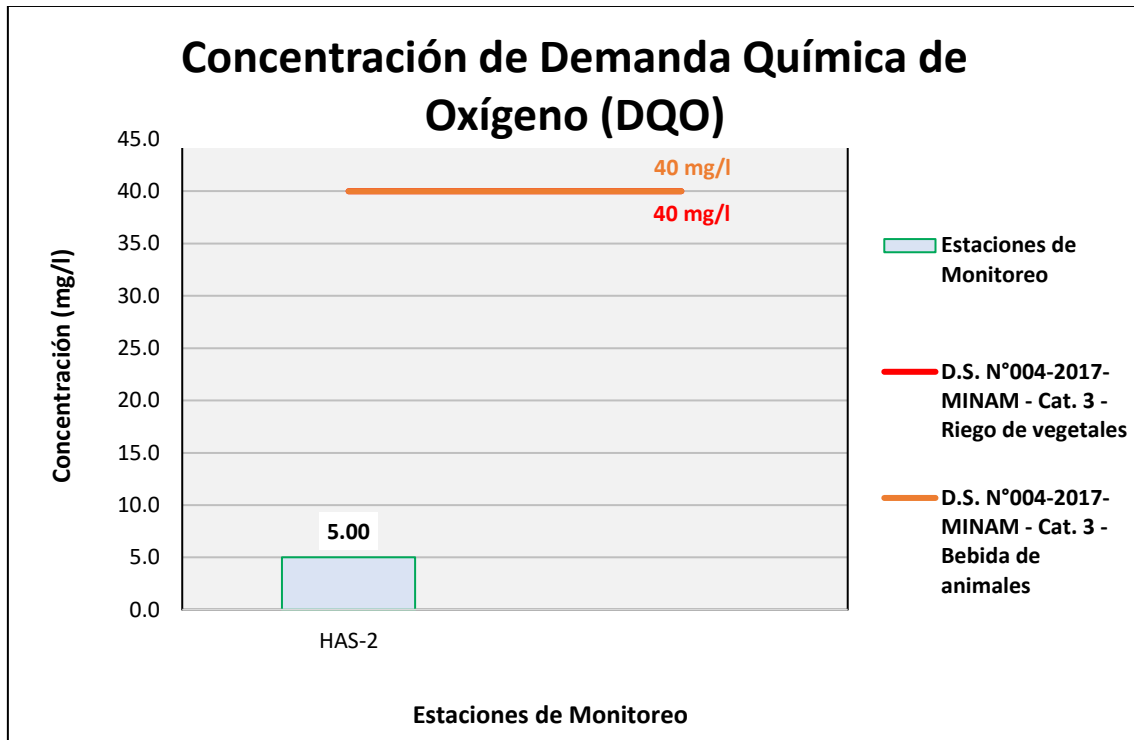
Figura 6.130. Resultados de DQO – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.131. Resultados de DQO – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

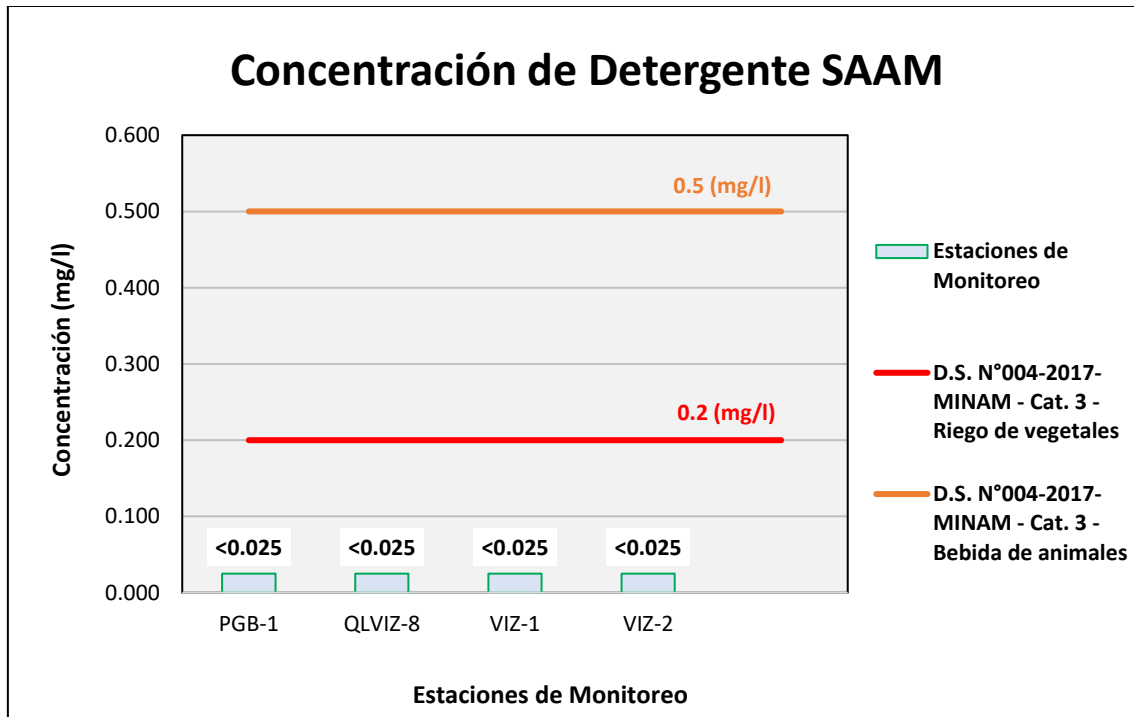
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.10 DETERGENTES (SAAM)

Los detergentes son sustancias químicas con la capacidad de reducir la tensión superficial del agua donde se encuentran disueltos generando lo que se conoce como espuma. Estos detergentes contienen entre 20% o 30% de una sustancia activa denominada surfactante, el cual en grandes cantidades en fuentes naturales de agua producen una alta toxicidad, efectos nocivos y hasta procesos de eutrofización en dichos cuerpos de agua.

Los resultados de SAAM procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0,2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este elemento en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

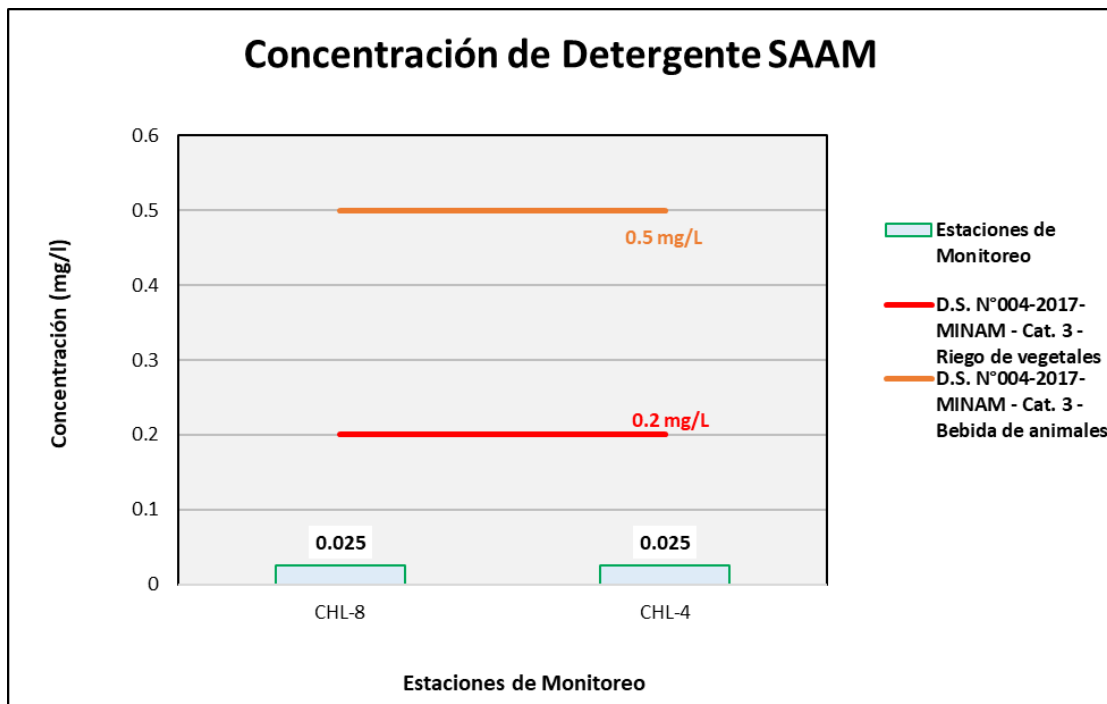
Figura 6.132. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

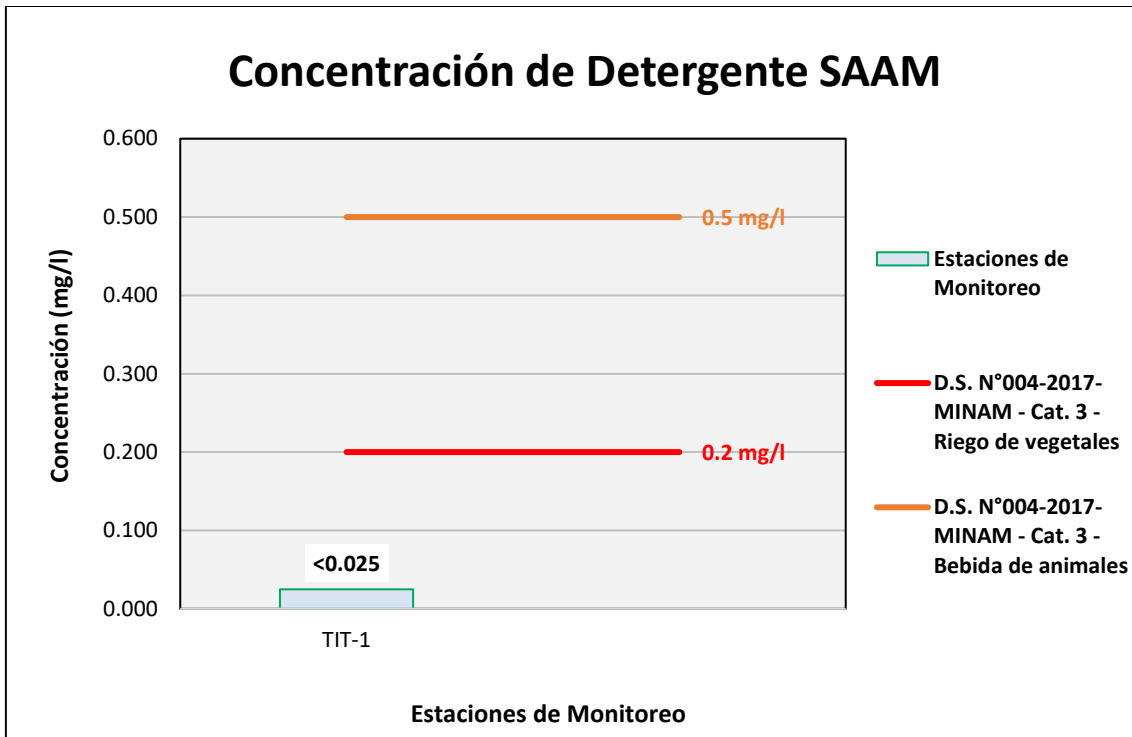
Figura 6.133. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

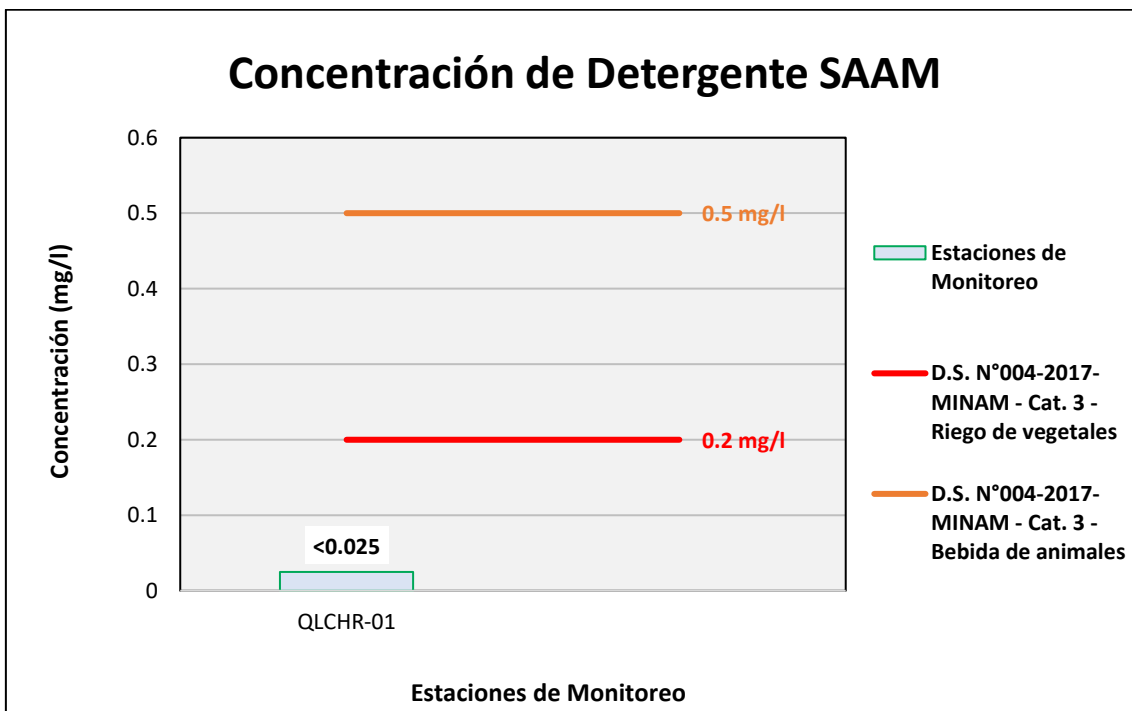
Figura 6.134. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

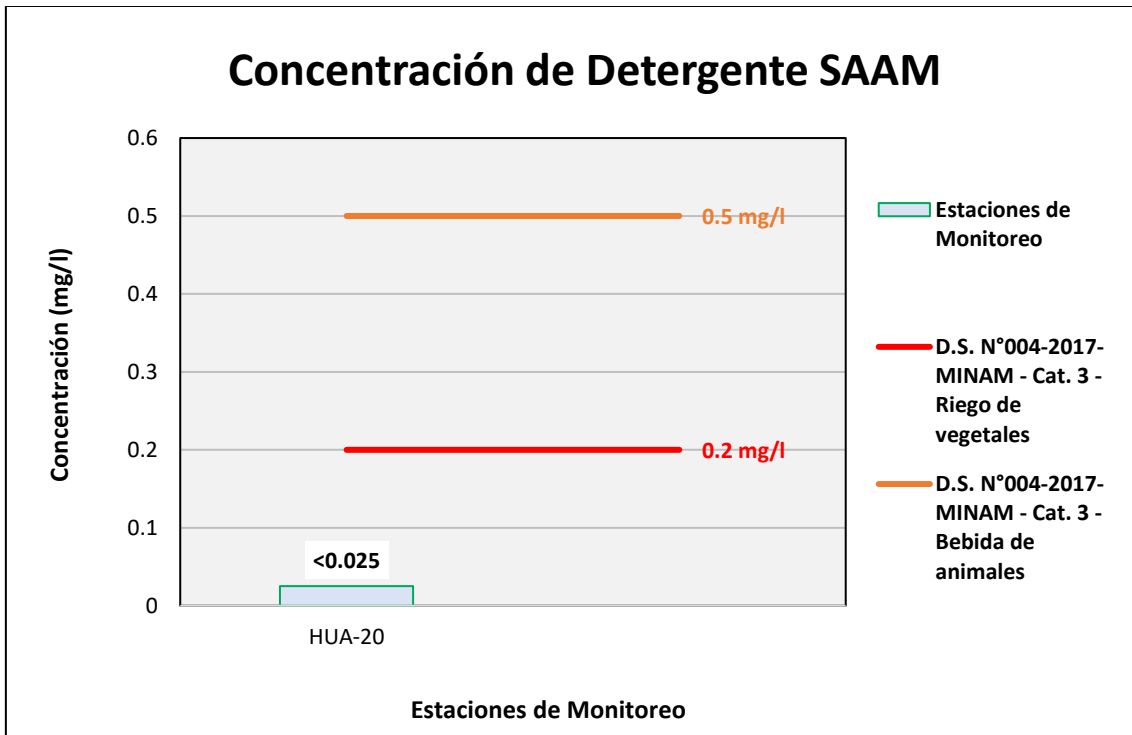
Figura 6.135. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

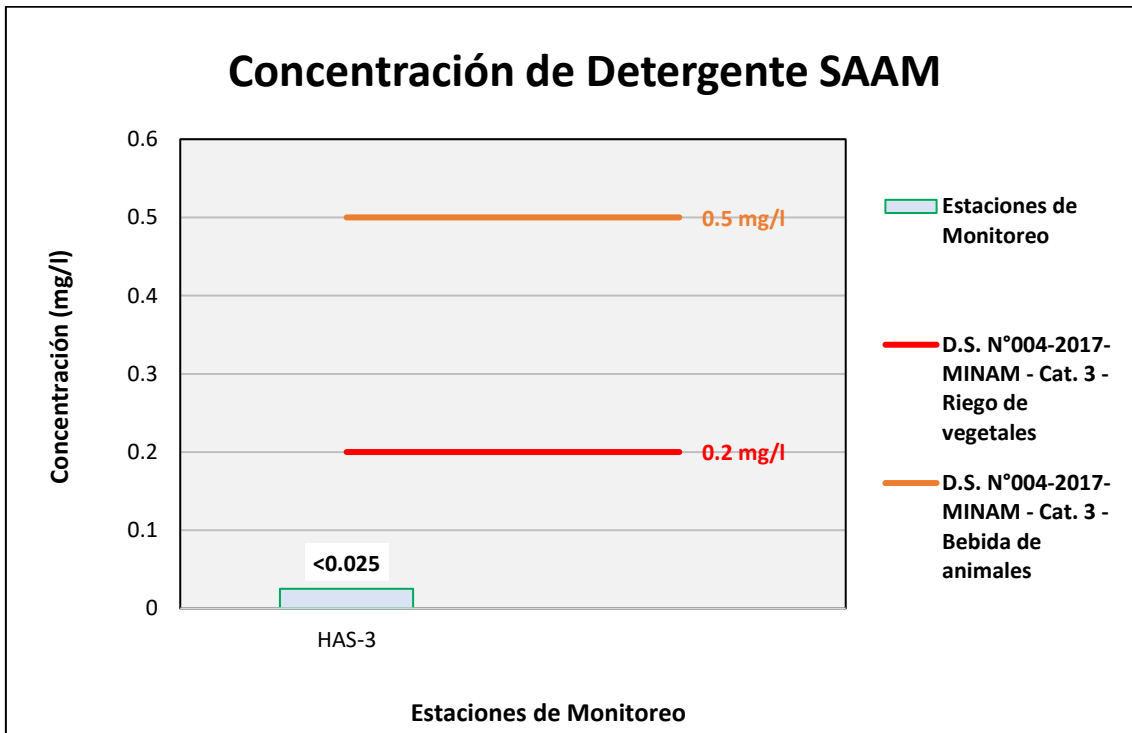
Figura 6.136. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

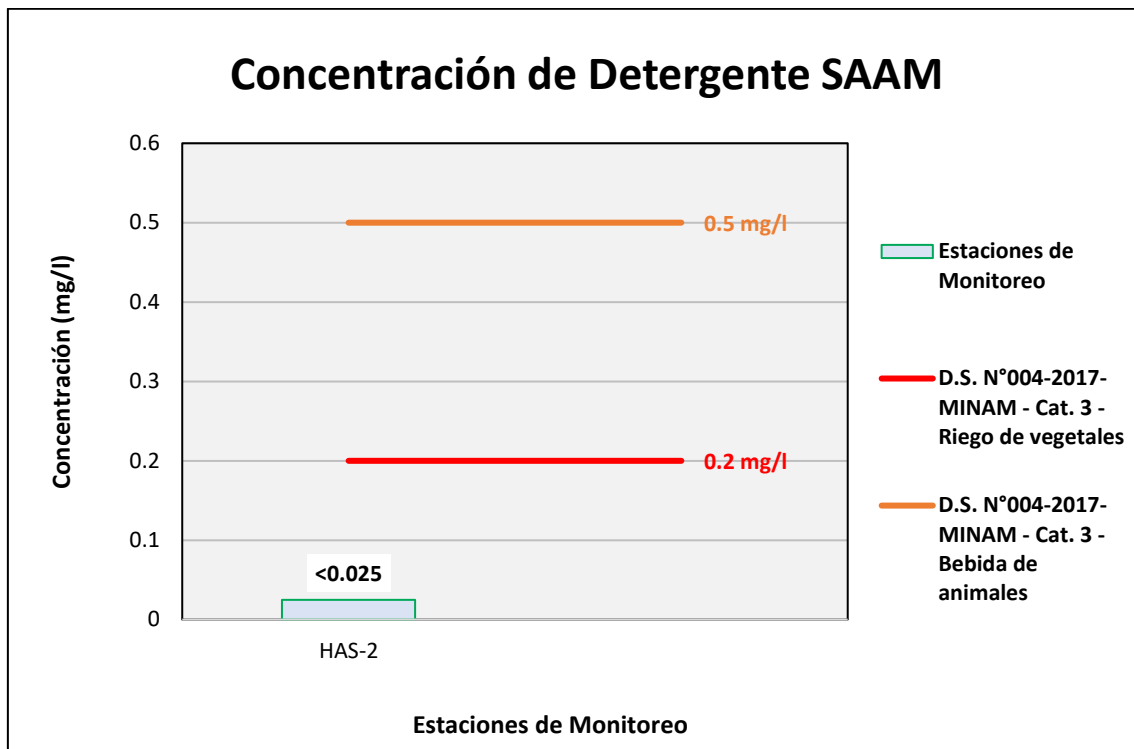
Figura 6.137. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.138. Resultados de Detergentes (SAAM) – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

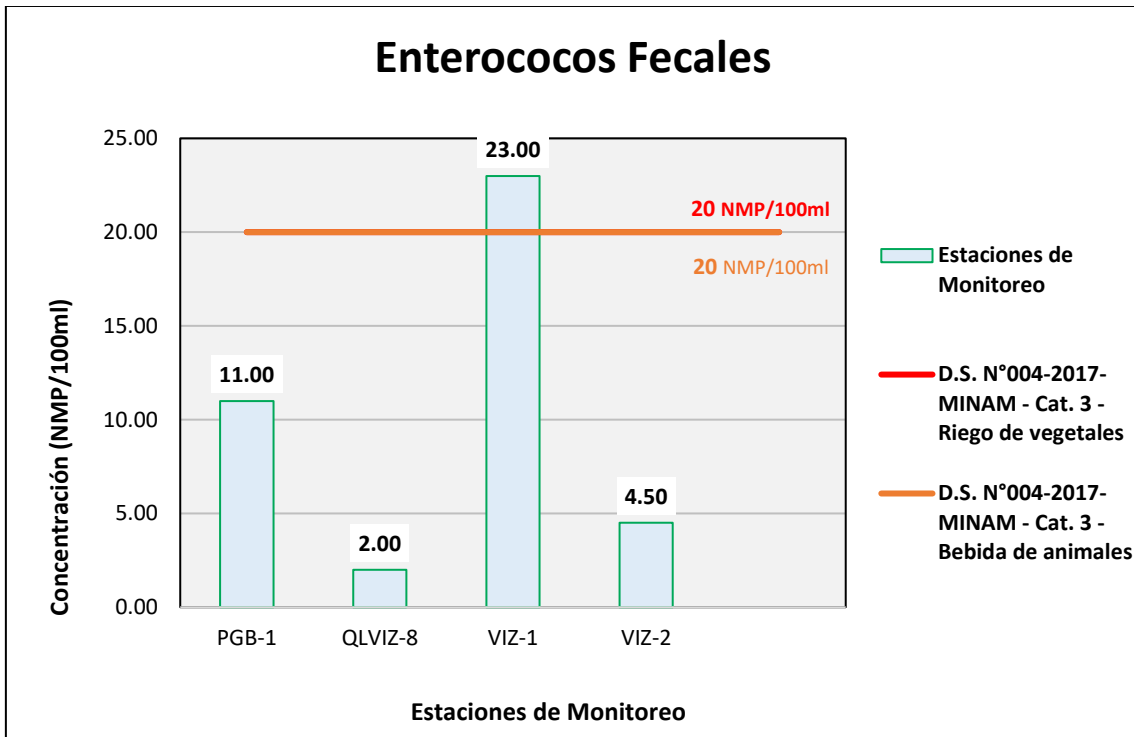
6.5.4.1.11 ENTEROCOCOS FECALES

Los enterococos fecales (*Enterococcus faecalis*) son bacterias que habitan usualmente en el tracto gastrointestinal de las personas y otros mamíferos, pudiendo causar infecciones gastrointestinales severas.

Este parámetro presente naturalmente en el tubo digestivo de los animales, principalmente destinados a la ganadería, tales como vacas, porcinos, ovejas, entre otros, son indicadores de la contaminación presente en el agua, principalmente como indicadores de la cantidad de materia fecal presente o disuelta en los cuerpos hídricos.

Tal como se muestran en las figuras líneas abajo, las concentraciones de Enterococos fecales para el punto VIZ-1 (río Vizcachas aguas abajo después de la represa) se encuentra superando el ECA para dicho parámetro, de la misma forma que, para los puntos de monitoreo CHL-4 (río Chilota) y HAS-2 (Qda S/N pampa Huachunta), esto puede deberse a la presencia de actividad ganadera que reciben estos cuerpos de agua. Asimismo, para los demás puntos de monitoreo, los resultados se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Enterococos Fecales = 20 NMP/100ml).

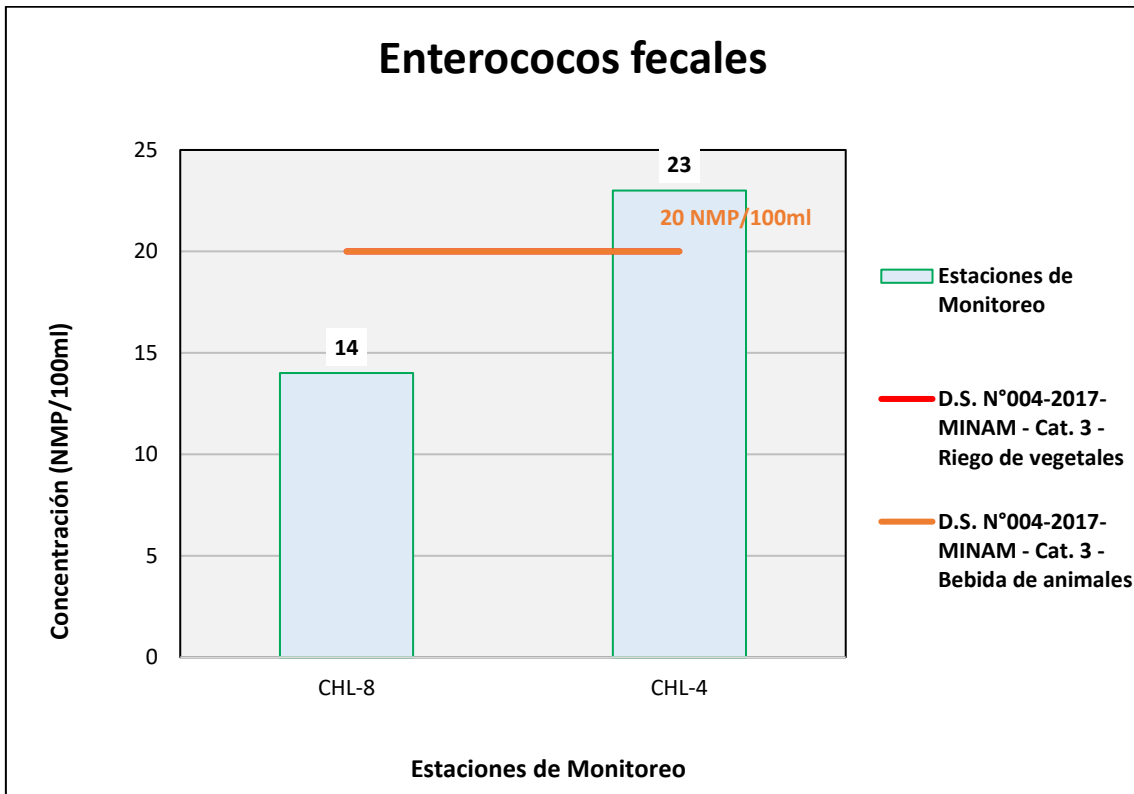
Figura 6.139. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

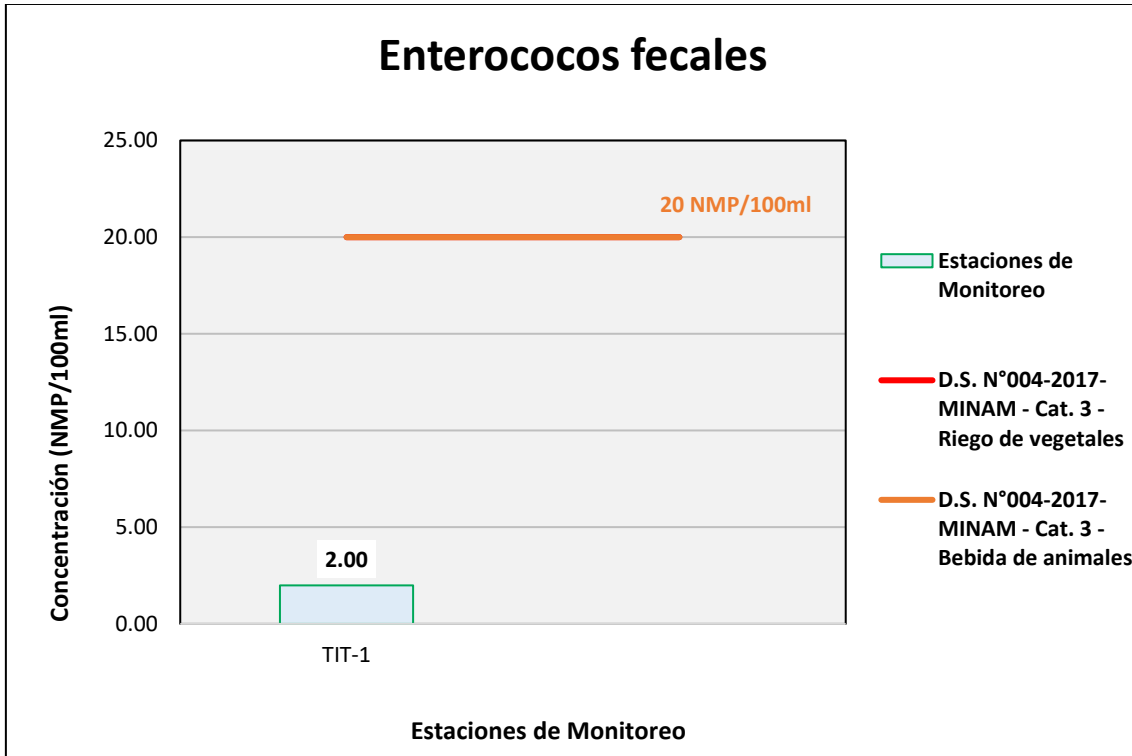
Figura 6.140. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

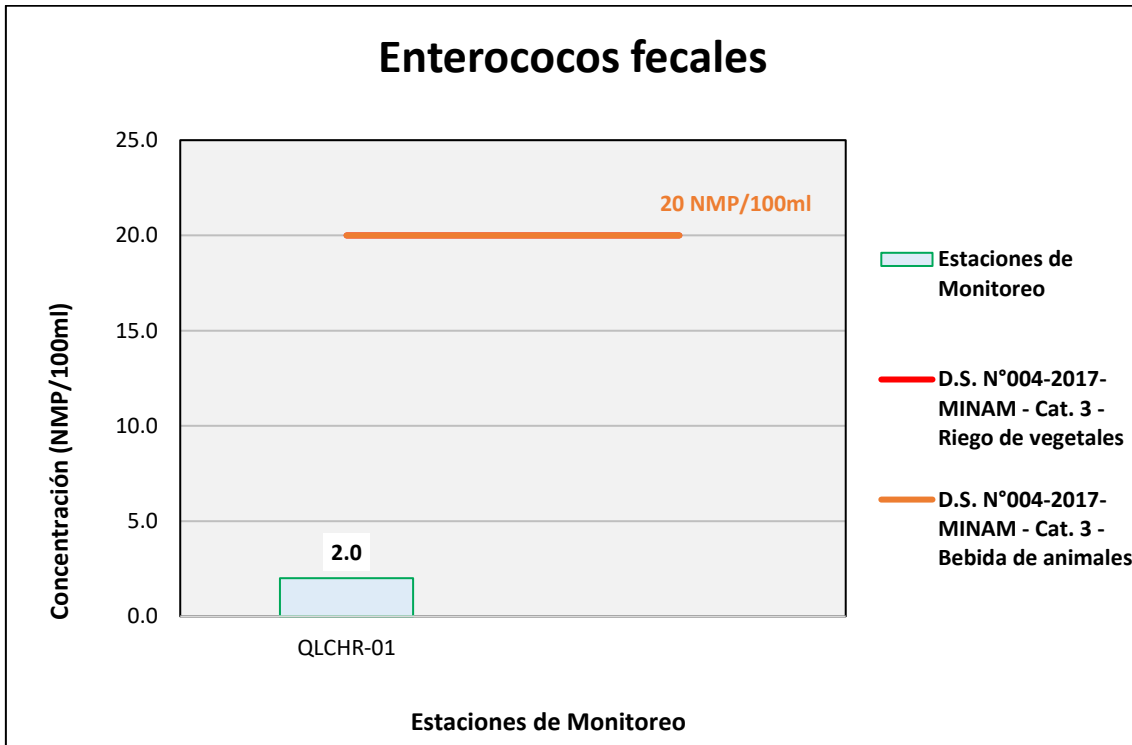
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.141. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Titire



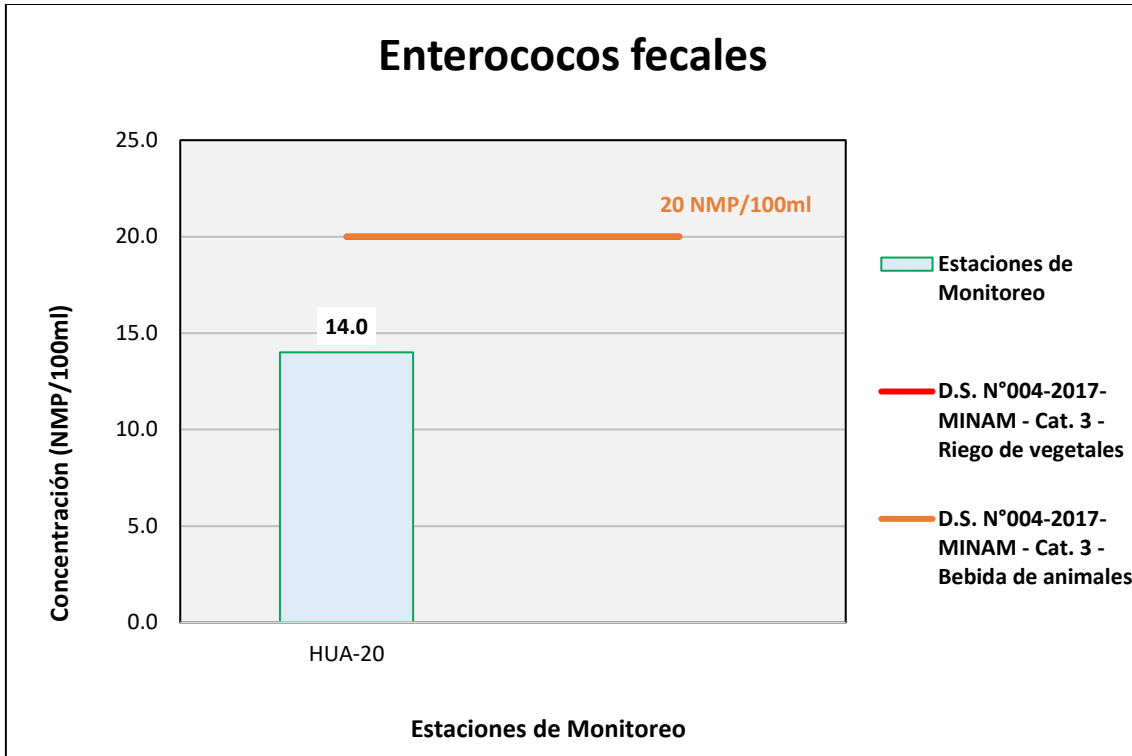
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.142. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

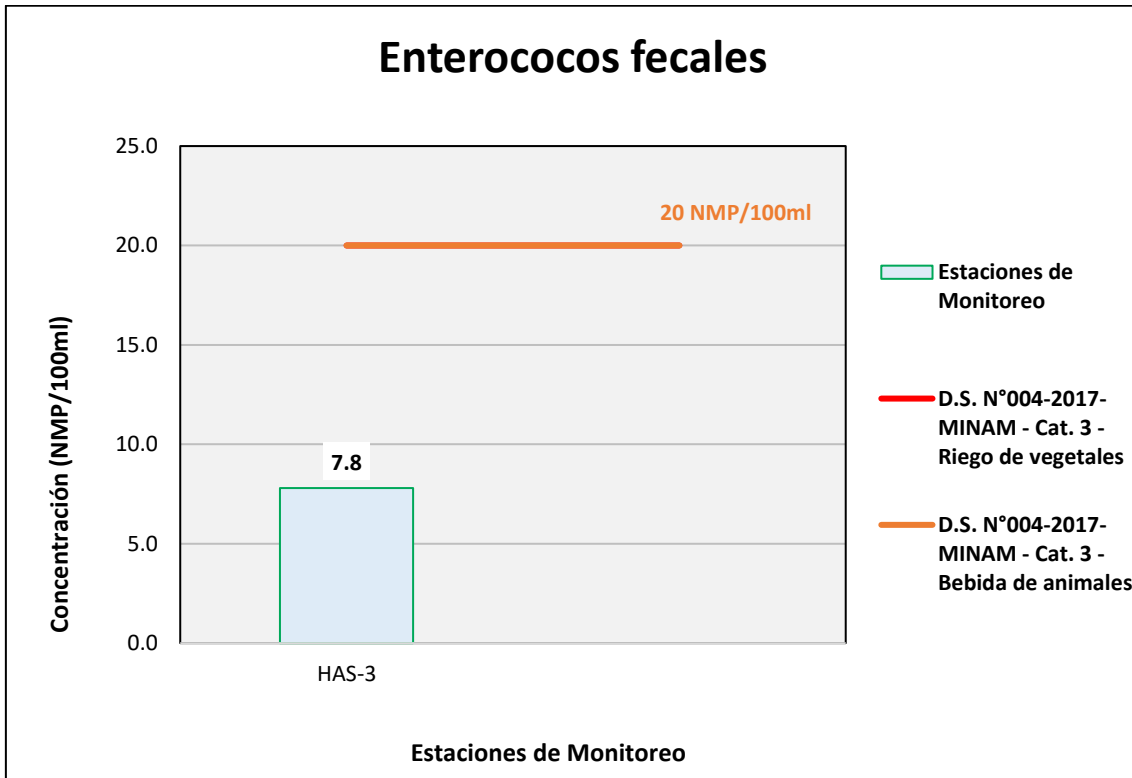
Figura 6.143. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

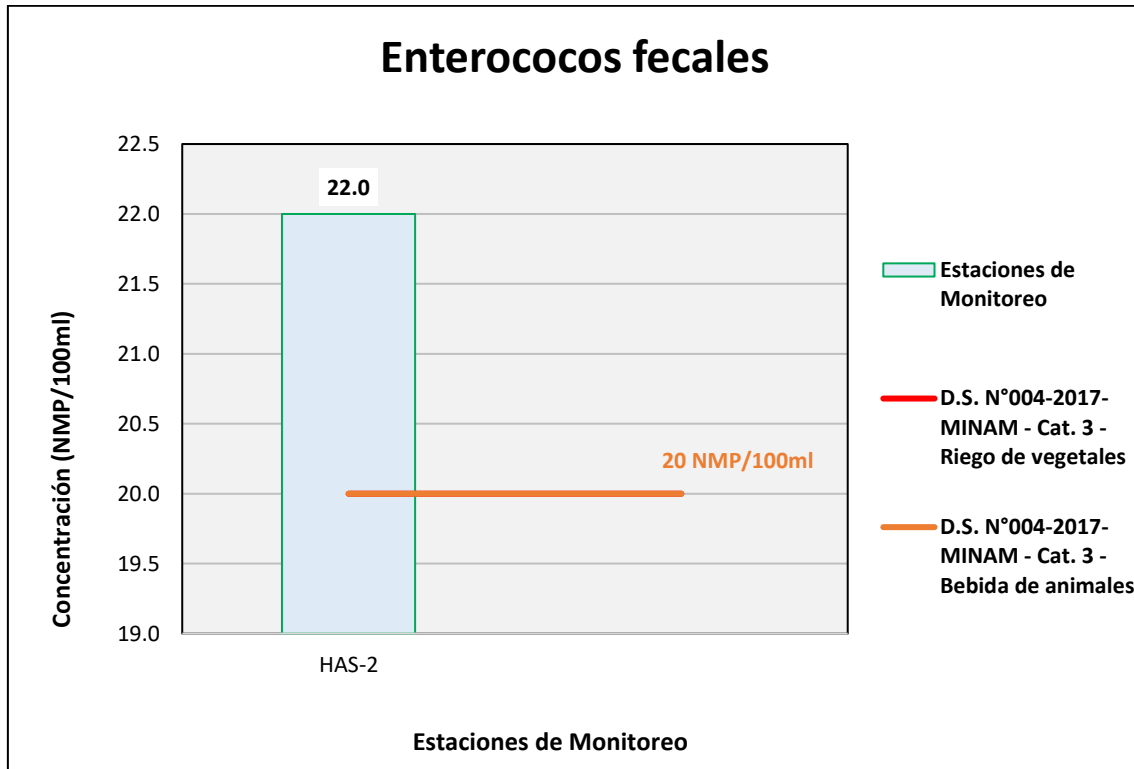
Figura 6.144. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.145. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

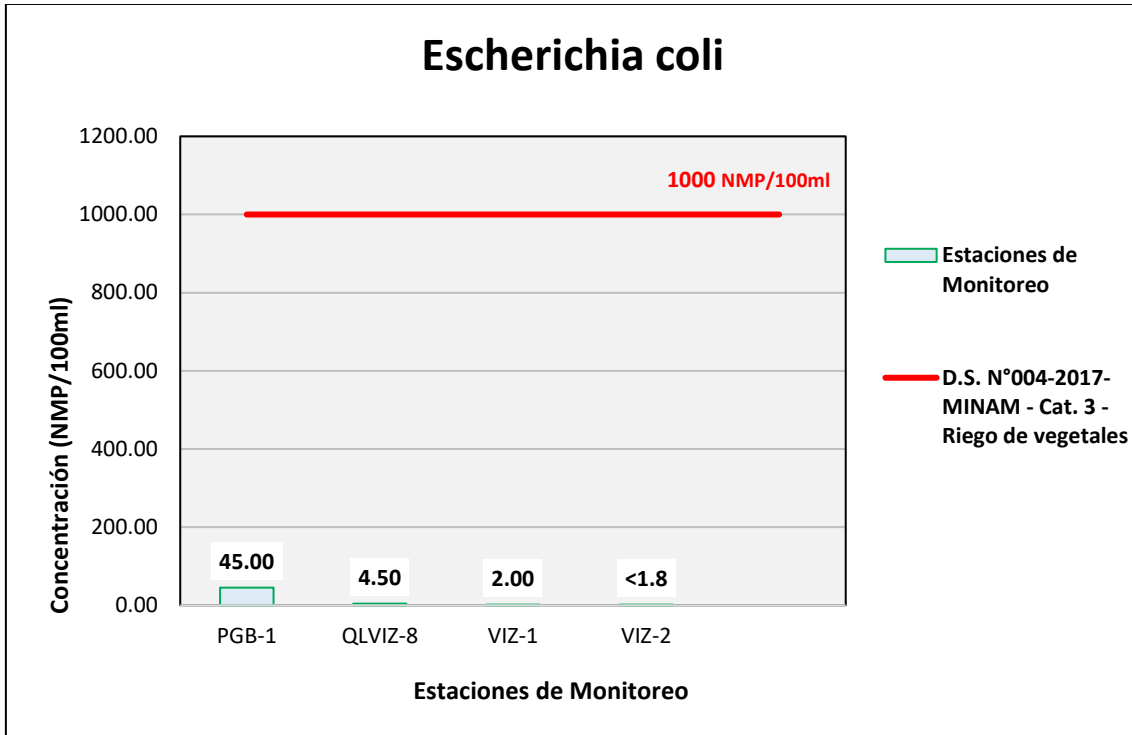
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.12 ESCHERICHIA COLI

De acuerdo con la OMS (2017), la Escherichia coli (abreviado en E. coli) es un tipo de bacteria habitual en los intestinos del ser humano y otros mamíferos. Si bien la gran mayoría de las cepas de esta bacteria son inofensivas, algunas de estas pueden causar grandes enfermedades gastrointestinales producto de la ingesta de alimentos o agua contaminada con esta bacteria.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Escherichia coli se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Escherichia coli = 1 000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados, asimismo, indicar que, en la actualidad no se ha evidenciado un sistema de alcantarillado o tratamiento para las aguas negras procedentes de las comunidades campesinas de la zona de alta montaña.

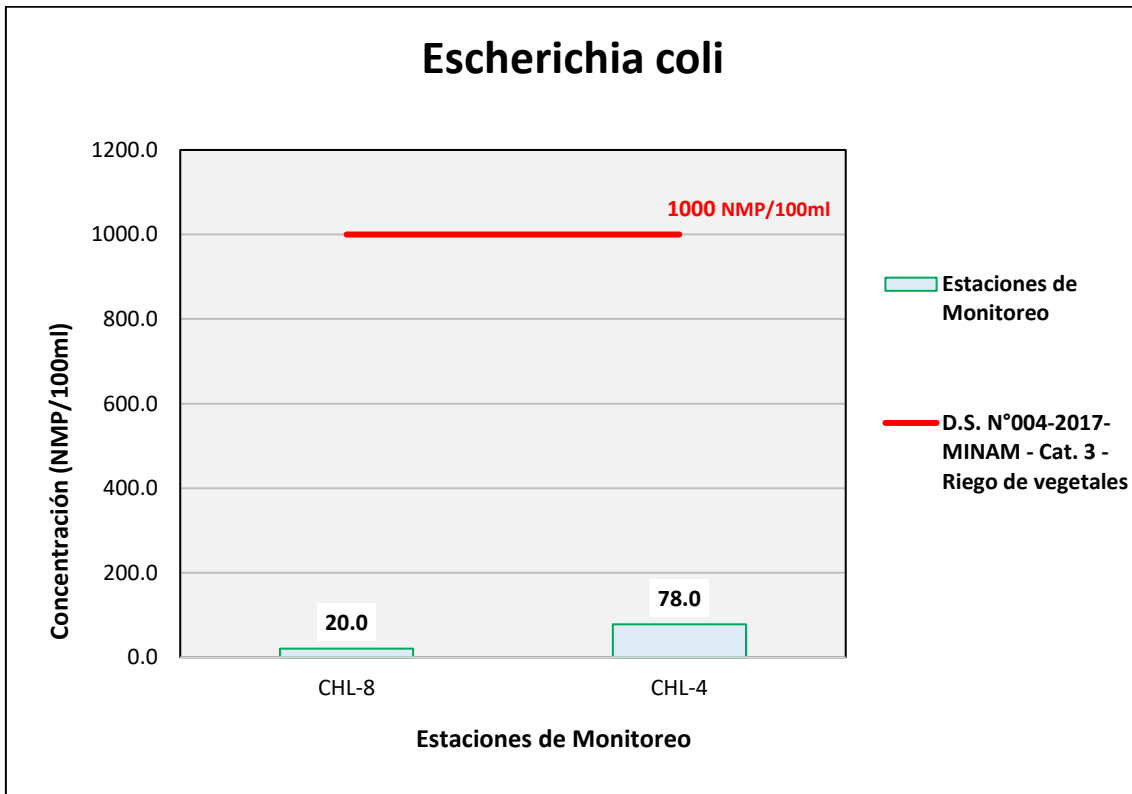
Figura 6.146. Resultados Escherichia coli – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

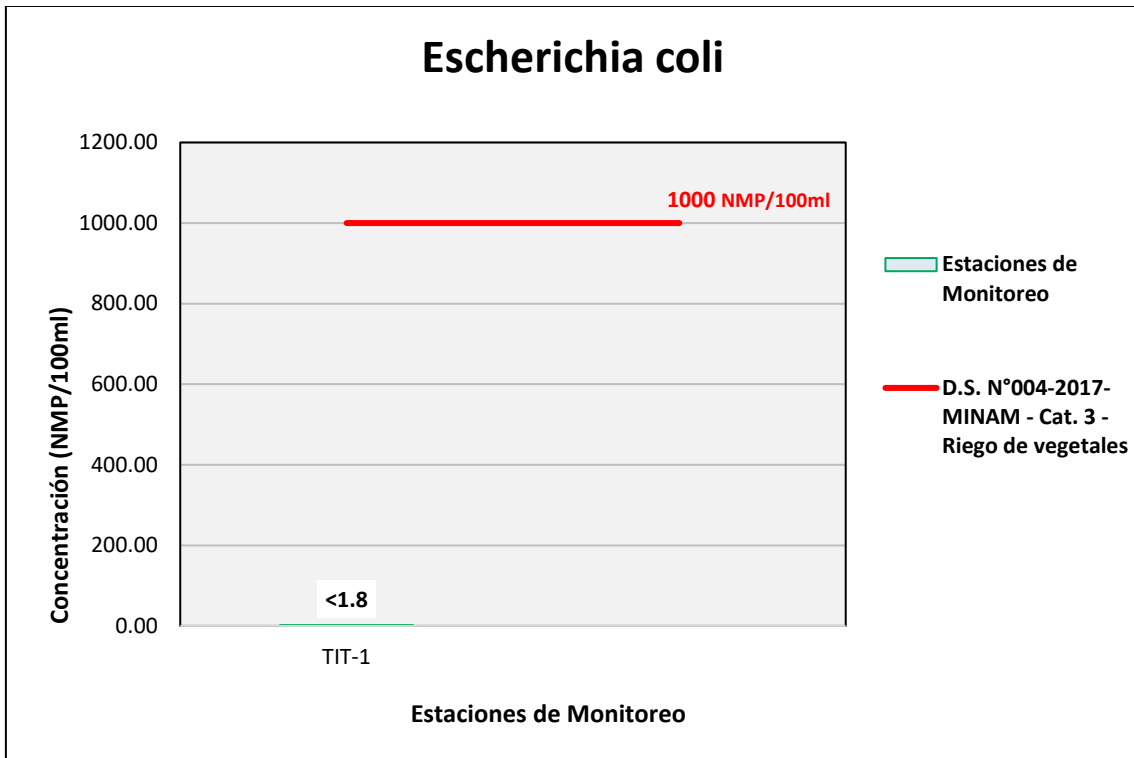
Figura 6.147. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

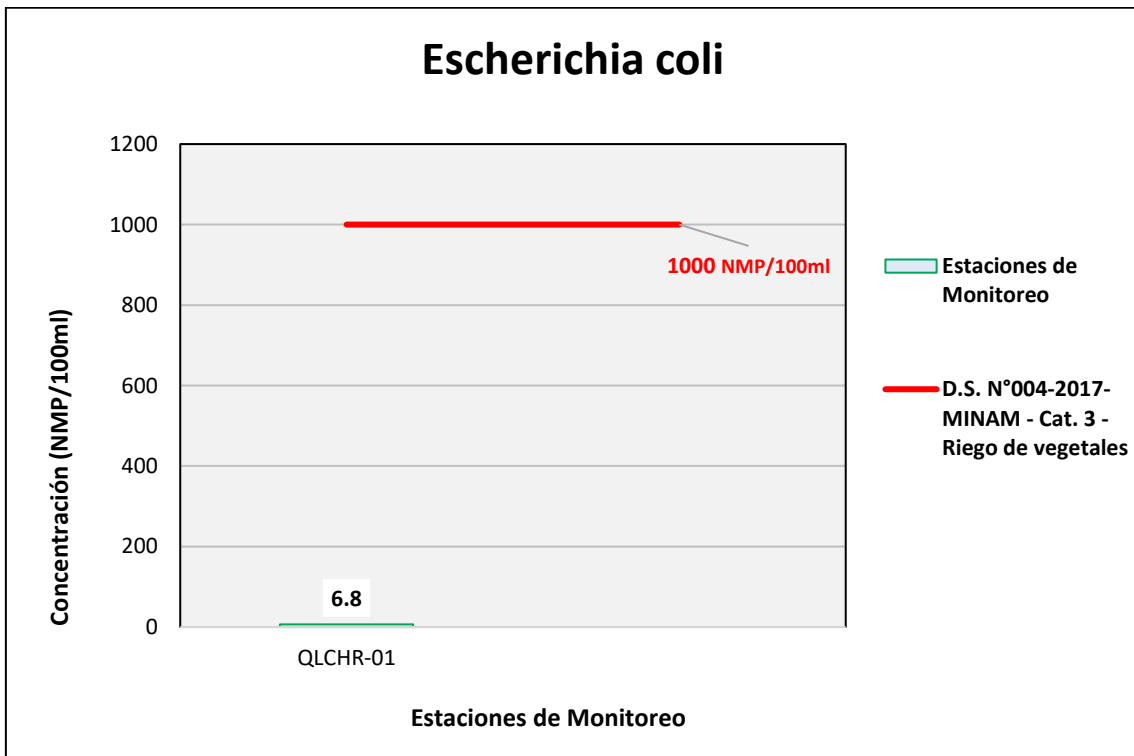
Figura 6.148. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

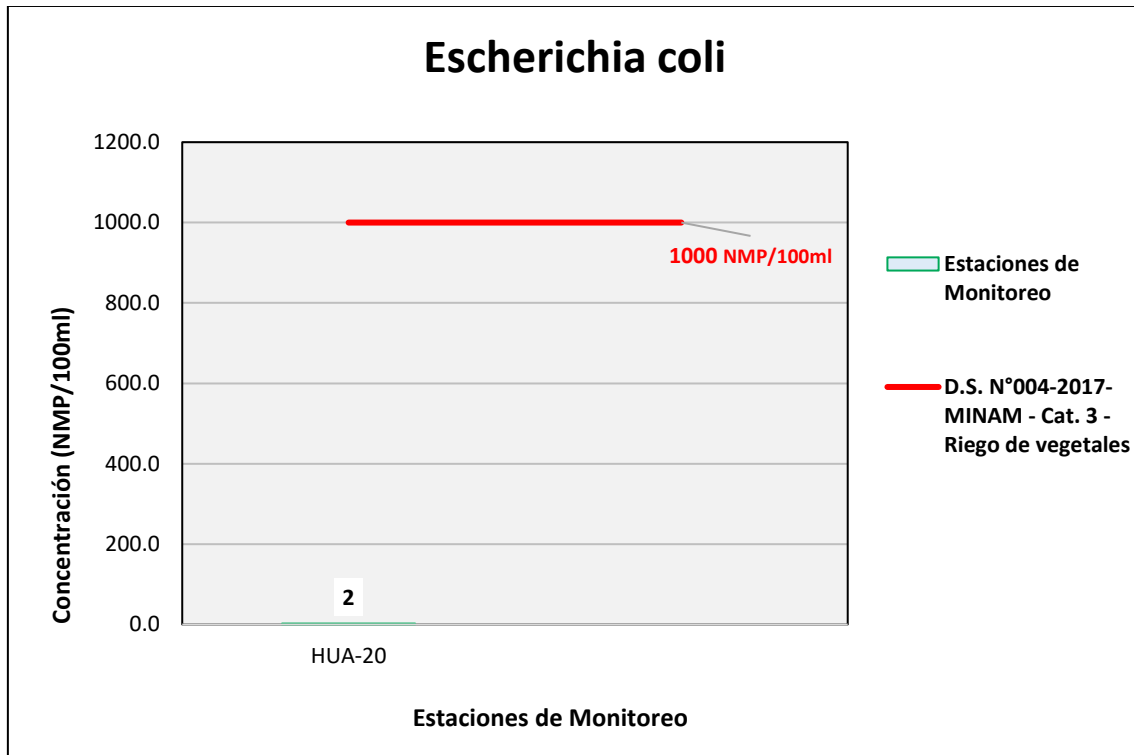
Figura 6.149. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

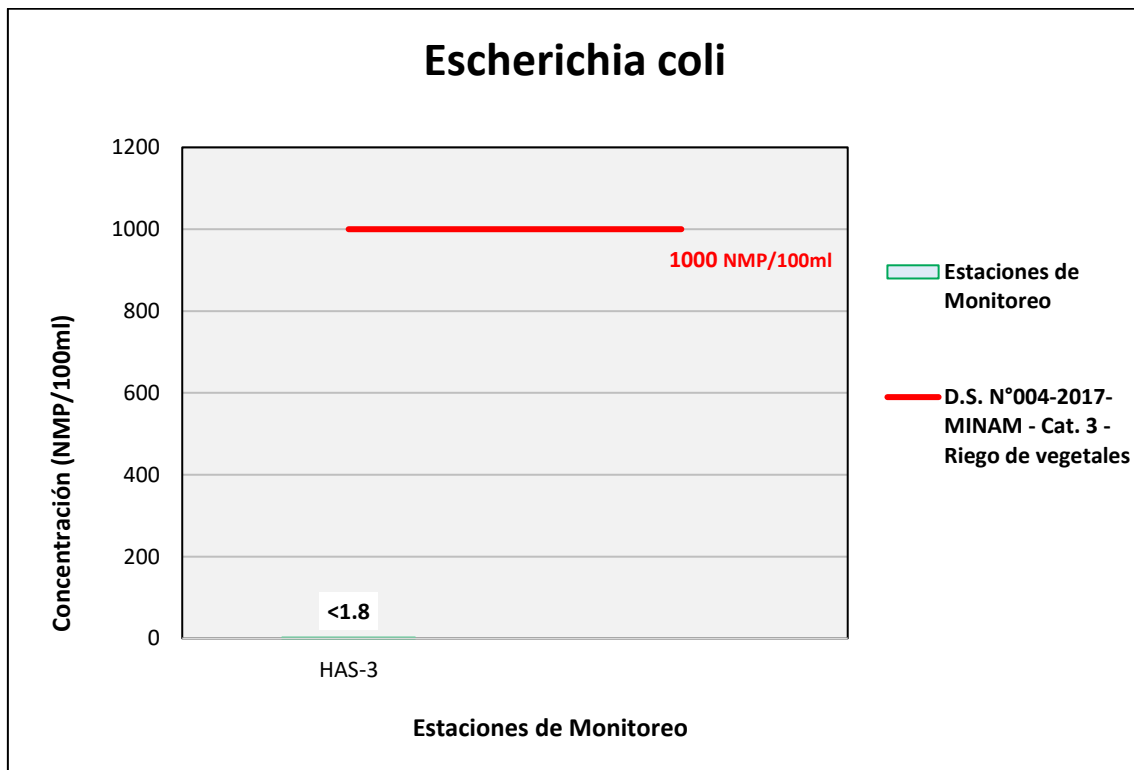
Figura 6.150. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

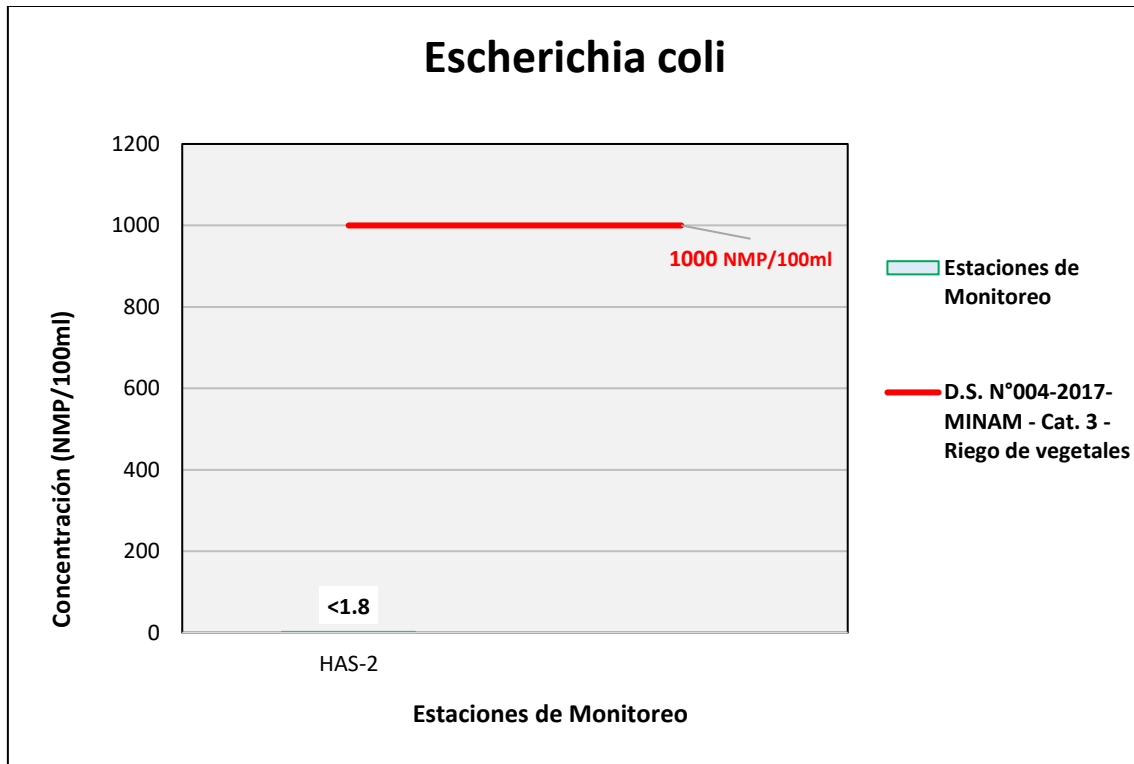
Figura 6.151. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.152. Resultados de Escherichia coli – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

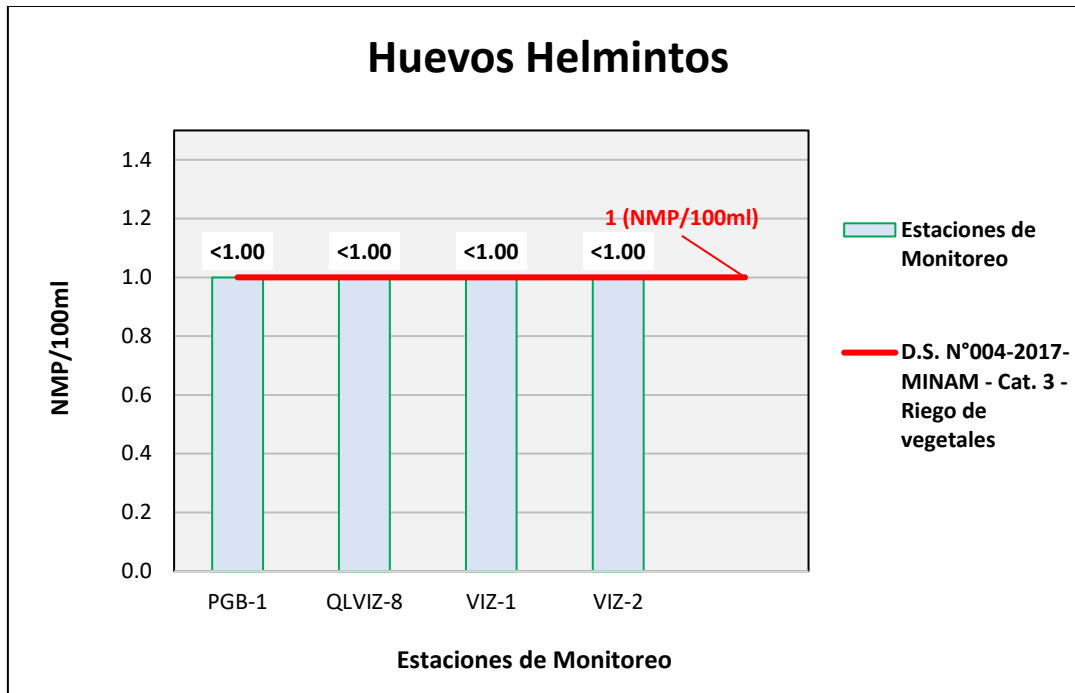
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.13 HUEVOS DE HELMINTOS

Los huevos de helmintos se encuentran en el ambiente y son de gran importancia en salud pública, debido a su mínima dosis infectiva y a su alta resistencia a diversas condiciones ambientales, como la temperatura, el pH y la humedad, así como a la desinfección con cloro. Dichos microorganismos son utilizados hoy en día como indicadores de presencia de materia fecal en los cuerpos de agua.

Los análisis de huevos de helmintos procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1,0 Huevos/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Huevos de Helmintos = 1,0 Huevos/L).

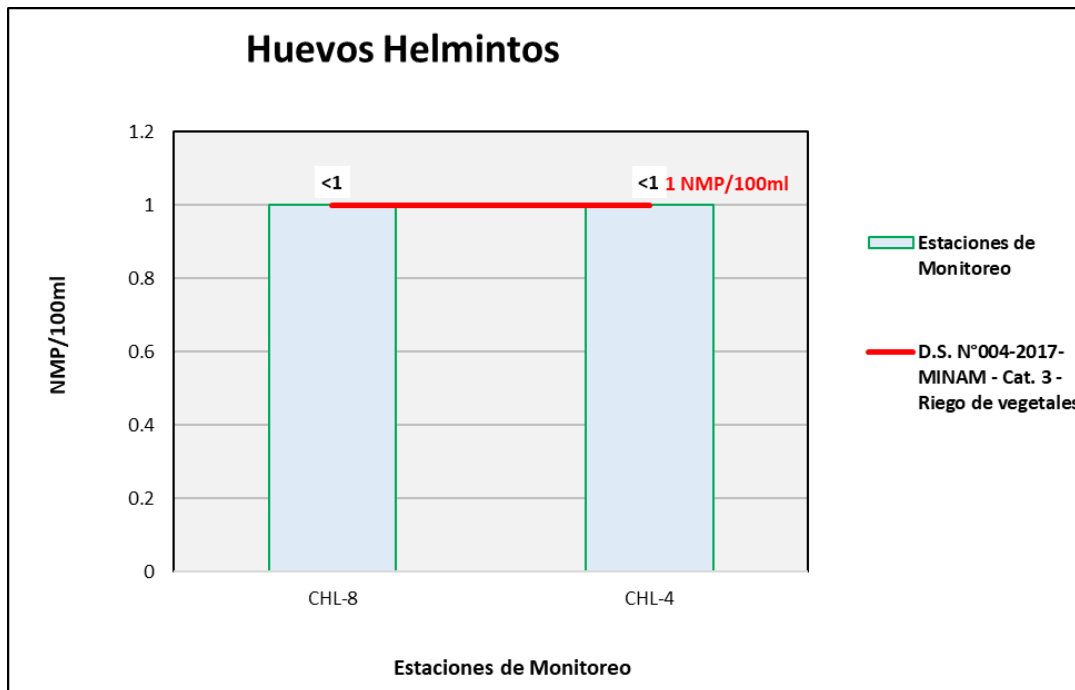
Figura 6.153. Resultados Huevos de helmintos – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

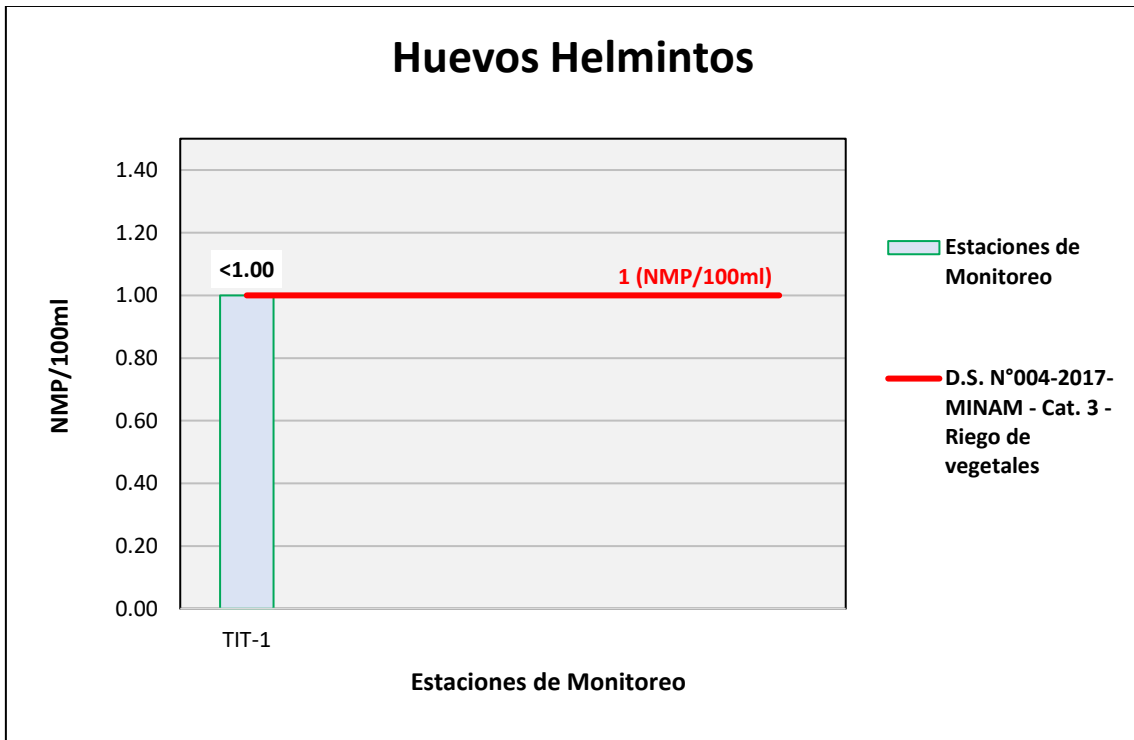
Figura 6.154. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

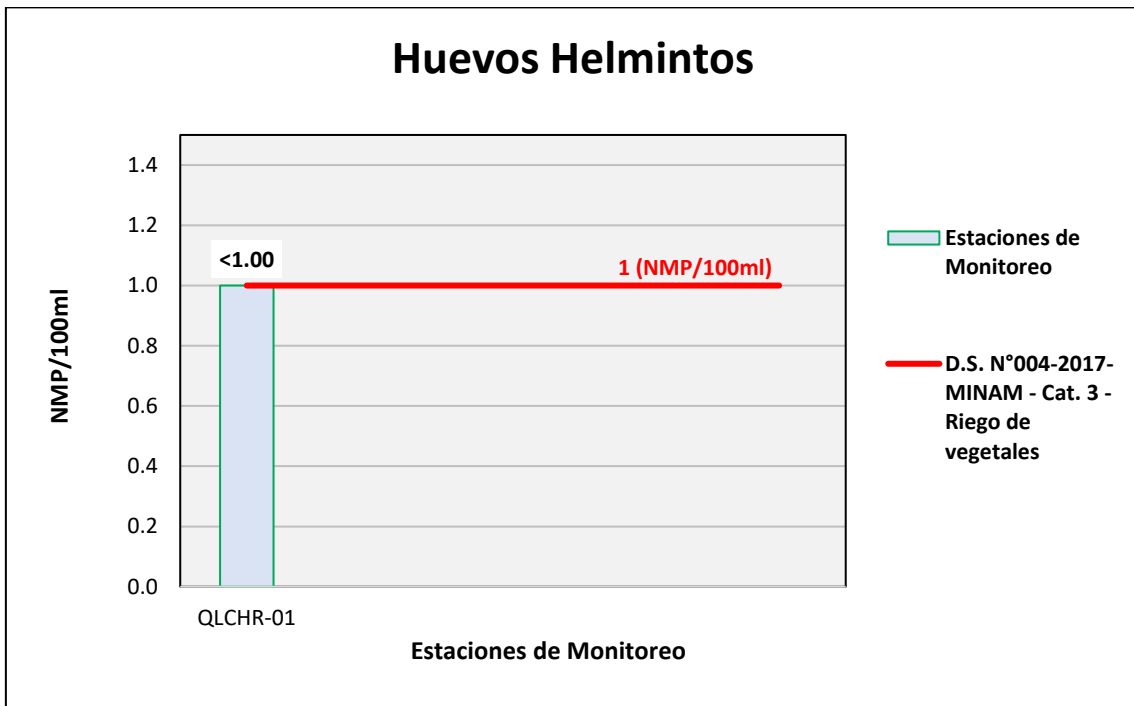
Figura 6.155. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

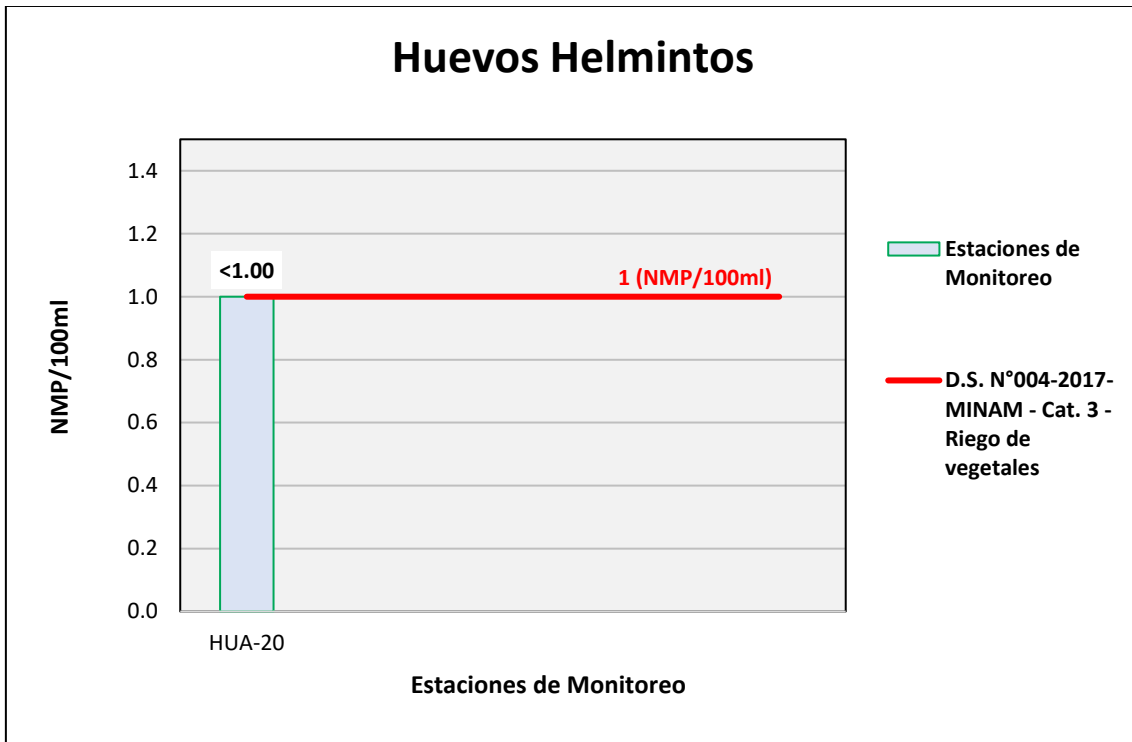
Figura 6.156. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

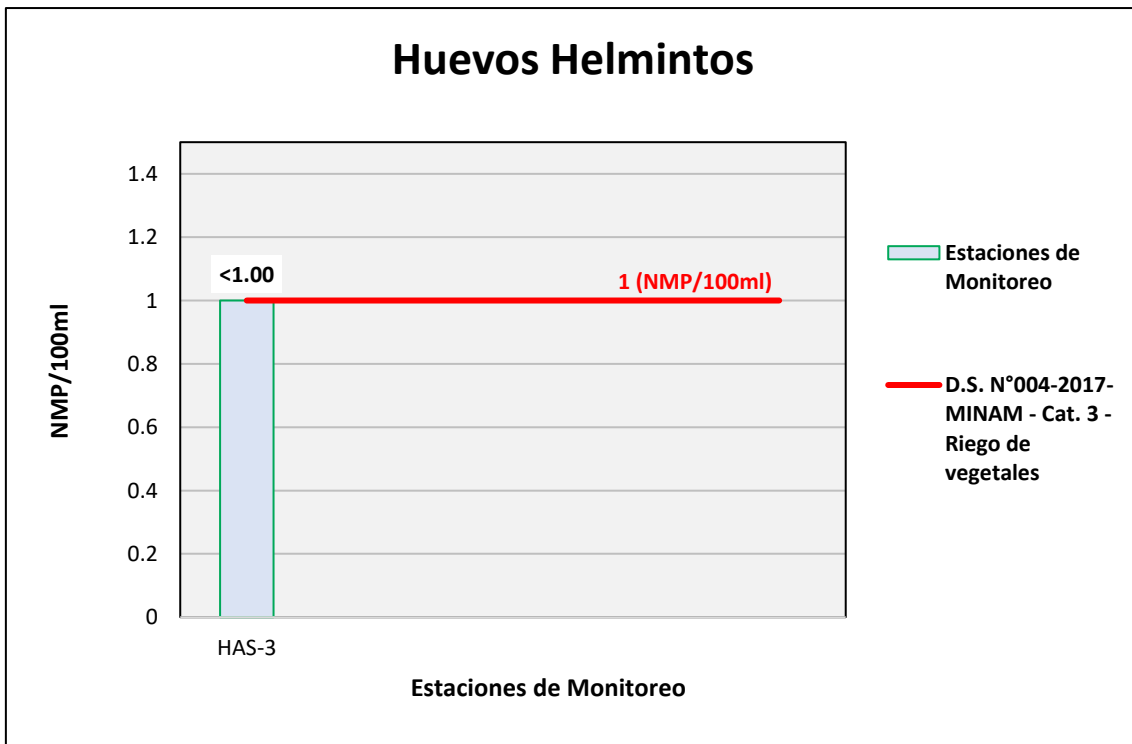
Figura 6.157. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

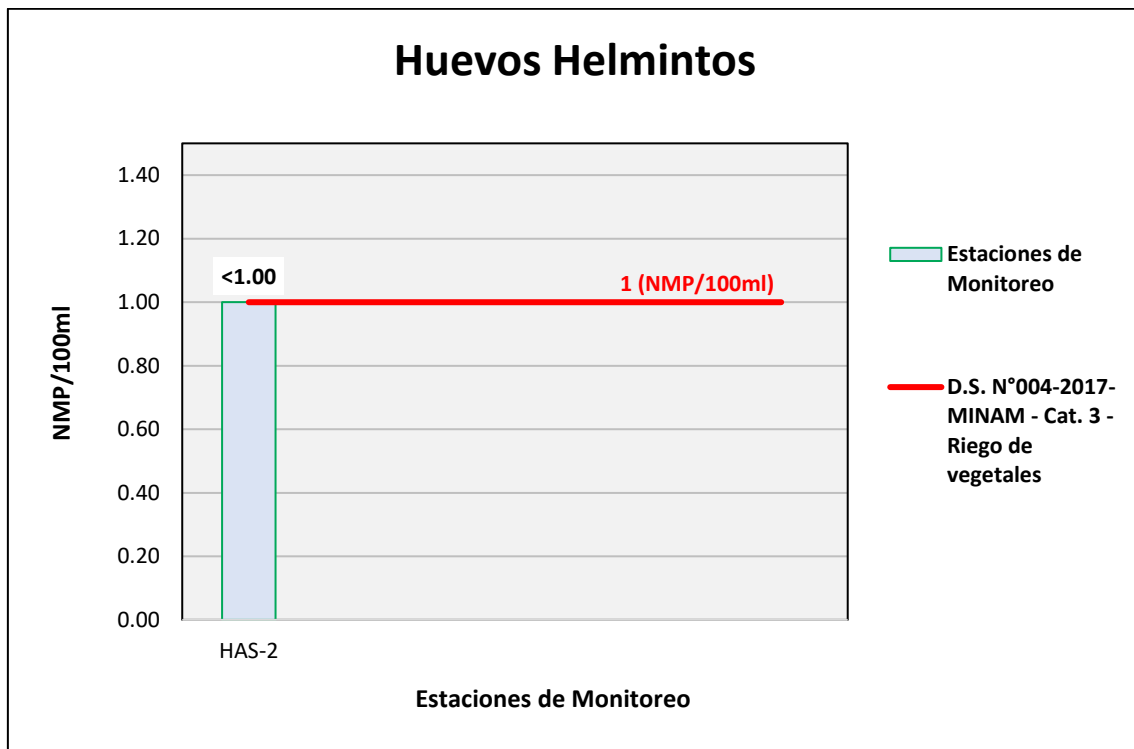
Figura 6.158. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.159. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

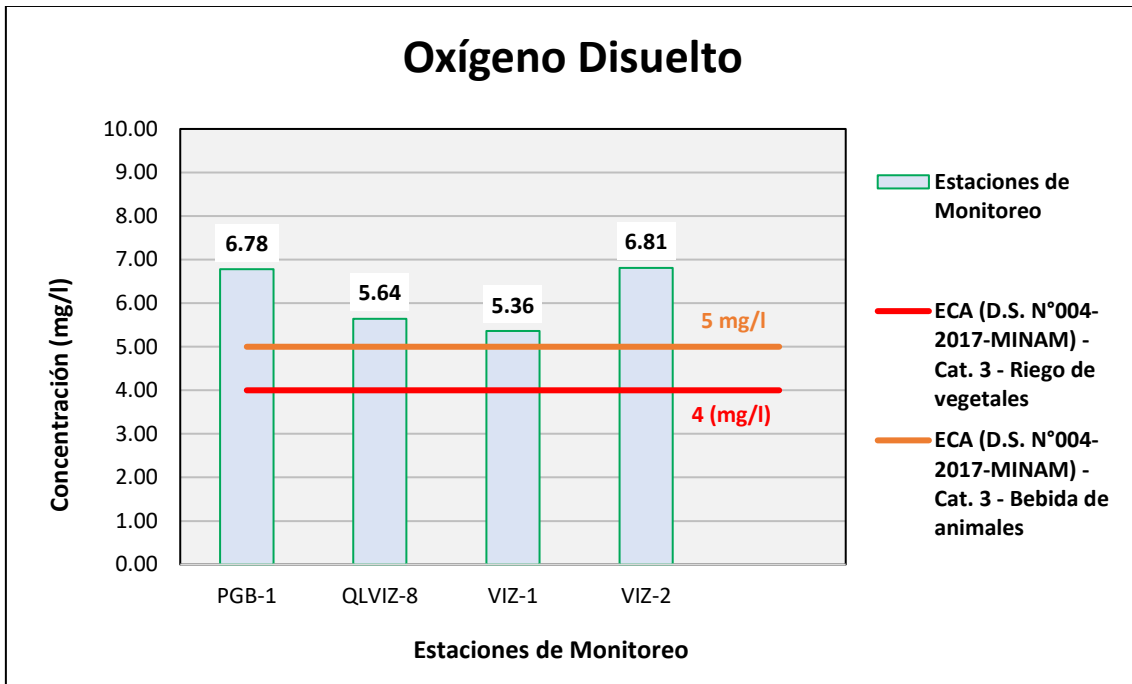
6.5.4.1.14 OXÍGENO DISUELTO

Se define al oxígeno disuelto como la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en las fuentes de agua, siendo este elemento importante para el desarrollo de formas de vida como peces, plantas, algas y otros microorganismos, en otras palabras, nos sirve como un indicador para evaluar la capacidad de las fuentes de agua para mantener estable la presencia de vida acuática.

Este parámetro tiene una relevancia importante para los ecosistemas acuáticos, debido a que cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener diversidad de organismos, mientras que, si su concentración es baja, esta no permite una correcta degradación de la materia orgánica, pudiendo producir a la larga un proceso de eutrofización en los cuerpos de agua.

De acuerdo a las estaciones evaluadas, se aprecia que, en la zona de alta montaña, los resultados obtenidos cumplen con el Estándar de Calidad de Agua, establecidos mediante el D.S. N°004-2017-MINAM.

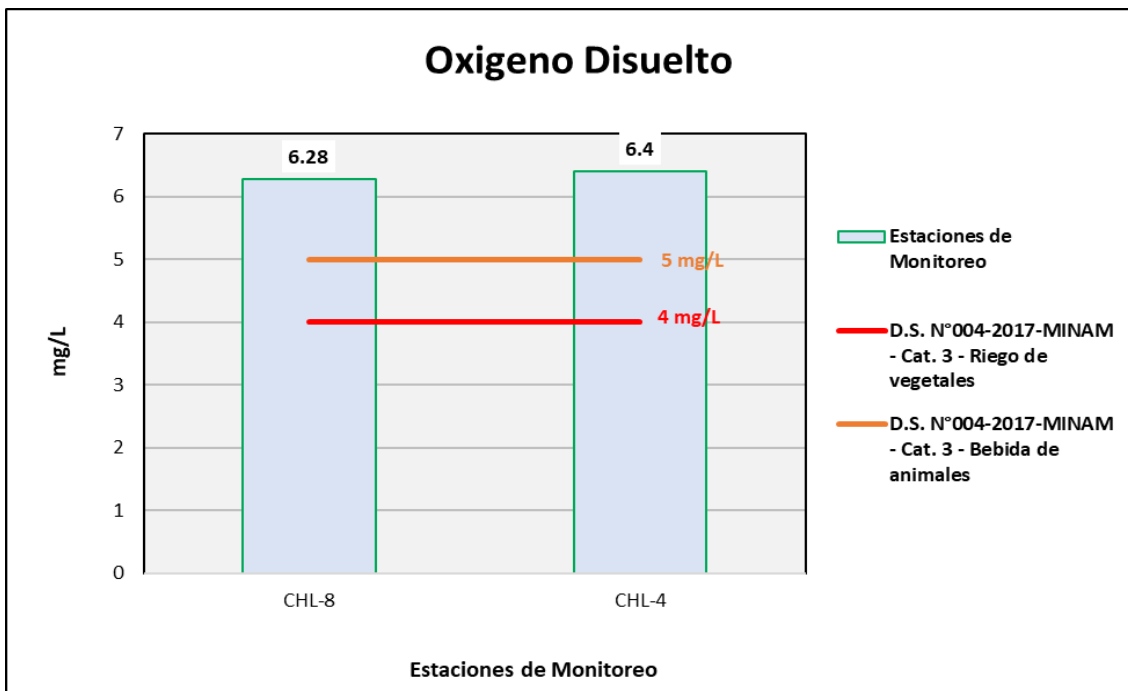
Figura 6.160. Resultados Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

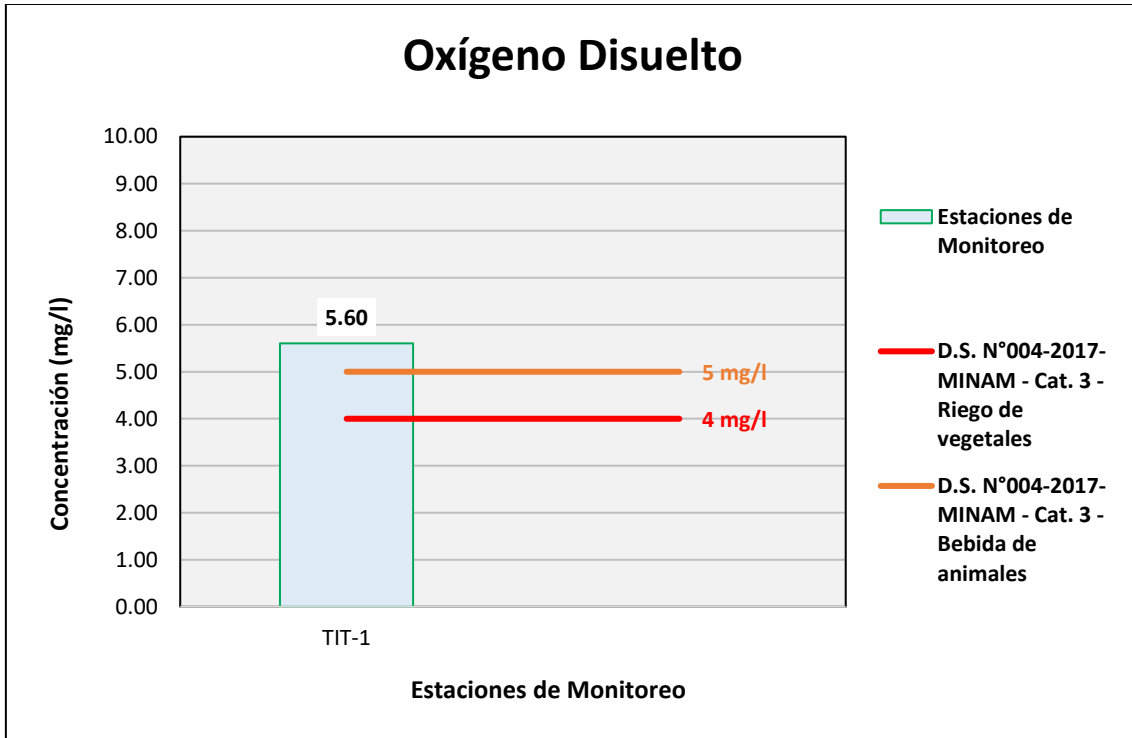
Figura 6.161. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

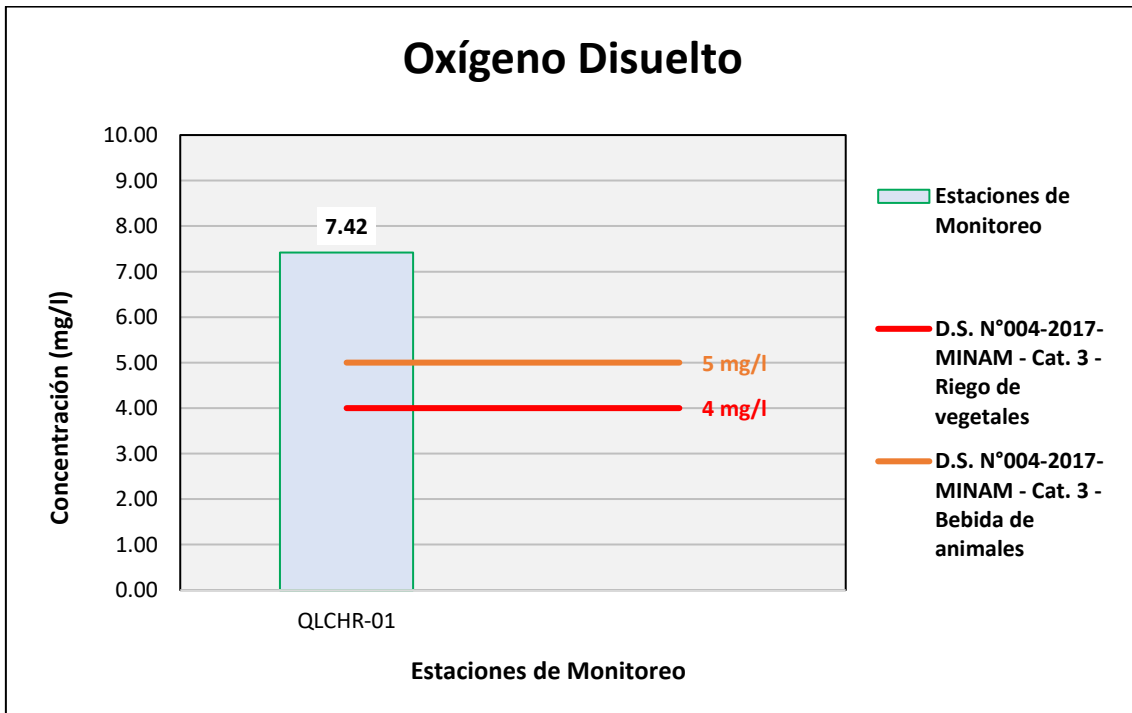
Figura 6.162. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

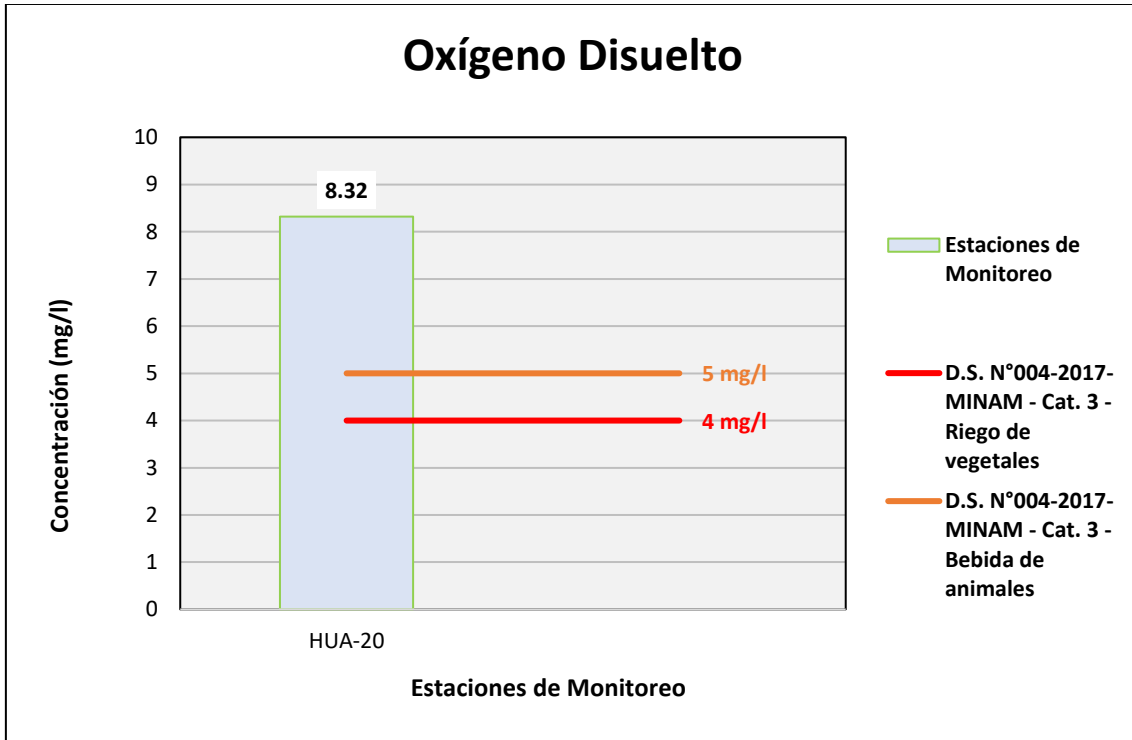
Figura 6.163. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

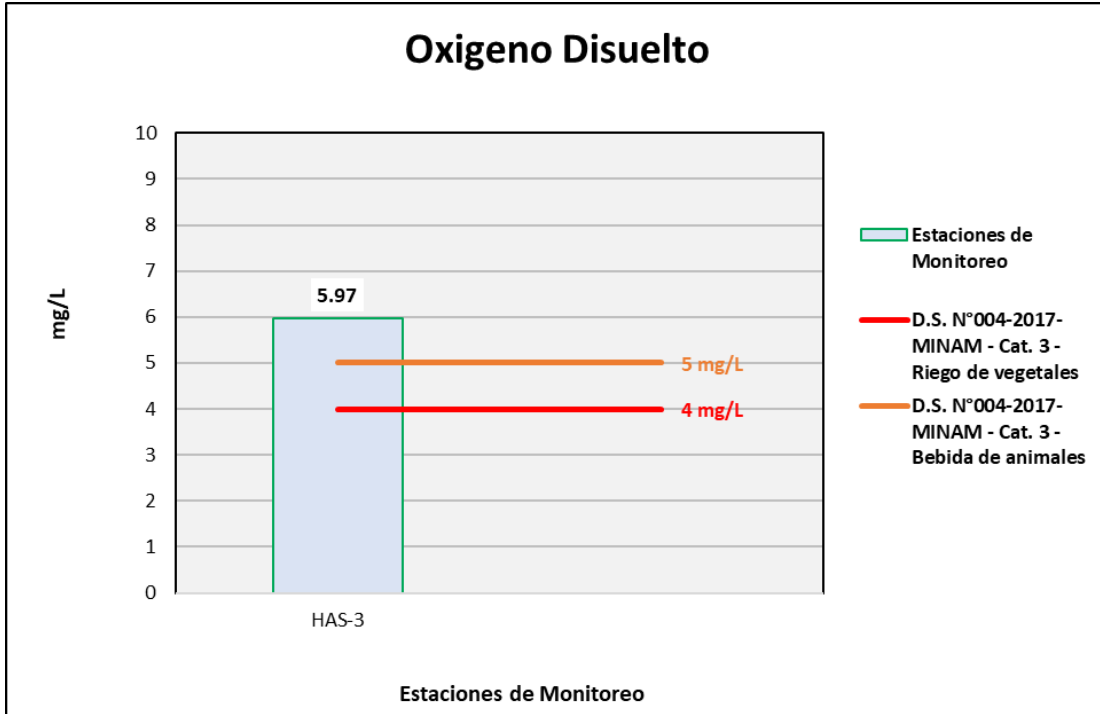
Figura 6.164. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

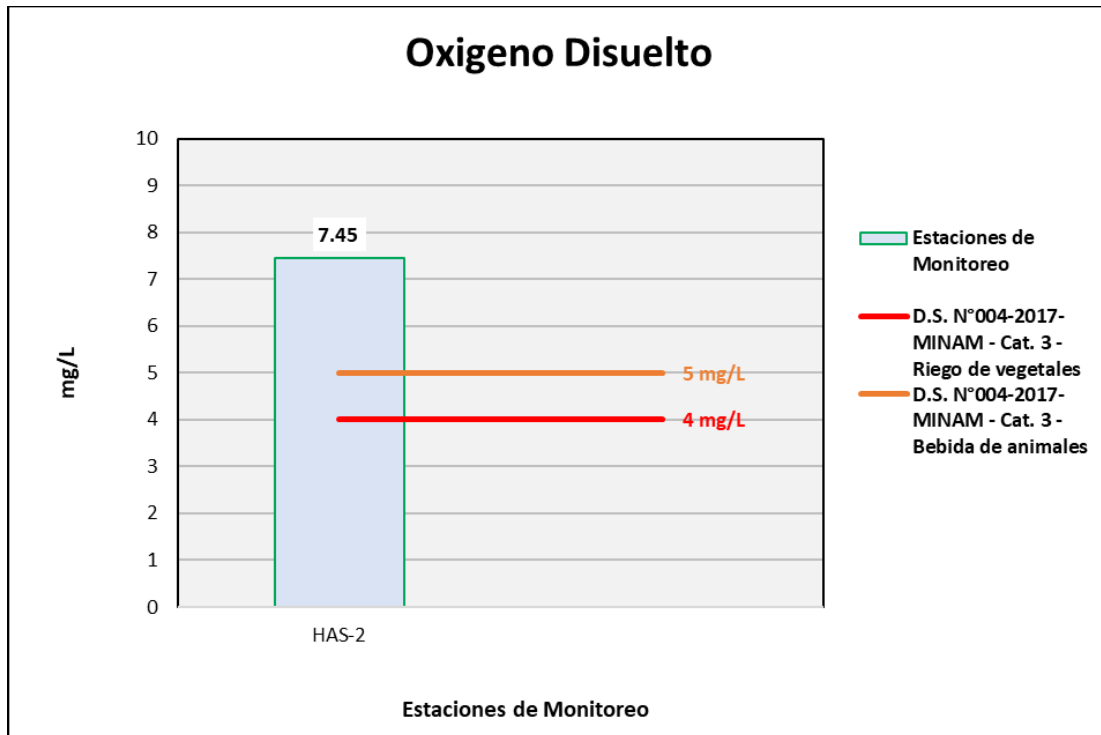
Figura 6.165. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.166. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

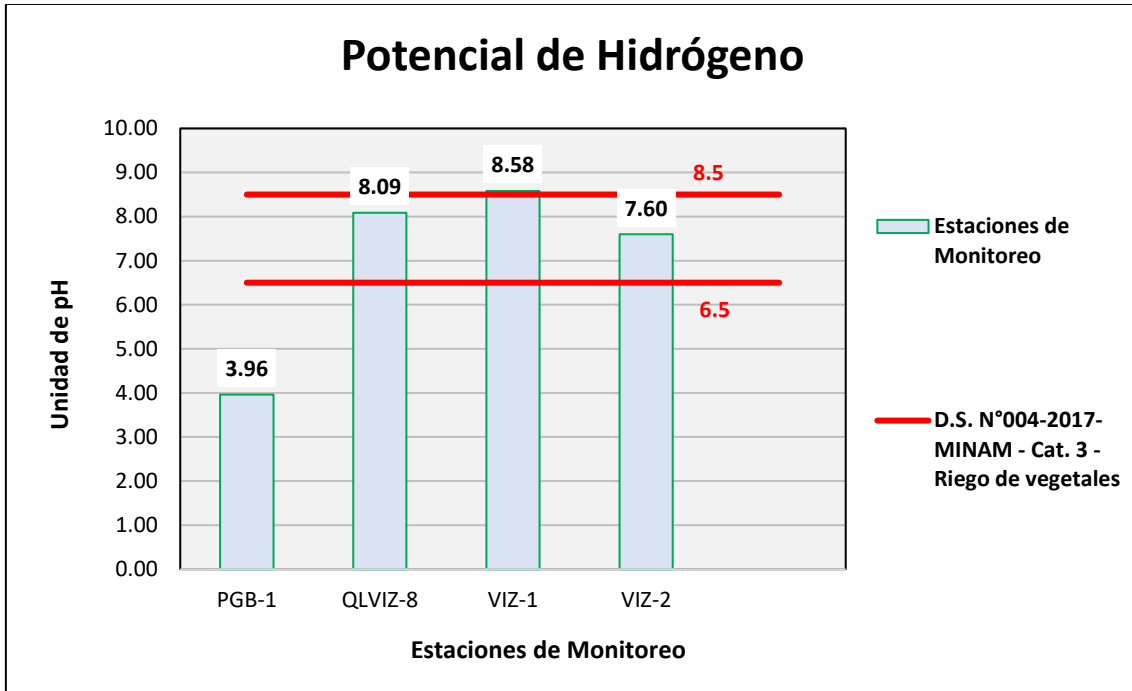
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.15 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

El potencial de hidrógeno se define como el indicador de la presencia de iones libres del hidrógeno, siendo el resultado de su medición una comparación entre el número de protones (H^+) e iones hidroxilo (H^-), determinando en base a su resultado el nivel de acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua. El grado de pH presente en los cuerpos de agua es un indicador importante al momento de determinar el estado de conservación de dichos ecosistemas acuáticos, dado que tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de la vida acuática. La tendencia a acidez o alcalinidad en las fuentes de agua tiene su origen tanto de manera natural como producto de la intervención antrópica producto de vertimientos de actividades industriales.

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA pH = 6,5 – 8,5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. Sin embargo, los resultados obtenidos en el punto de monitoreo TIT-1, PGB-1 y QLVIZ-8, se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica y/o por el embalse de Pasto Grande, respectivamente.

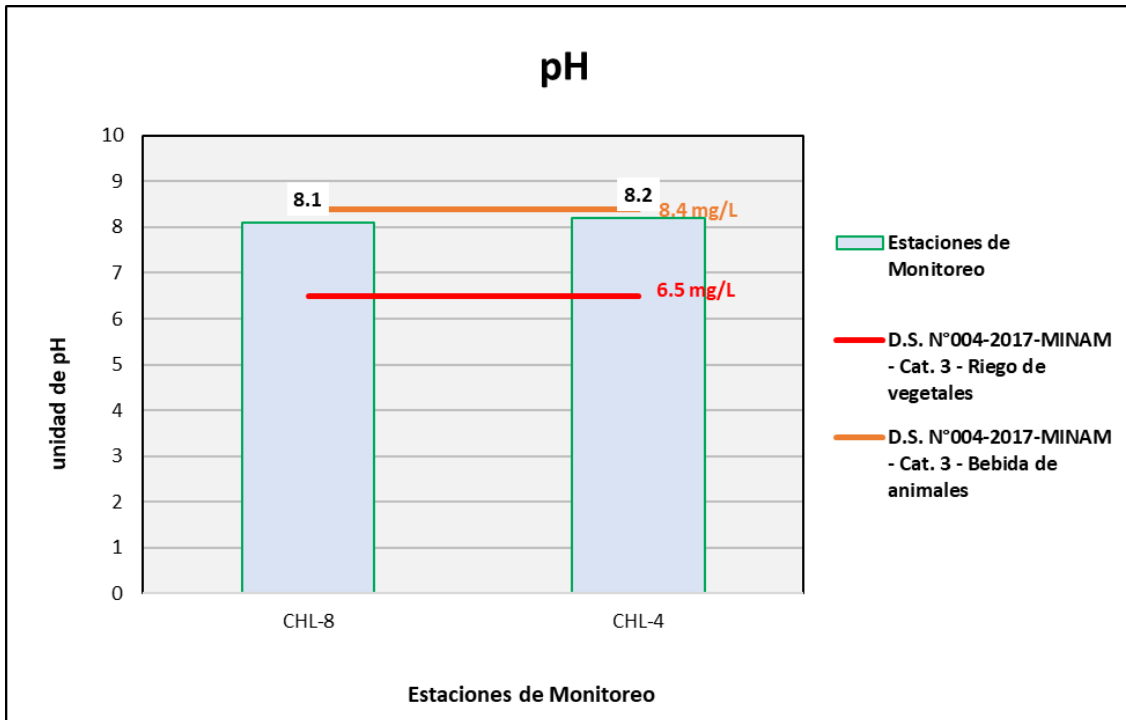
Figura 6.167. Resultados pH – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

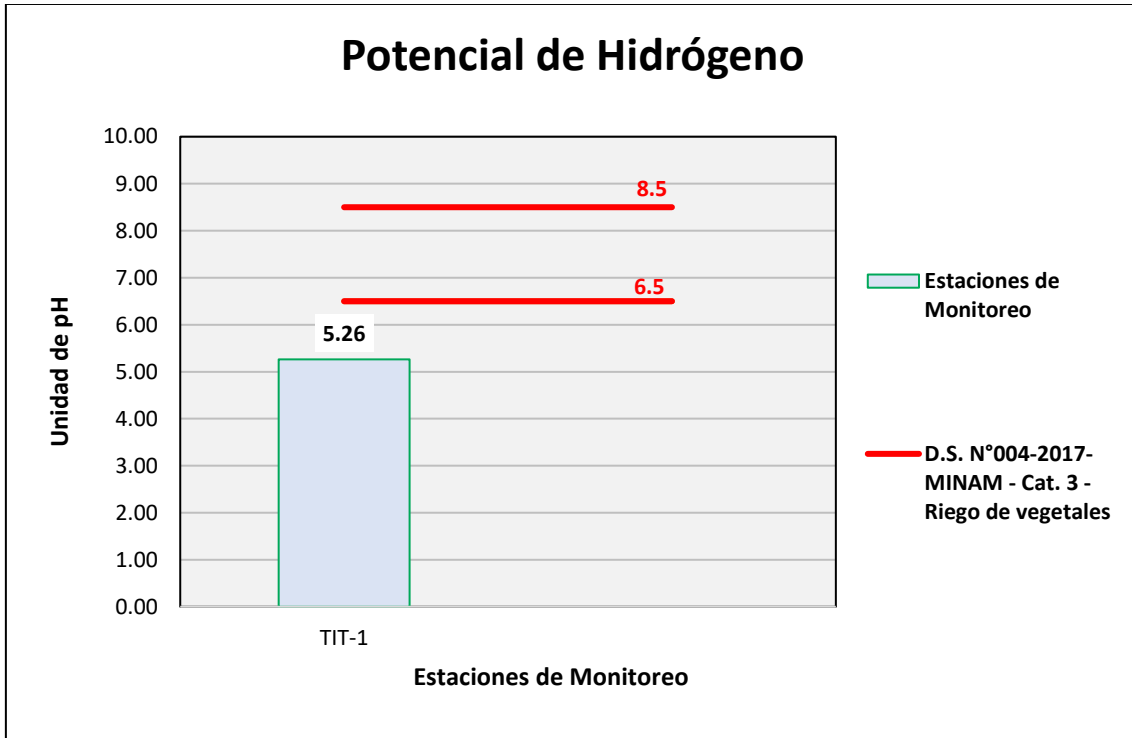
Figura 6.168. Resultados de pH – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

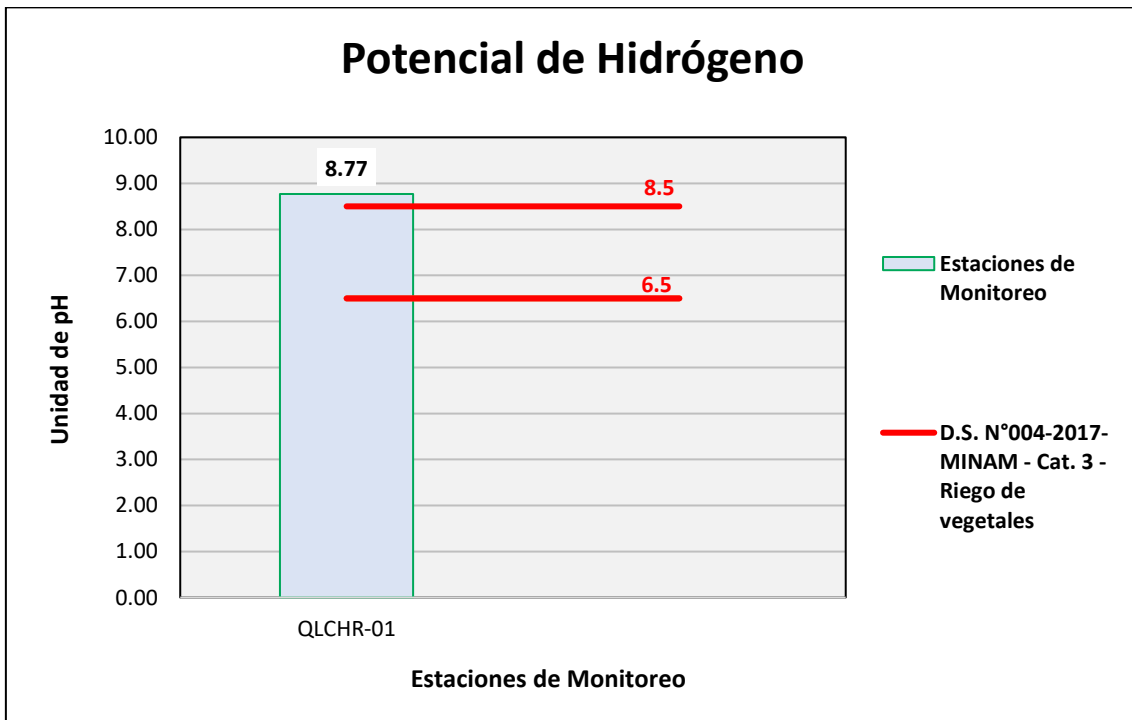
Figura 6.169. Resultados de pH – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

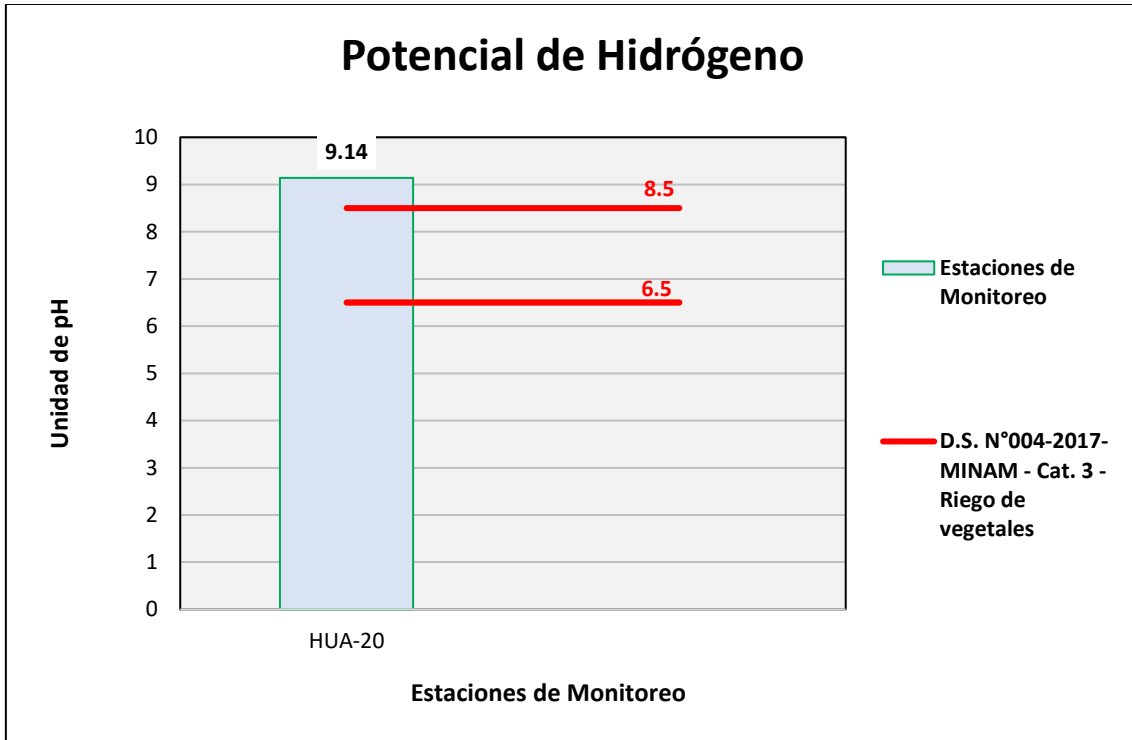
Figura 6.170. Resultados de pH – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

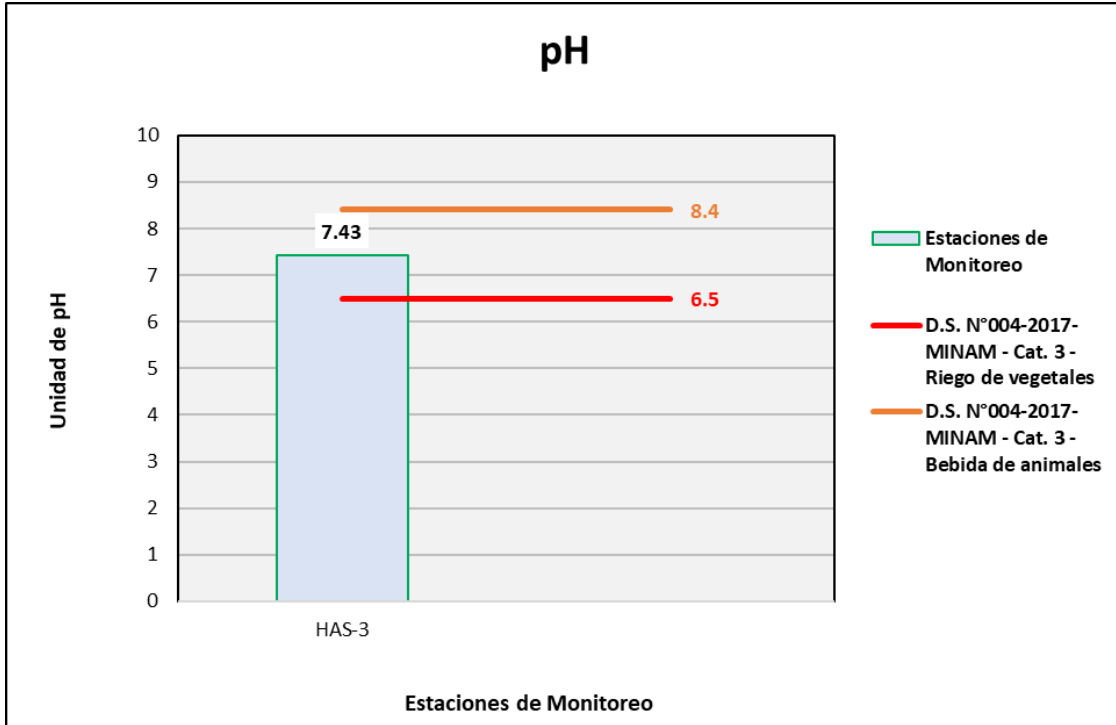
Figura 6.171. Resultados de pH – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

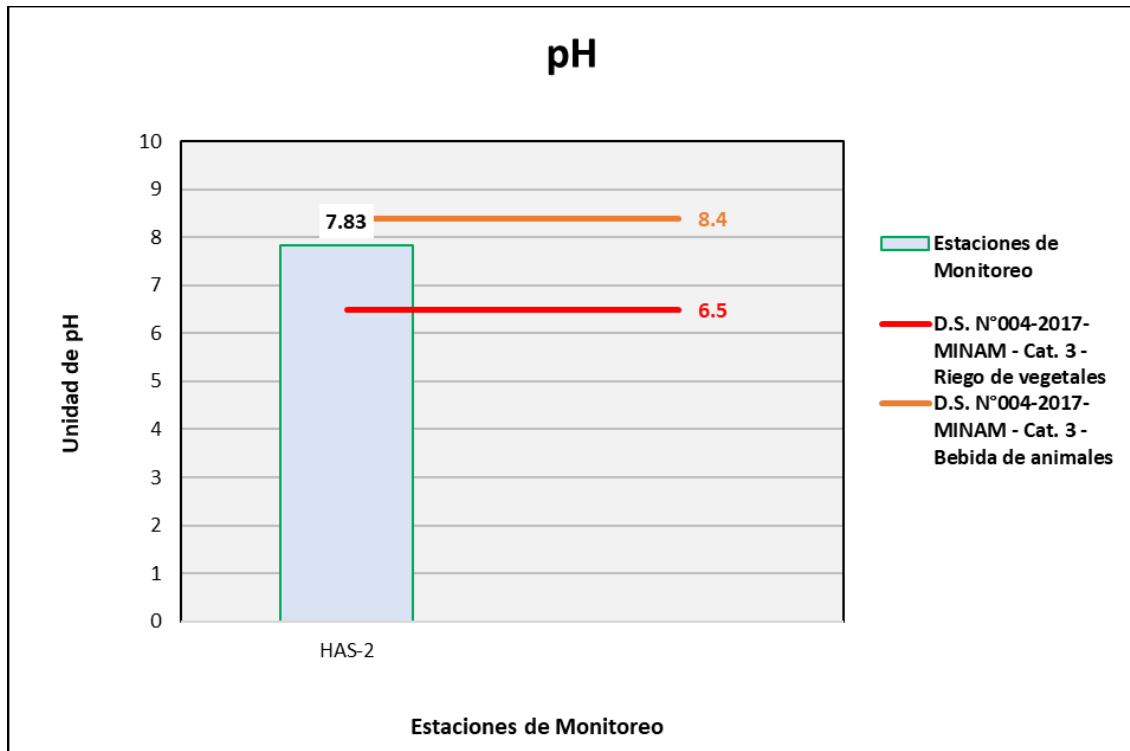
Figura 6.172. Resultados de pH – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.173. Resultados de pH – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

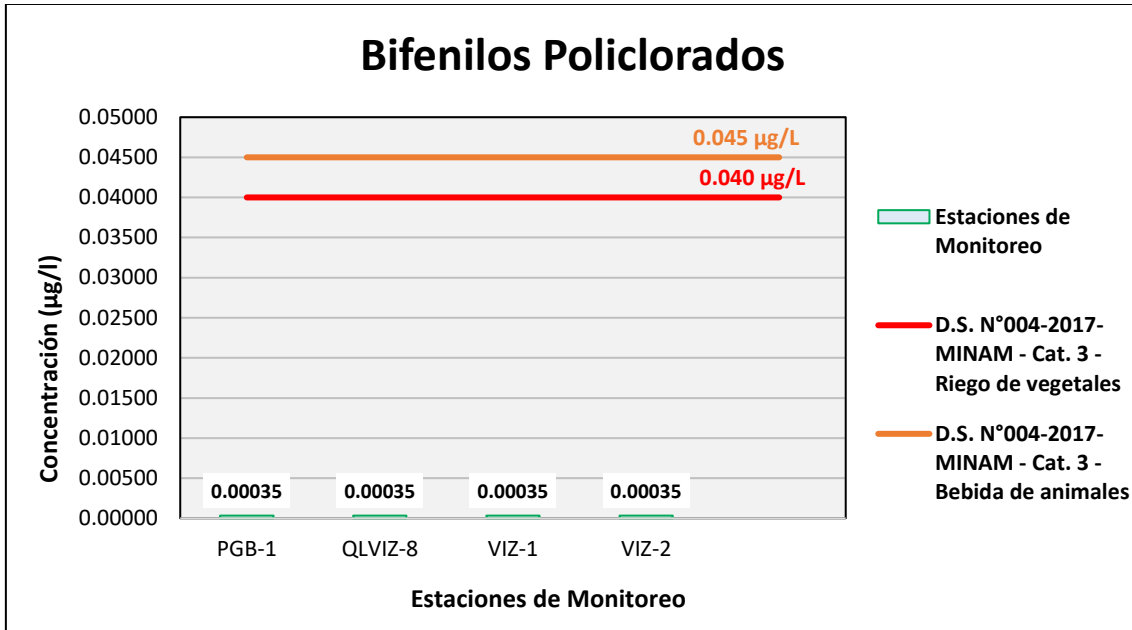
6.5.4.1.16 BIFENILOS POLICLORADOS

Los bifenilos policlorados (también conocidos como PBC), son un grupo o conjunto de compuestos químico orgánicos, de los cuales no se registran evidencias de fuentes naturales, dado que estos ingresan al medio ambiente a través de vías de propagación en la atmósfera o fuentes hídricas, dado que algunos compuestos de PBC son volátiles existiendo así de forma gaseosa en el ambiente.

Estos elementos tienen su origen en la utilización como refrigerantes y lubricantes en transformadores, equipos electrónicos, entre otros, paralizando su producción a fines de los años 70's debido a su acumulación en el ambiente y el grado de toxicidad que ocasionan tanto en la salud humana como en seres vivos. Hoy en día, son liberados al medio ambiente producto de la incineración o combustión de desechos electrónicos con contenidos de PCB en su interior.

Los análisis de PCB procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,035 µg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA PCB = 0,040 µg/L).

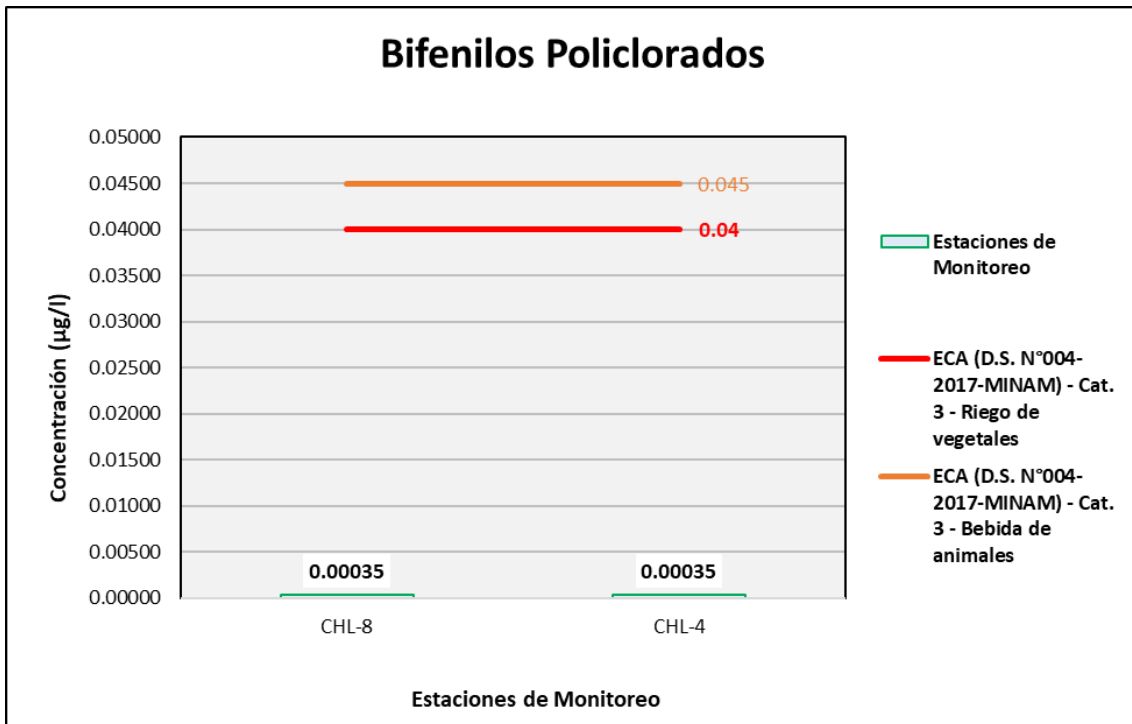
Figura 6.174. Resultados PCB – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

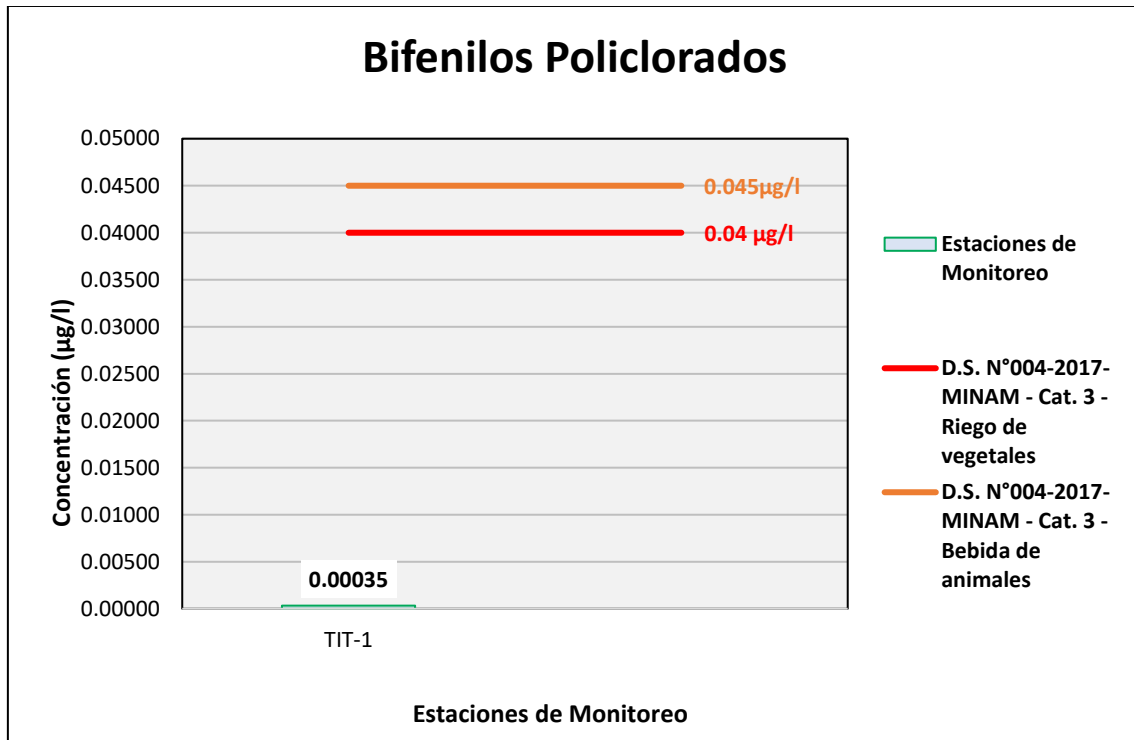
Figura 6.175. Resultados de PCB – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

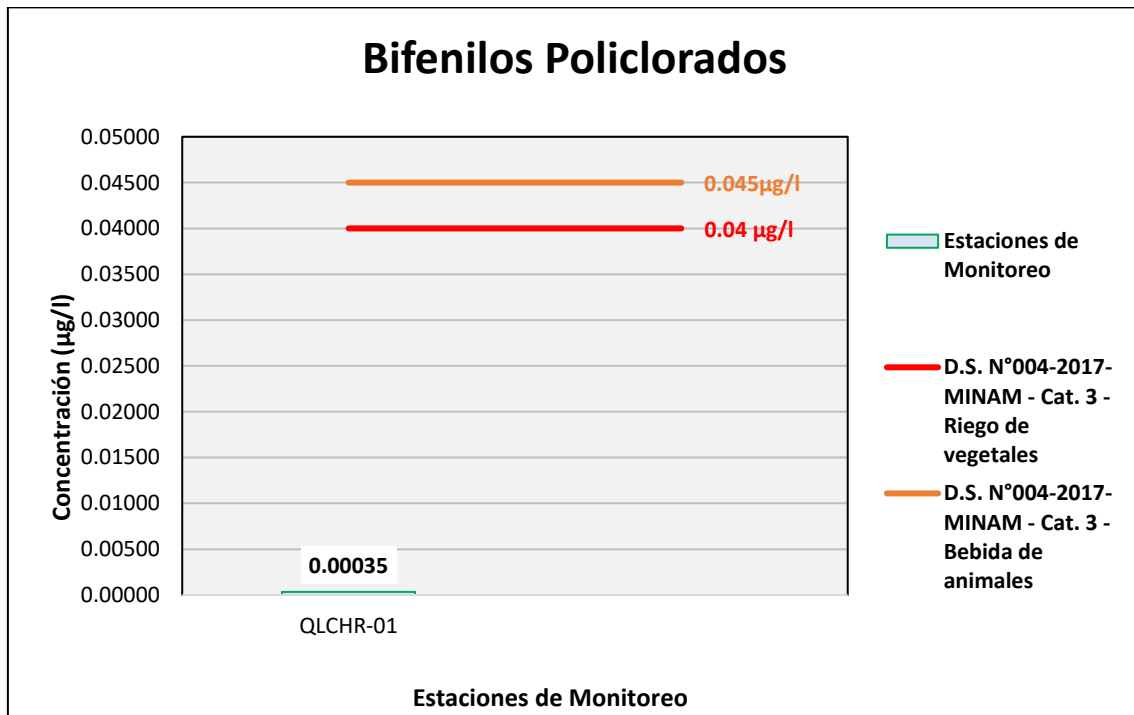
Figura 6.176. Resultados de PCB – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

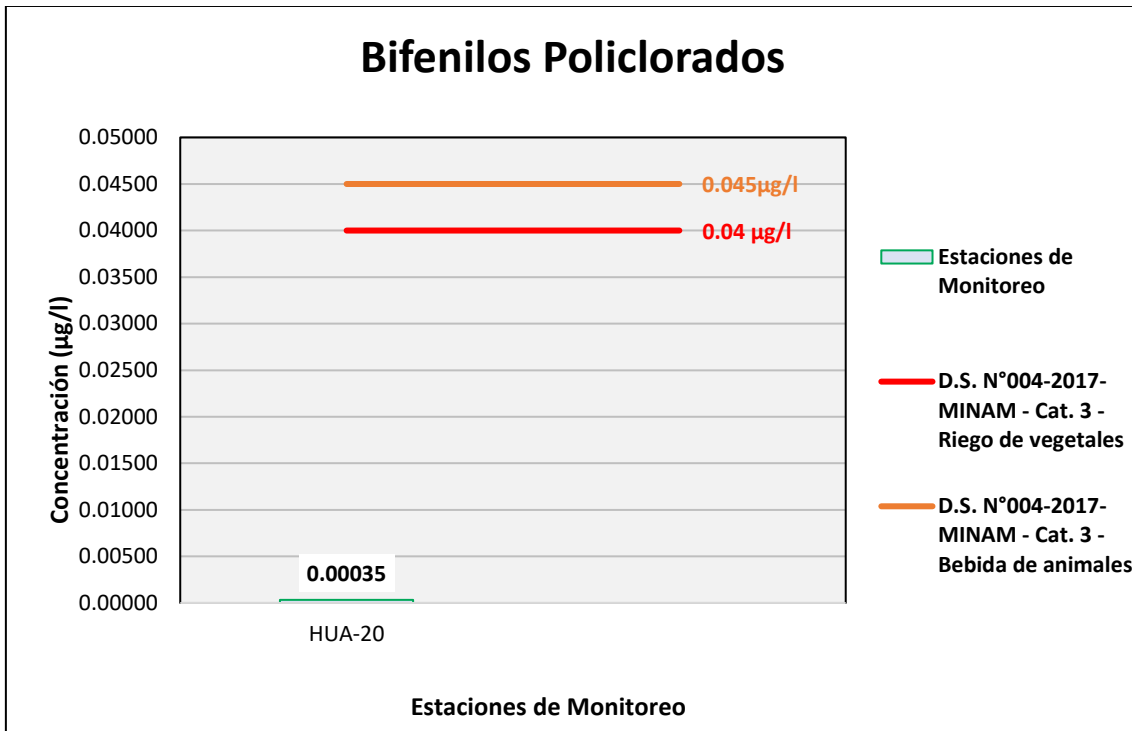
Figura 6.177. Resultados de PCB – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

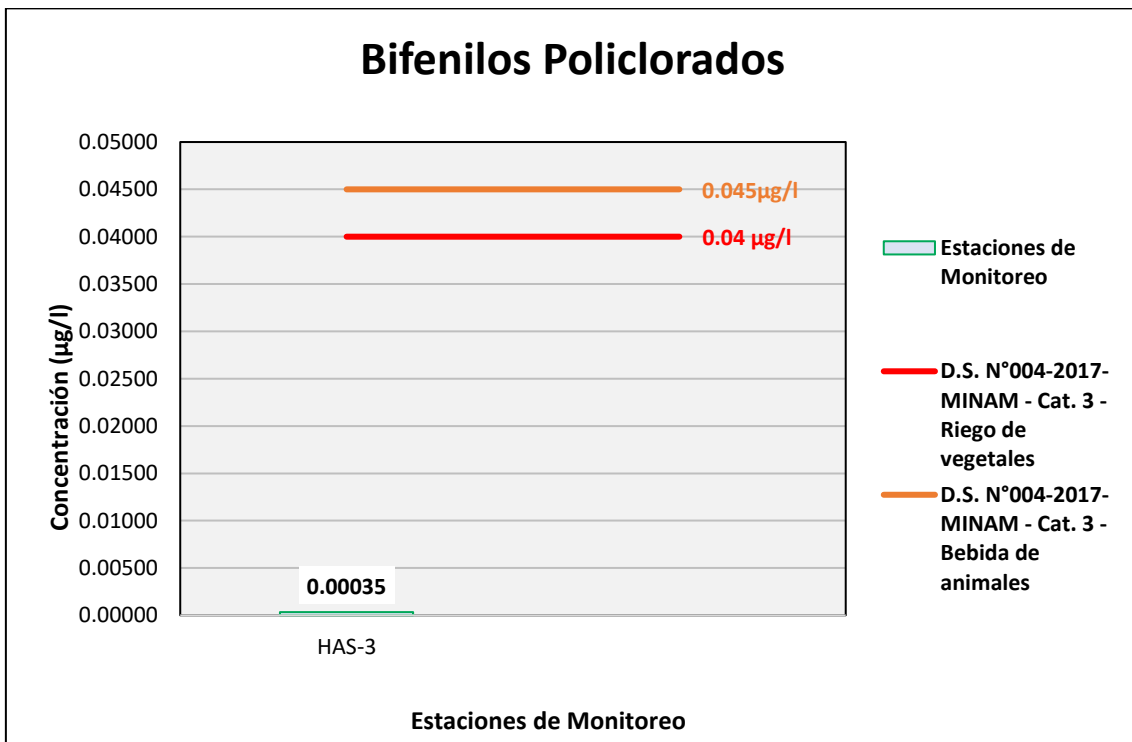
Figura 6.178. Resultados de PCB – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

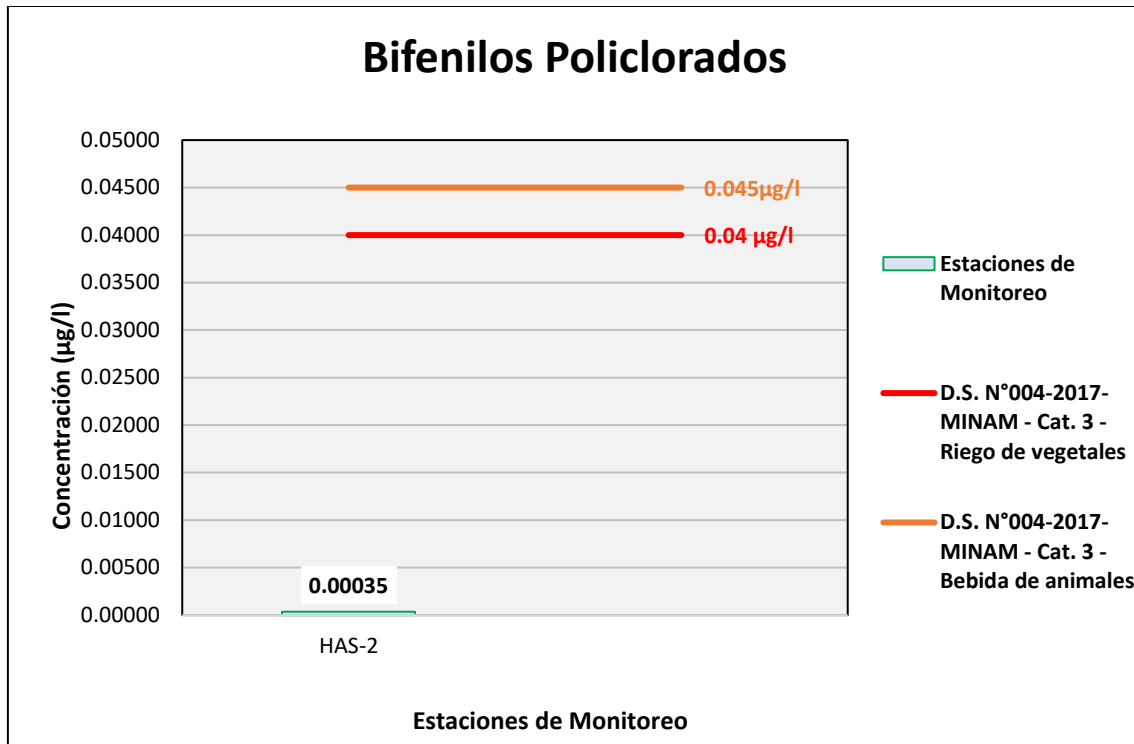
Figura 6.179. Resultados de PCB – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.180. Resultados de PCB – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

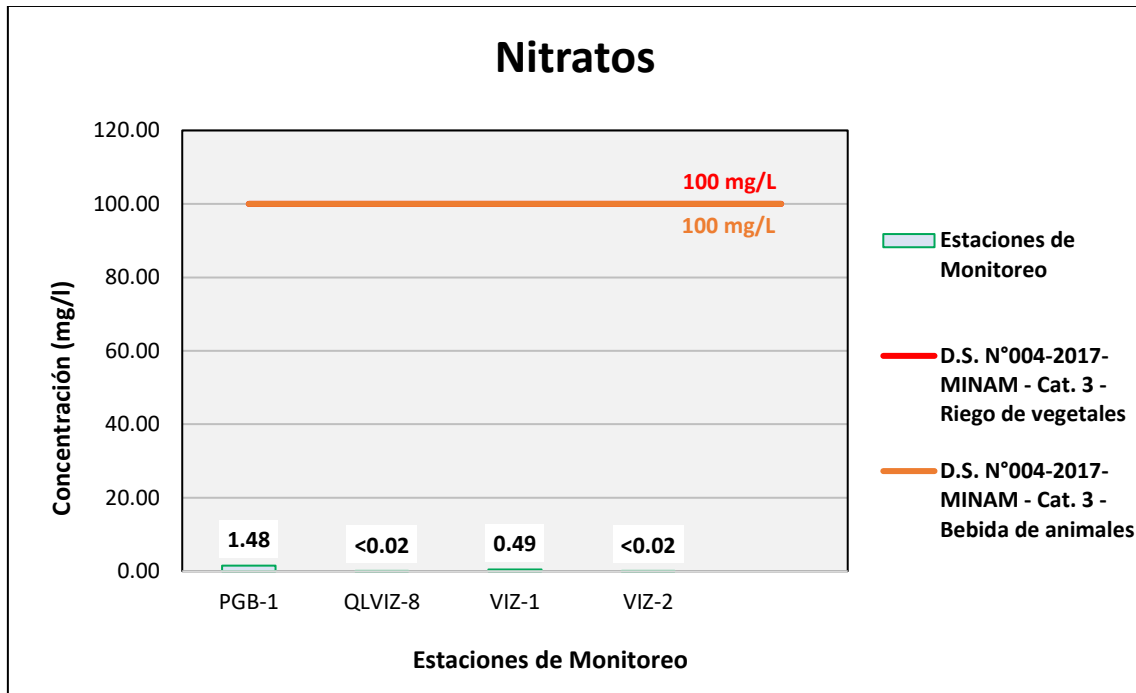
6.5.4.1.17 NITRATOS

El Nitrato (NO_3N) es un elemento que existe de manera natural proveniente principalmente de las aguas subterráneas y que forma parte del ciclo del nitrógeno. Este elemento proviene de la oxidación de los nitritos por acción de la bacteria *Nitrobacter*, disminuyendo su nivel de toxicidad y siendo utilizado como una fuente de alimento para organismos vivos.

Si bien este elemento se encuentra de manera natural en fuentes de agua superficiales y subterráneas, tiende a encontrarse en concentraciones por debajo de los 2 mg/L, lo cual no representa un peligro para el desarrollo y continuidad de la vida acuática. Asimismo, el aumento de los niveles de concentración de este elemento puede tener su origen en la actividad agrícola y en suelos destinados a la producción ganadera, dado que las fuentes más comunes de nitratos son en fertilizantes, compost, suelos rurales, pozos sépticos, entre otros, pudiendo inferir que, en aquellos cuerpos de agua cercanos a comunidades campesinas que tengan como actividad principal la agricultura y ganadería.

Los valores de Nitratos obtenidos se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua por Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitratos = 100 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

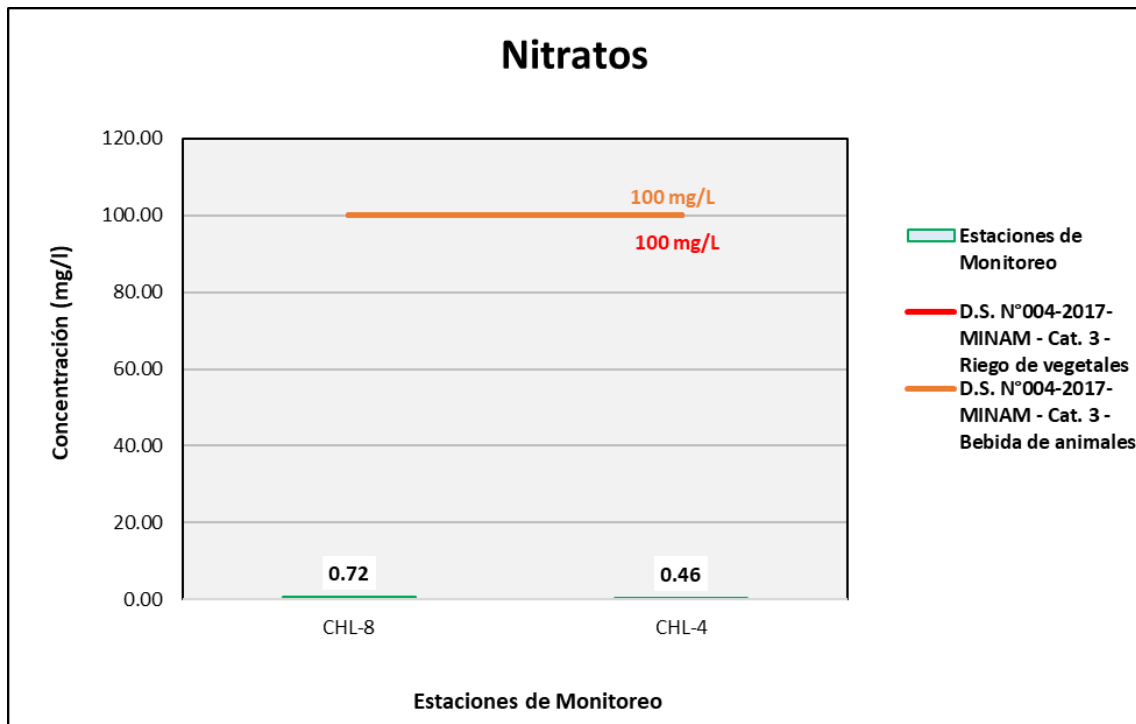
Figura 6.181. Resultados Nitratos – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

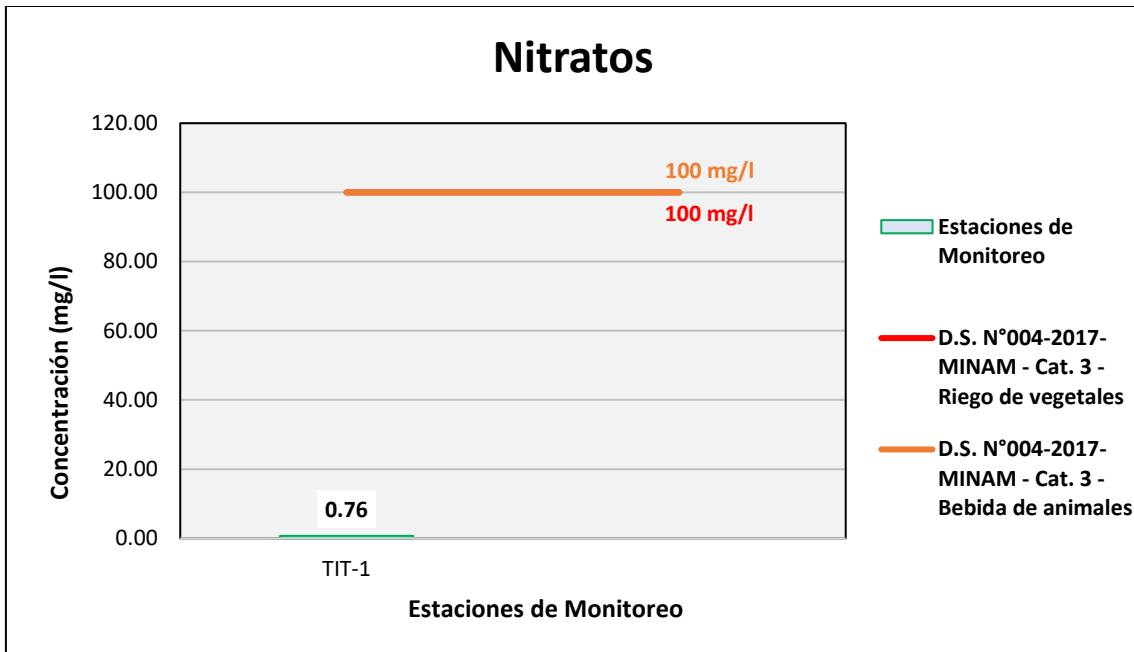
Figura 6.182. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

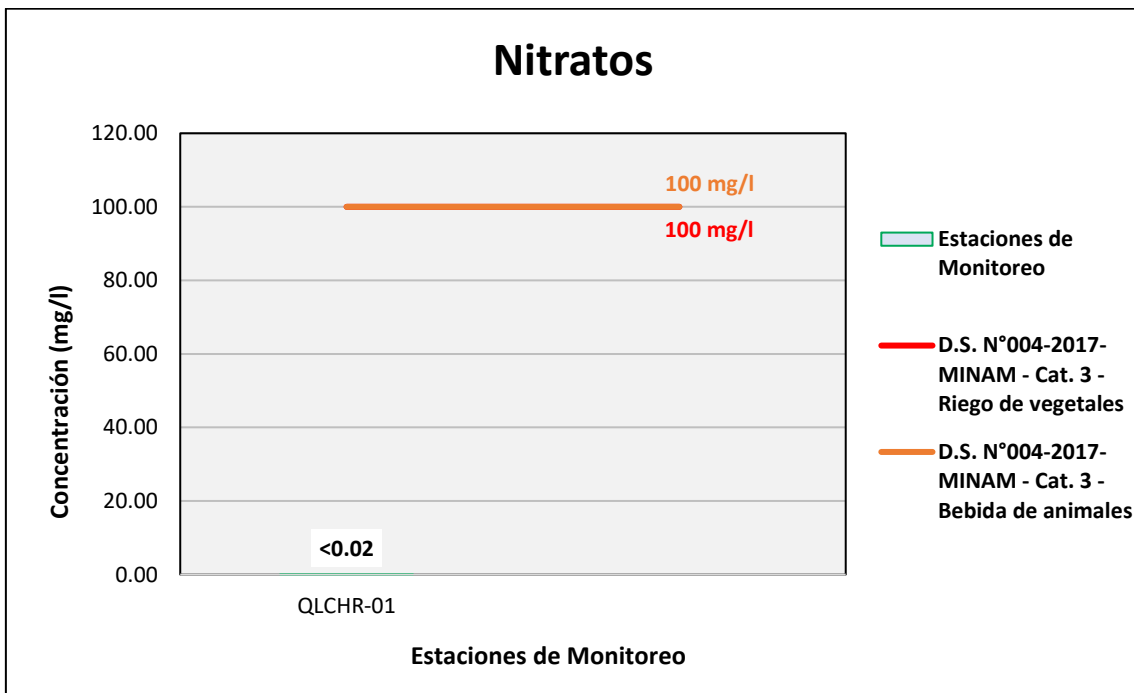
Figura 6.183. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

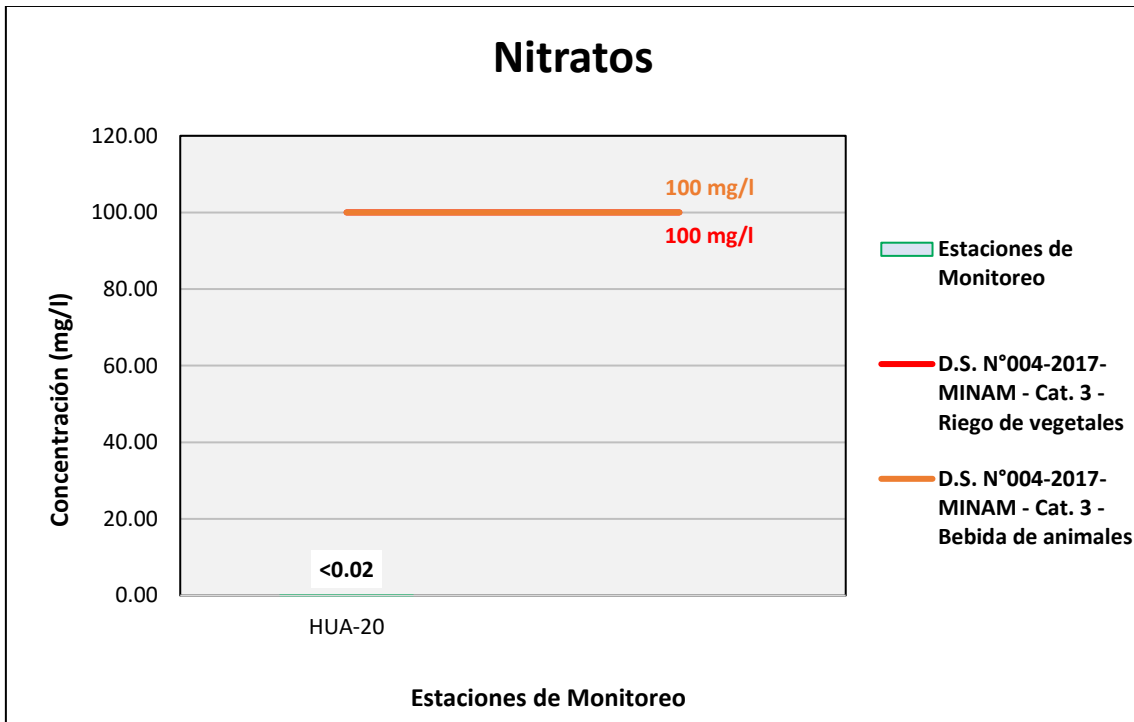
Figura 6.184. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

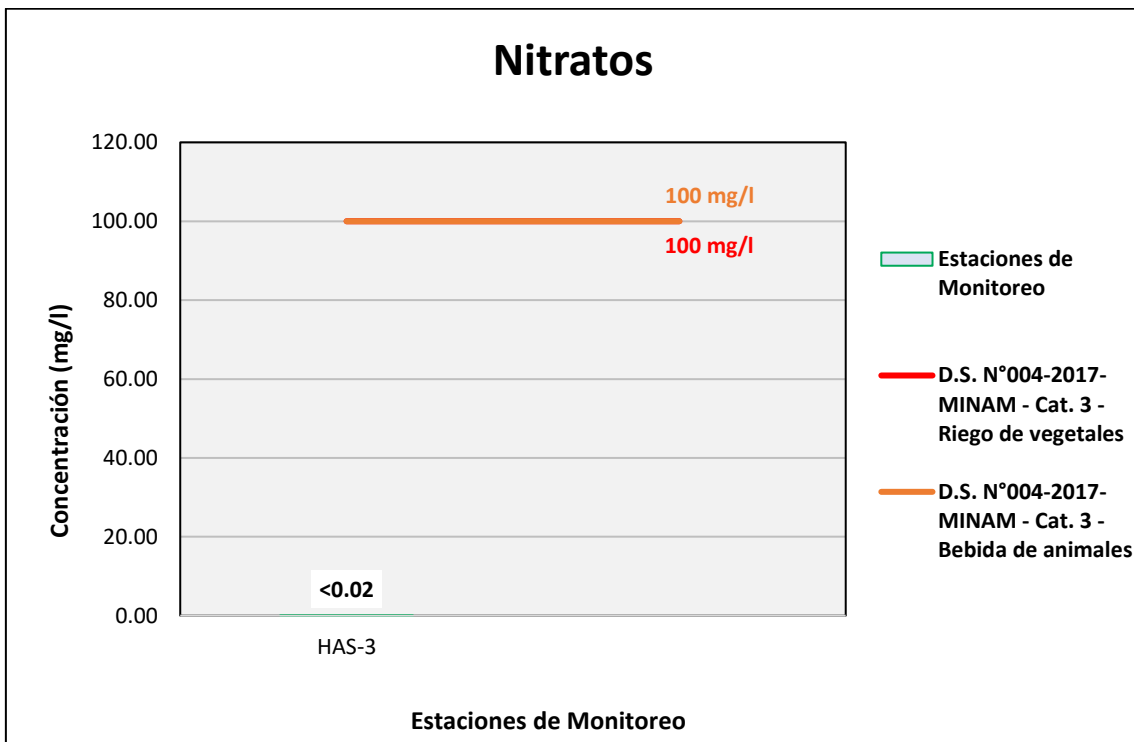
Figura 6.185. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

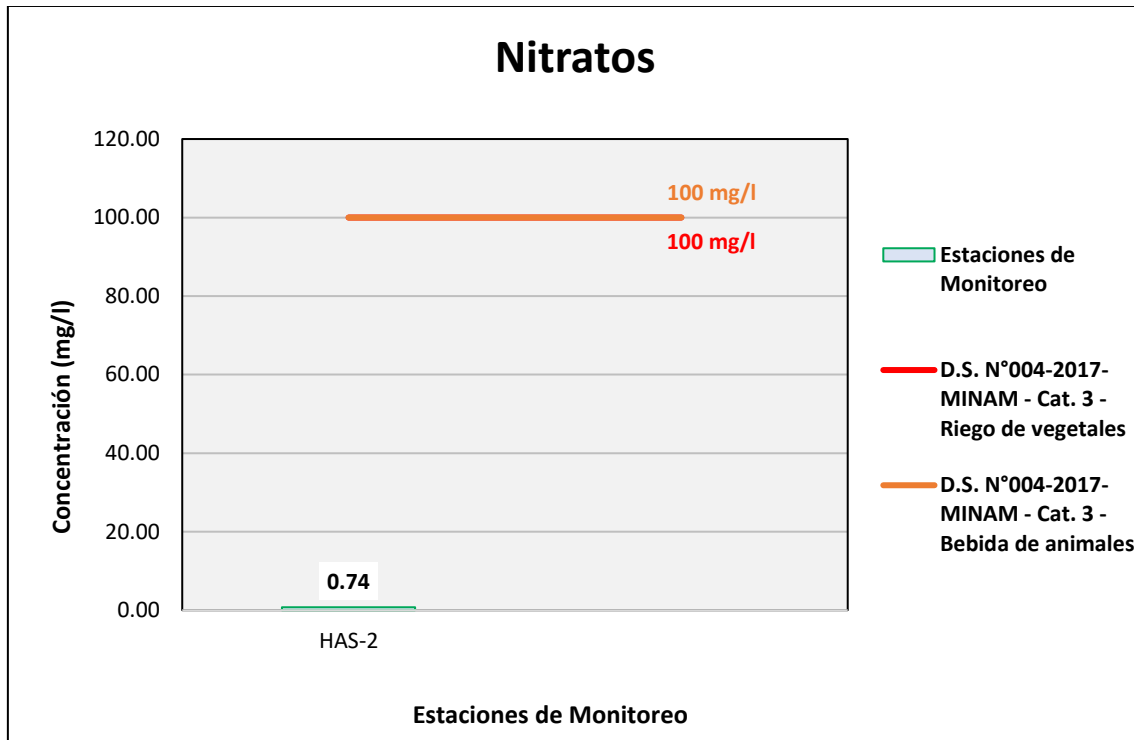
Figura 6.186. Resultados de Nitratos – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.187. Resultados de Nitratos – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

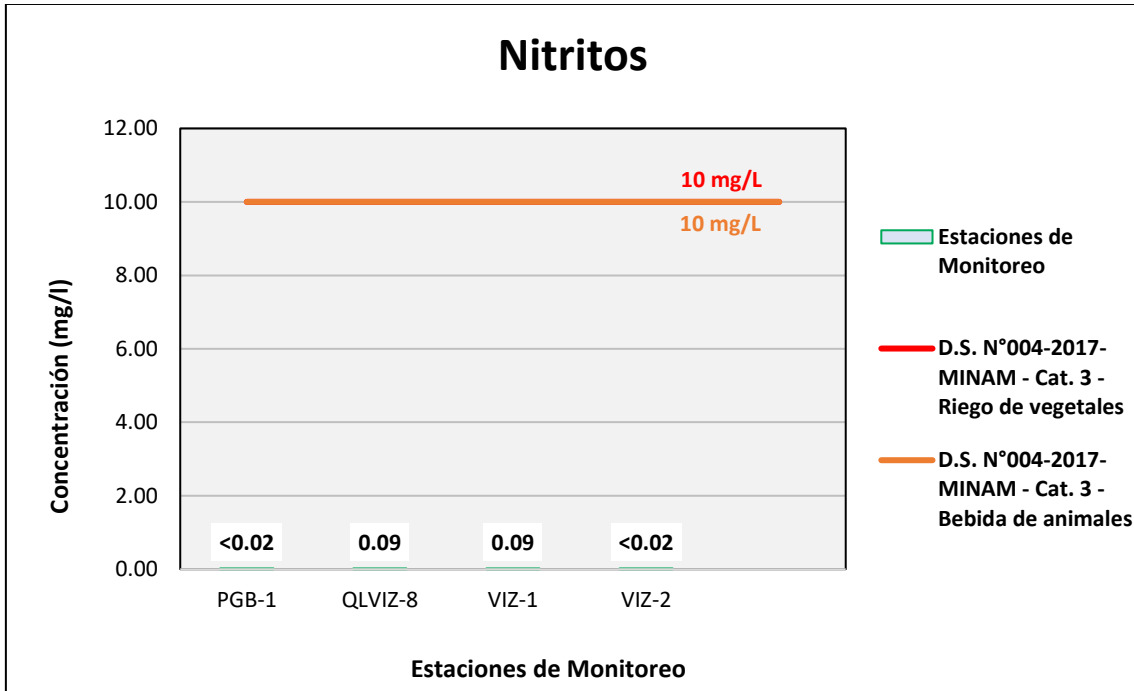
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.18 NITRITOS

Los Nitritos (NO^2N^-) tienen su origen del proceso llamado nitrificación, que consiste en la oxidación de un compuesto de amonio a nitrito a través de la acción de la bacteria denominada *Nitrosoma*. Estos elementos a diferencia de los nitratos tienen un nivel alto de toxicidad siendo más perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente si es que se encuentra en altas concentraciones en fuentes naturales de agua. Los efectos en salud por altas concentraciones de nitritos van desde la disminución de la capacidad de transportar oxígeno en el flujo sanguíneo, dado que el nitrito reacciona con la hemoglobina generando un compuesto llamado metahemoglobina, compuesto causante de dicha disminución.

Los valores de Nitritos obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitritos = 10 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

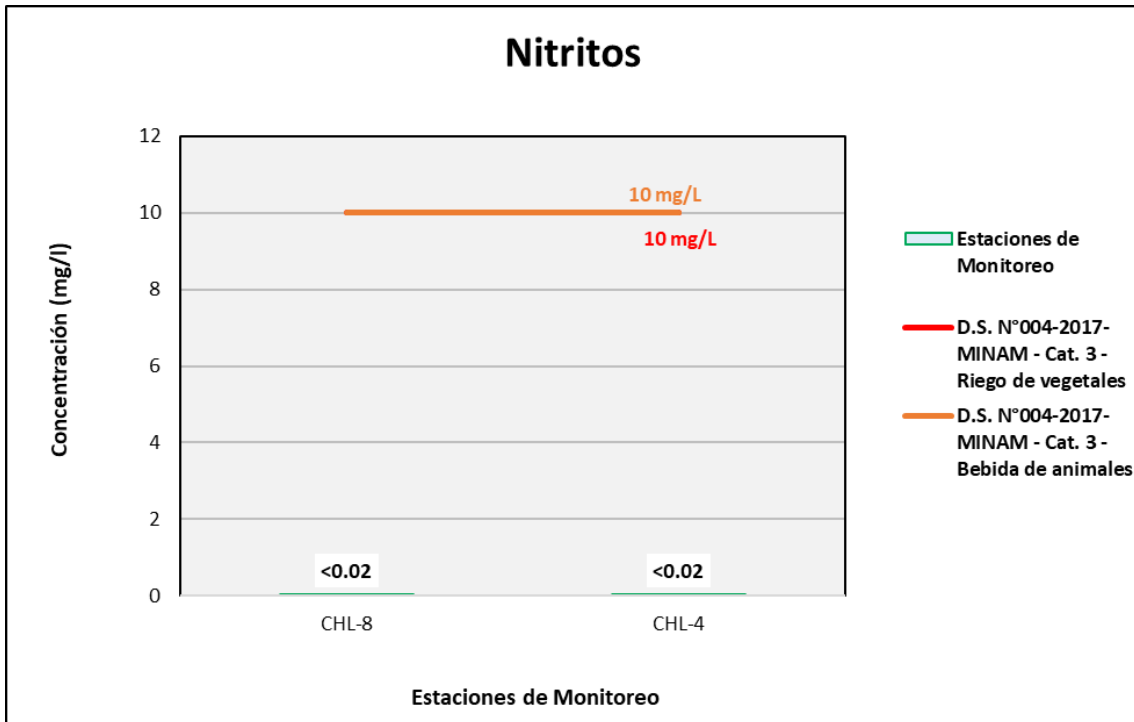
Figura 6.188. Resultados Nitritos – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

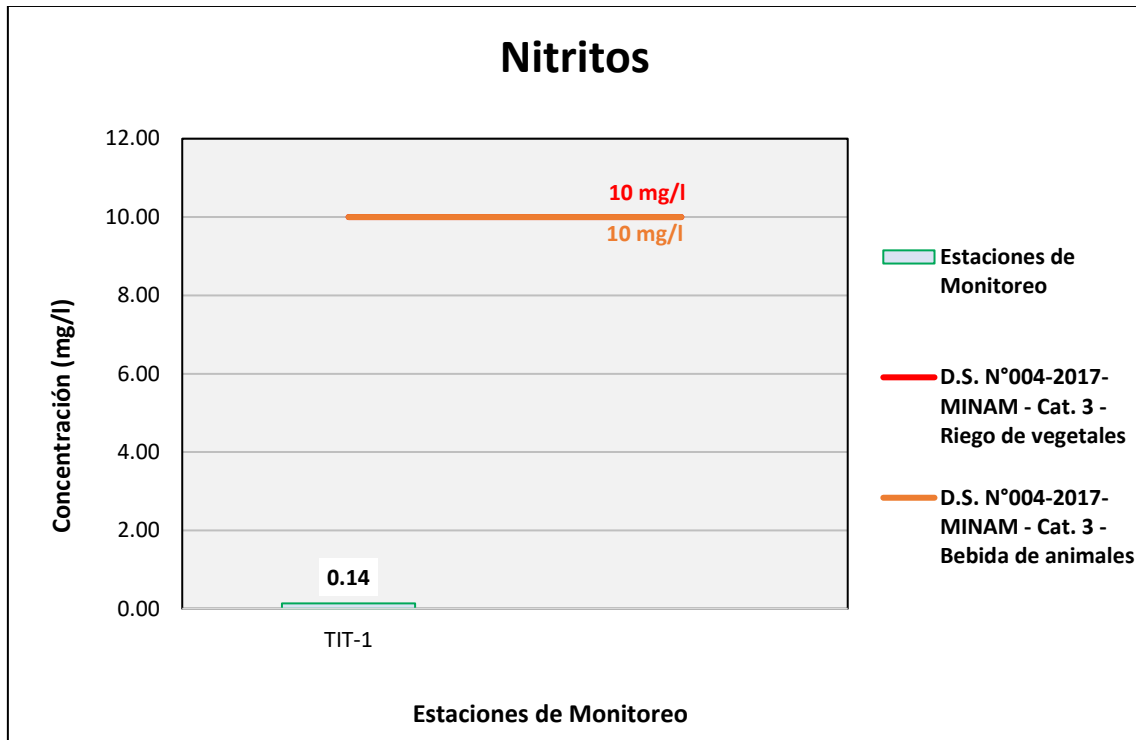
Figura 6.189. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

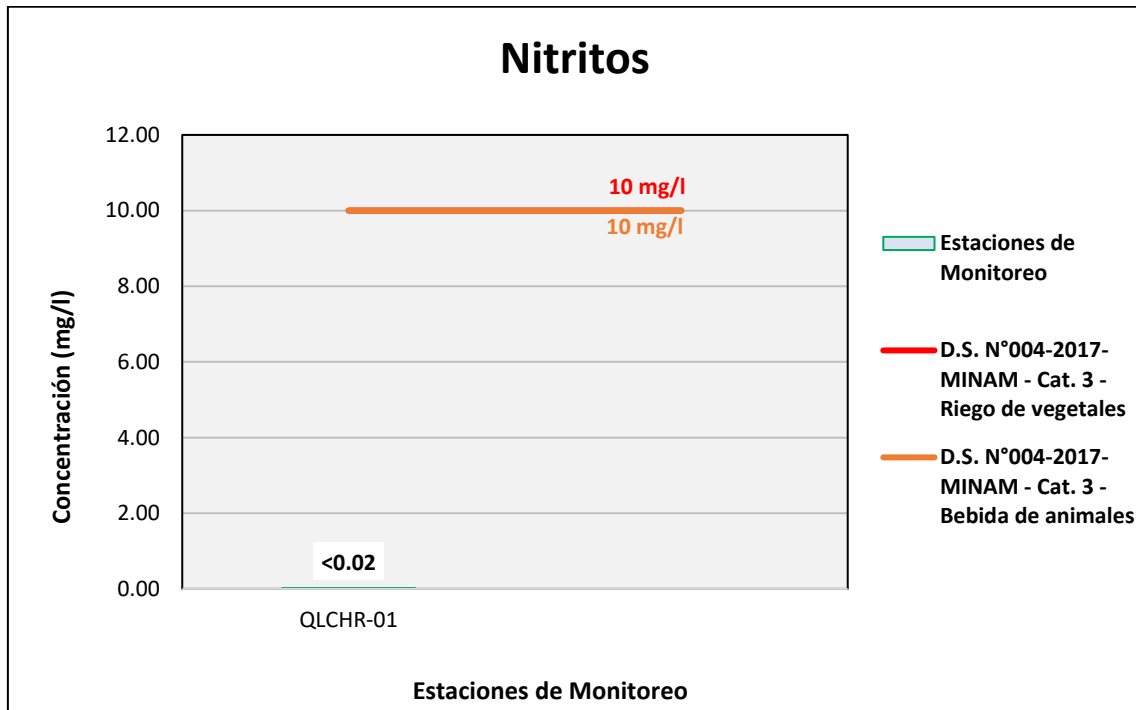
Figura 6.190. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

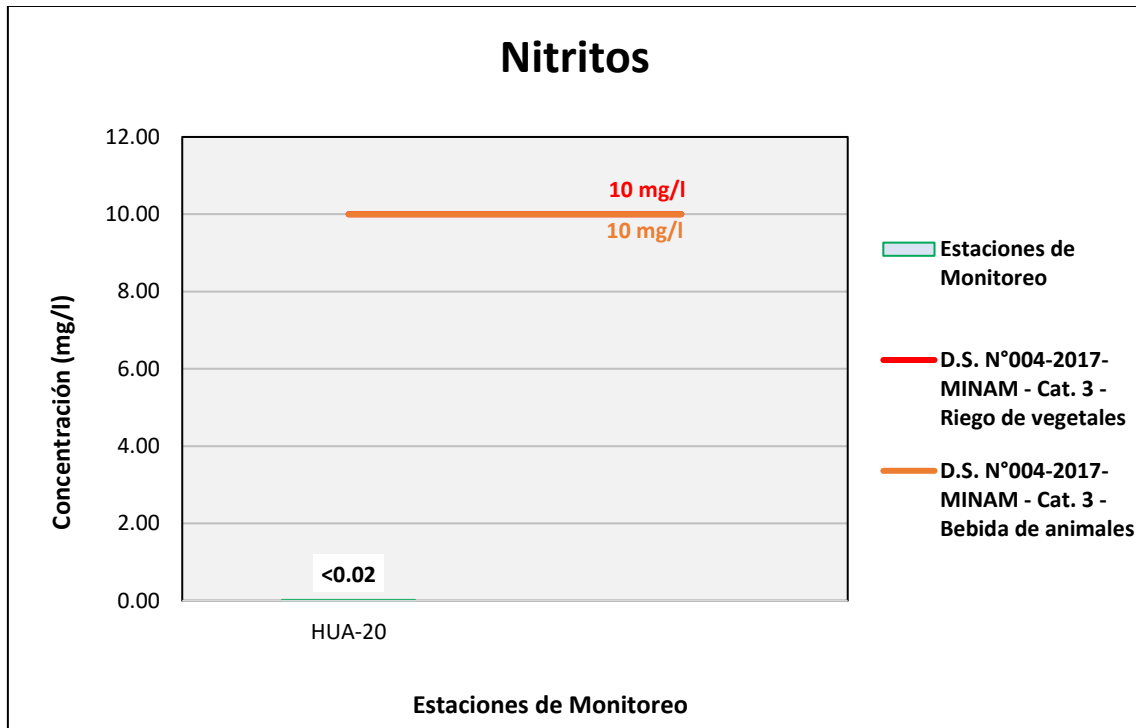
Figura 6.191. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

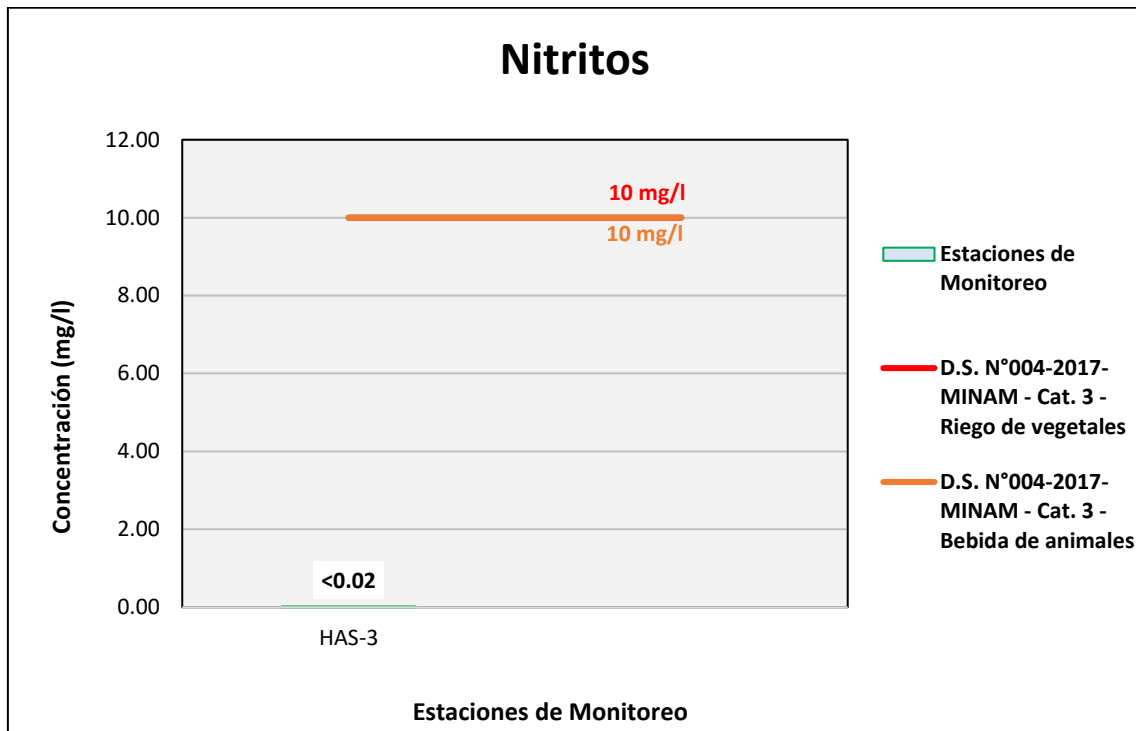
Figura 6.192. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

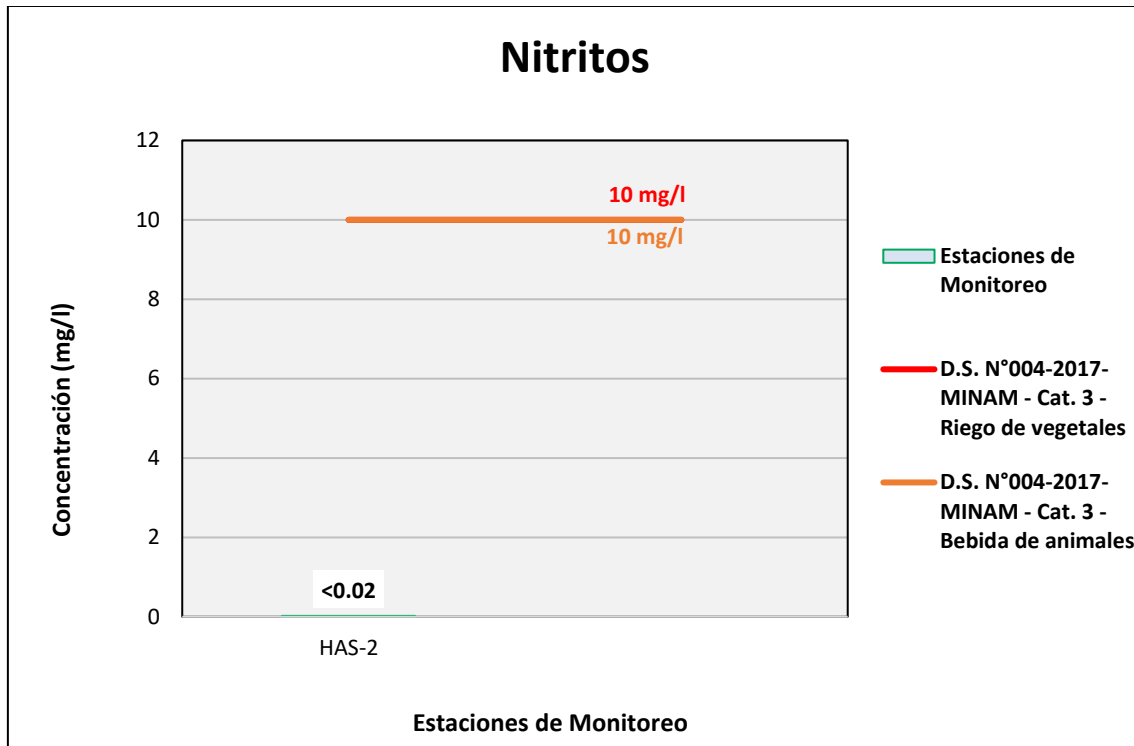
Figura 6.193. Resultados de Nitritos – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.194. Resultados de Nitritos – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

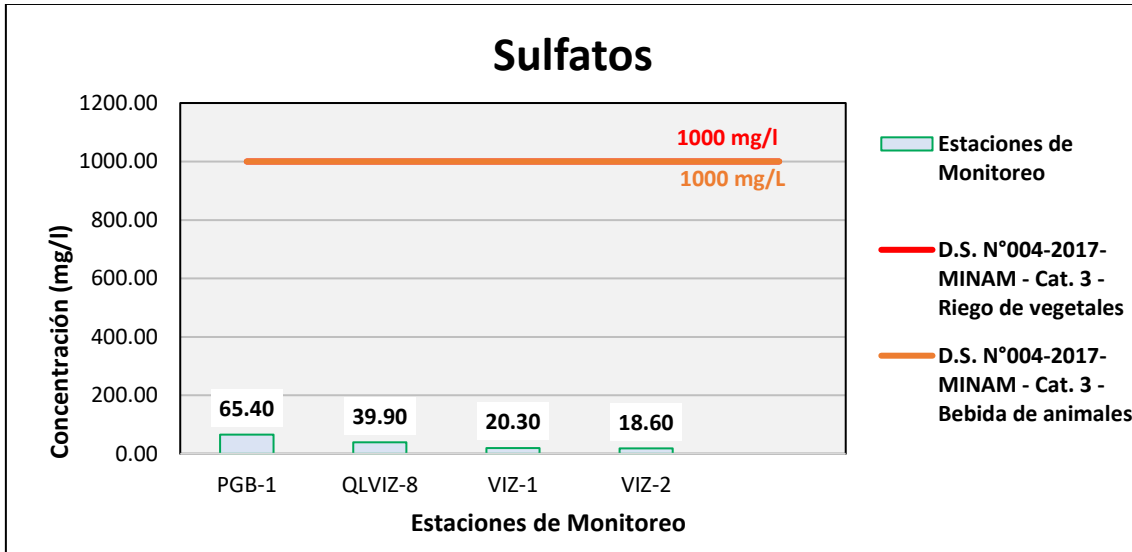
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.19 SULFATOS

Los Sulfatos (SO_4) son compuestos que se encuentran en casi todas las fuentes naturales de agua, teniendo su origen a partir de la oxidación de las menas o rocas con presencia de sulfato, así como la presencia de efluentes industriales o acumulación de residuos procedente de la actividad industrial.

La presencia de este compuesto de manera natural puede deberse a la infiltración de formaciones rocosas o suelos con contenido de minerales sulfatados, que llegan a disolverse en las aguas subterráneas, para posteriormente, llegar a los cuerpos de agua superficiales.

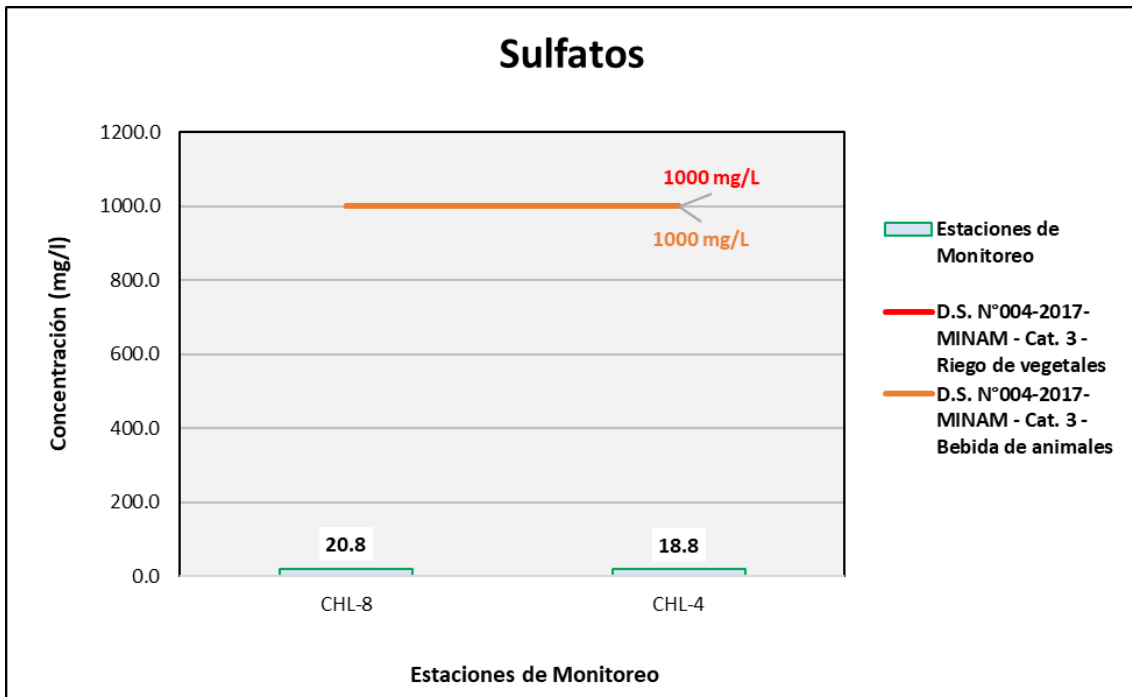
Figura 6.195. Resultados Sulfatos – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

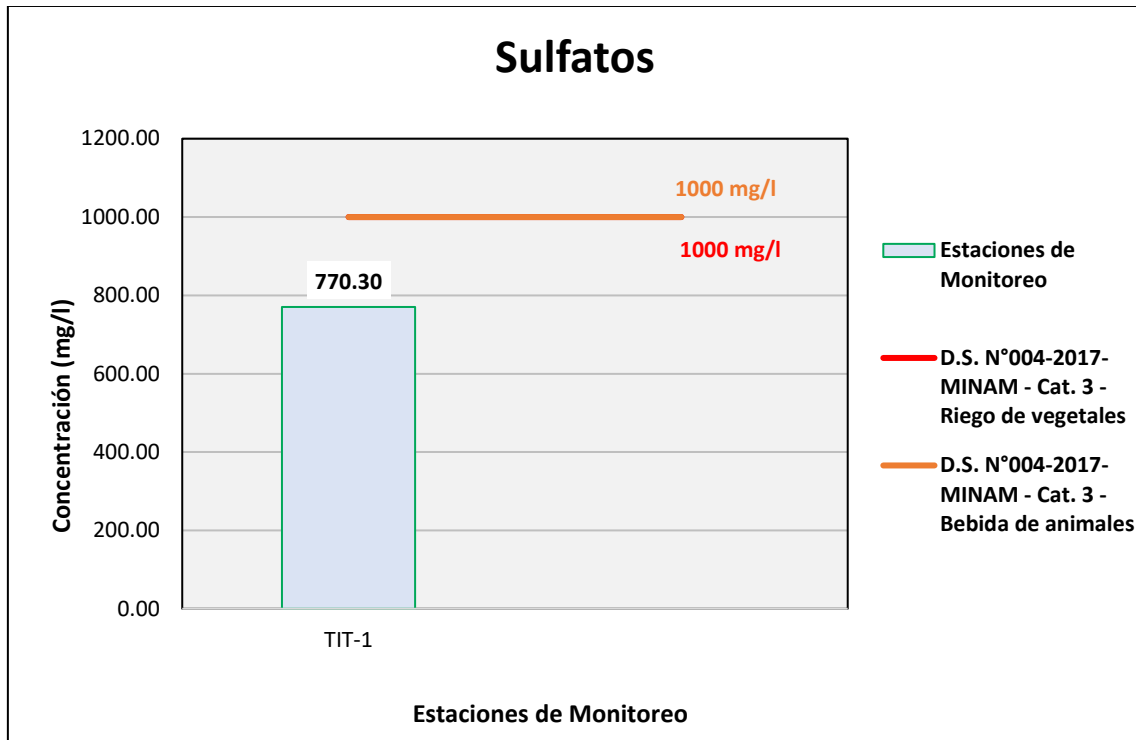
Figura 6.196. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

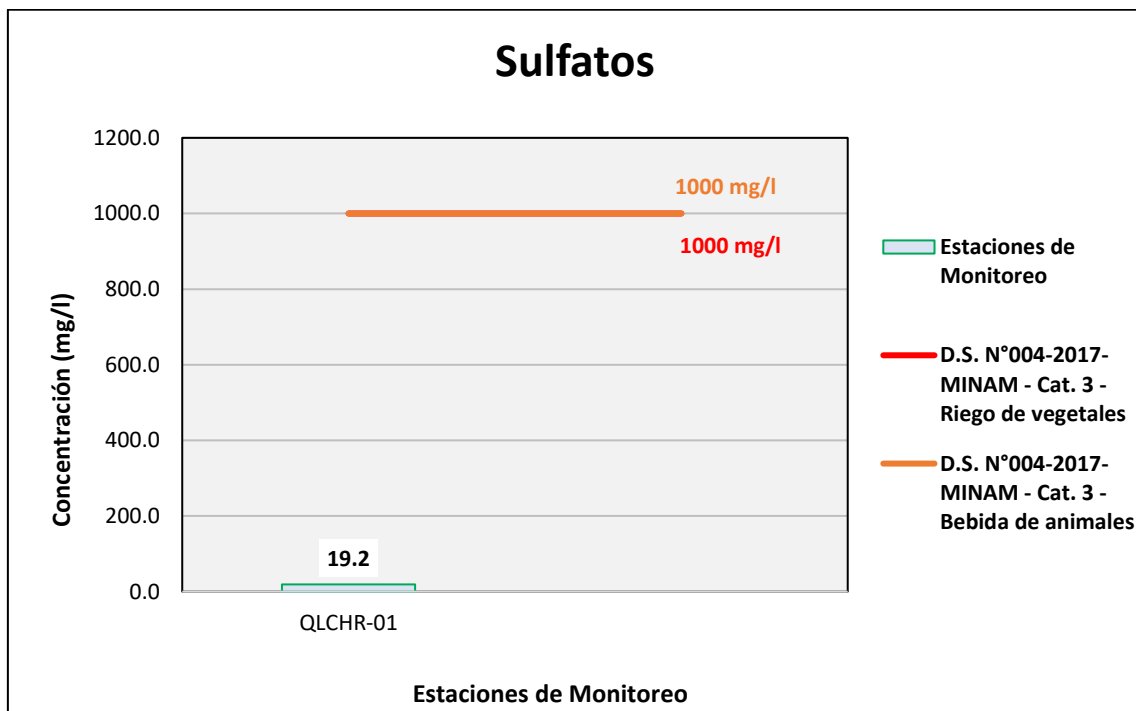
Figura 6.197. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

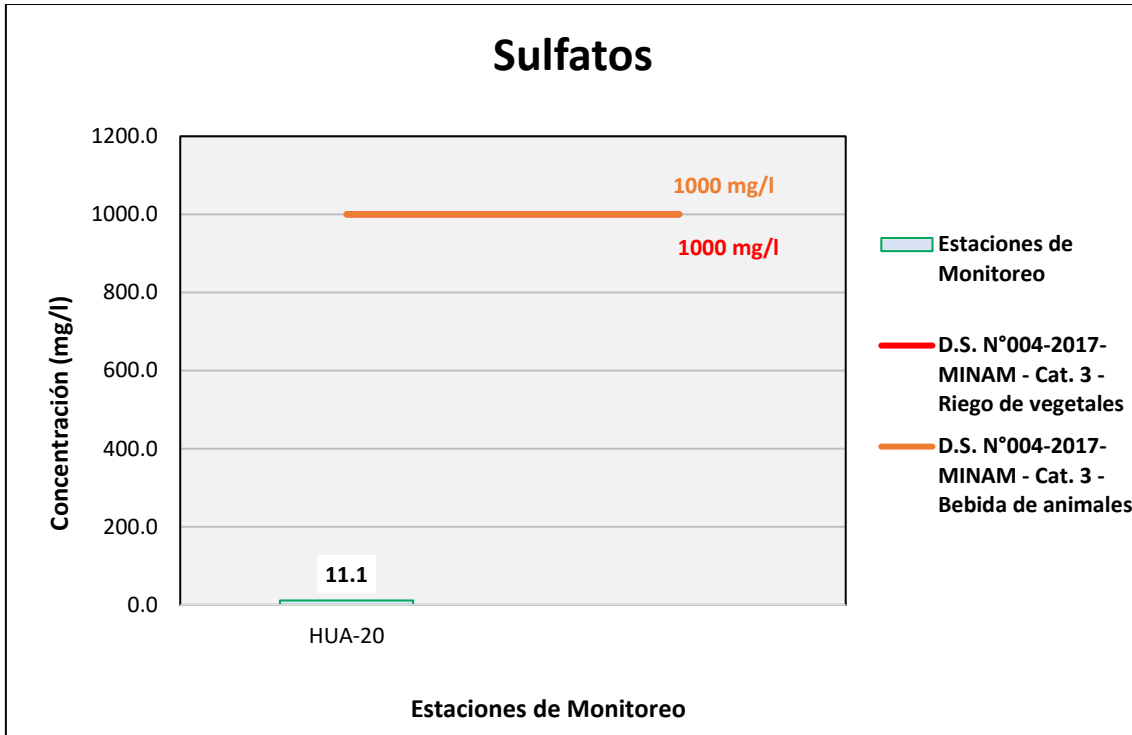
Figura 6.198. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

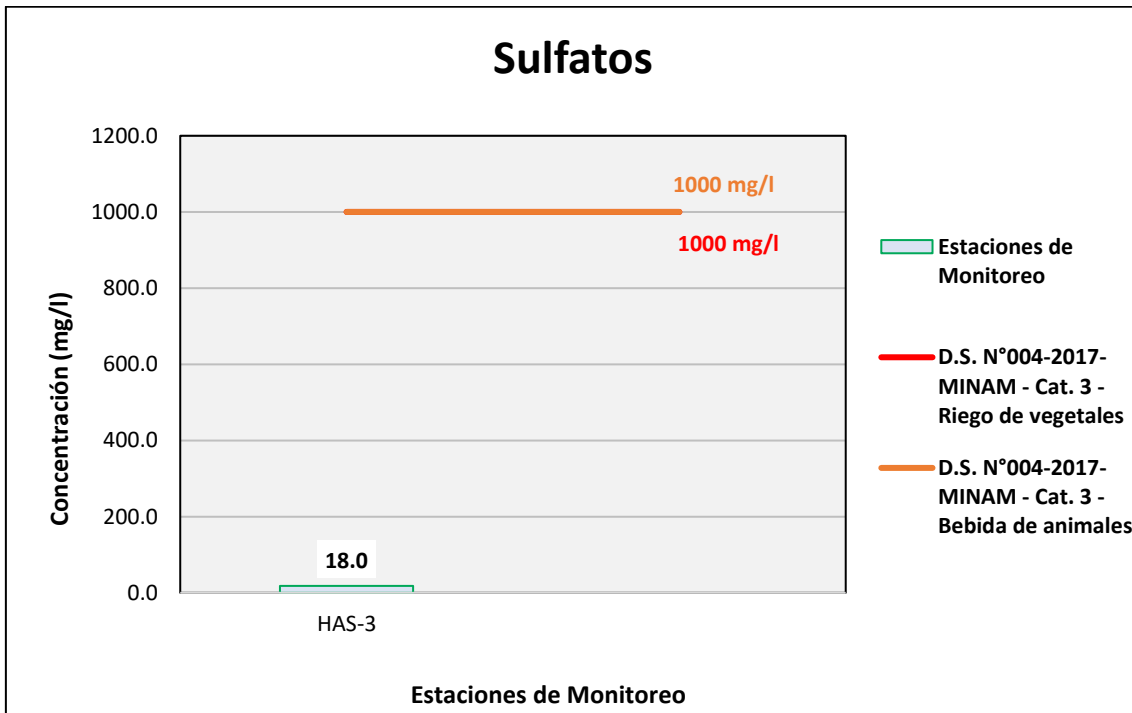
Figura 6.199. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

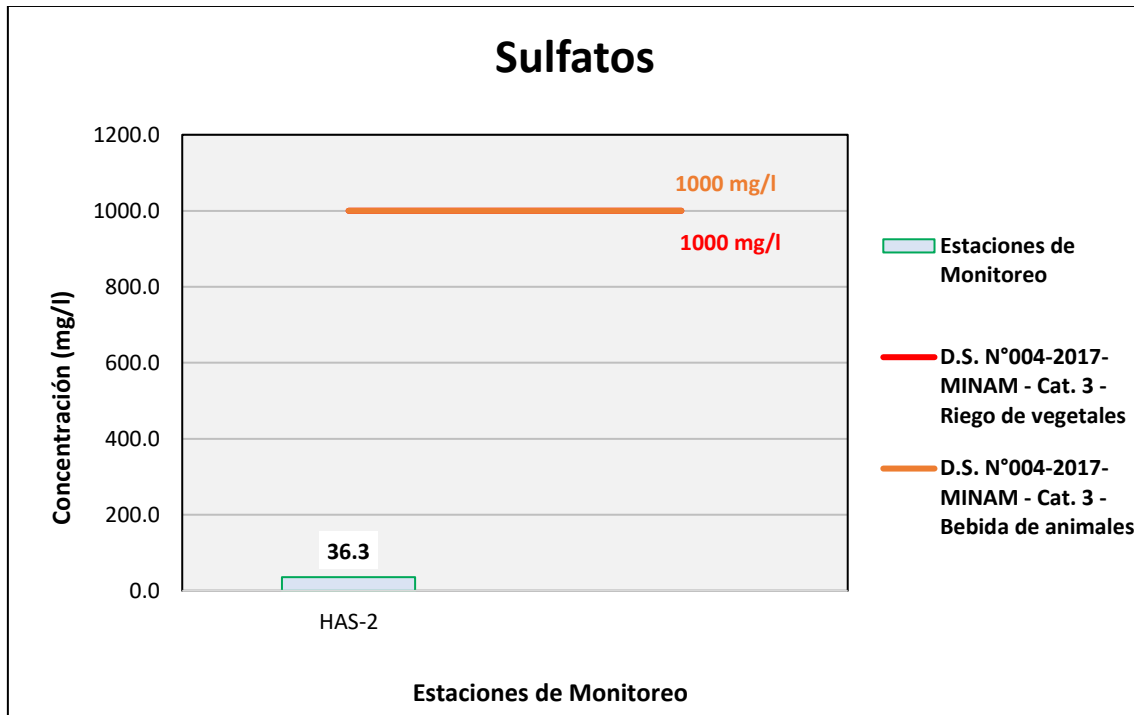
Figura 6.200. Resultados de Sulfatos – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.201. Resultados de Sulfatos – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

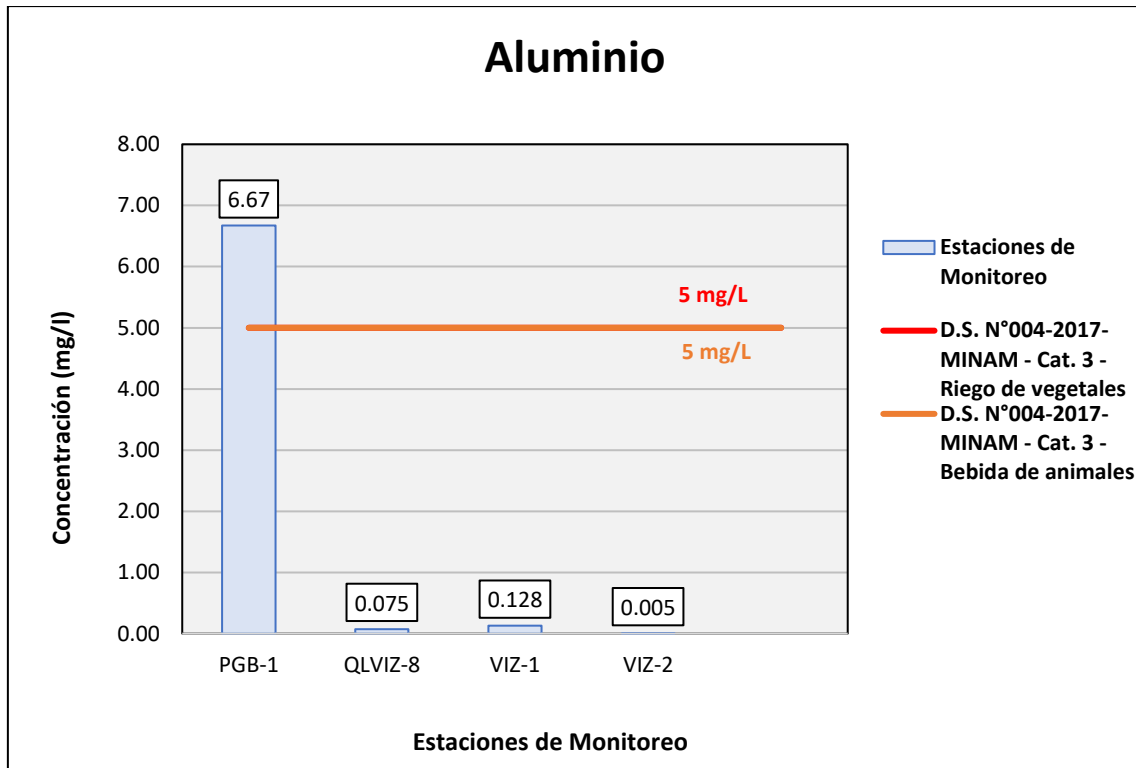
6.5.4.1.20 ALUMINIO

El Aluminio (Al) es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, constituyendo el 8% de esta. Este metal es un componente natural tanto en las aguas superficiales como en las aguas subterráneas, siendo incluso utilizado como un agente floculante en el tratamiento de aguas, en su composición de Sulfato de Aluminio. La OMS (1997) no reconoce al Aluminio como un agente nocivo para la salud debido a la poca información que existe en torno a la exposición de este componente, así como su velocidad de absorción en el organismo. Sin embargo, la ingesta de este componente natural en grandes concentraciones puede llegar a ocasionar efectos secundarios tales como daños al sistema nervioso central, pérdida de memoria, entre otros.

Los valores de Aluminio (Al) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Al = 5,0 mg/L), a excepción del punto de monitoreo PGB-1 (Río Vizcachas), lo que podría indicarnos que en la quebrada existe la presencia de rocas sedimentarias (bauxita), lo cual producto de la erosión provocada por el caudal de la quebrada desgasta las rocas generando una liberación de óxidos de hierro y aluminio, incrementando el valor de aluminio en el cuerpo de agua. Adicionalmente, es importante mencionar que, el PGB-1 y el QLVIZ-8, podría también tener influencia por la presencia del embalse de Pasto Grande, debido a que, es un colector de otros ríos, que tienen incidencias de actividad geotermal. Y en el caso del punto TIT-1 (río Titire), la

excedencia en el parámetro mencionado, se considera como producto de la influencia de la actividad geotérmica (**Ver Mapa GT-01-A**) que presenta aguas arriba del río Titire.

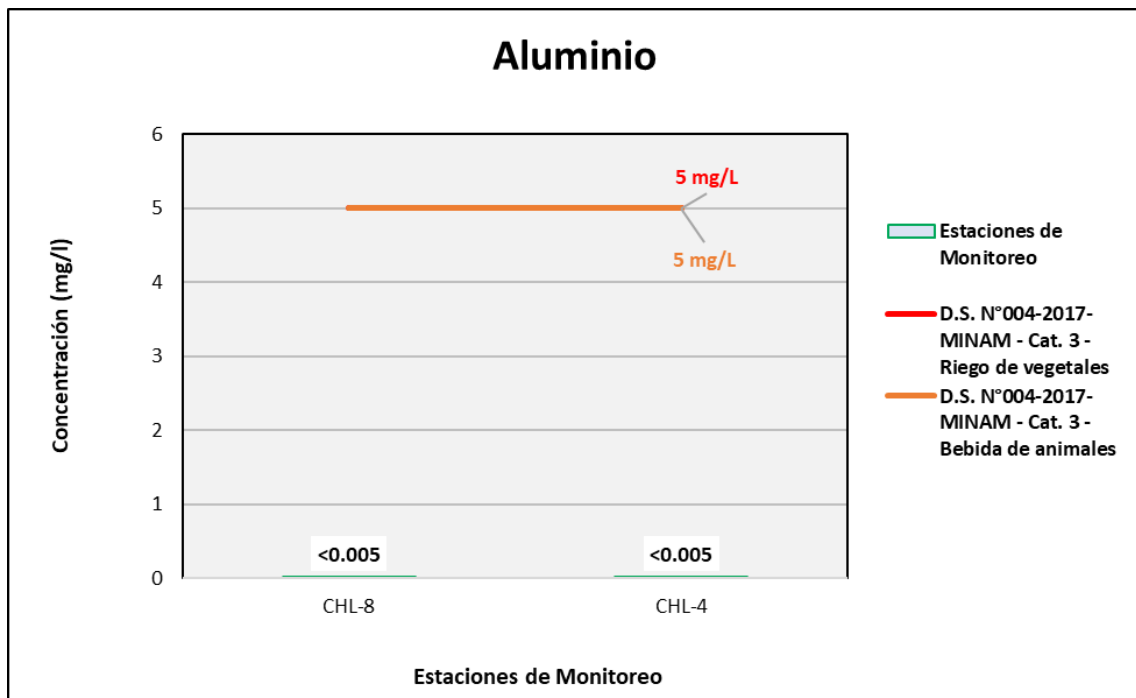
Figura 6.202. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

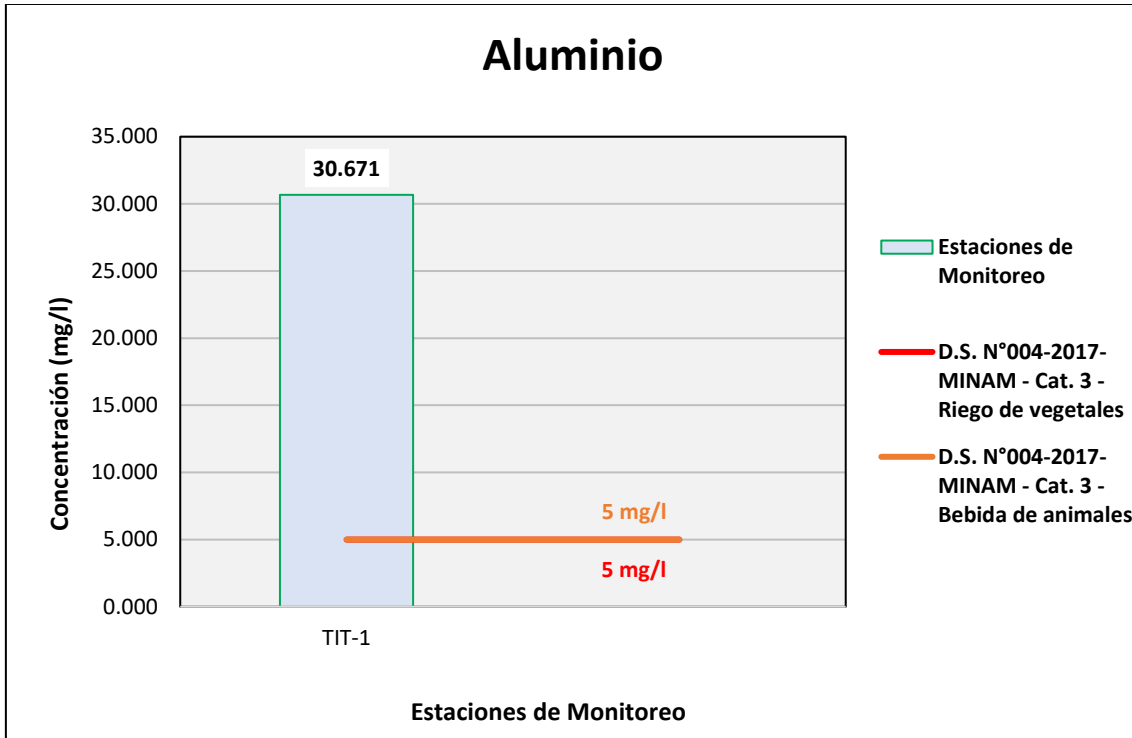
Figura 6.203. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

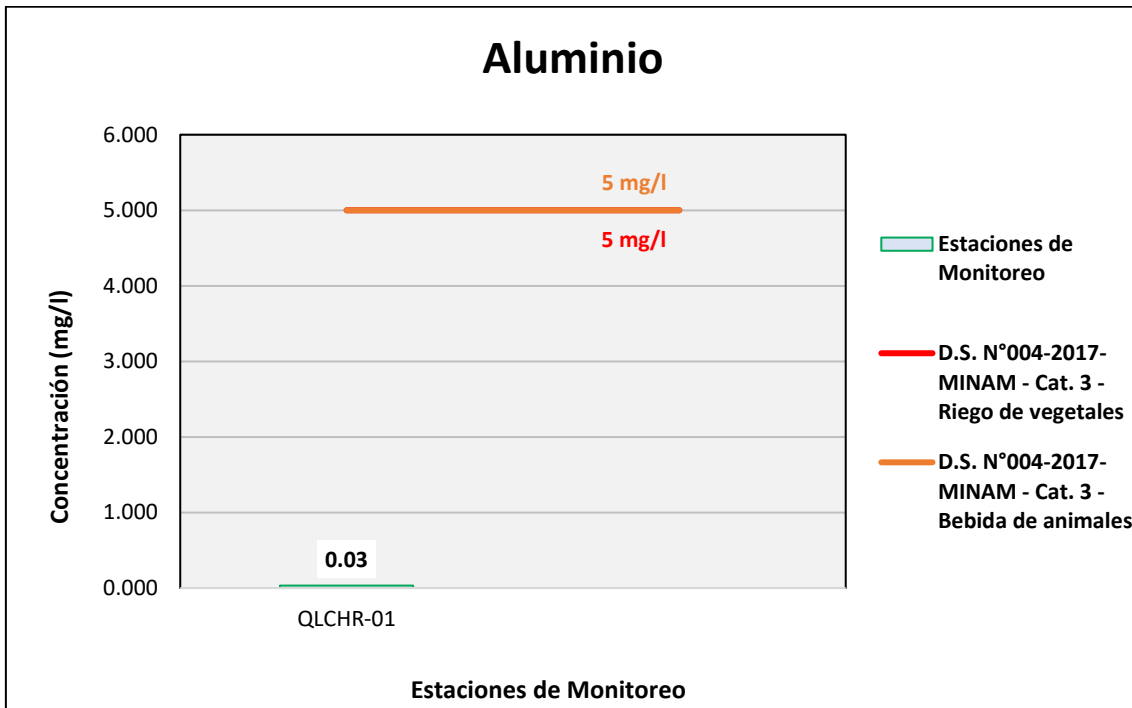
Figura 6.204. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

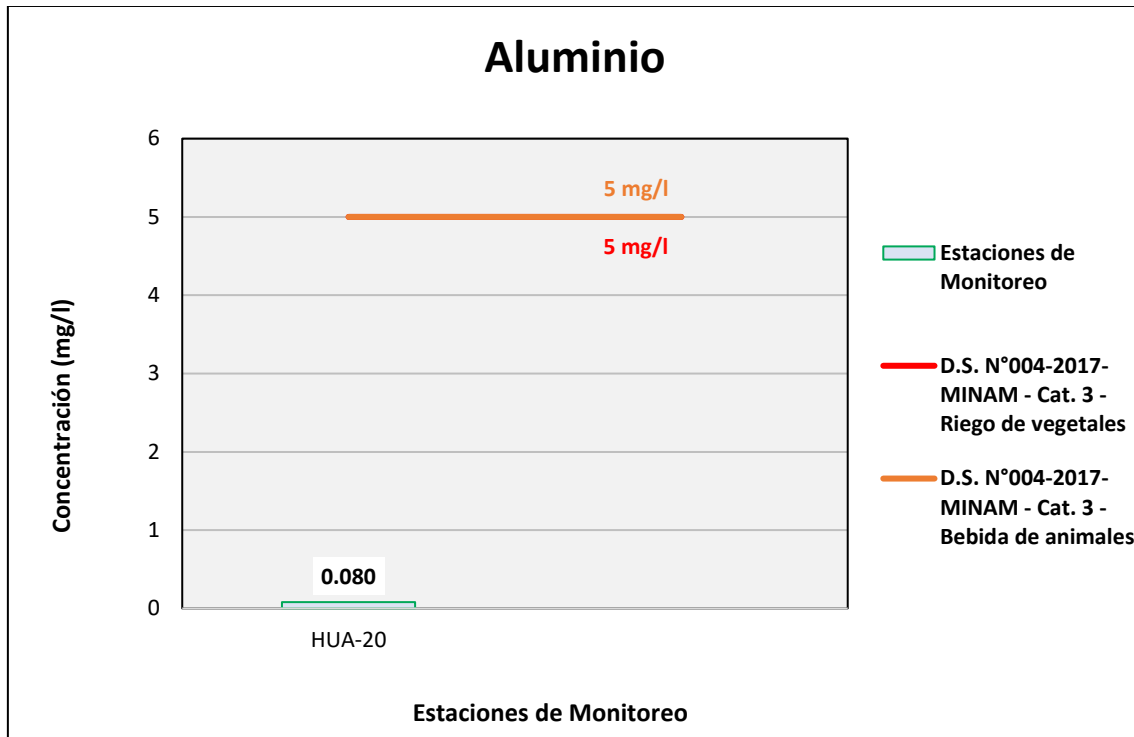
Figura 6.205. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

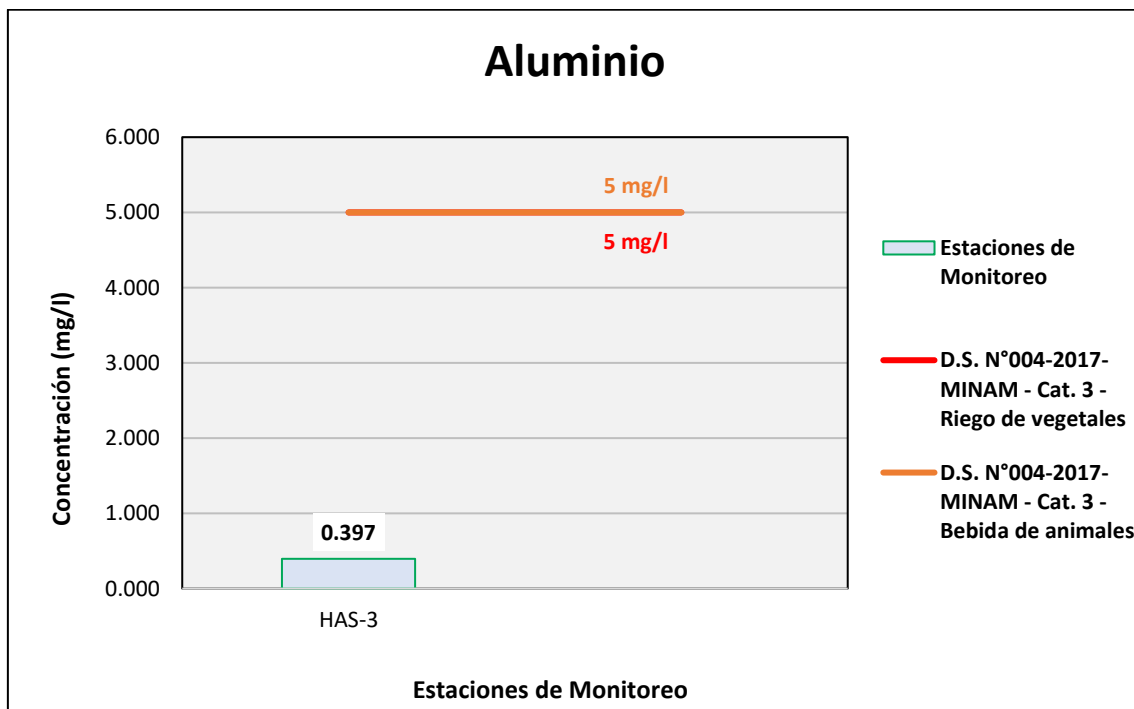
Figura 6.206. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

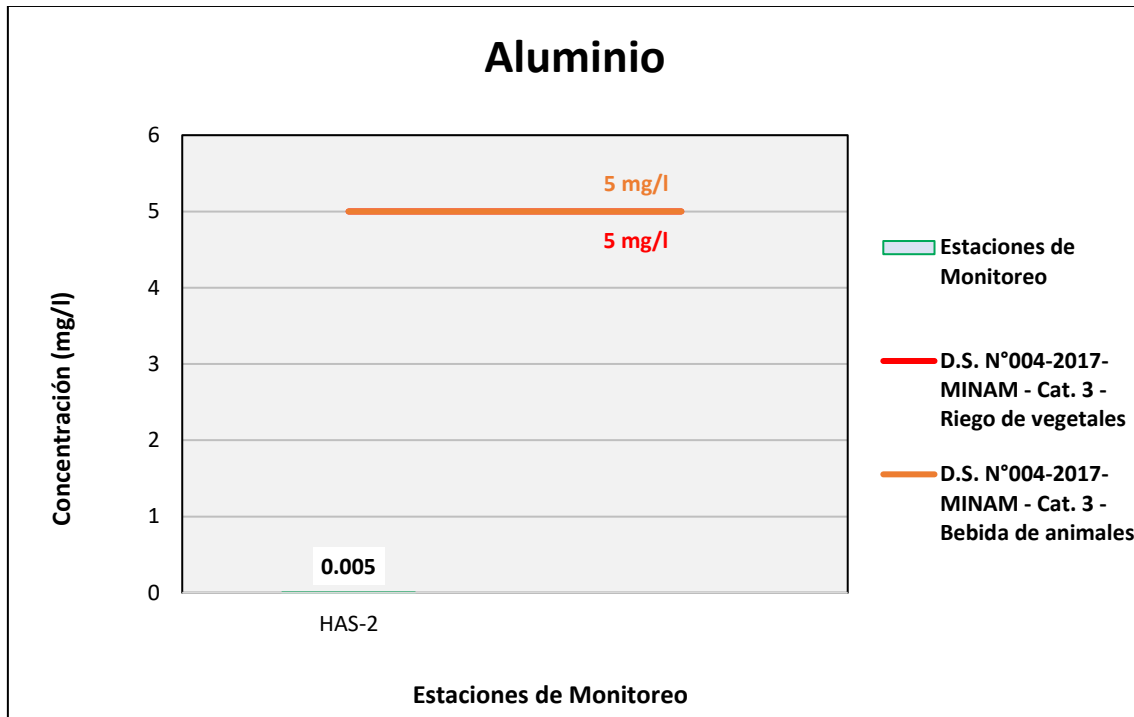
Figura 6.207. Resultados de Aluminio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.208. Resultados de Aluminio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

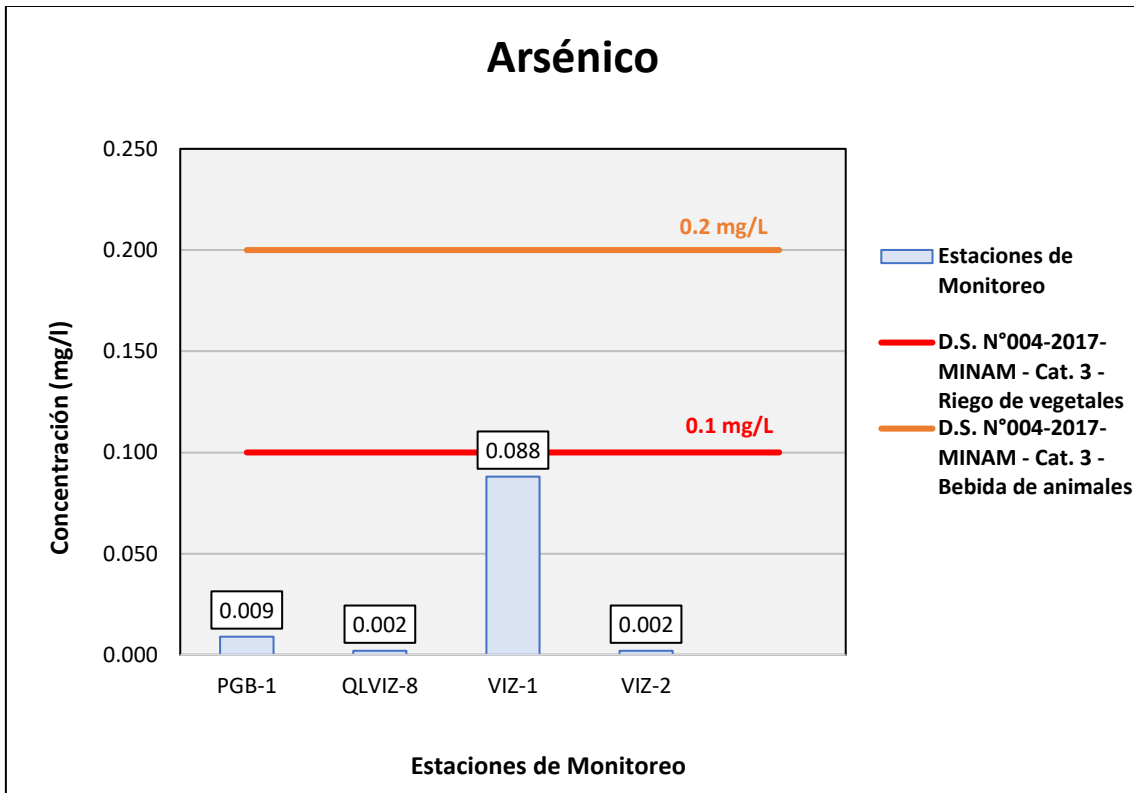
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.21 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. Si bien este elemento puede encontrarse de manera natural en el ambiente, generalmente tiene origen en las descargas de efluentes de actividades industriales, dado que el arsénico es utilizado industrialmente para el procesamiento de vidrio, pigmentos, industria textil, en el proceso de curtido de pieles y productos farmacéuticos.

Asimismo, de manera natural este elemento puede encontrarse como un componente secundario de varios minerales sulfurados como son la pirita, galena, entre otras rocas ígneas o sedimentarias, pudiendo incrementar las concentraciones del arsénico cuando entra en contacto con los cuerpos de agua.

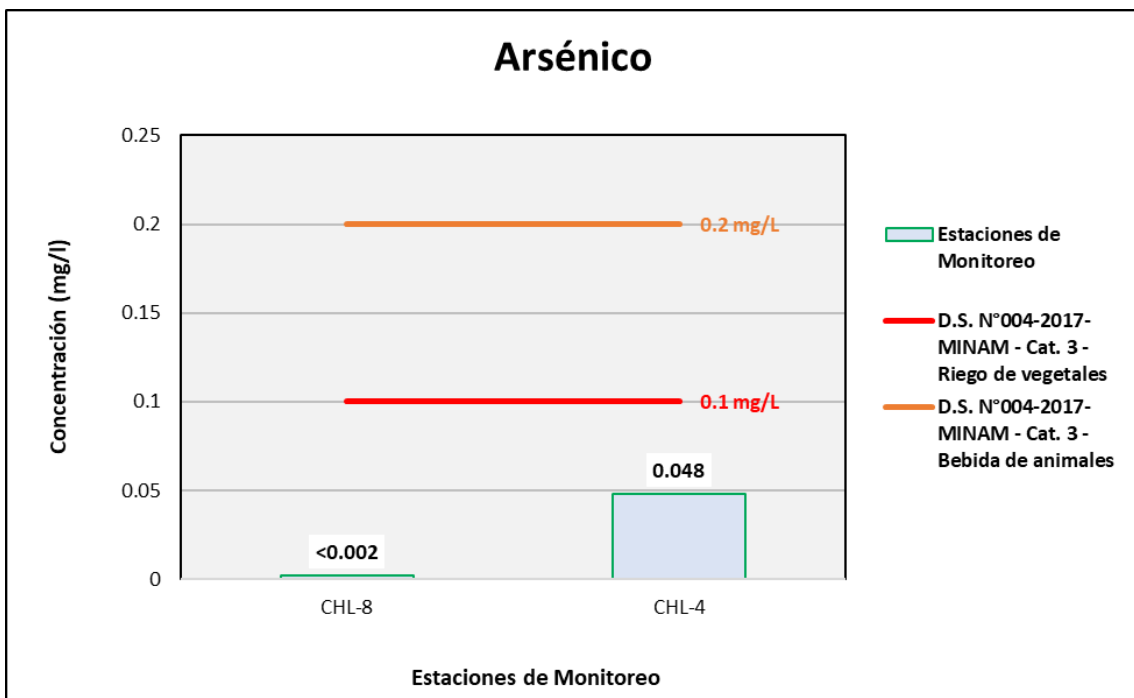
Figura 6.209. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

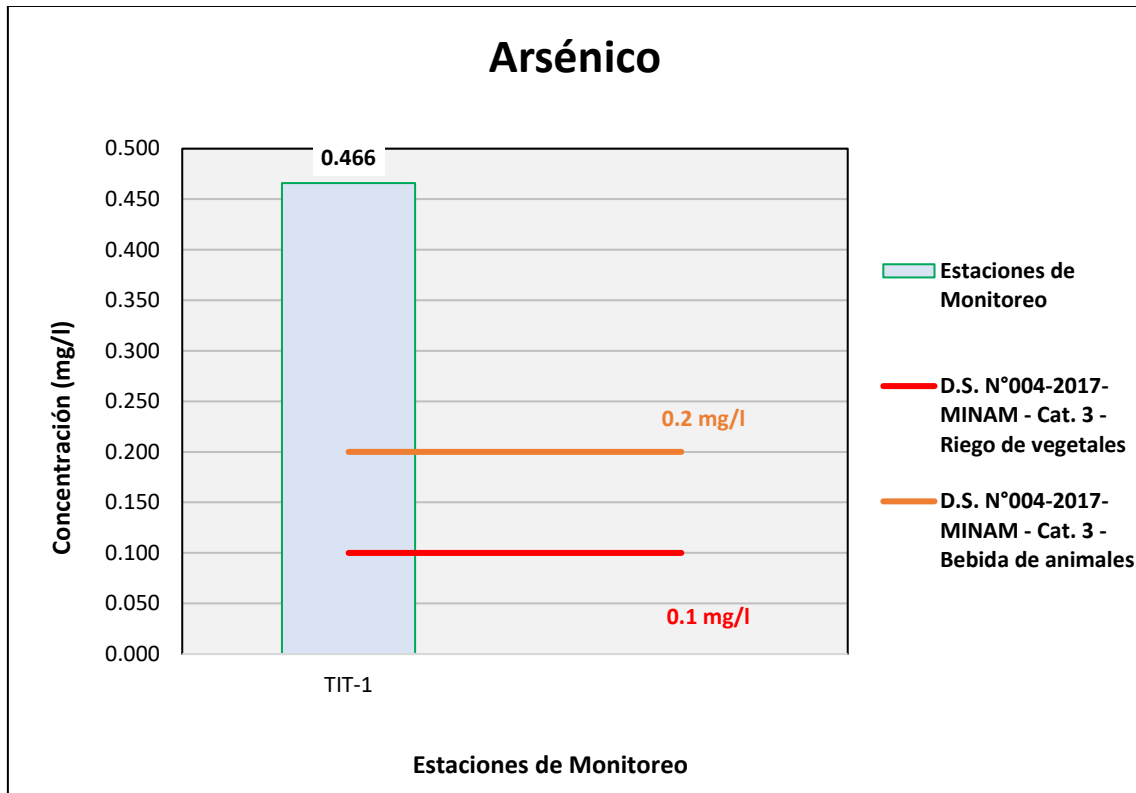
Figura 6.210. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

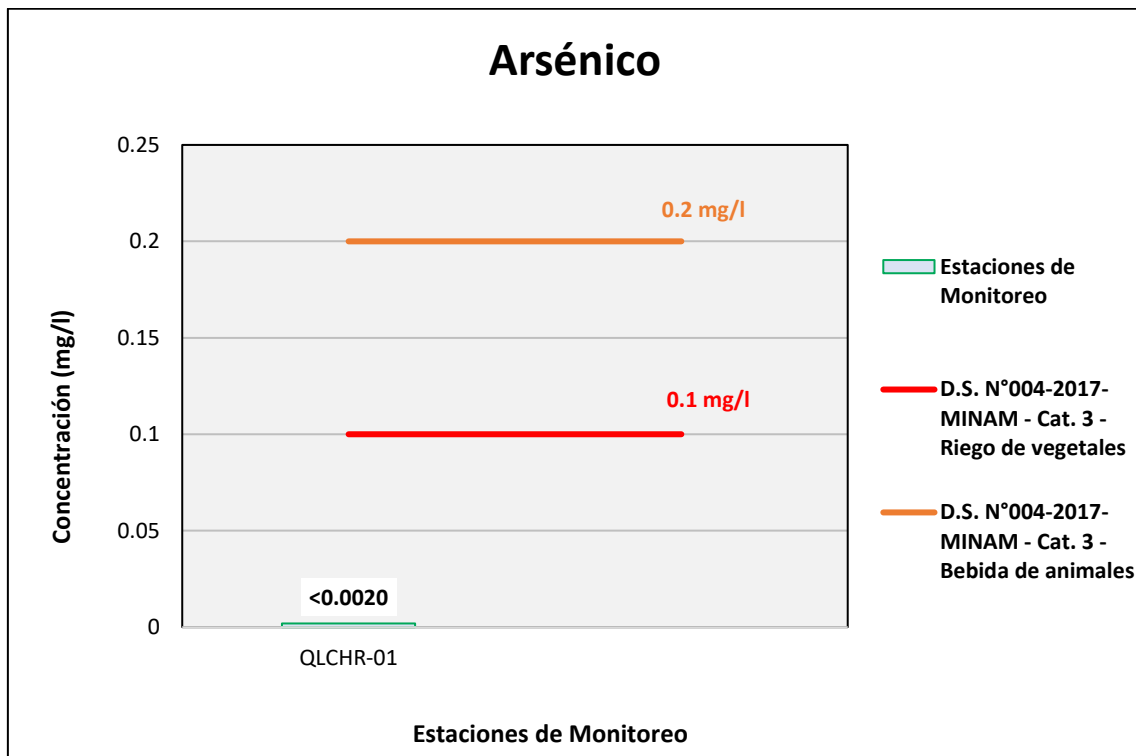
Figura 6.211. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

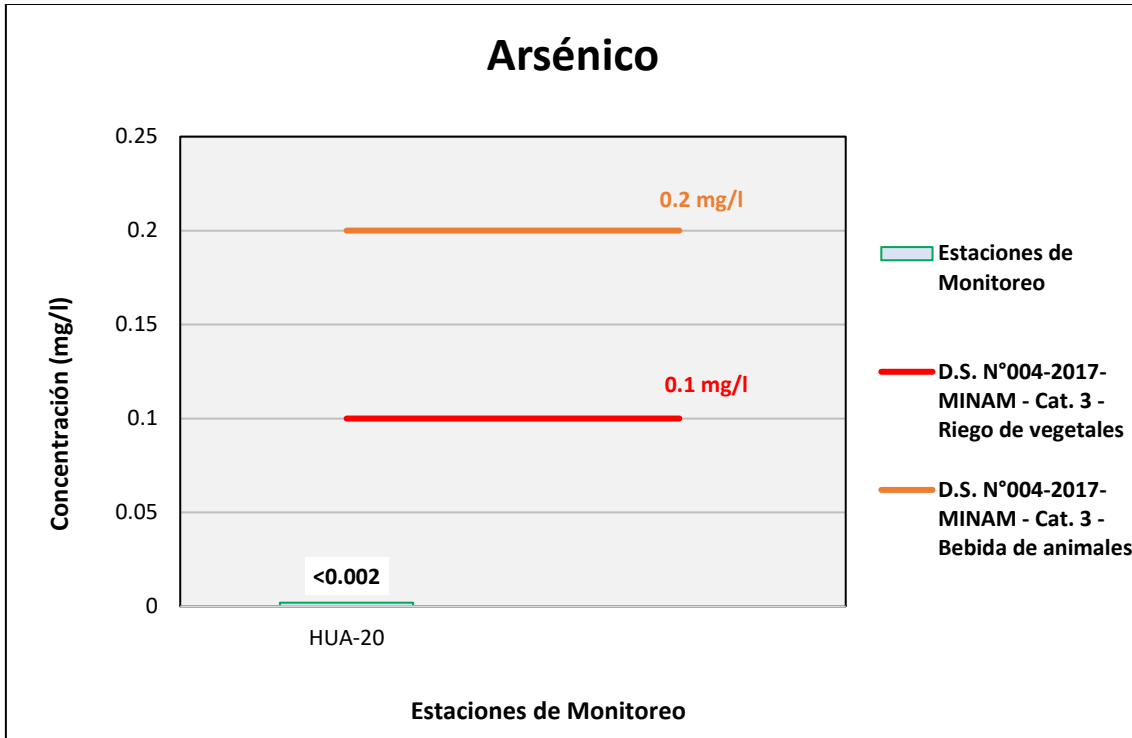
Figura 6.212. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

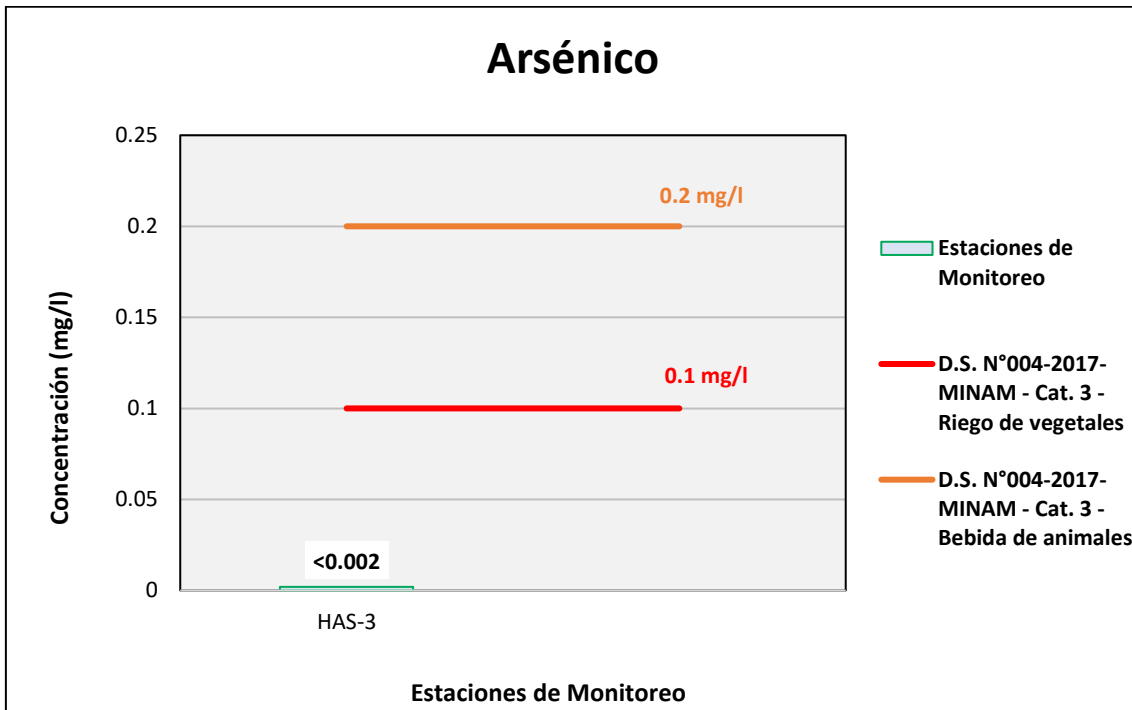
Figura 6.213. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

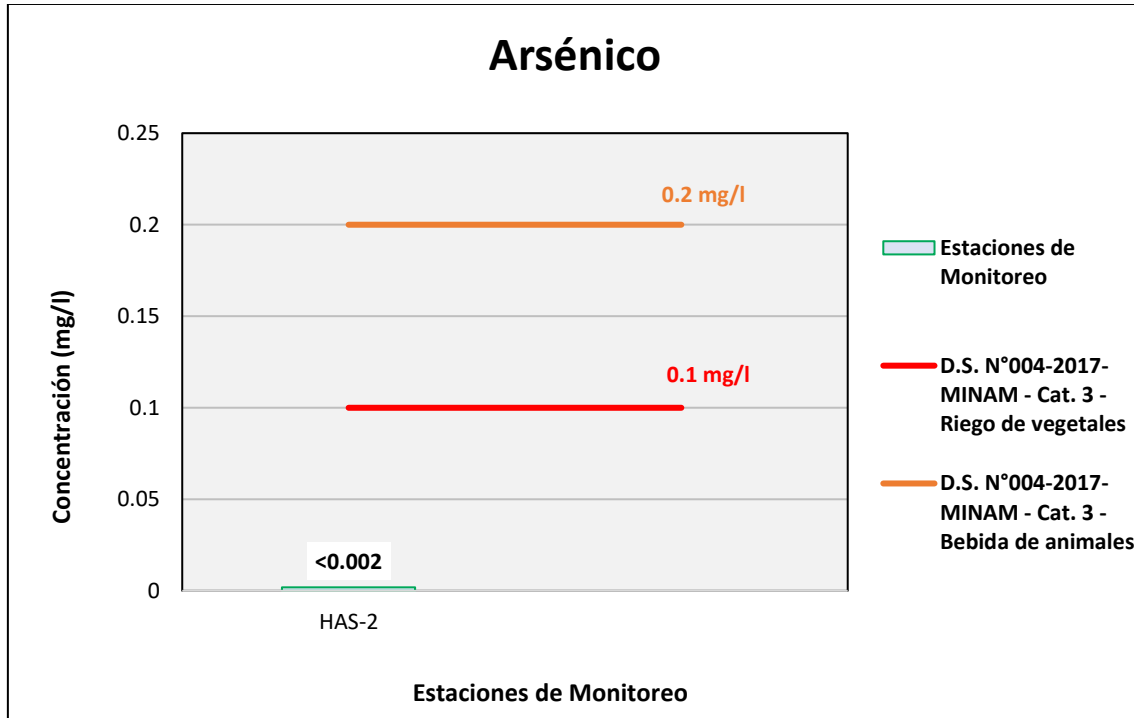
Figura 6.214. Resultados de Arsénico – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.215. Resultados de Arsénico – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

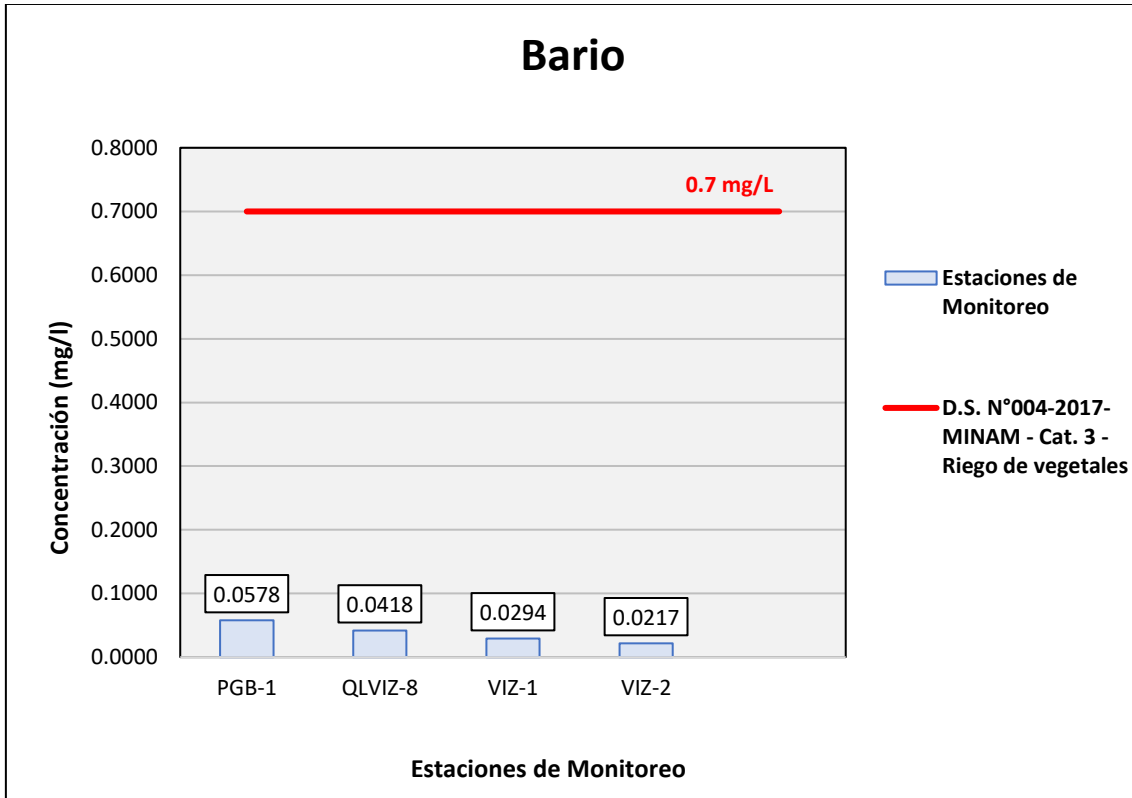
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.22 BARIO

El elemento Bario (Ba) se encuentra presente de manera natural en el medio ambiente, adoptando la forma en diferentes compuestos de bario, siendo la composición de estos compuestos en forma de polvos o cristales, generalmente en depósitos minerales subterráneos. Asimismo, debido a su poca disolución en el agua, es muy probable que el componente bario se encuentre de manera natural en bajas concentraciones en los cuerpos de agua, siendo su principal fuente de contaminación la actividad antrópica, específicamente de actividades como la perforación de pozos petroleros o en la industria de la cerámica.

Los valores de Bario (Ba) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ba = 0,7 mg/L).

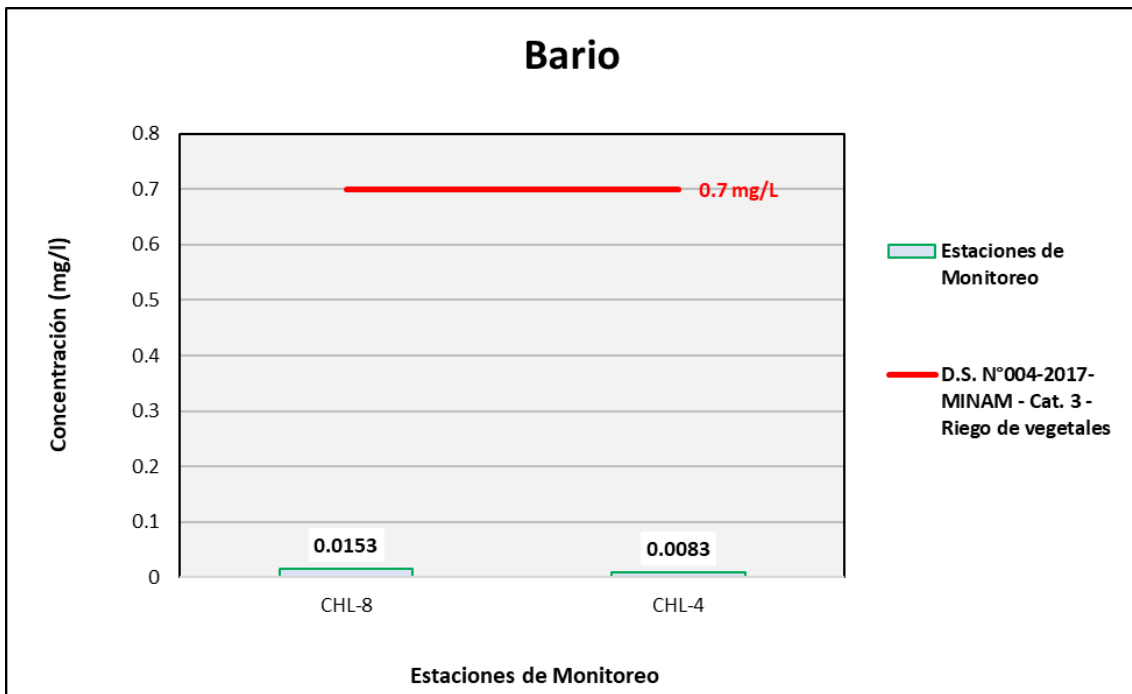
Figura 6.216. Resultados de Bario – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

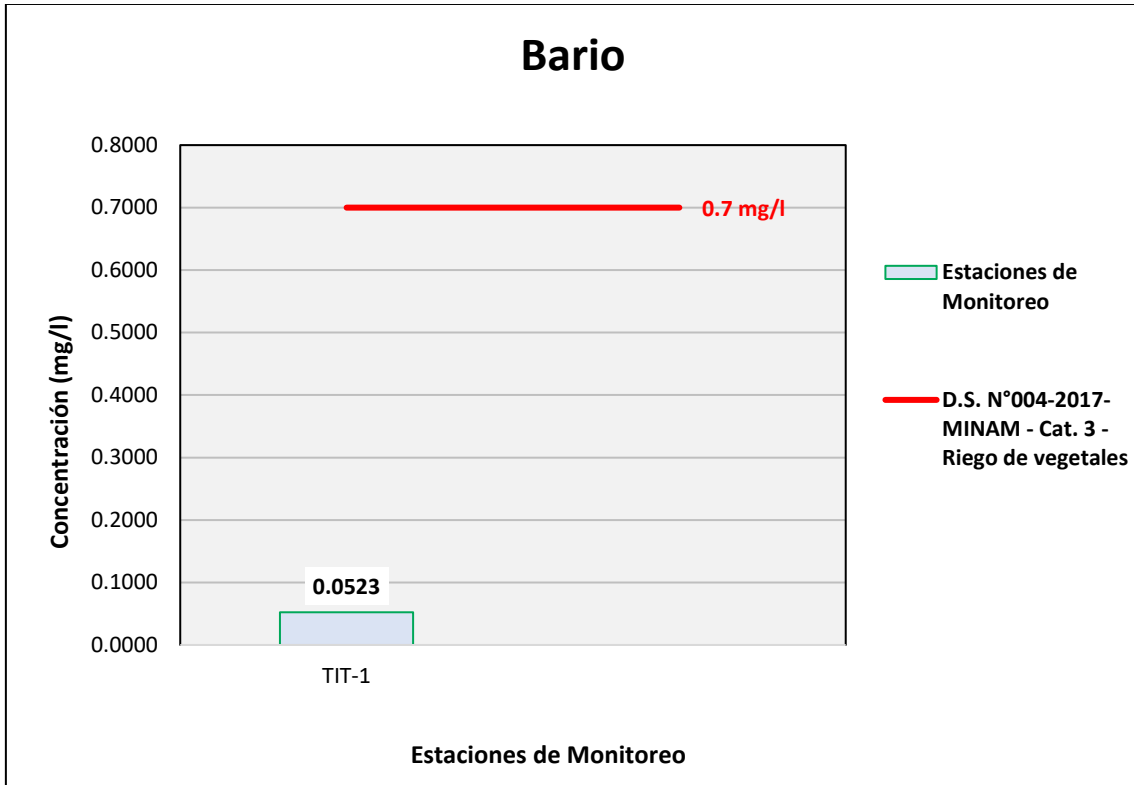
Figura 6.217. Resultados de Bario – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

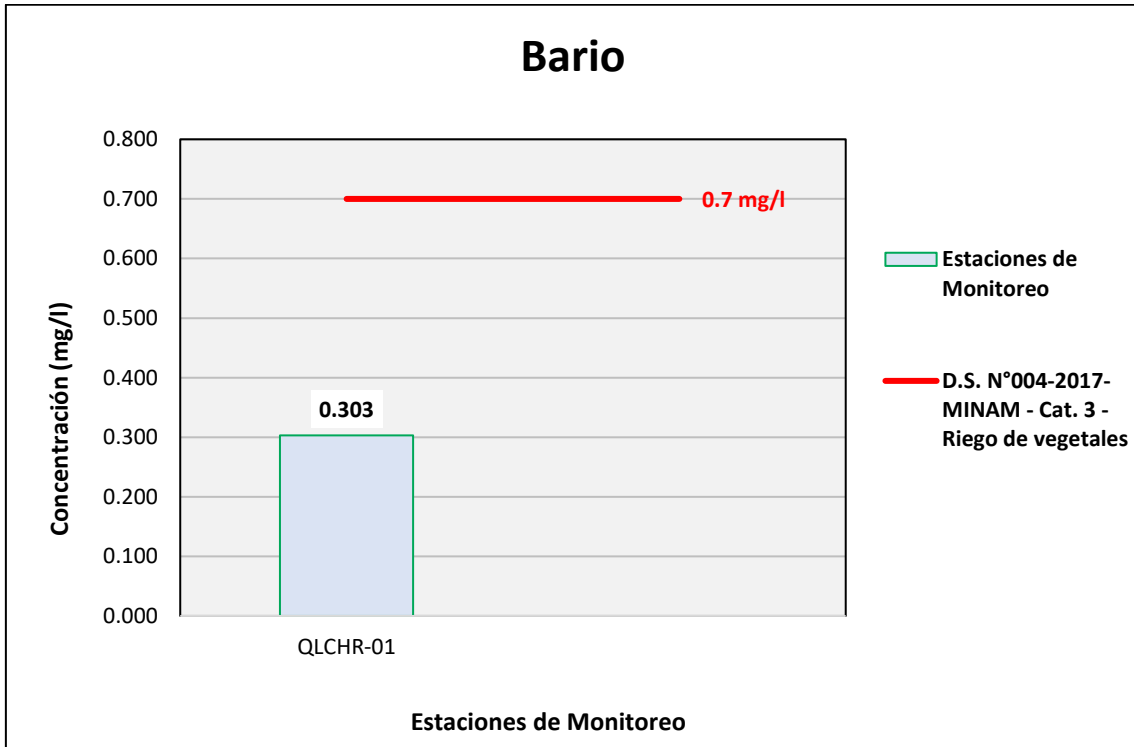
Figura 6.218. Resultados de Bario – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

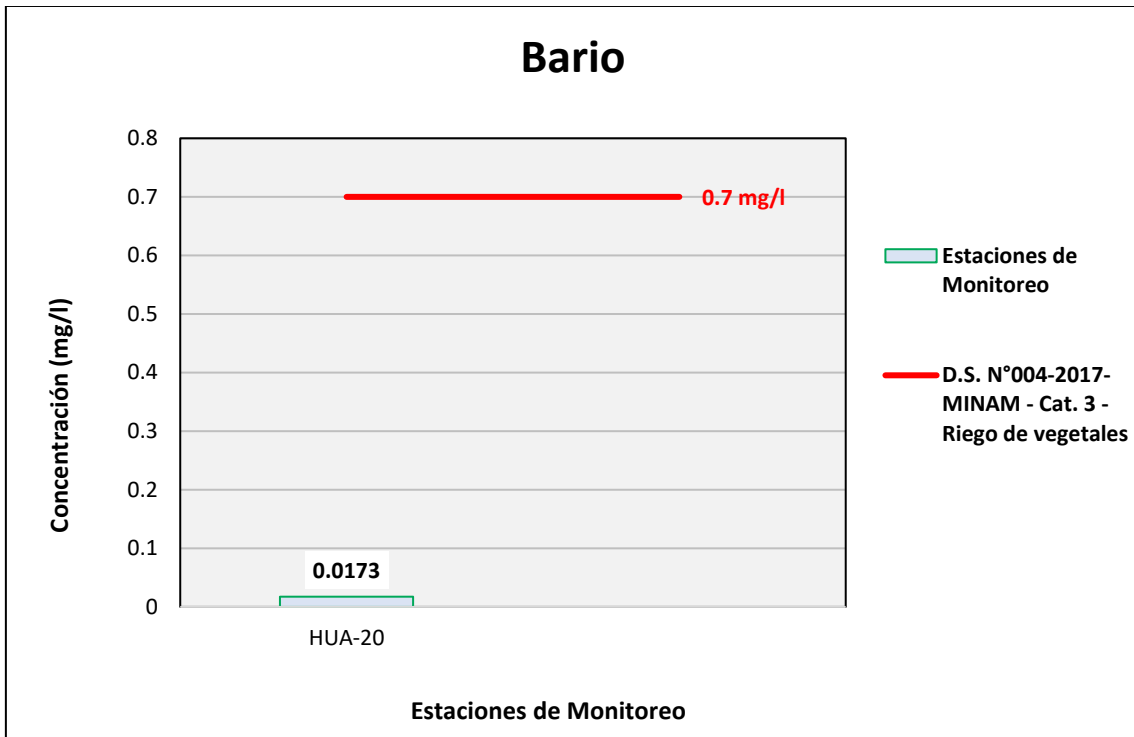
Figura 6.219. Resultados de Bario – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

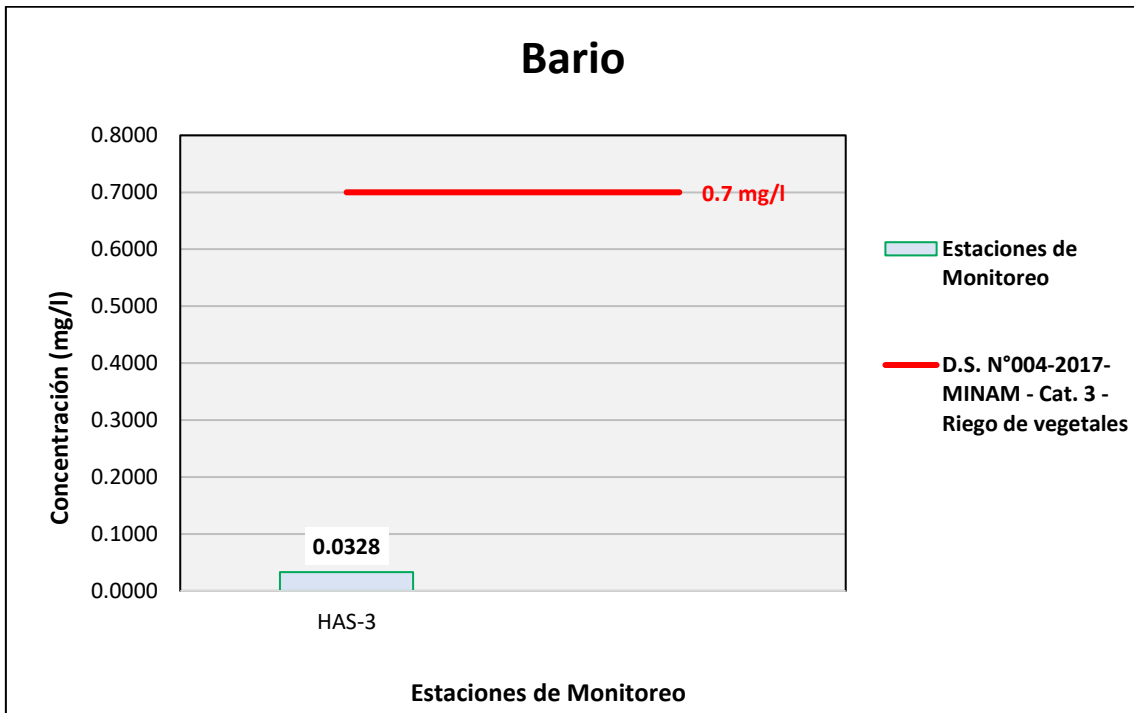
Figura 6.220. Resultados de Bario – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

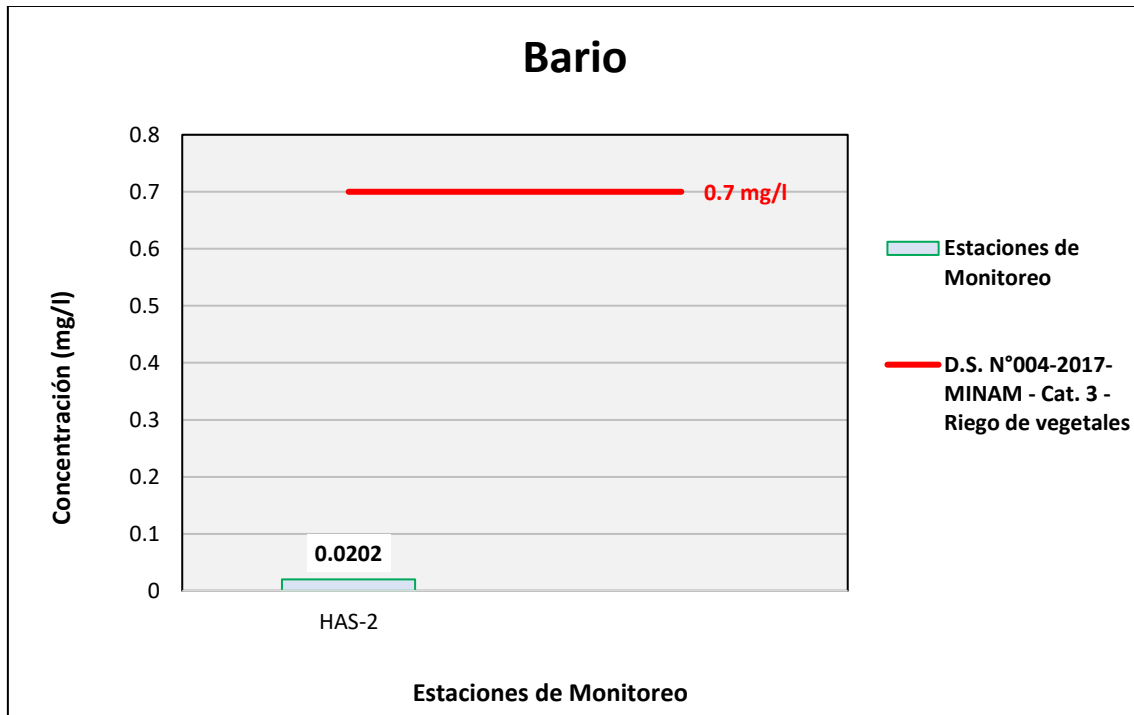
Figura 6.221. Resultados de Bario – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.222. Resultados de Bario – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

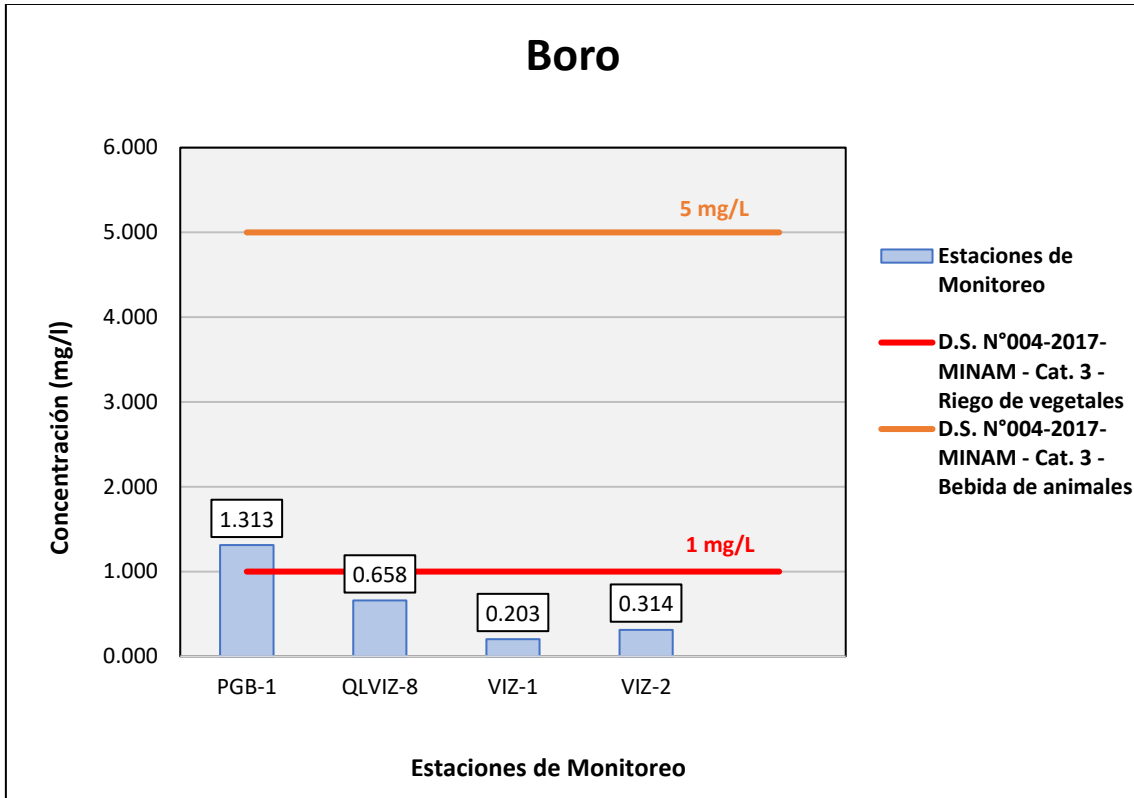
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.23 BORO

El Boro (B) es un elemento que existe en el ambiente de manera natural, se puede encontrar generalmente en los océanos, en rocas sedimentarias, en el carbón y en algunos casos se encuentra presente en suelos. La presencia de este elemento en las fuentes de agua se da producto de la meteorización de rocas con concentraciones de boro o por influencia de la actividad geotérmica tales como erupciones volcánicas o aguas termales. Asimismo, puede tener su origen producto de la acción de las actividades industriales ya que se encuentra contenido en fertilizantes y herbicidas. Si bien el boro es un elemento que para las plantas es considerado como un nutriente esencial, estas solo requieren una cantidad específica para su crecimiento óptimo, por lo que, las altas concentraciones de boro pueden ocasionar efectos como dificultad para el desarrollo de plantas, asimismo, para ciertos organismos dentro de los ecosistemas acuáticos puede resultar nocivo en las primeras etapas de su desarrollo como en el caso de peces.

Los valores de Boro (B) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA B = 1 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas para el punto de monitoreo TIT-1, PGB-1 y QLVIZ-8, se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de boro) y/o por el embalse de Pasto Grande.

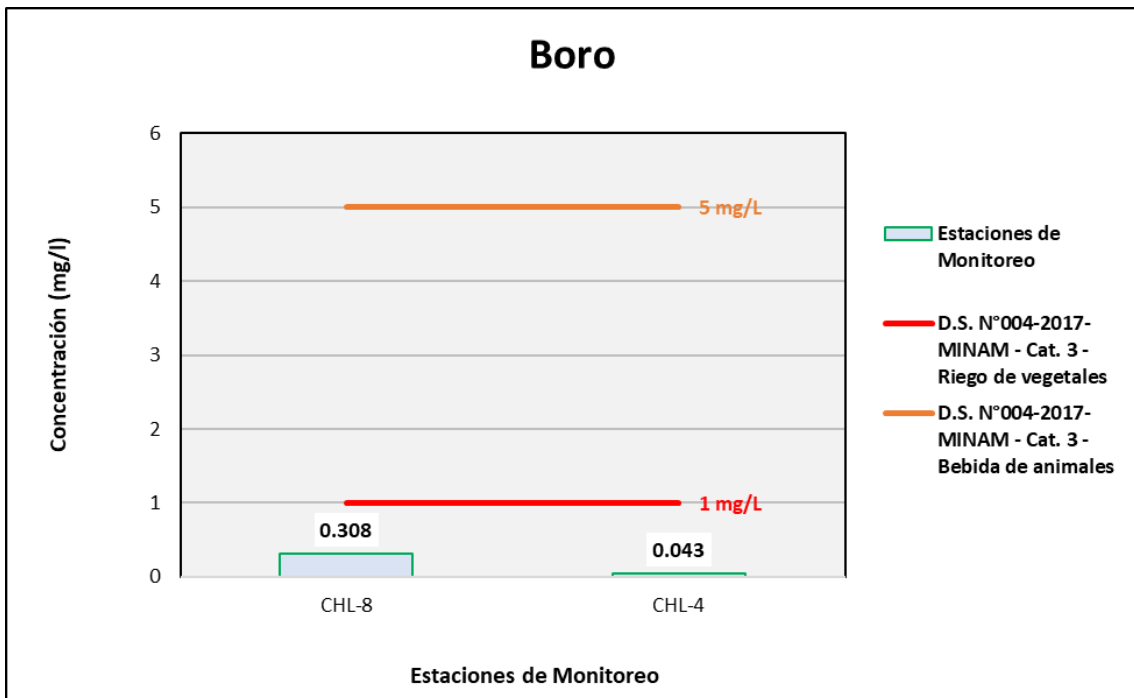
Figura 6.223. Resultados de Boro – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

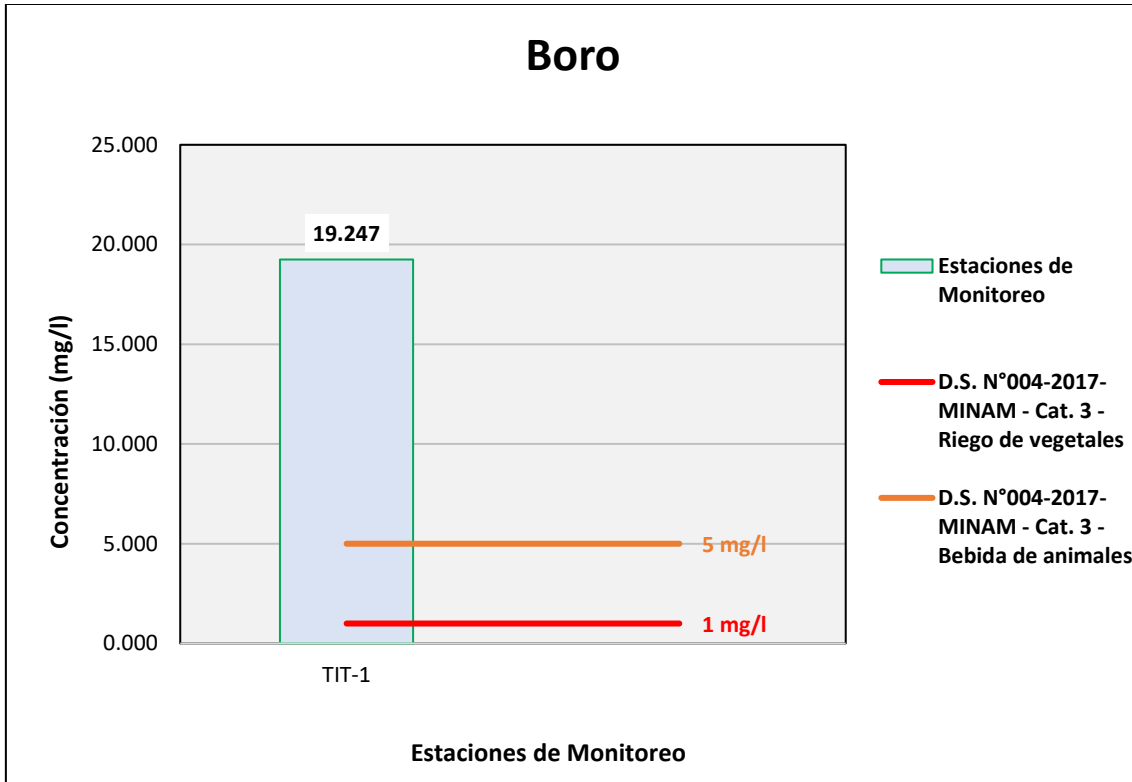
Figura 6.224. Resultados de Boro – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

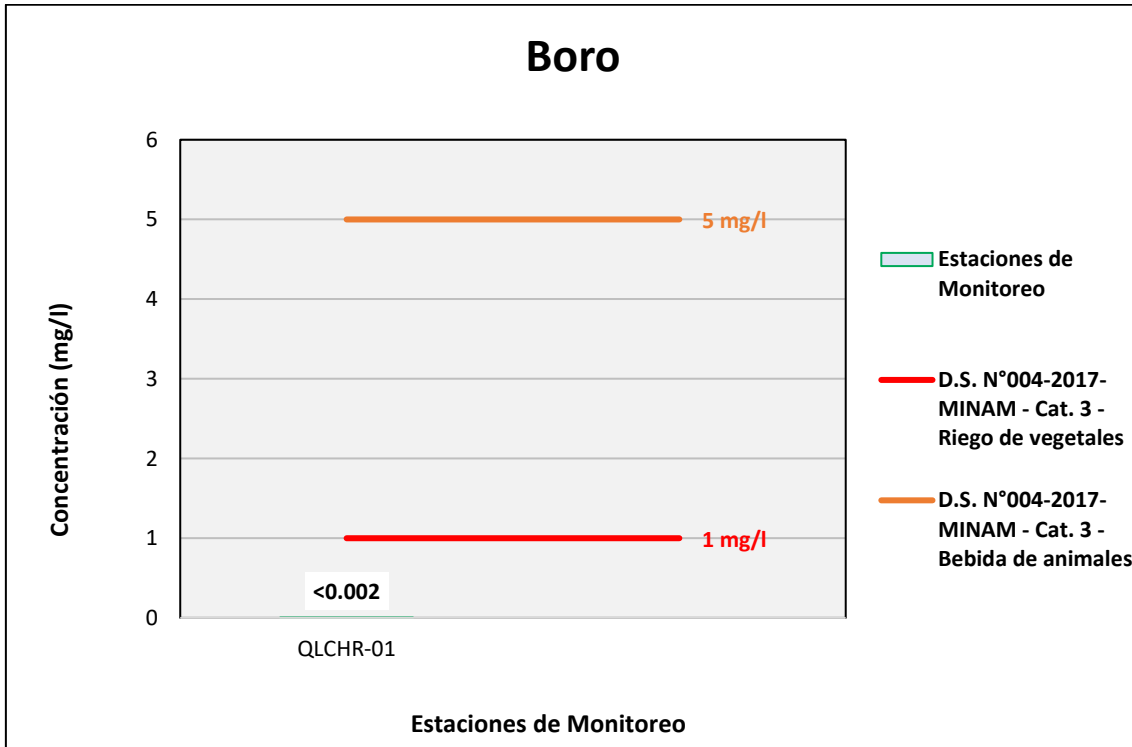
Figura 6.225. Resultados de Boro – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

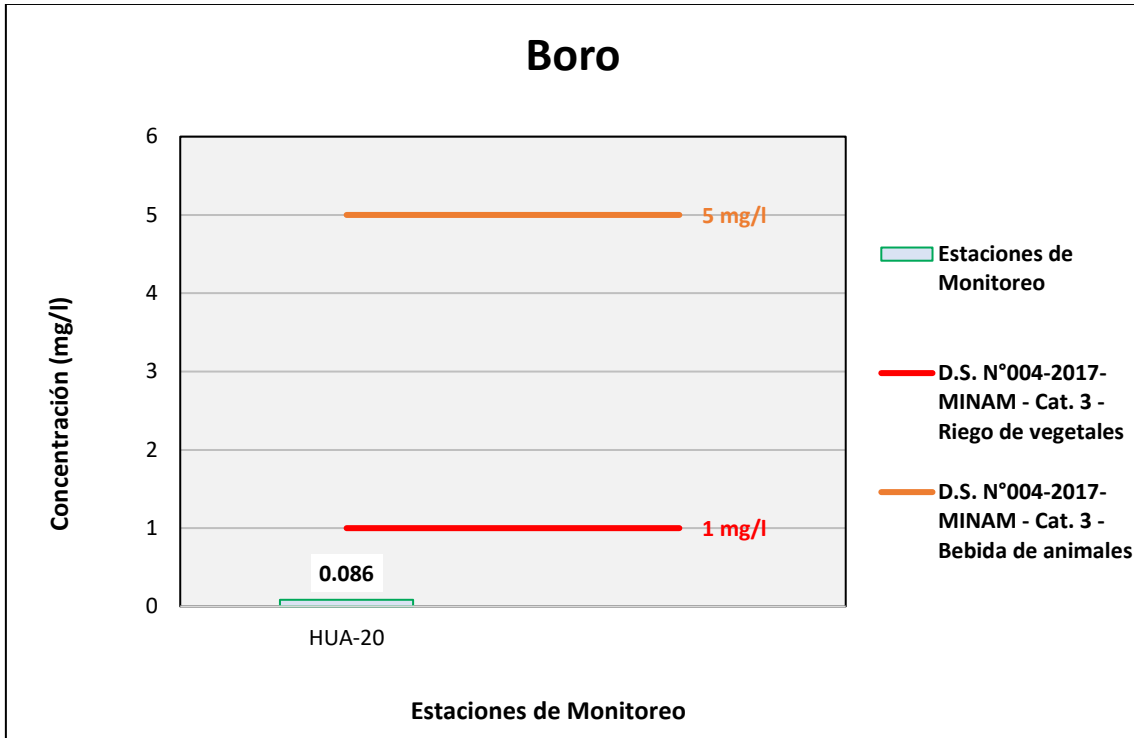
Figura 6.226. Resultados de Boro – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

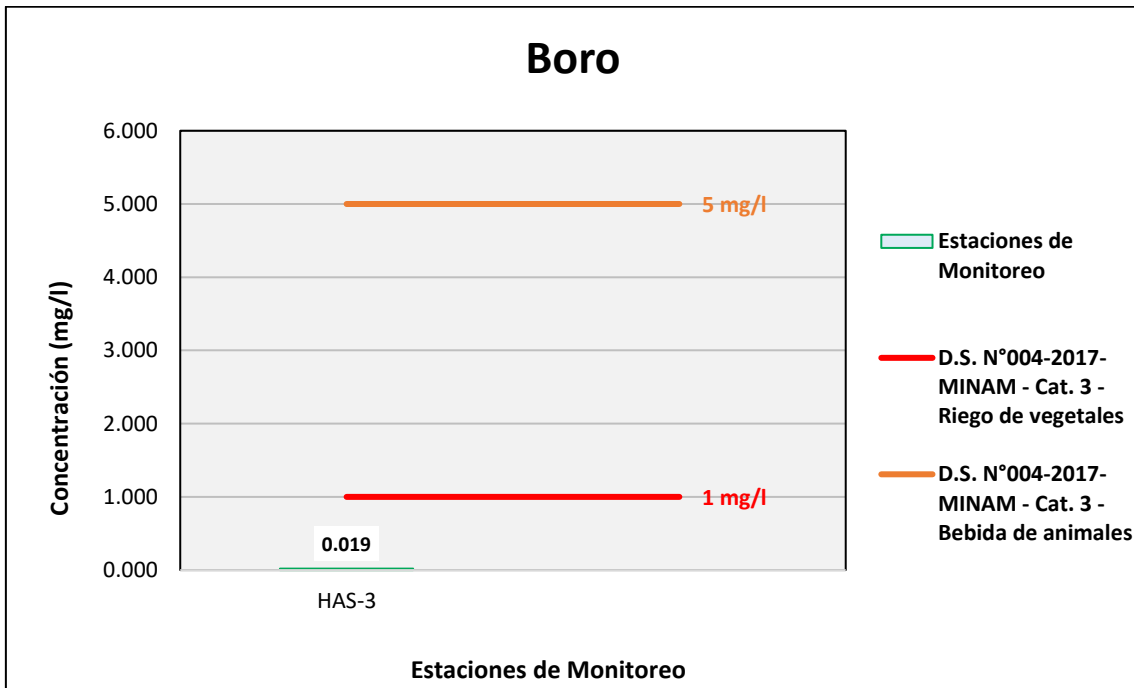
Figura 6.227. Resultados de Boro – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

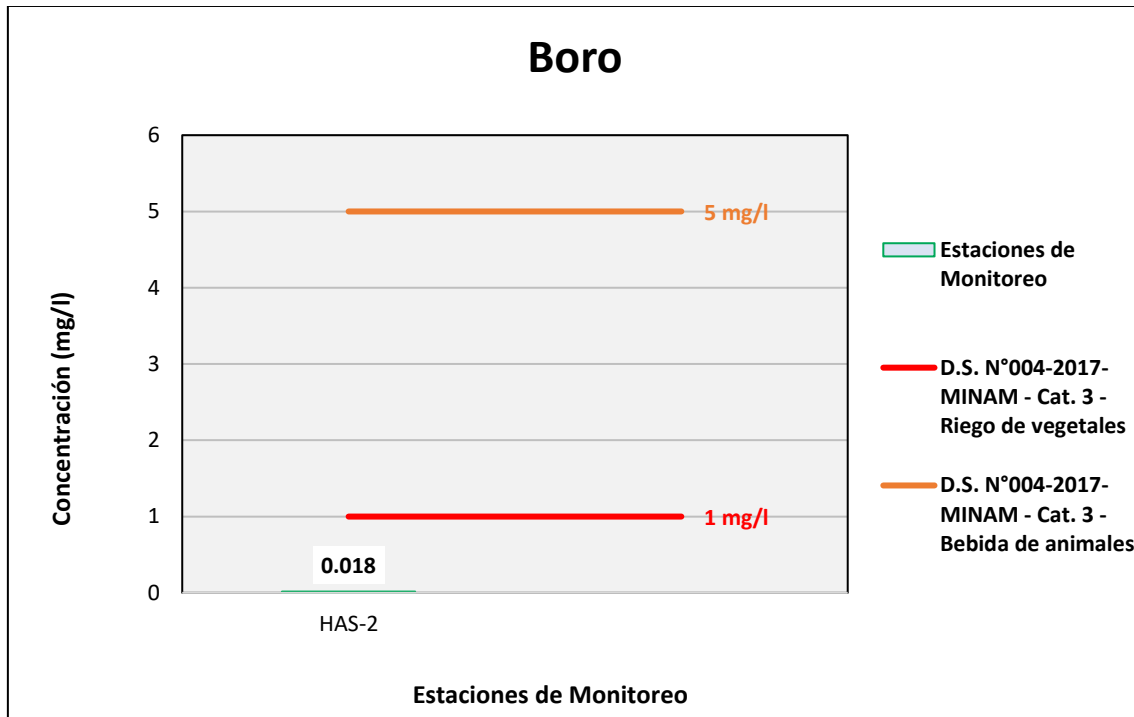
Figura 6.228. Resultados de Boro – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.229. Resultados de Boro – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

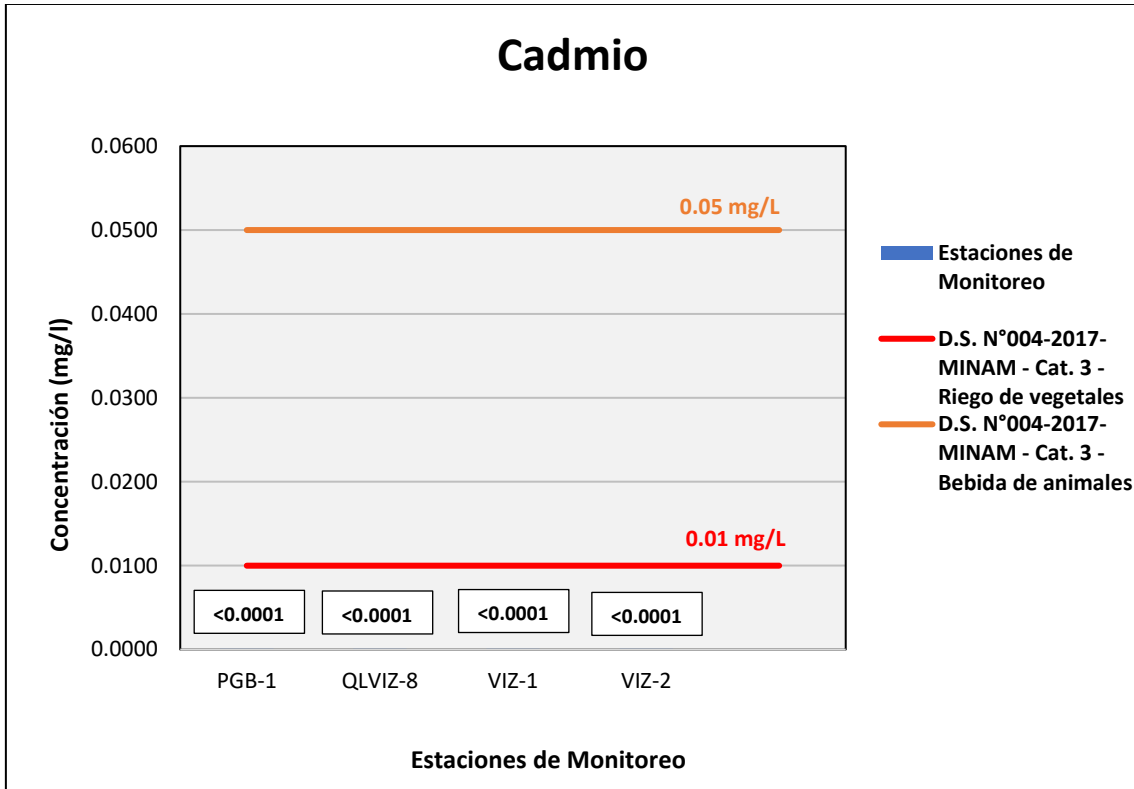
6.5.4.1.24 CADMIO

A diferencia de los otros metales evaluados, el Cadmio (Cd) no se encuentra usualmente de manera natural en el medio ambiente, siendo mayor el número de compuestos de cadmio que son arrojados por actividades industriales tales como la minería (principal fuente de los efluentes de esta actividad), en la producción y uso de fertilizantes fosfatados, entre otras.

La presencia natural de este elemento en el agua tiene su principal fuente en el desgaste de rocas y erosión de rocas con presencia de cadmio, así como la deposición de polvo con contenido de dicho elemento proveniente de emisiones de elementos industriales.

Los análisis de Cadmio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cd = 0,01 mg/L).

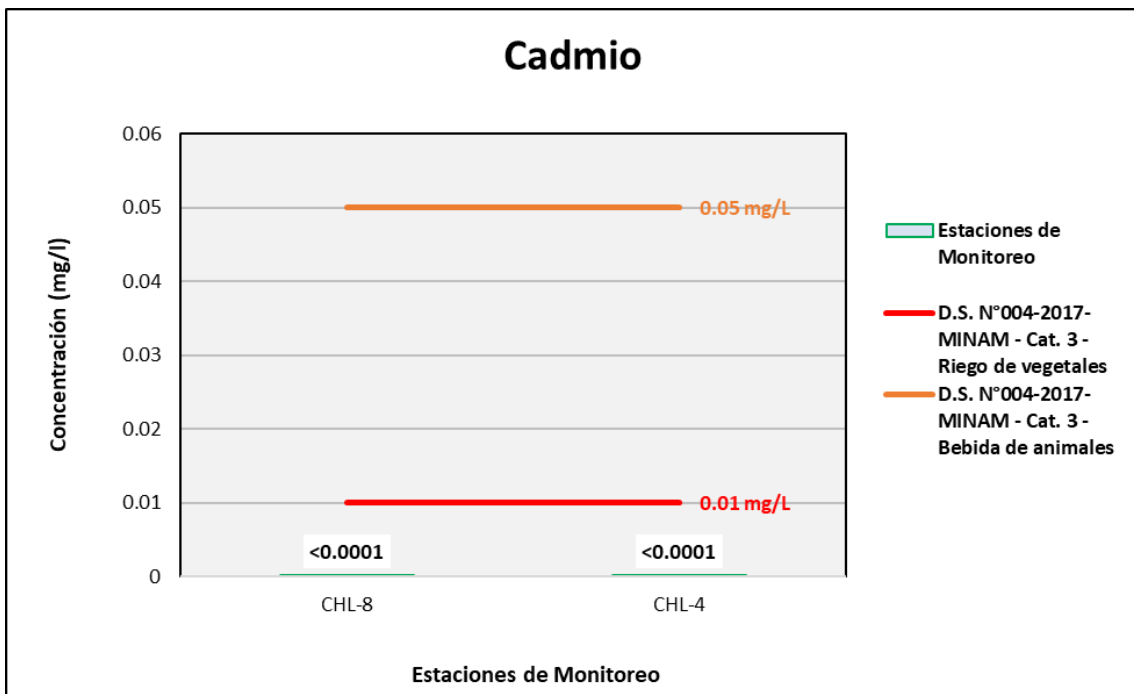
Figura 6.230. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

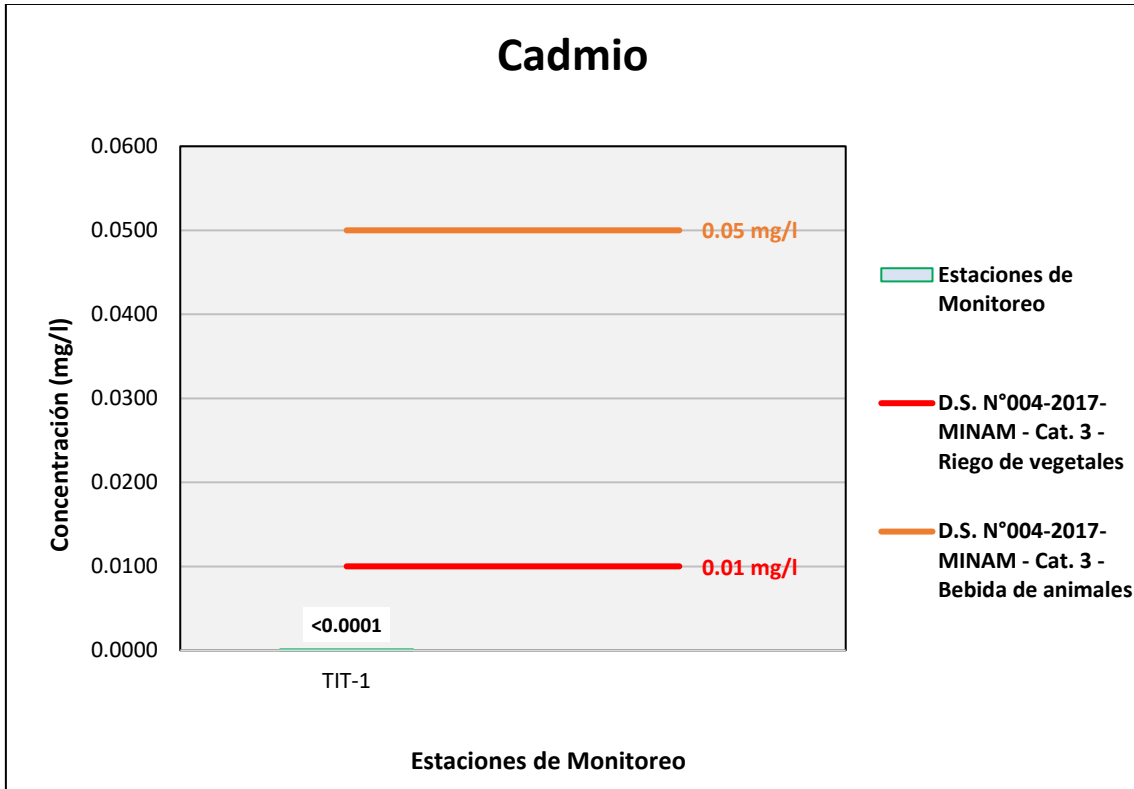
Figura 6.231. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

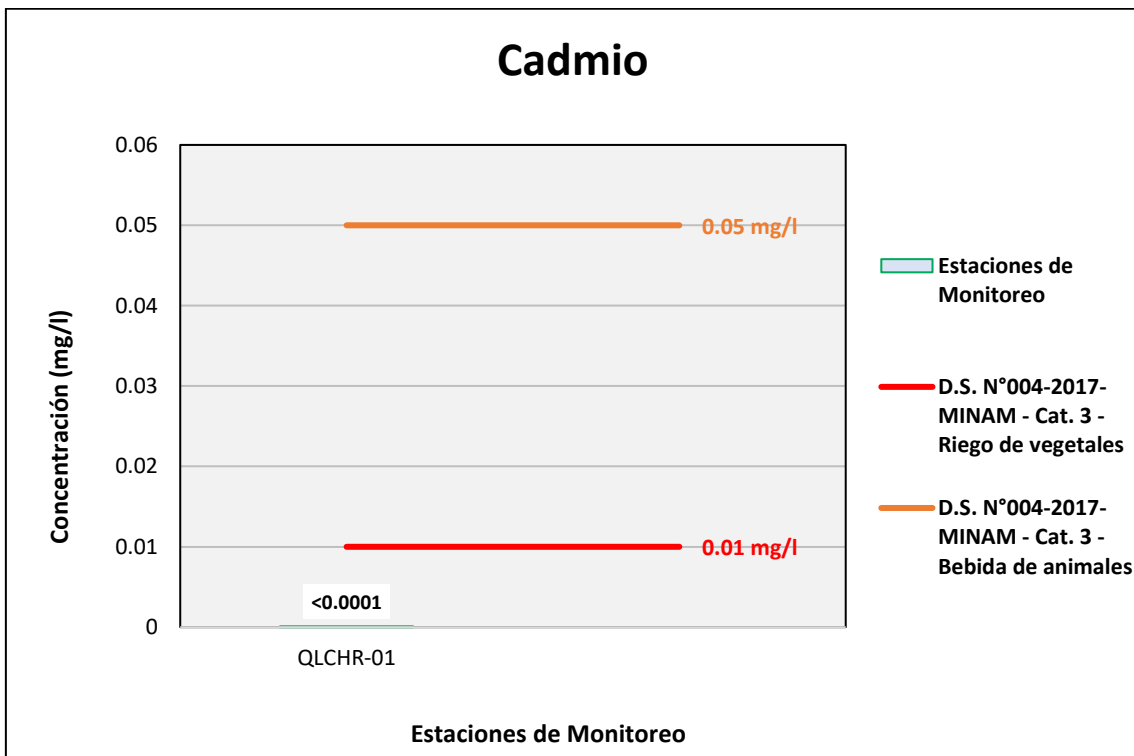
Figura 6.232. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

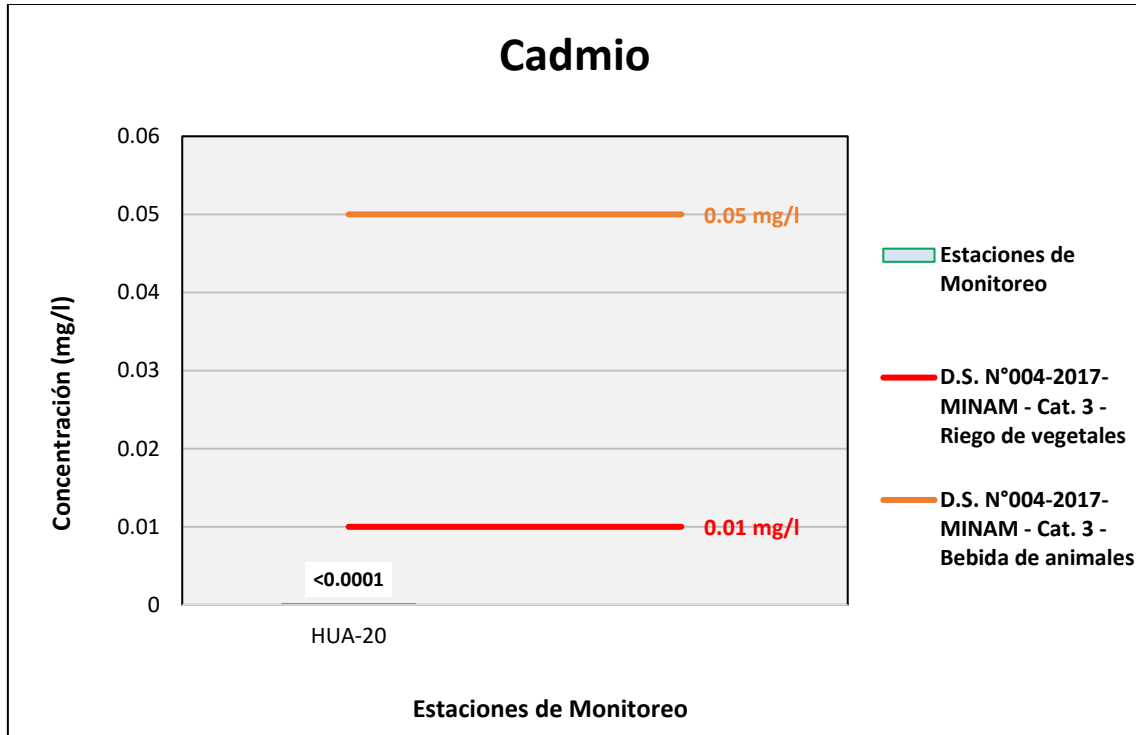
Figura 6.233. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

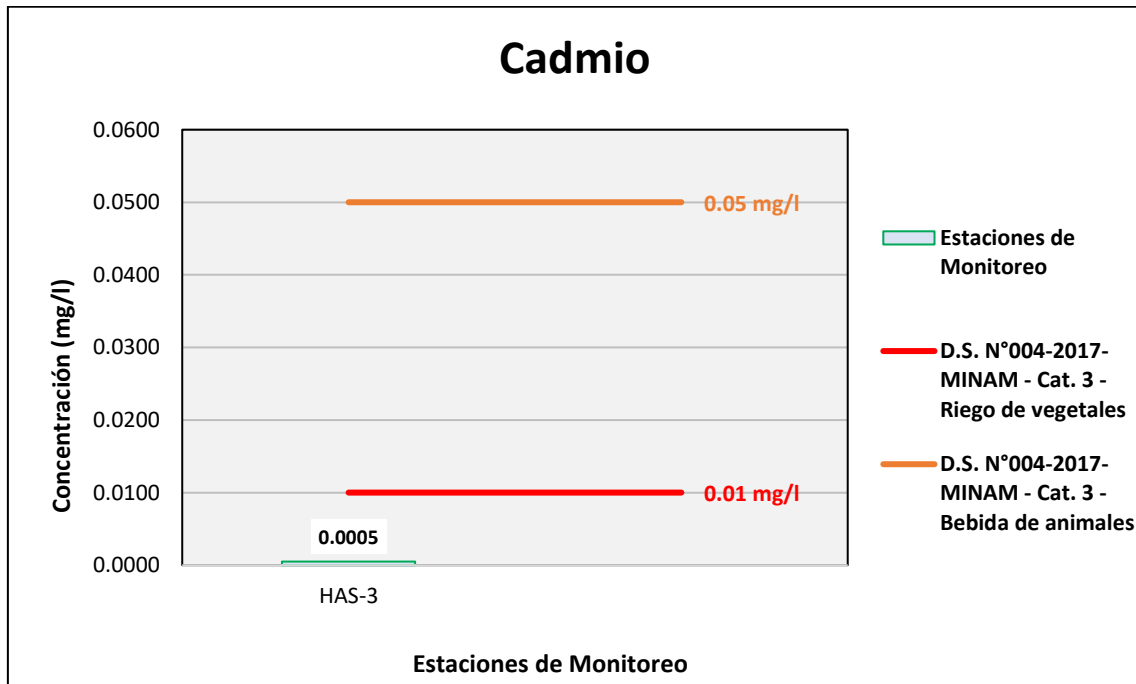
Figura 6.234. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

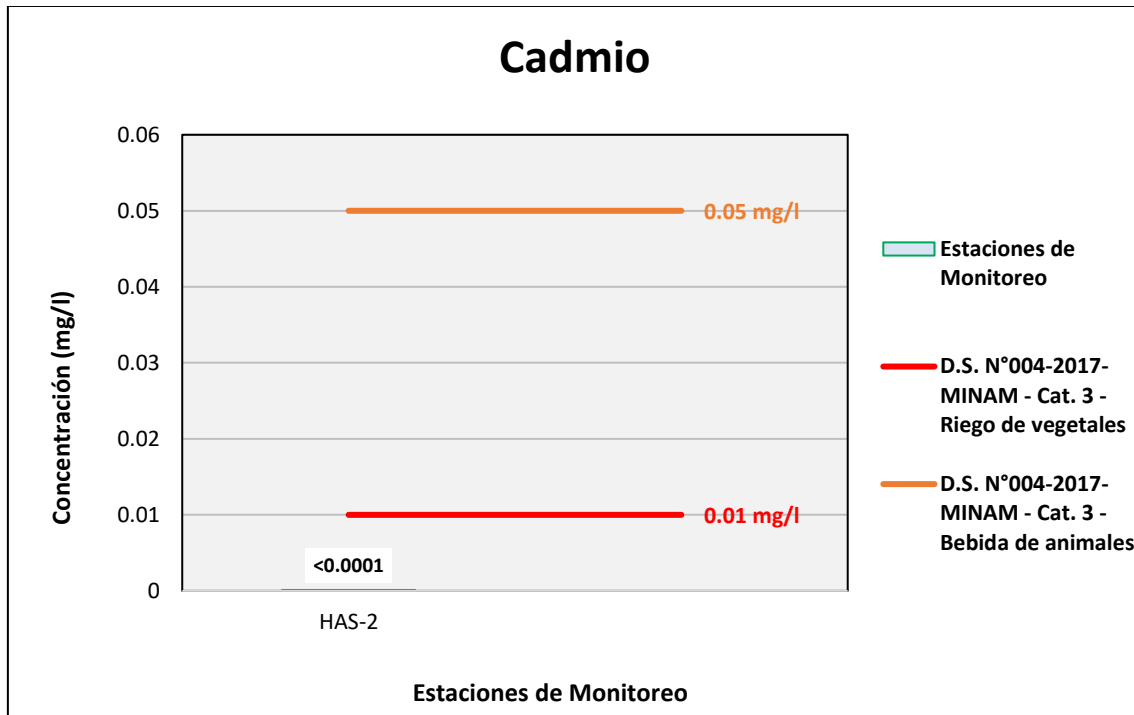
Figura 6.235. Resultados de Cadmio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.236. Resultados de Cadmio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

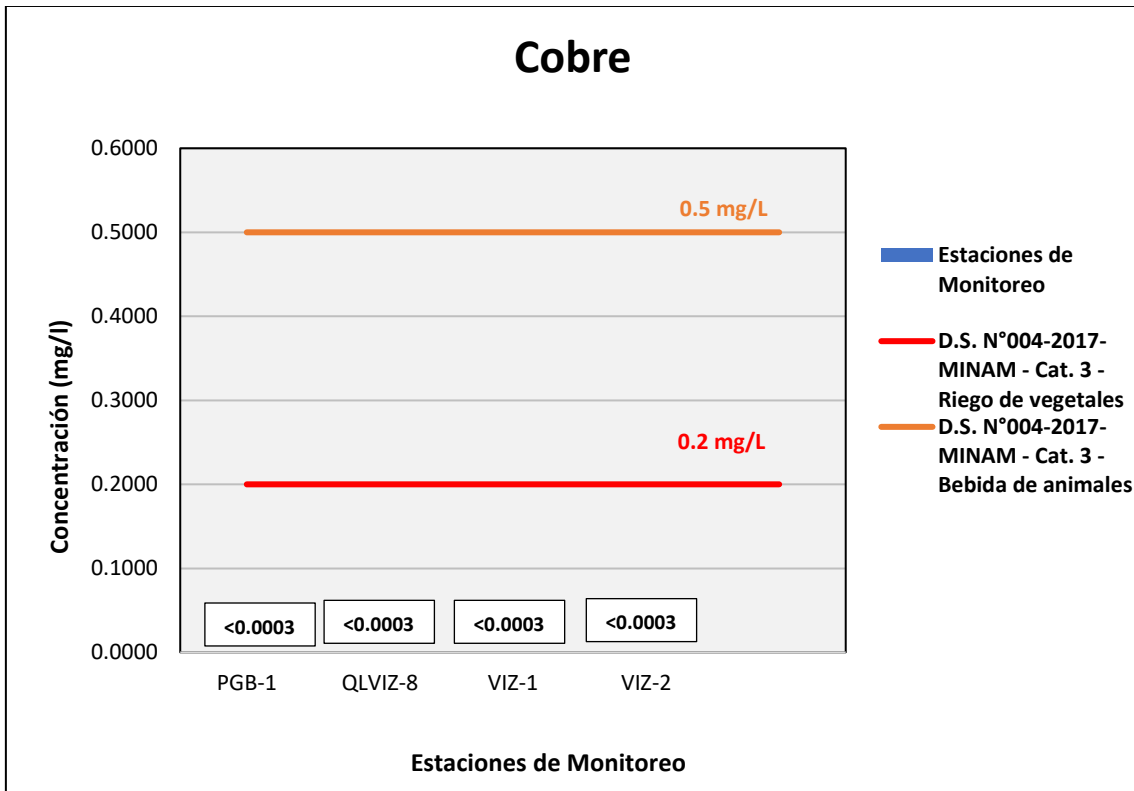
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.25 COBRE

El cobre (Cu) se encuentra de manera natural en fuentes de agua, sedimentos y suelos, específicamente en este último dado que concentraciones bajas de este elemento en los suelos representa una baja aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. Asimismo, dicho elemento en condiciones naturales no representa un efecto nocivo para el medio ambiente.

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cu = 0,2 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas para los puntos de monitoreo de calidad de agua TIT-1 se encuentran elevadas en comparación a los demás puntos de monitoreo, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de boro) que recibe el río Titire.

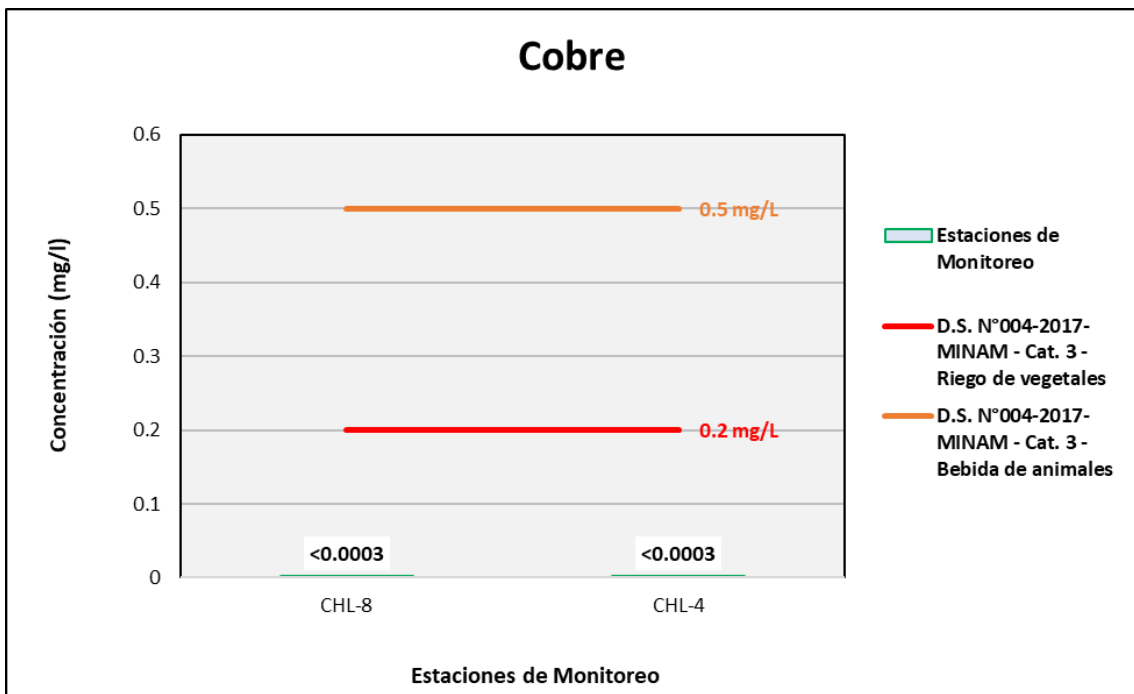
Figura 6.237. Resultados de Cobre – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

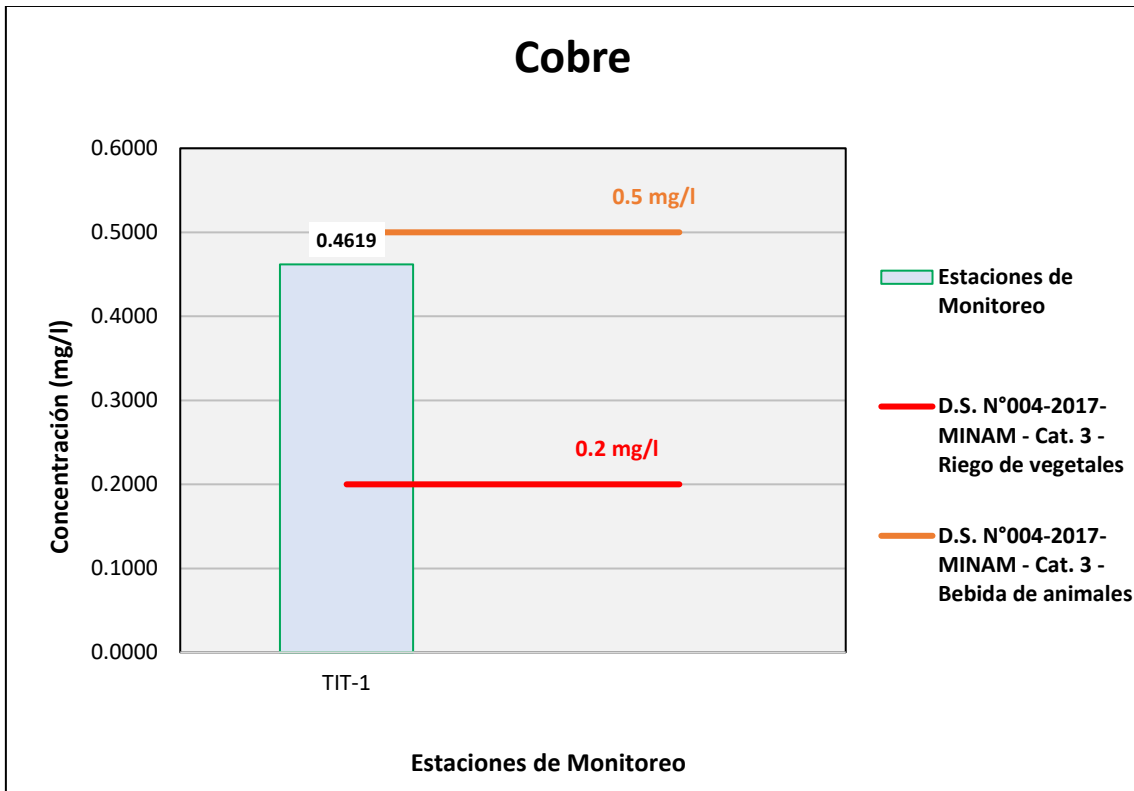
Figura 6.238. Resultados de Cobre – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

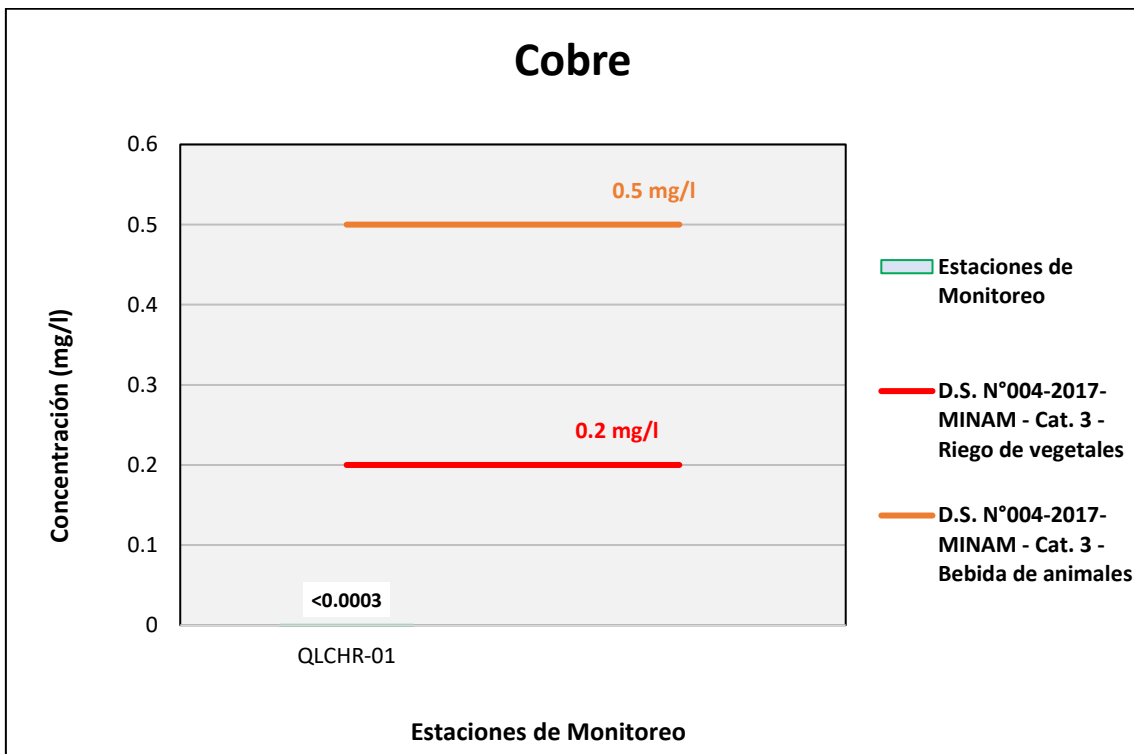
Figura 6.239. Resultados de Cobre – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

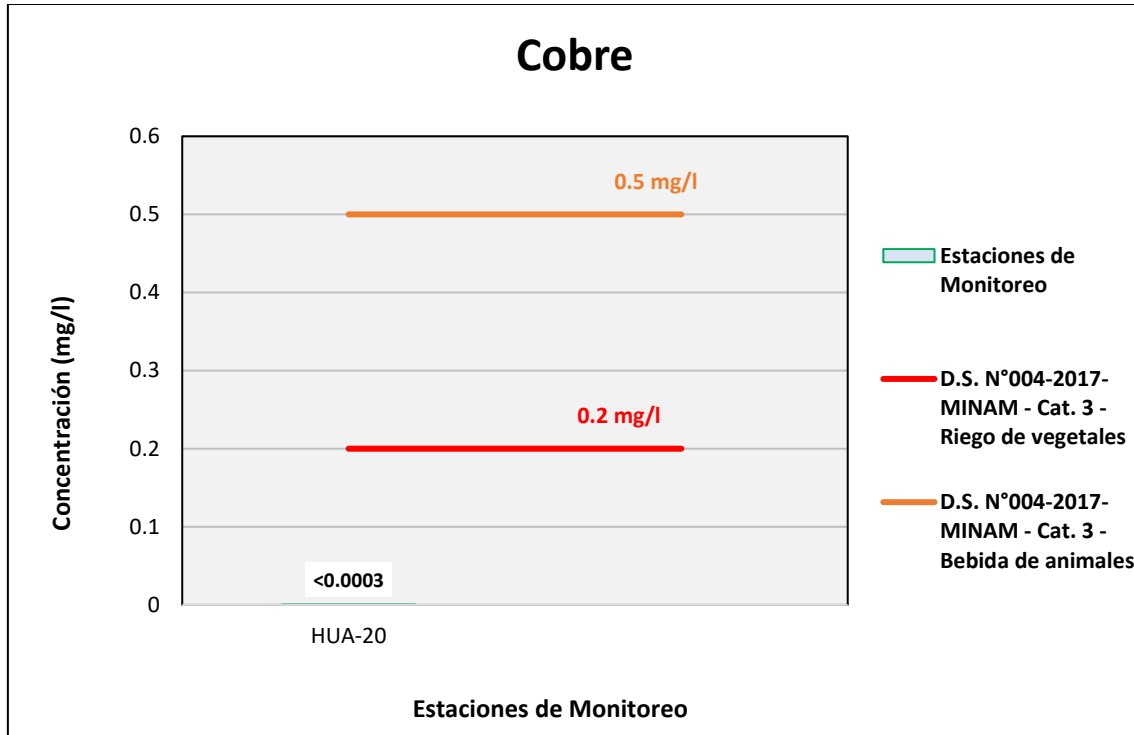
Figura 6.240. Resultados de Cobre – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

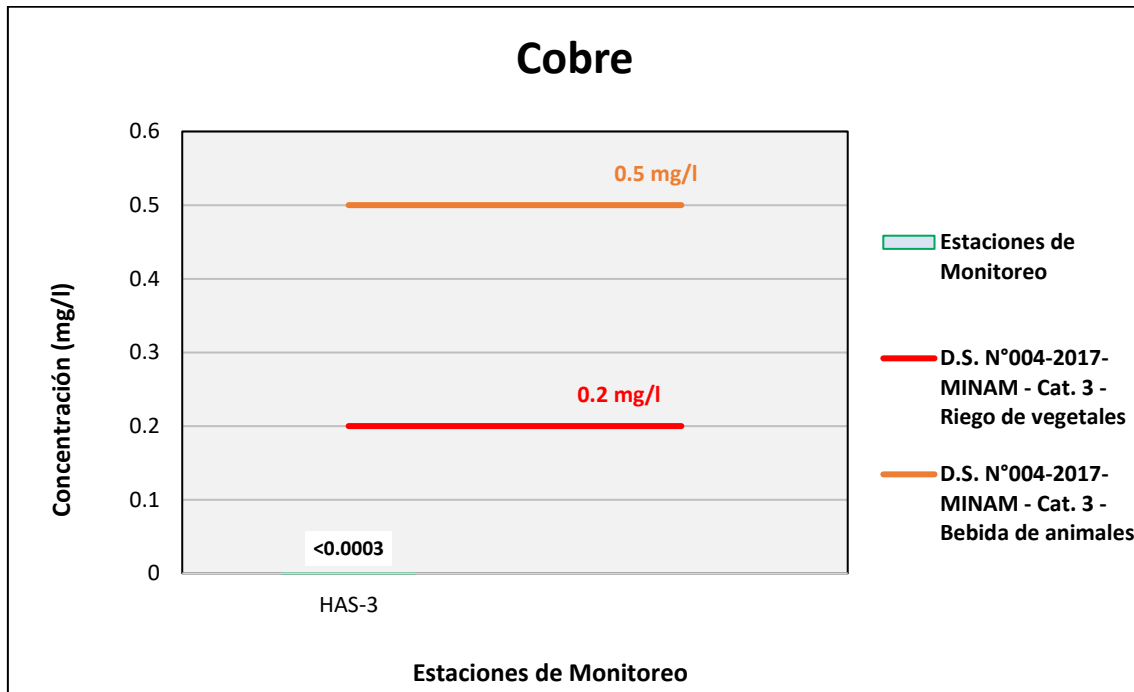
Figura 6.241. Resultados de Cobre – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

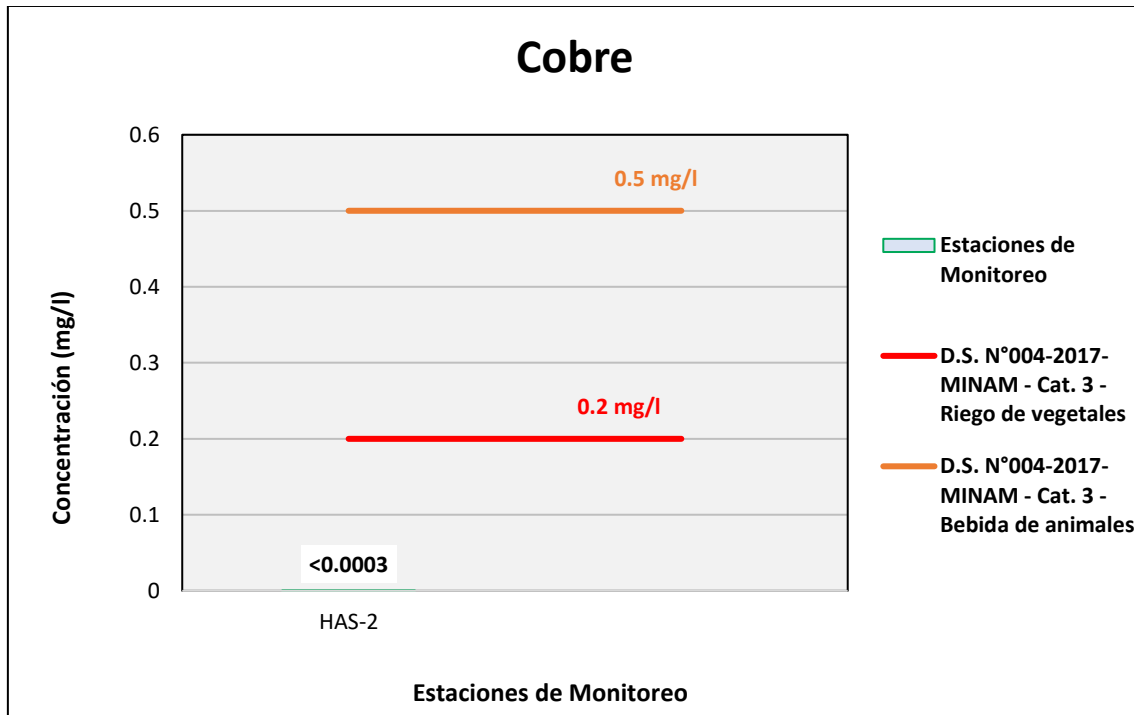
Figura 6.242. Resultados de Cobre – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.243. Resultados de Cobre – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.26 HIERRO

El Hierro (Fe) es un elemento químico metálico de color blanco siendo el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Este elemento se encuentra de manera natural en pocas concentraciones en las fuentes de aguas superficiales producto de la disolución de las rocas y minerales que contienen dicho elemento en su composición, mientras que, en las aguas subterráneas presentan mayores concentraciones de este elemento debido a que la materia orgánica absorbe el oxígeno disuelto presente en el recurso hídrico, ocasionando que a mayor carga orgánica existe mayor concentración de hierro produciendo asociaciones y complejos entre ellos.

Los valores de hierro (Fe) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Fe = 5,0 mg/L), sin embargo, la concentración hallada en el punto de monitoreo TIT-1 ubicada en el río Titire se encuentra excediendo el valor establecido en los ECA para agua, debiéndose este incremento por la actividad geotérmica (aguas termales con alta concentración de hierro) y del afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de hierro disuelto que, al ser llevada a la superficie reacciona con el oxígeno obteniéndose una coloración rojiza/anaranjada, tal como se evidenció en dicho cuerpo de agua.

Figura 6.244. Coloración anaranjada del río Titire producto de la influencia geotérmica (TIT-1)



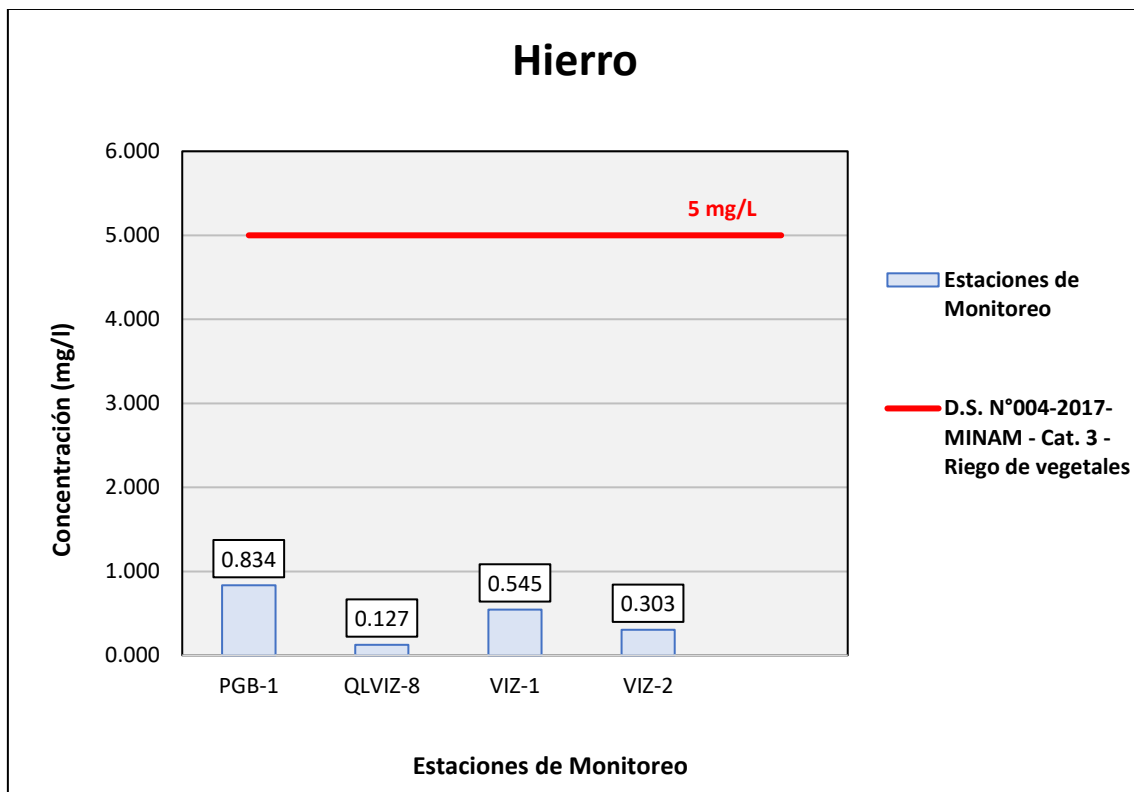
Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 11/10/2021.

Figura 6.245. Actividad geotermal en el punto TIT-1 (río Titire)



Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 11/10/2021.

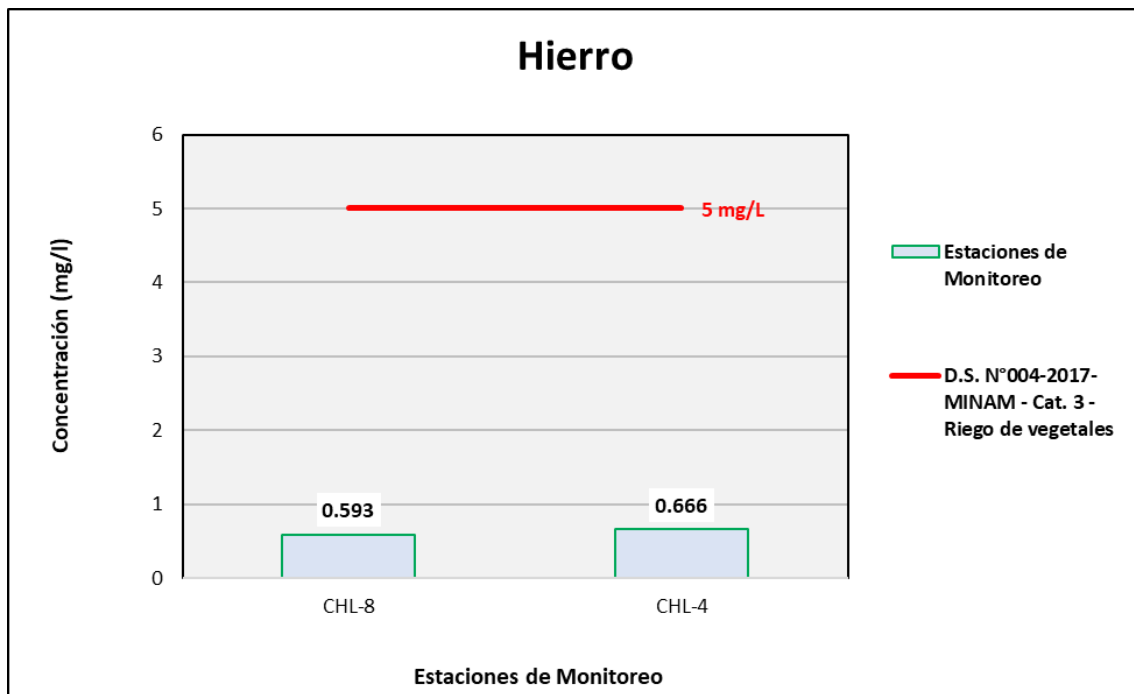
Figura 6.246. Resultados de Hierro – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

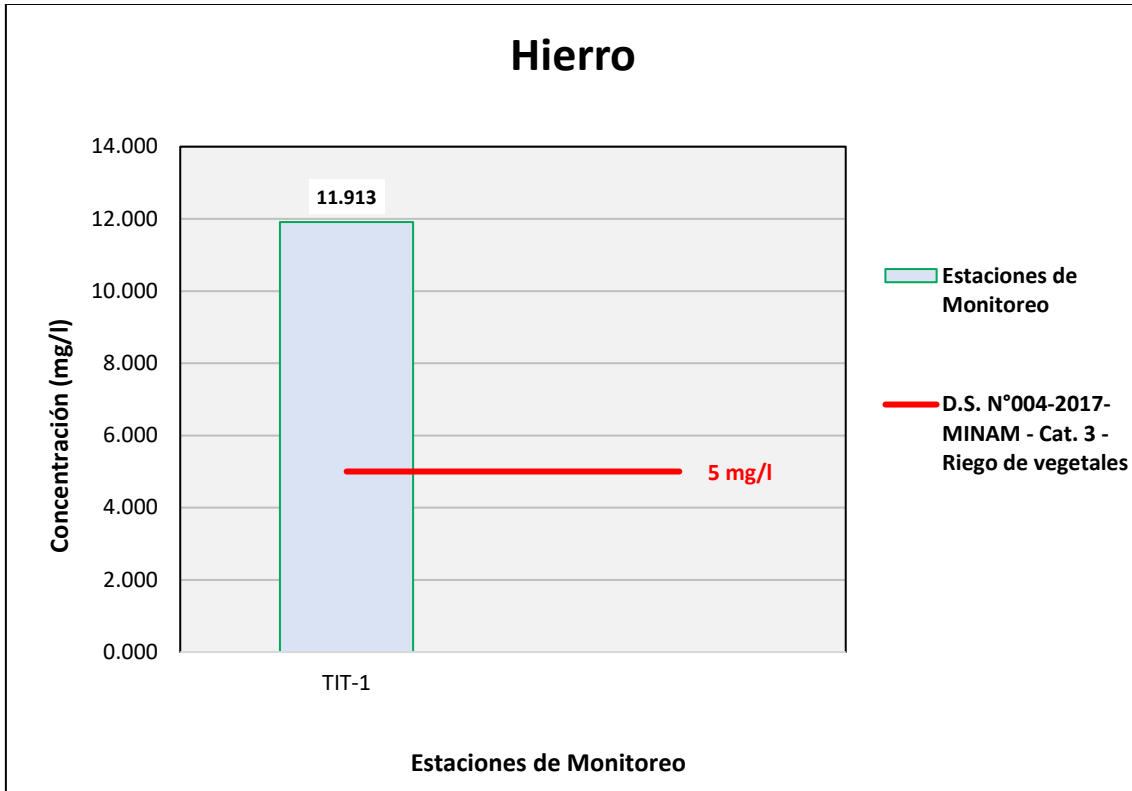
Figura 6.247. Resultados de Hierro – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

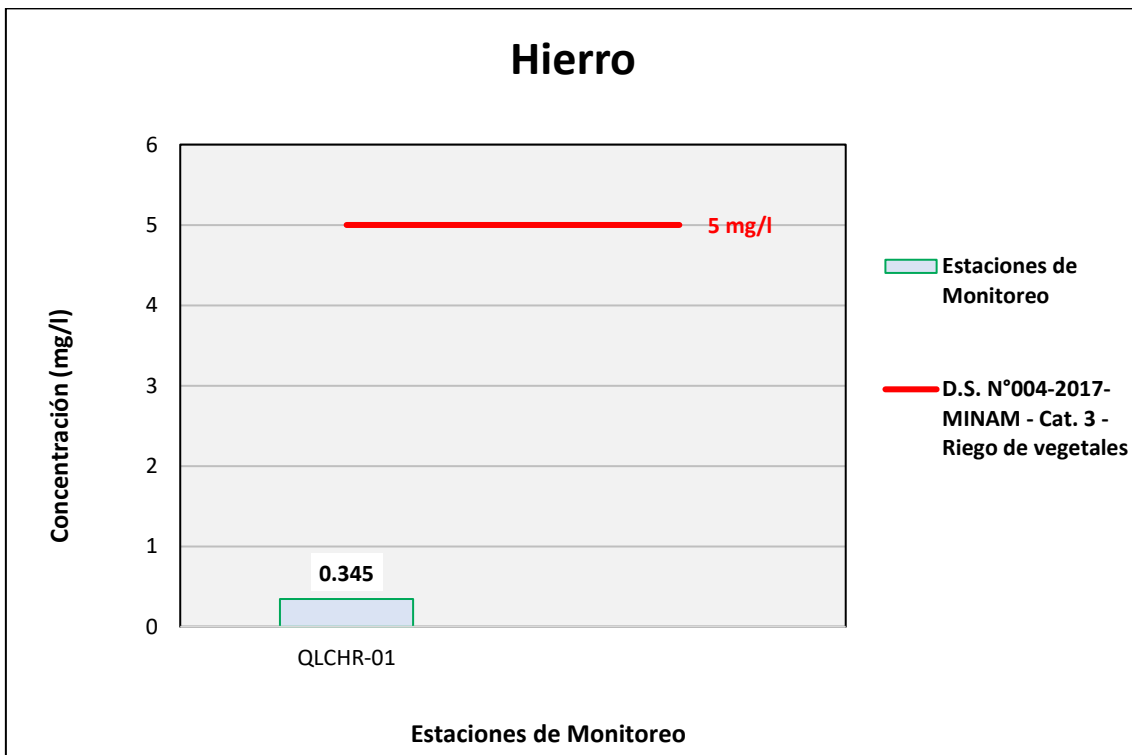
Figura 6.248. Resultados de Hierro – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

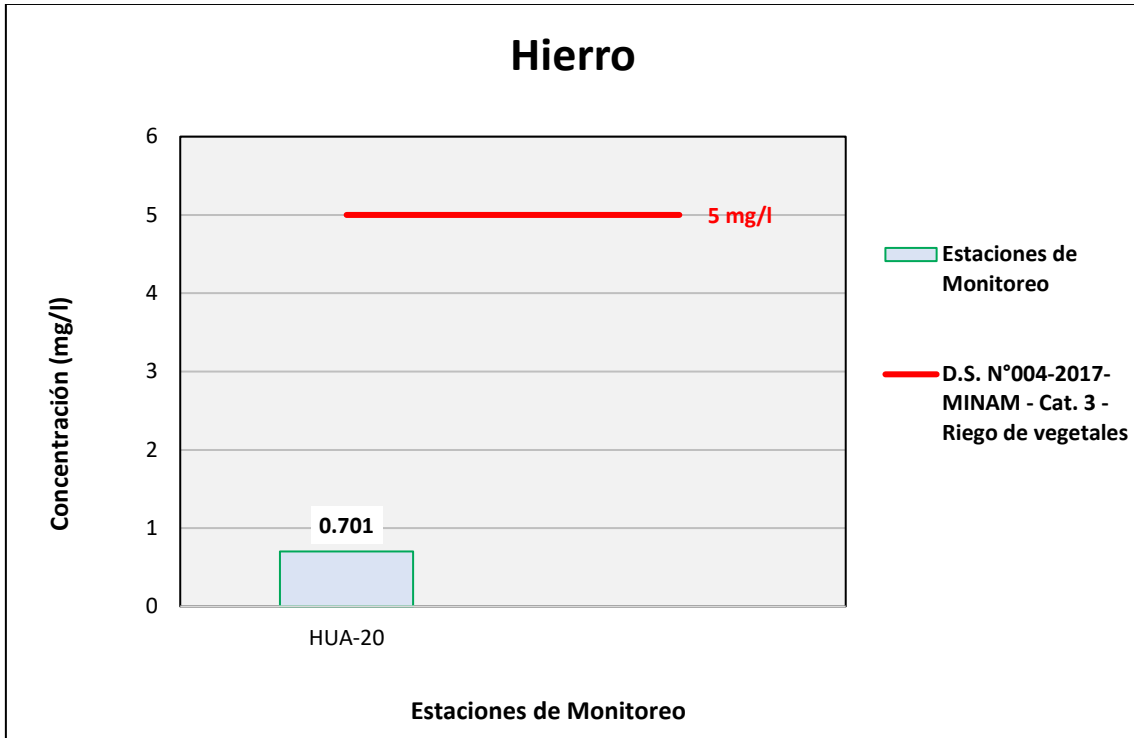
Figura 6.249. Resultados de Hierro – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.250. Resultados de Hierro – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.251. Resultados de Hierro – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.252. Resultados de Hierro – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

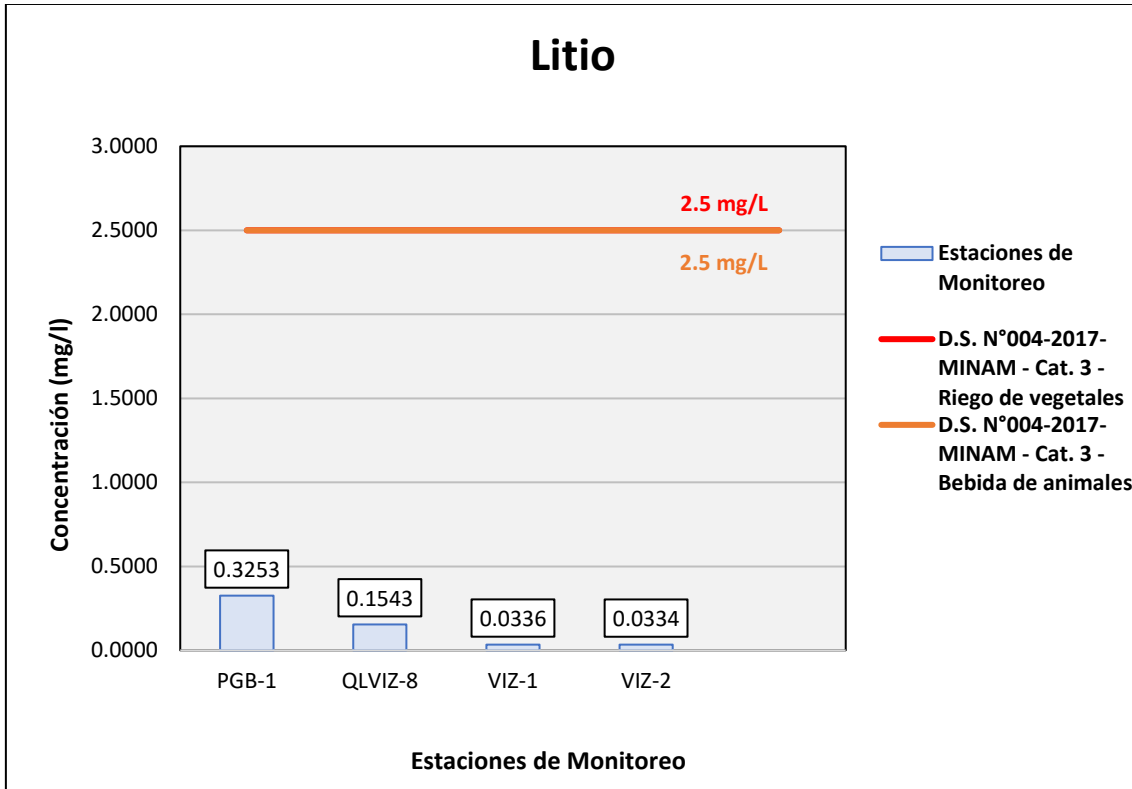
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.27 LITIO

Si bien el Litio (Li) se puede encontrar de manera natural, este elemento no se encuentra libre en la naturaleza por su alta reactividad con el medio ambiente, por lo que, podemos encontrar a este elemento asociado a ciertas rocas volcánicas y sales naturales, así como también hay evidencias de encontrar litio en altas concentraciones en aguas geotérmicas (aguas termales).

Los valores de Litio (Li) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Li = 2,5 mg/L).

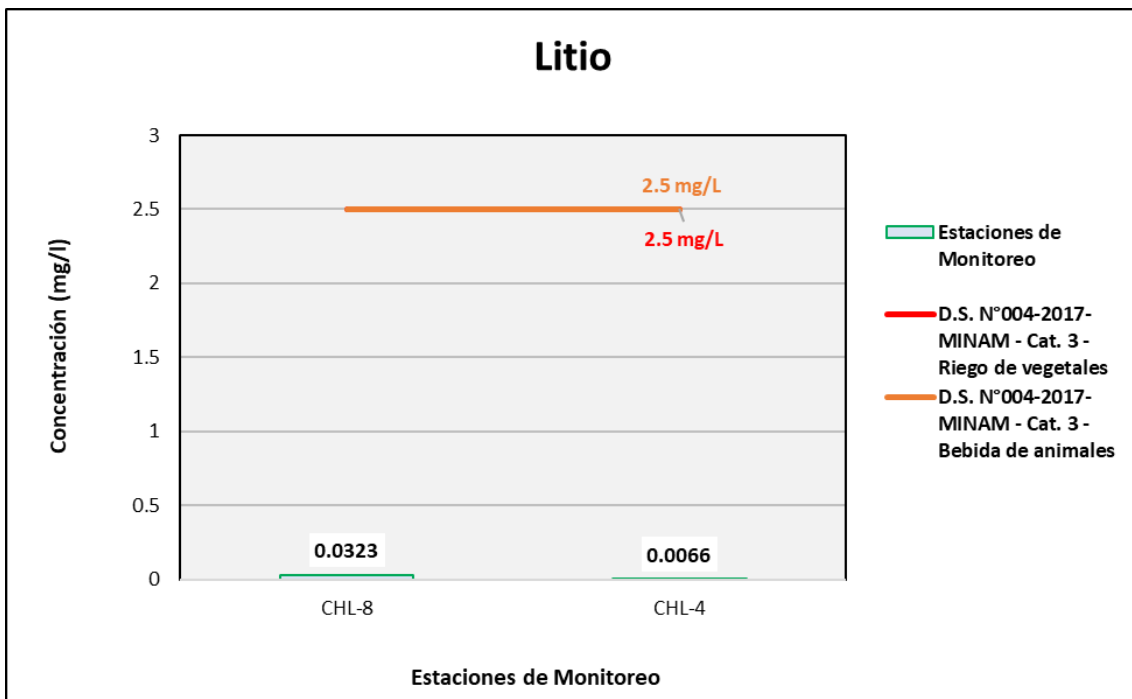
Figura 6.253. Resultados de Litio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

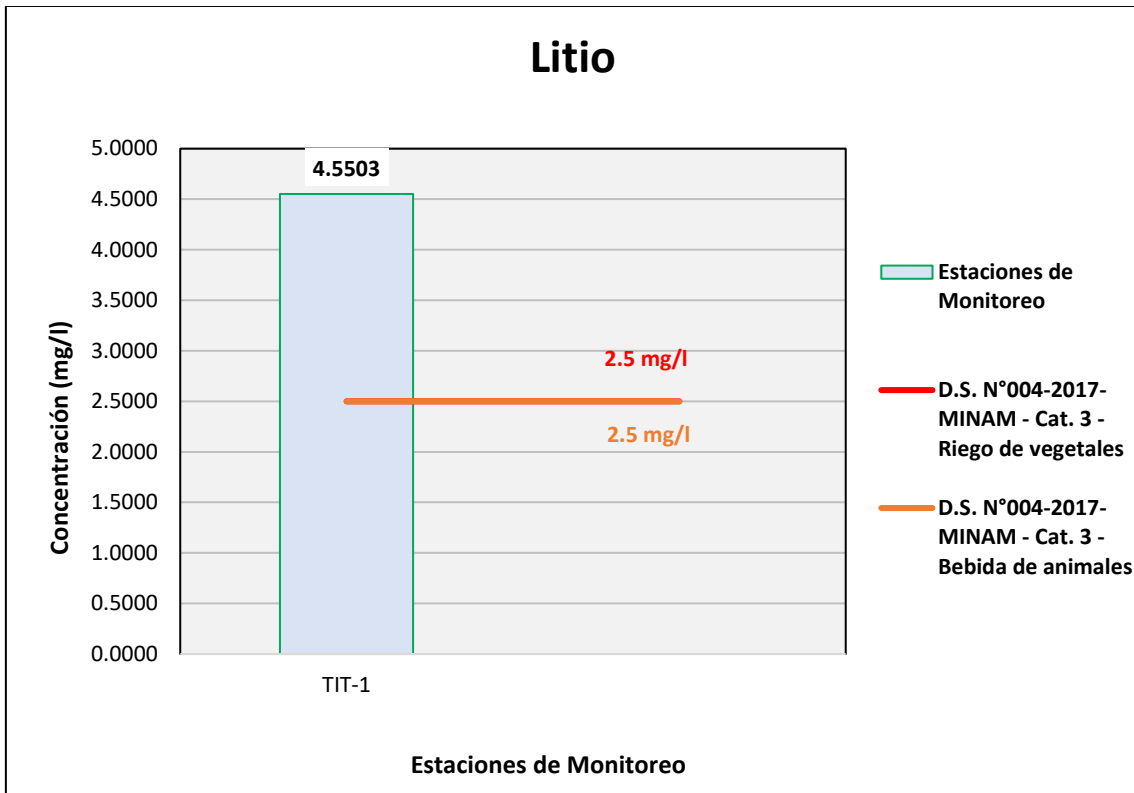
Figura 6.254. Resultados de Litio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

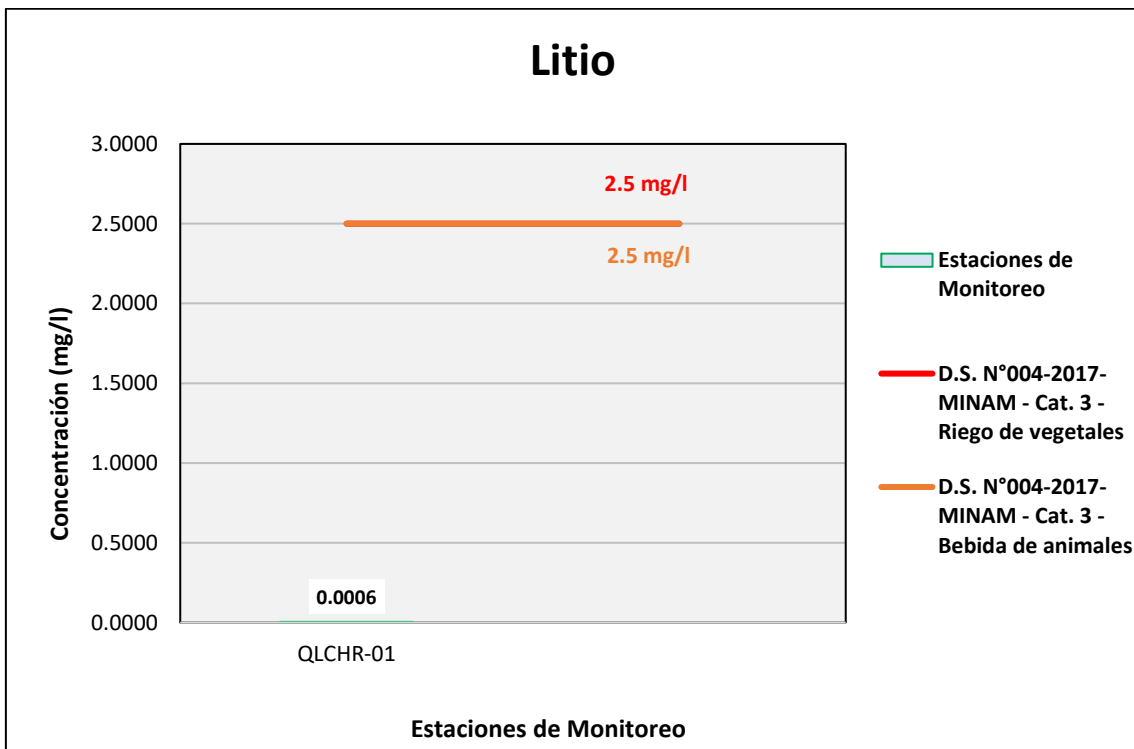
Figura 6.255. Resultados de Litio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

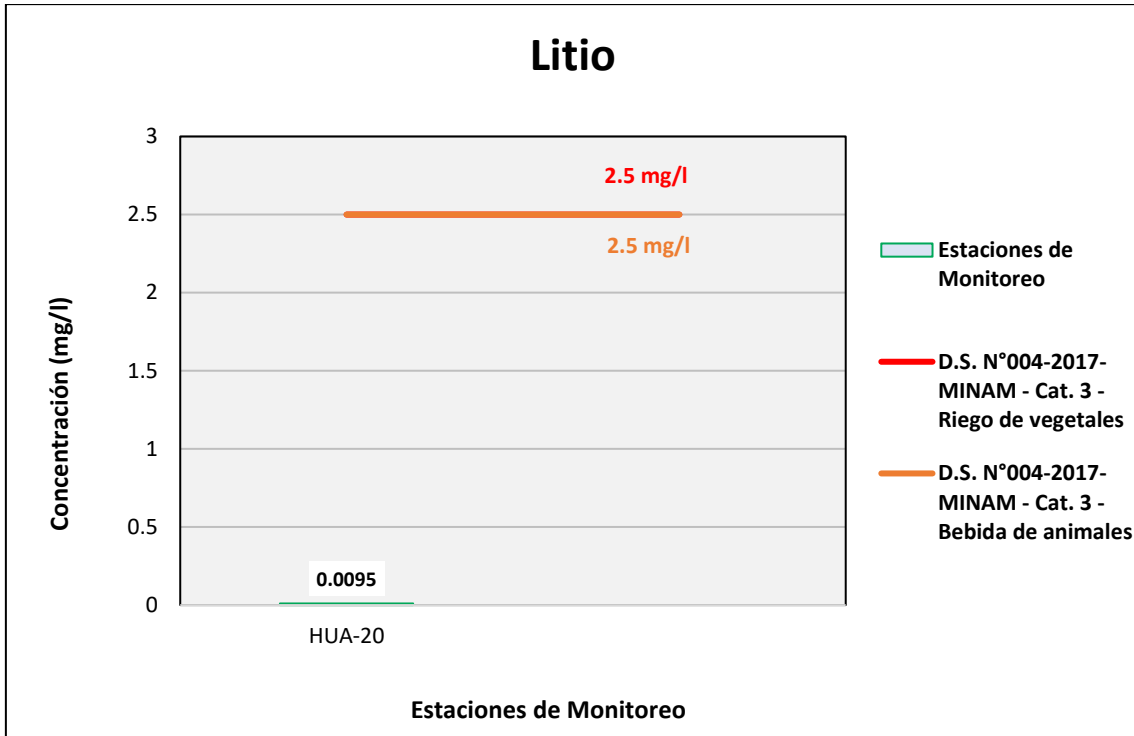
Figura 6.256. Resultados de Litio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

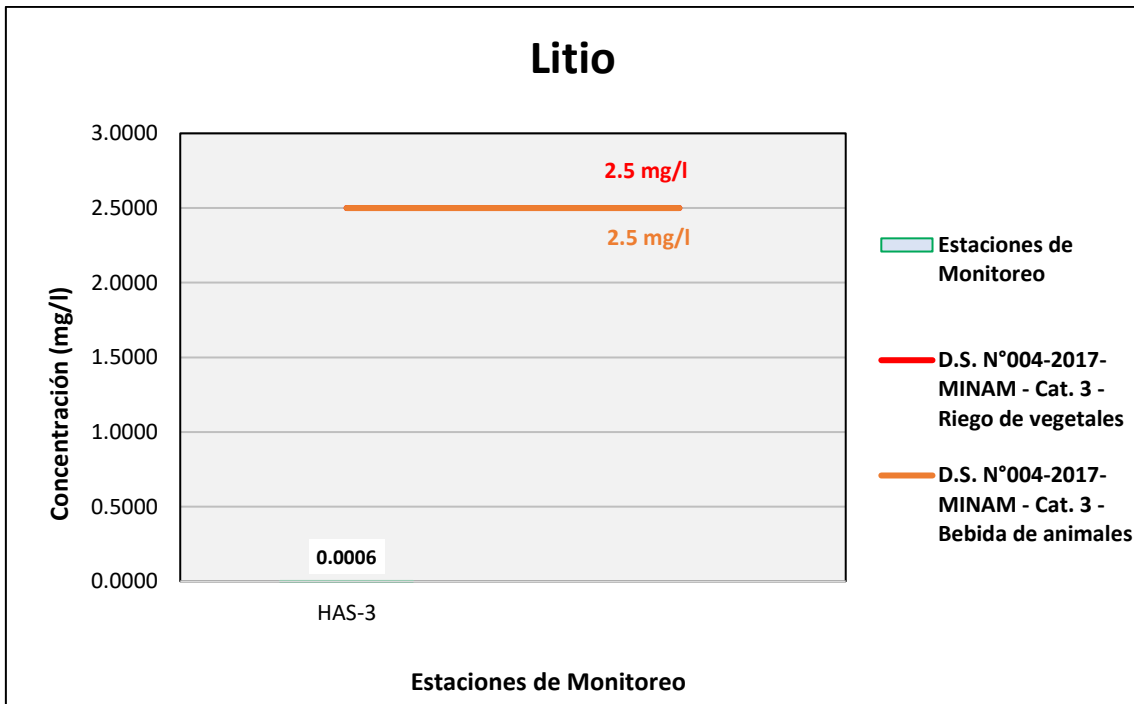
Figura 6.257. Resultados de Litio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

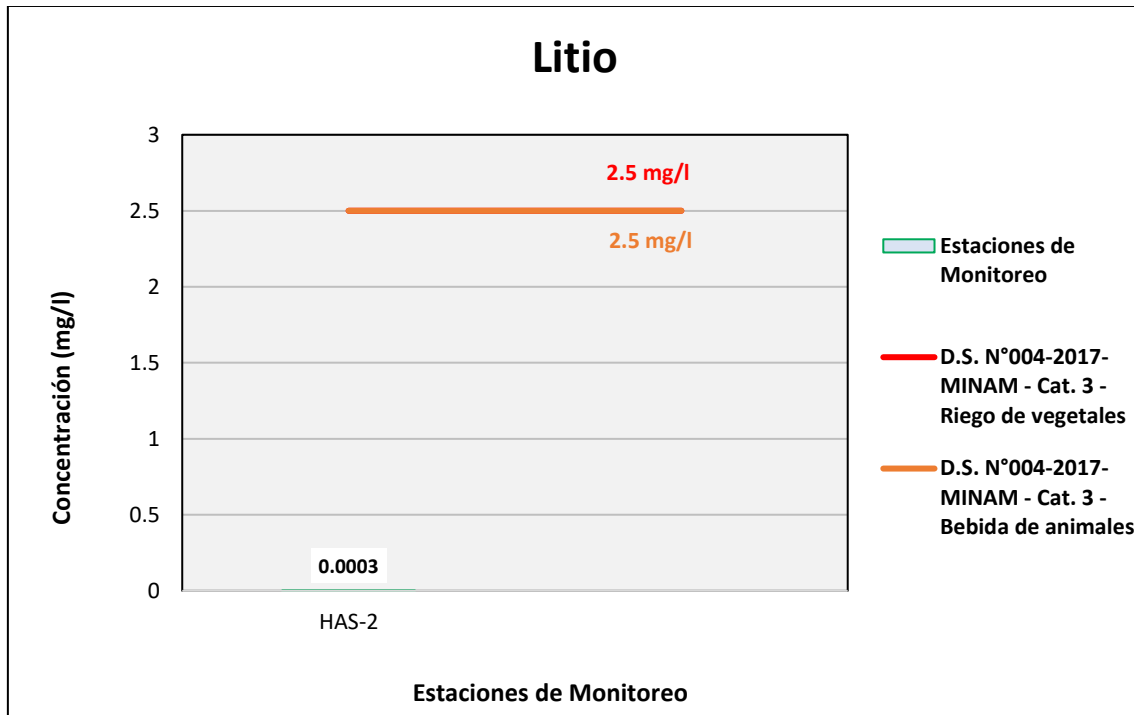
Figura 6.258. Resultados de Litio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.259. Resultados de Litio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

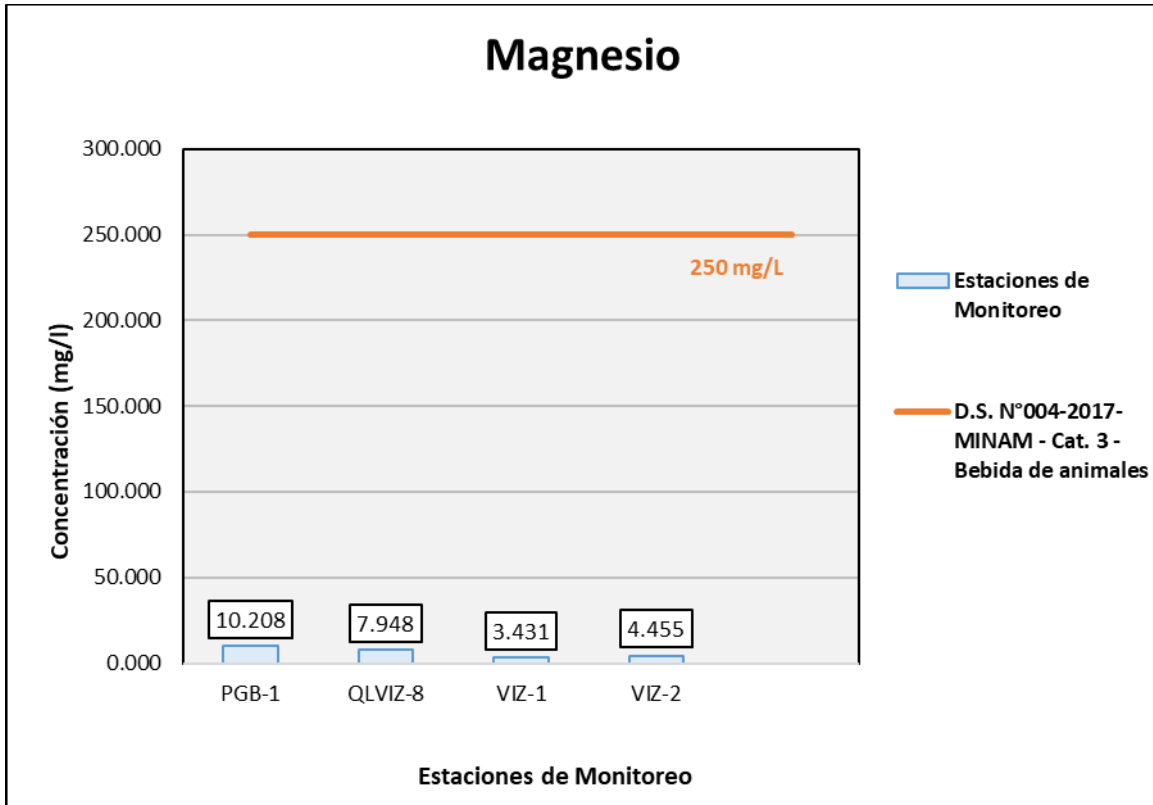
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.28 MAGNESIO

El magnesio (Mg) es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, representando un 2% de esta, así como también es el tercer elemento más abundante en las aguas de los cuerpos marino – costeros, encontrándose en la naturaleza en componentes orgánicos e inorgánicos.

Los valores de magnesio (Mg) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mg = 250 mg/L).

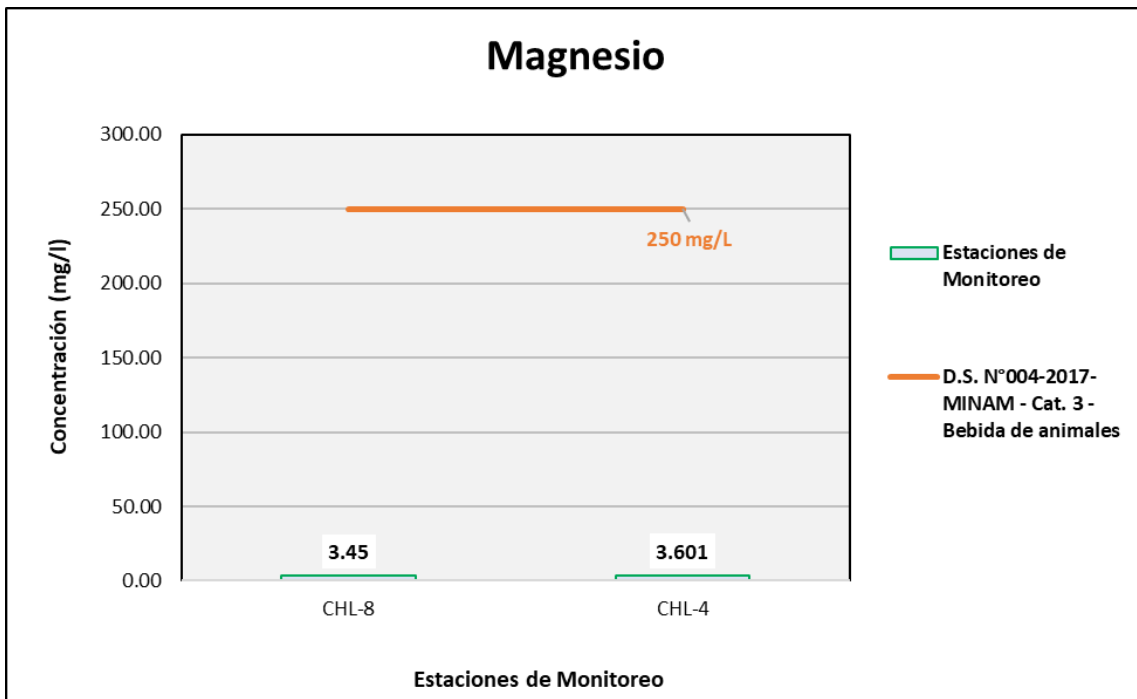
Figura 6.260. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

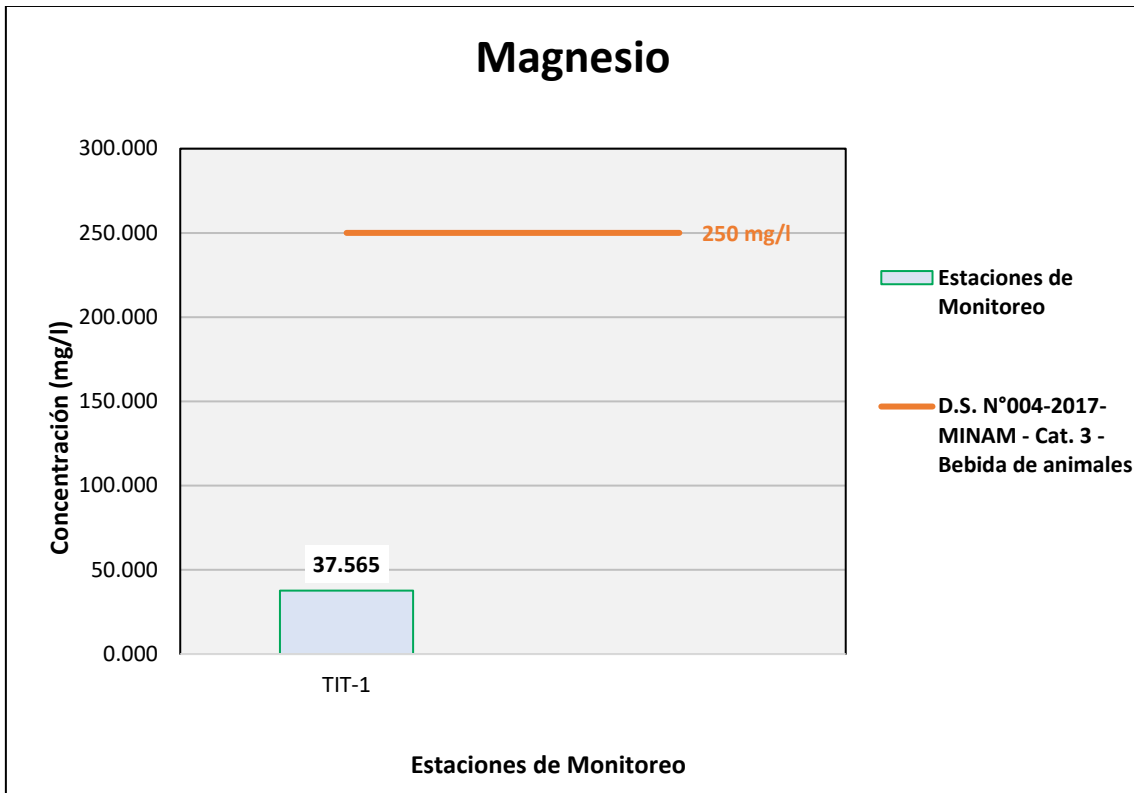
Figura 6.261. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

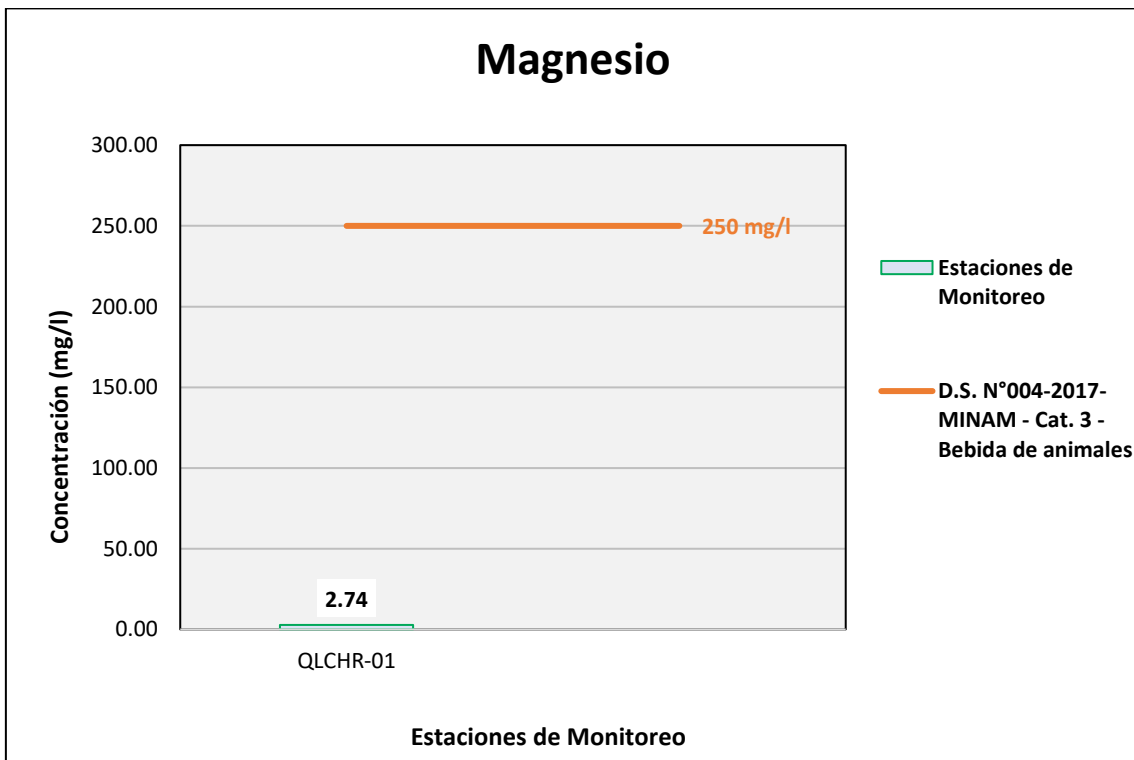
Figura 6.262. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

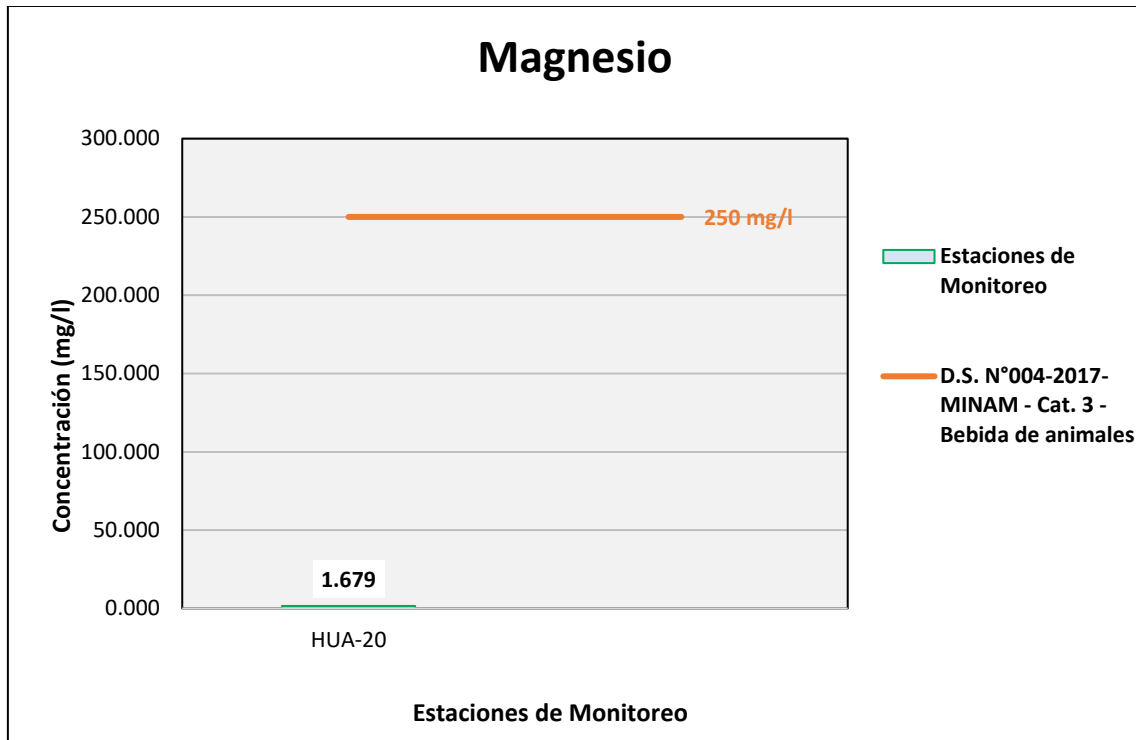
Figura 6.263. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

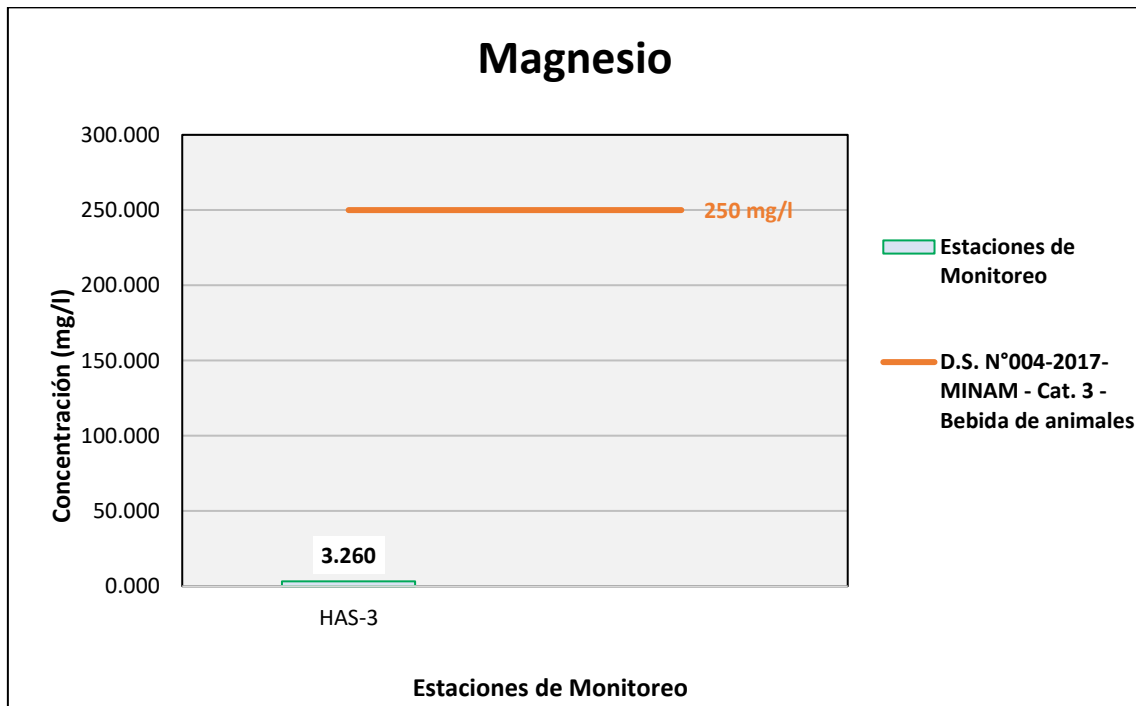
Figura 6.264. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

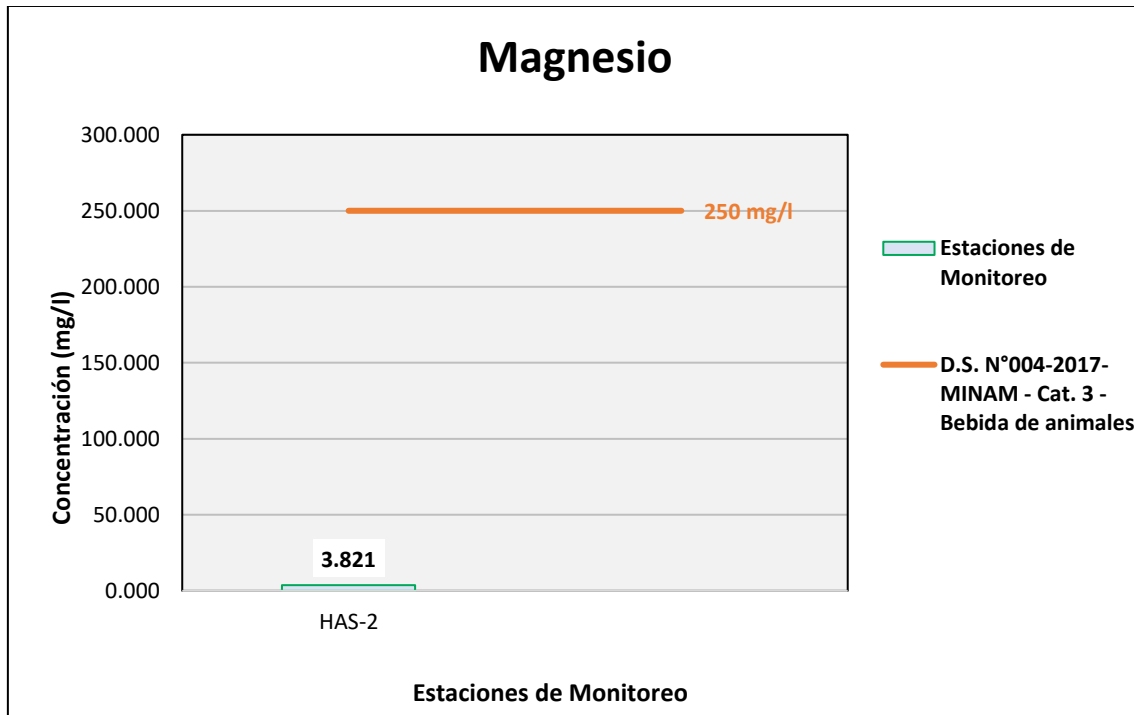
Figura 6.265. Resultados de Magnesio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.266. Resultados de Magnesio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.29 MANGANESO

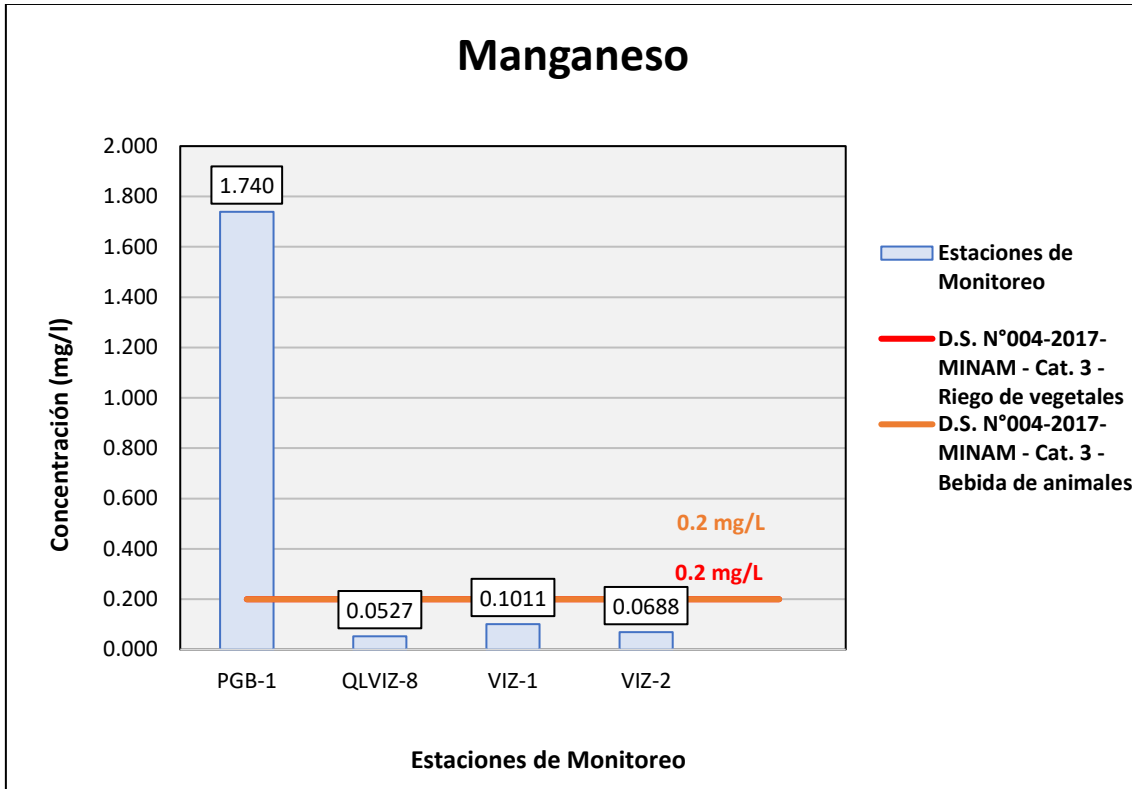
El manganeso (Mn) es una sustancia natural que se encuentra en diversos tipos de rocas. El manganeso puro es un metal de color plateado; sin embargo, en la naturaleza no se le encuentra en forma pura, sino combinado con otras sustancias tales como oxígeno, azufre y cloro. El manganeso es un elemento traza necesario para mantener buena salud.

Los compuestos del manganeso (Mn) existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presentes en las partículas de polvo. Estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días.

Los valores de manganeso (Mn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mn = 0,2 mg/L), sin embargo, las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo PGB-1 y QLVIZ-8, ubicados en el río Vizcachas y en el punto TIT-1 correspondiente al río Titire se encuentran excediendo el valor establecido en los ECA para agua

De acuerdo con el Boletín N°15 – Serie A del Cuadrángulo de Moquegua, publicado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, eso puede deberse a la presencia de actividad geotérmica y del afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de manganeso asociada al desgaste de rocas con presencia de dicho elemento.

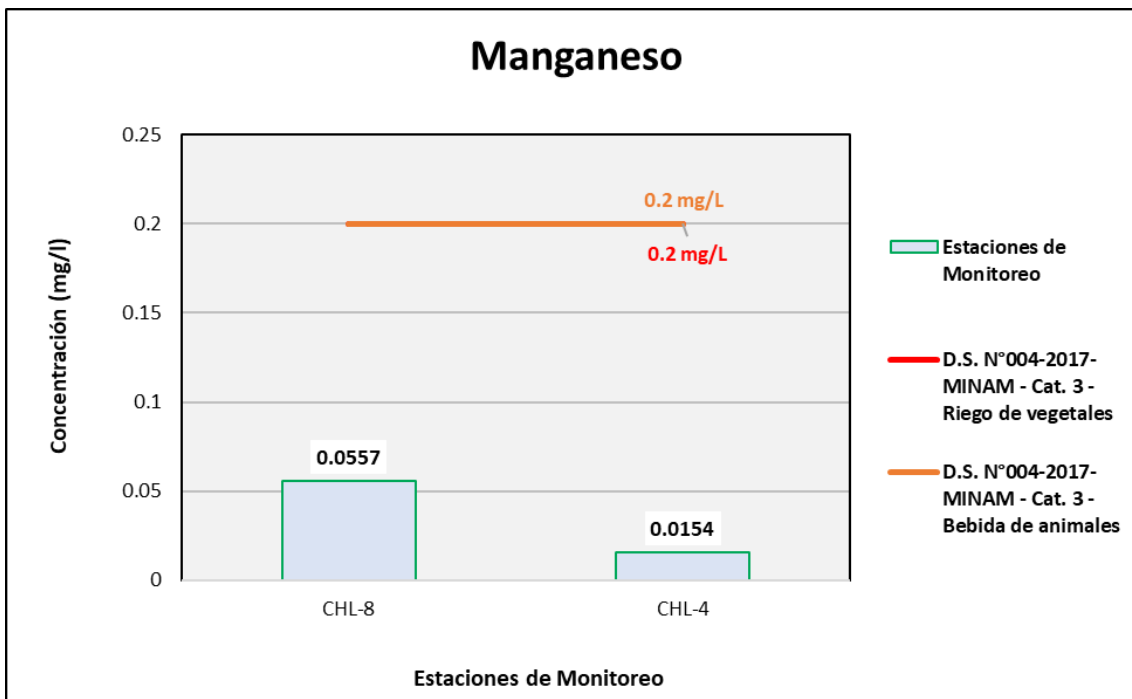
Figura 6.267. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

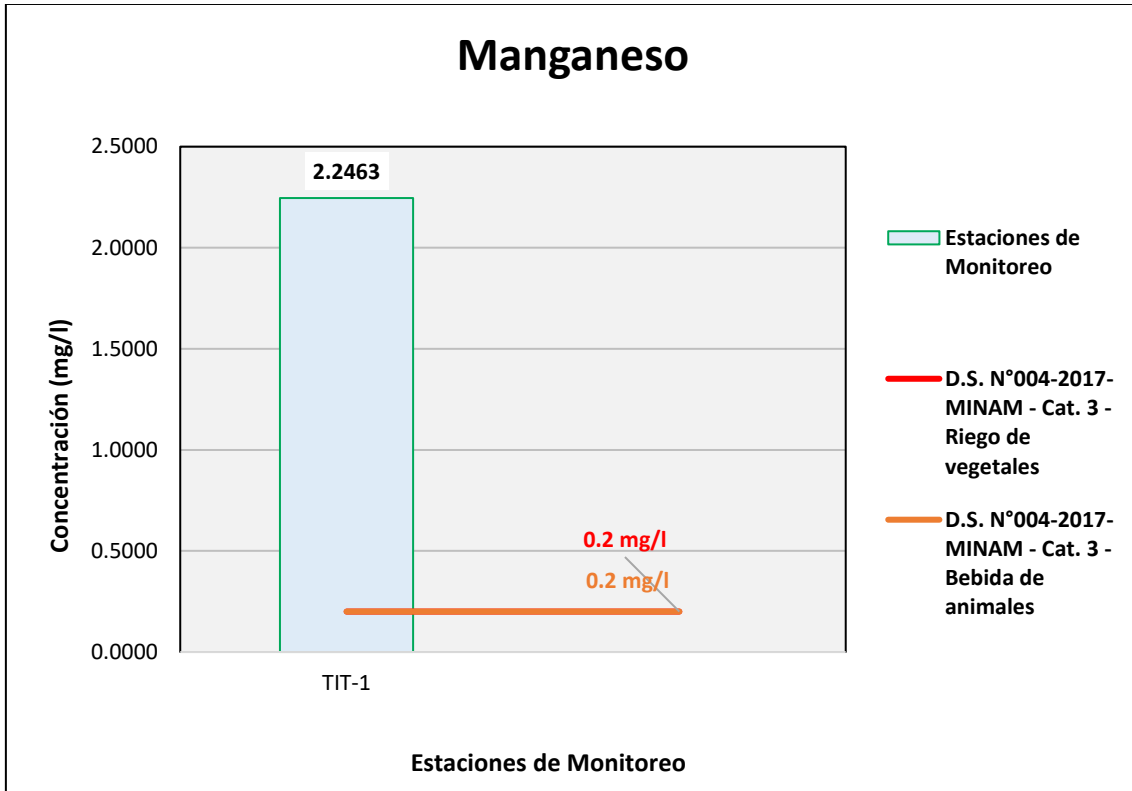
Figura 6.268. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

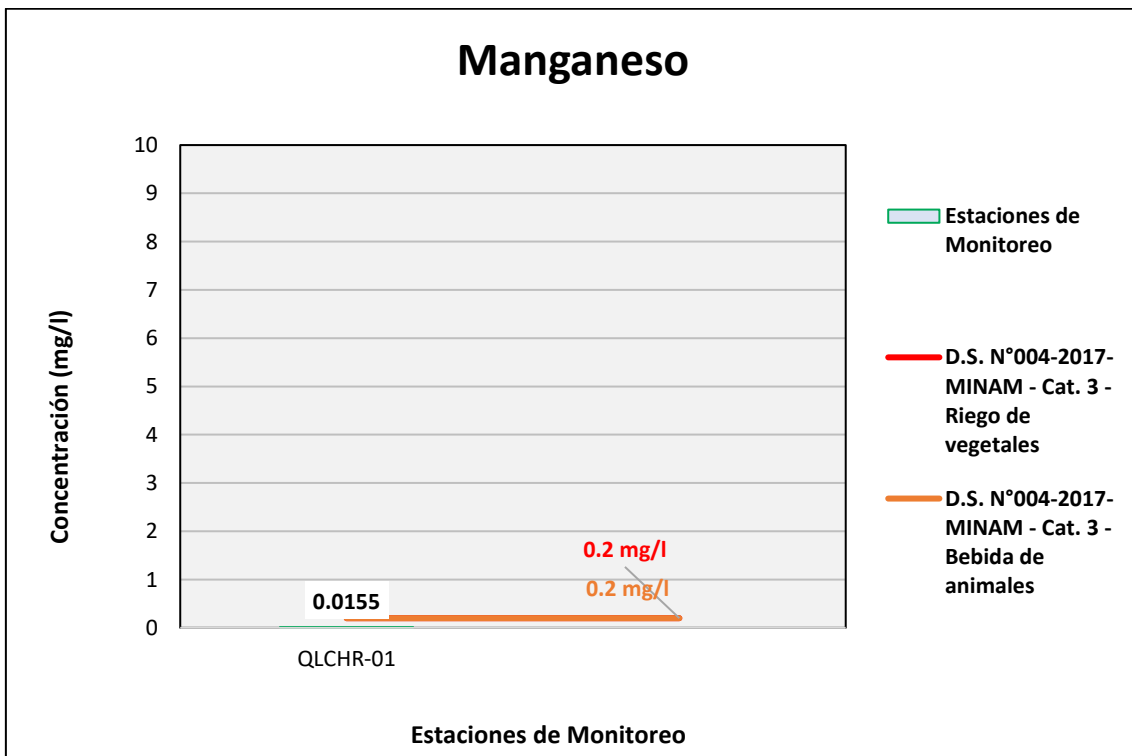
Figura 6.269. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

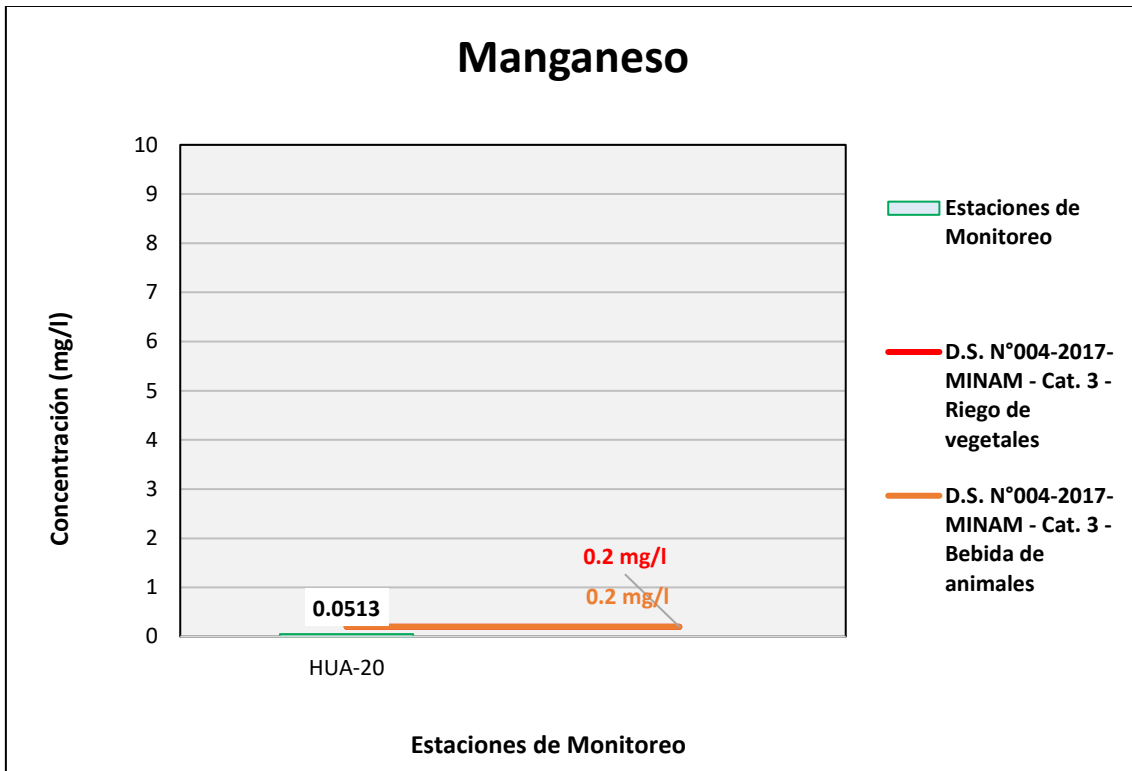
Figura 6.270. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

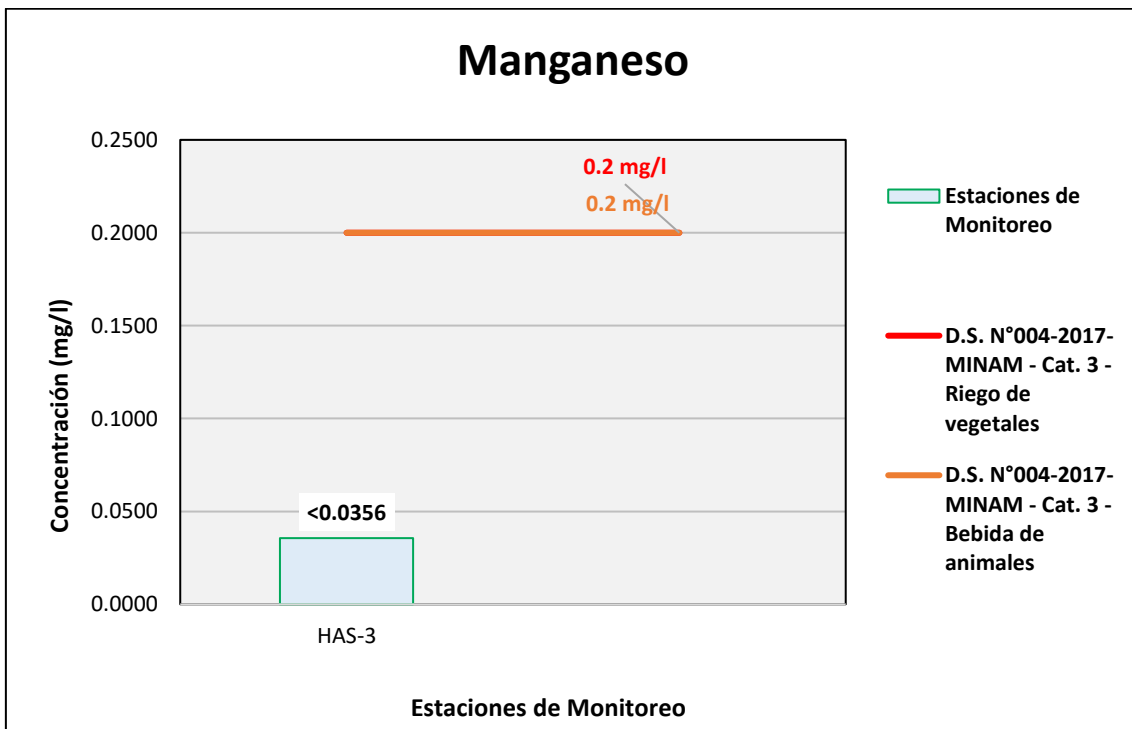
Figura 6.271. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

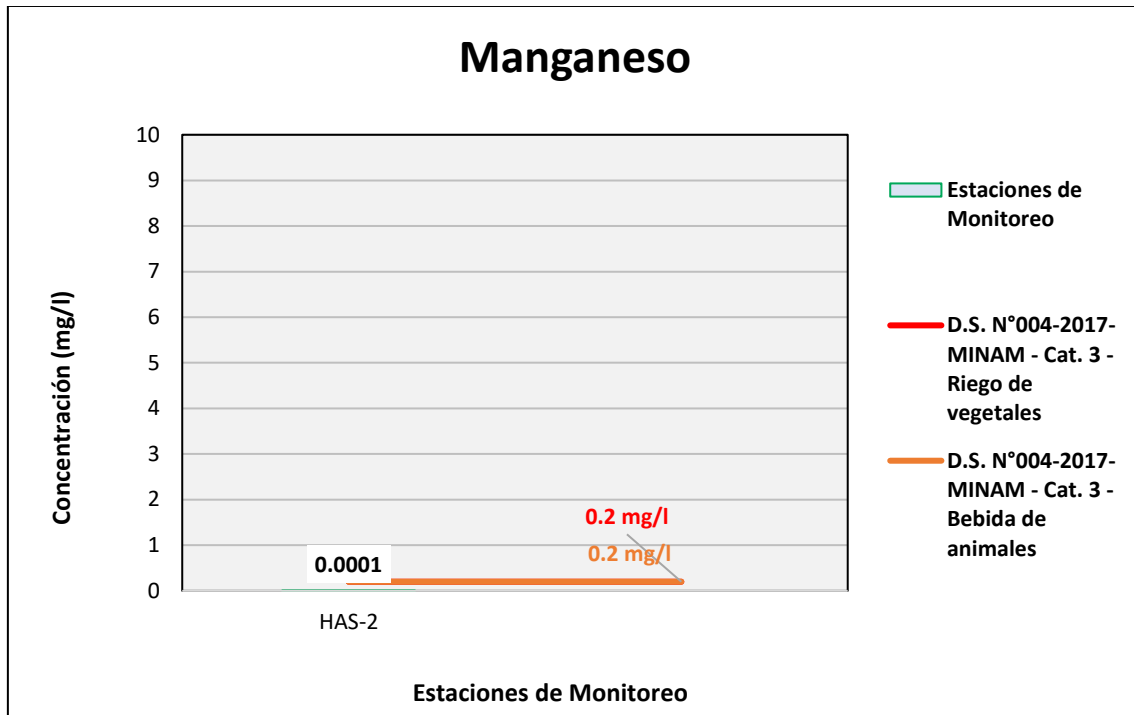
Figura 6.272. Resultados de Manganeso – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.273. Resultados de Manganeso – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

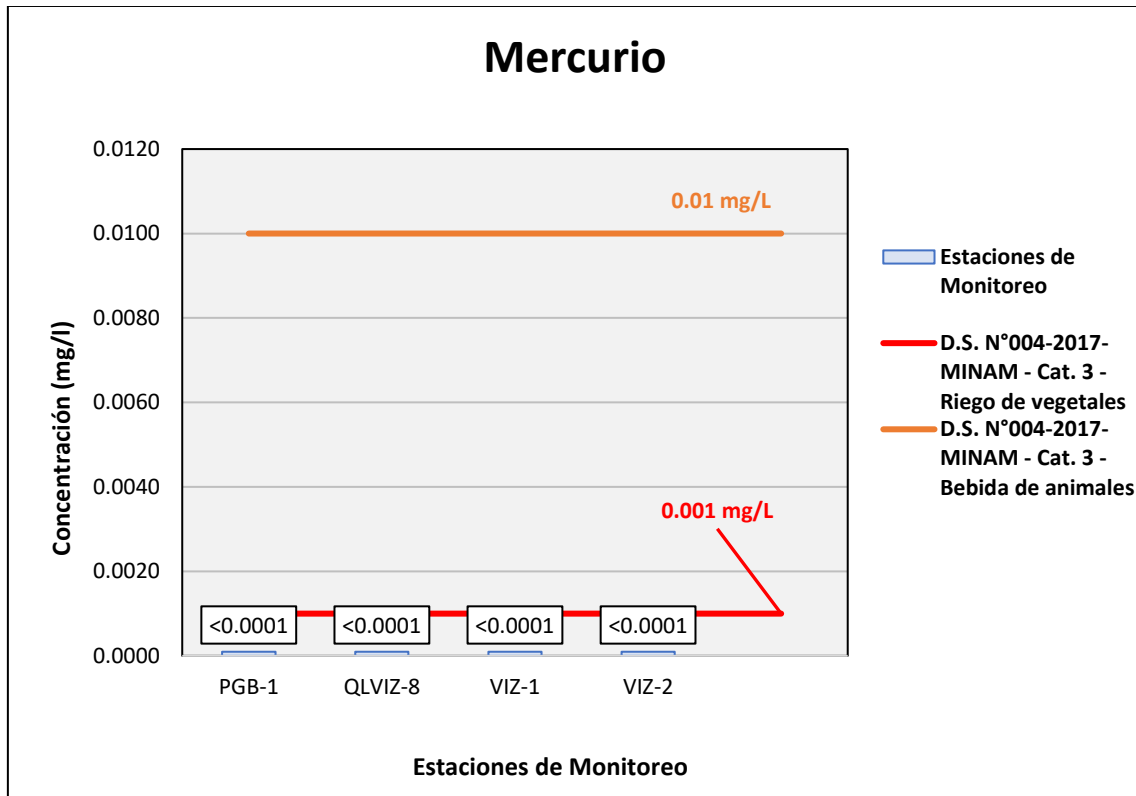
Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.30 MERCURIO

El mercurio es un metal pesado, plateado, ubicuo y líquido a temperatura ambiente. En su forma pura se lo conoce como mercurio elemental (Hg). Actualmente un elemento de relevancia mundial. Es un importante tóxico ambiental con gran impacto sobre la salud humana ya que ocasiona daños irreversibles en el sistema nervioso central, principalmente en las etapas de mayor vulnerabilidad.

Los análisis de Mercurio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Hg = 0,001 mg/L).

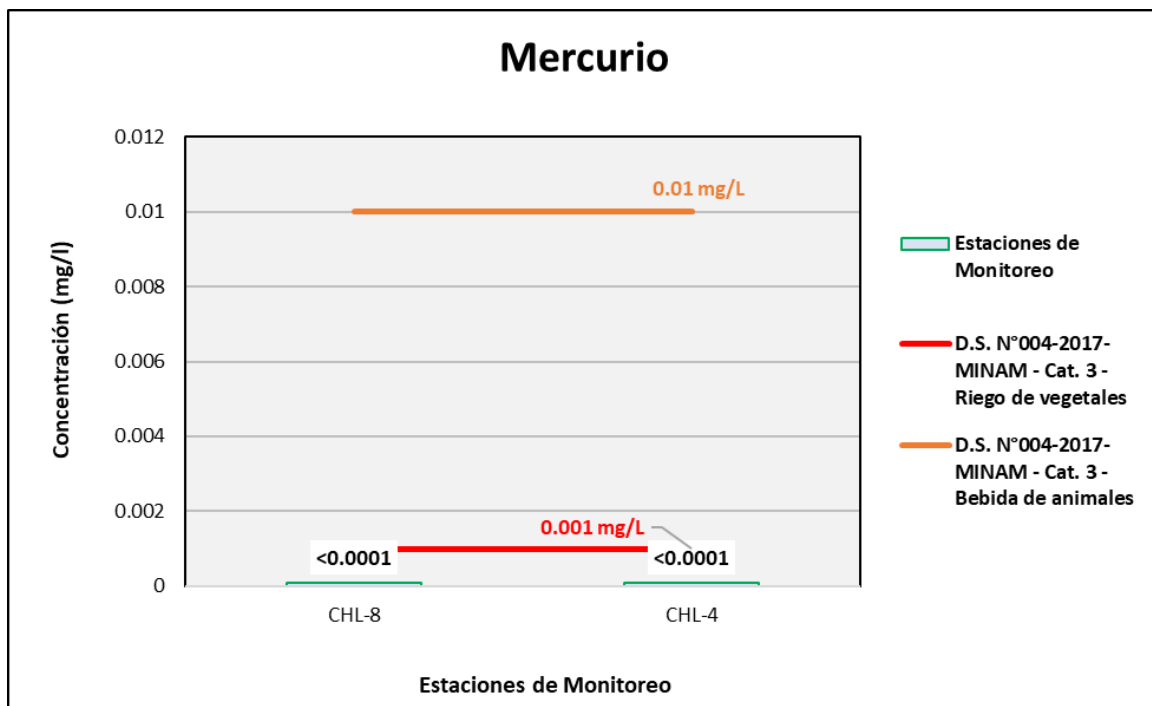
Figura 6.274. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

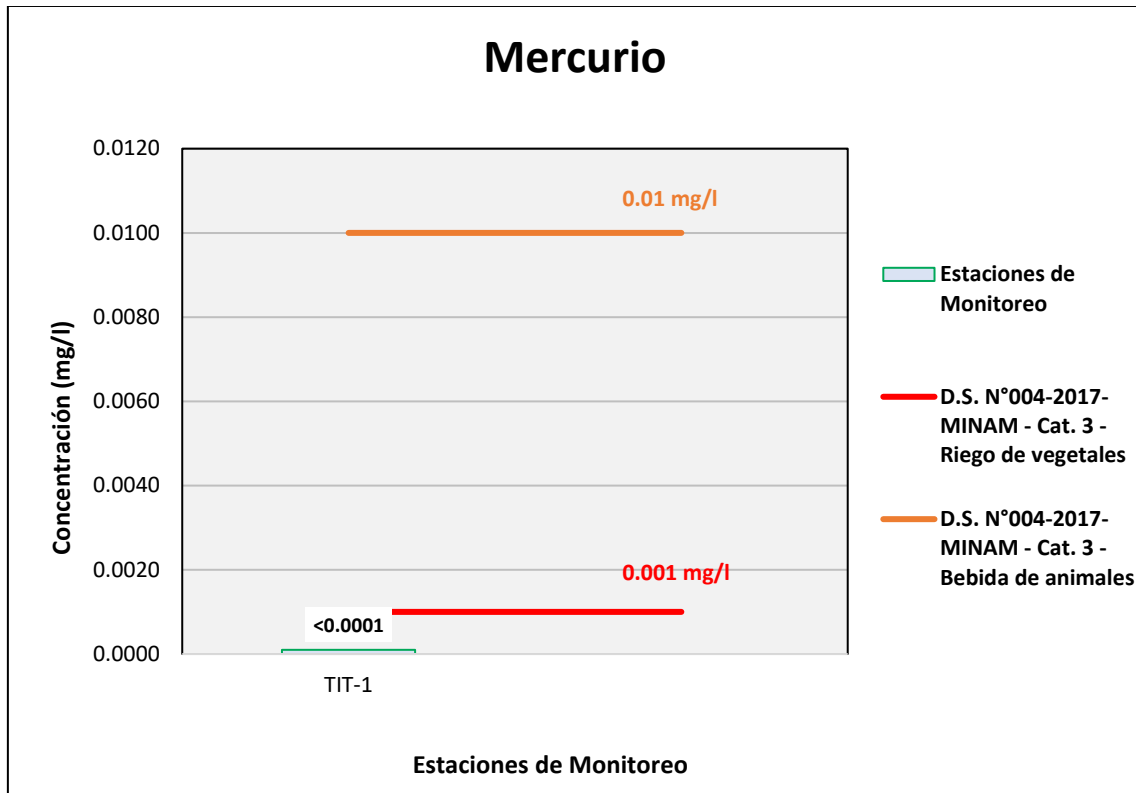
Figura 6.275. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

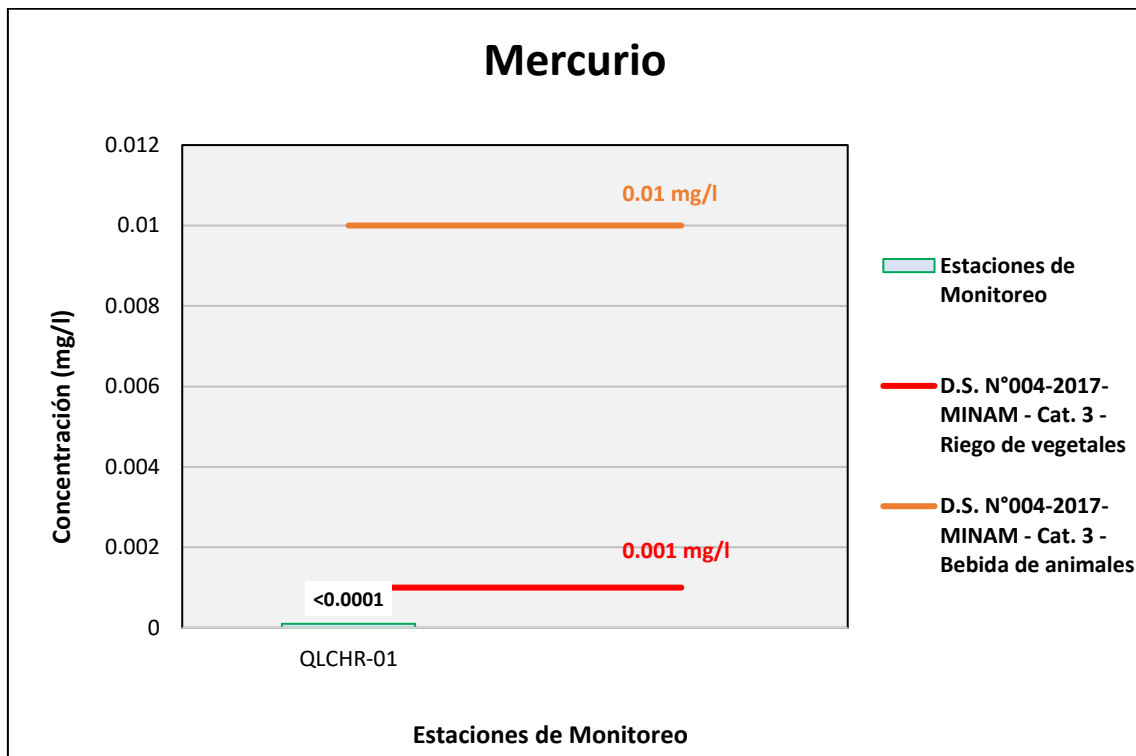
Figura 6.276. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

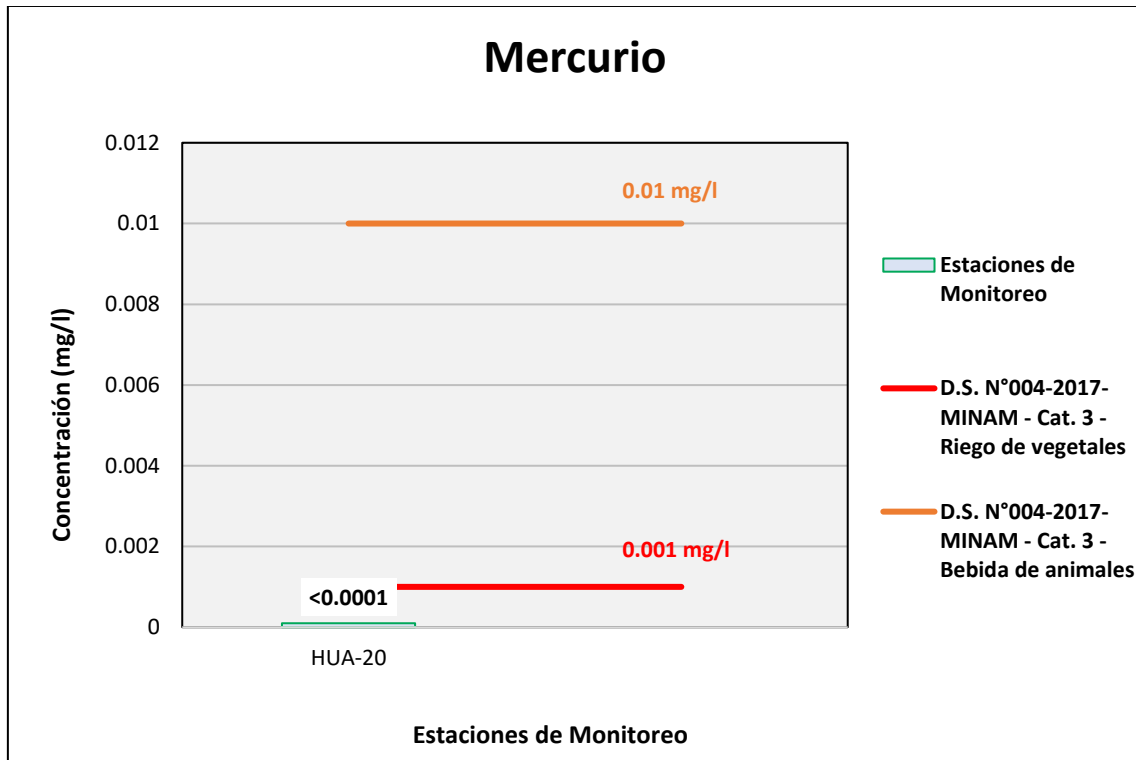
Figura 6.277. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

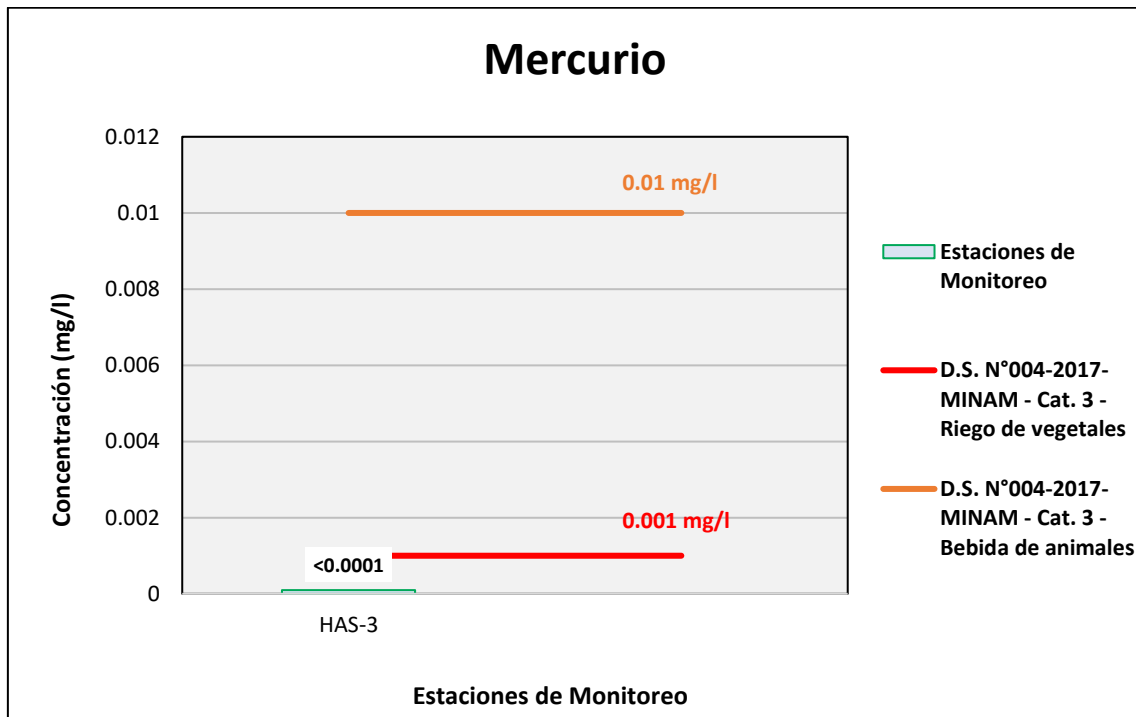
Figura 6.278. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

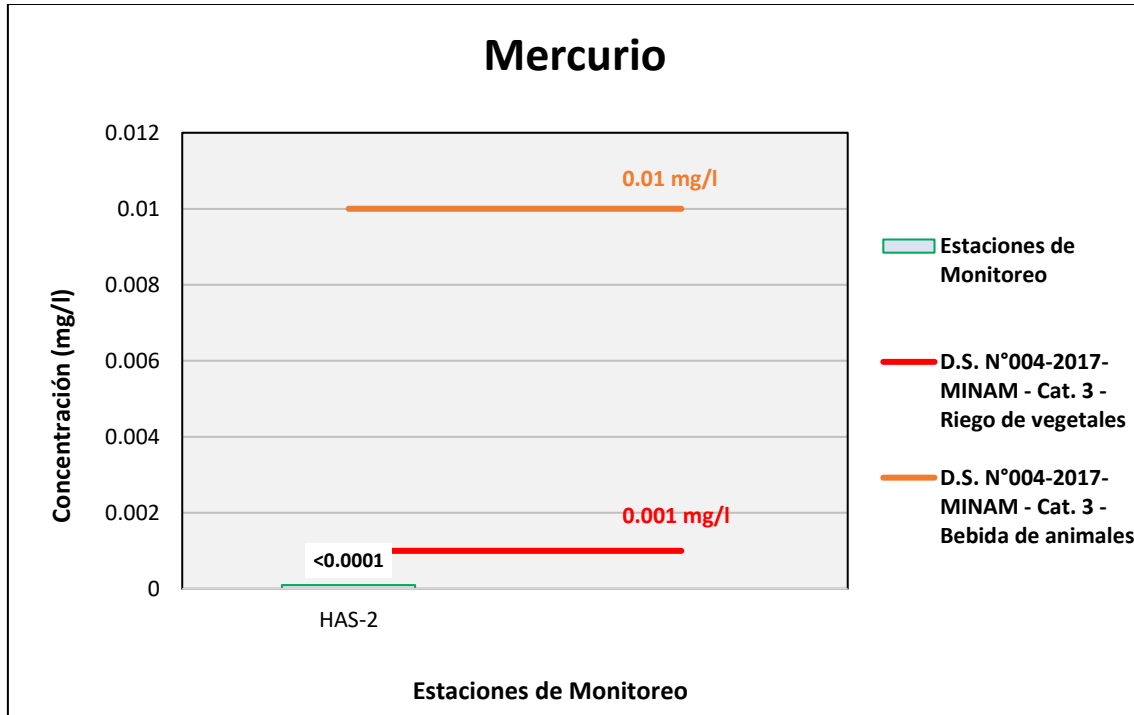
Figura 6.279. Resultados de Mercurio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.280. Resultados de Mercurio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



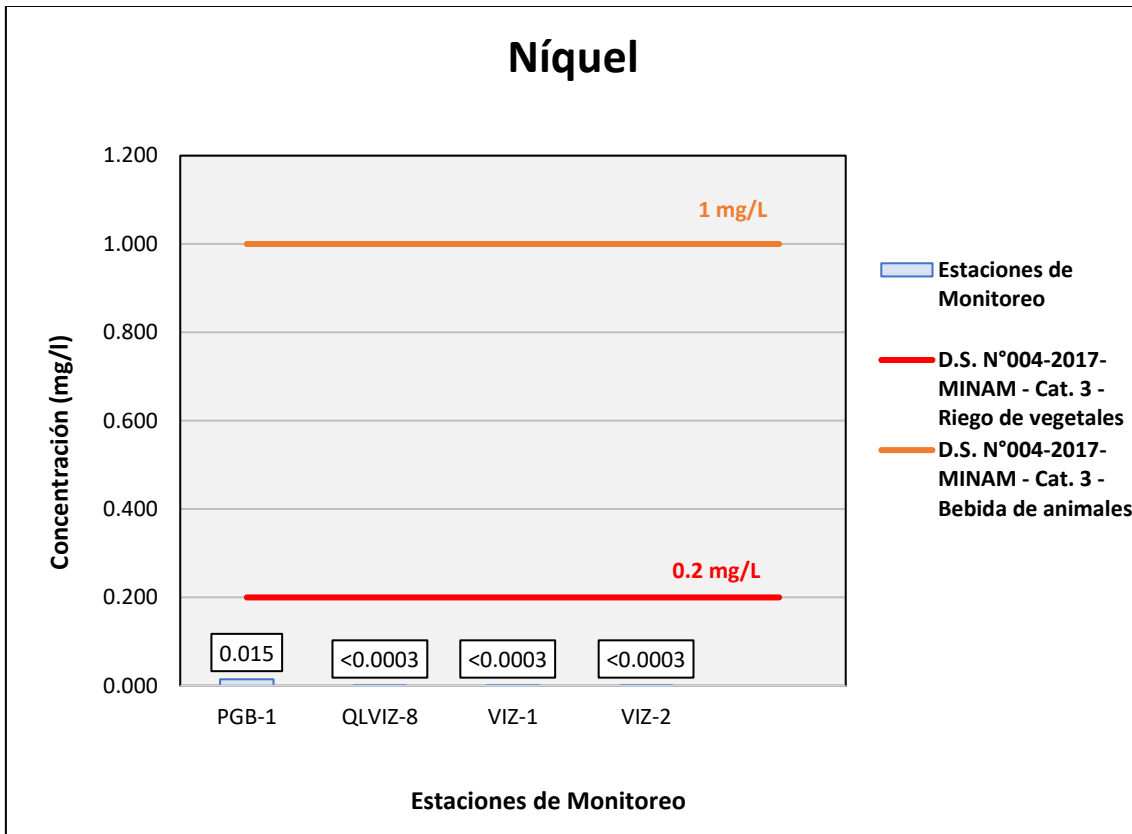
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.31 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ni = 0,2 mg/L).

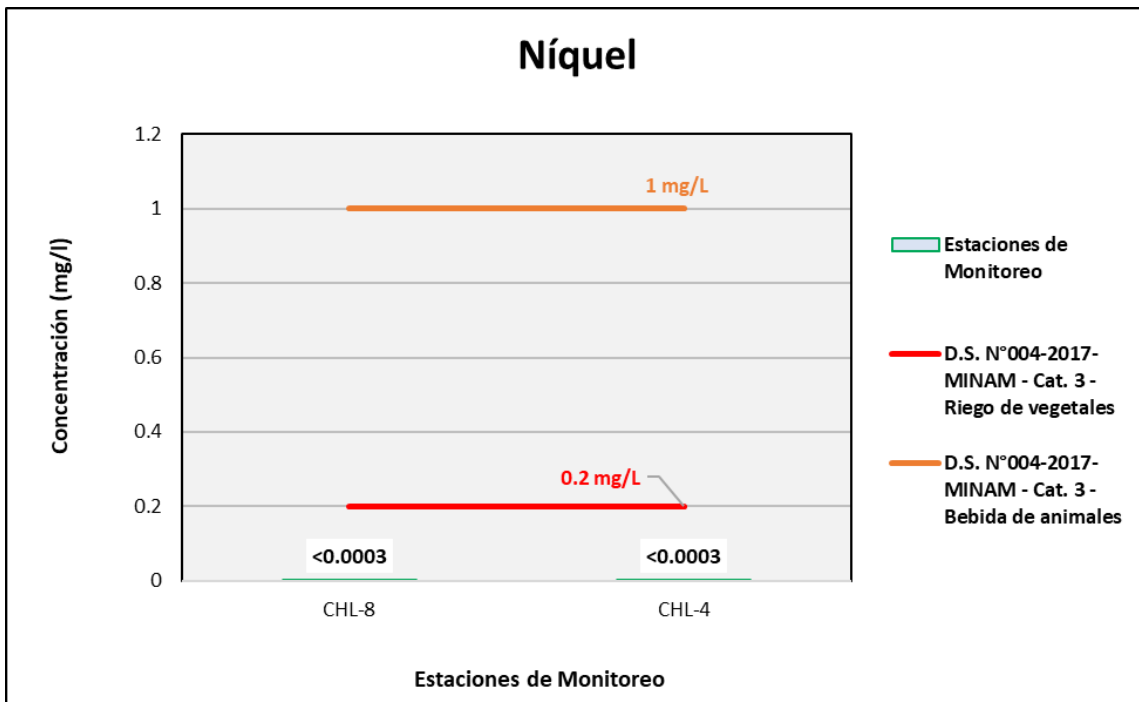
Figura 6.281. Resultados de Níquel – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

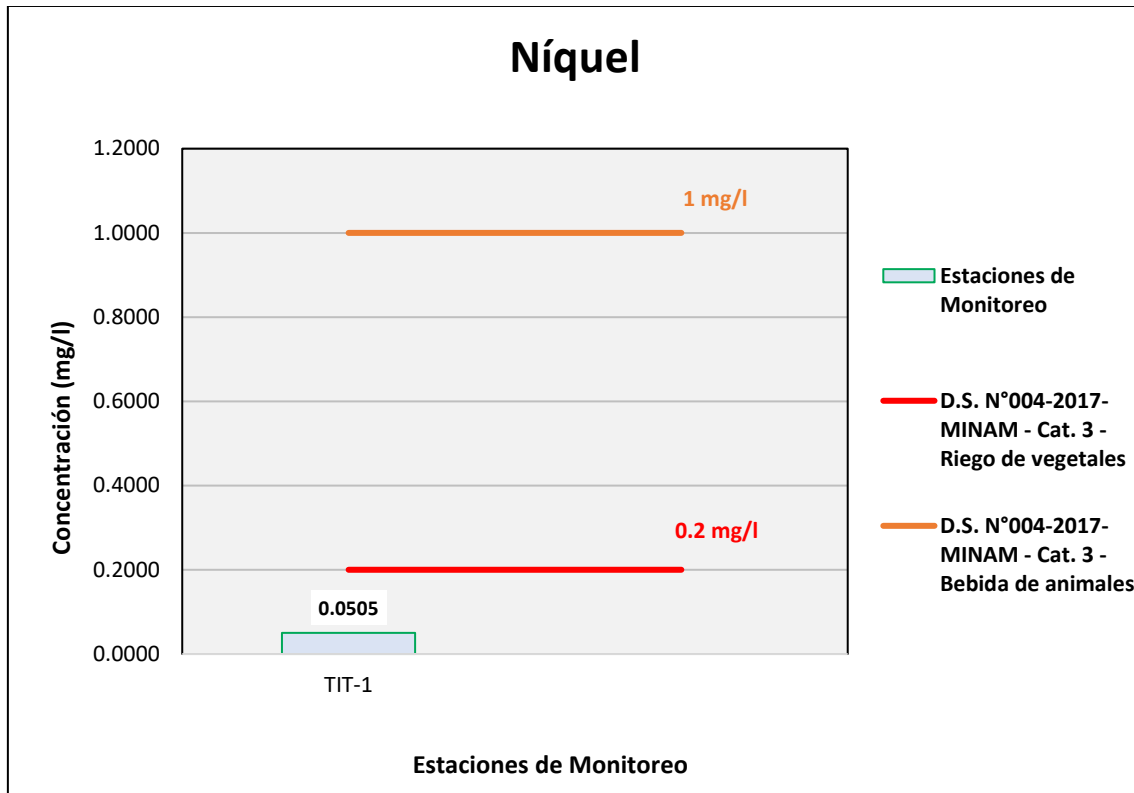
Figura 6.282. Resultados de Níquel – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

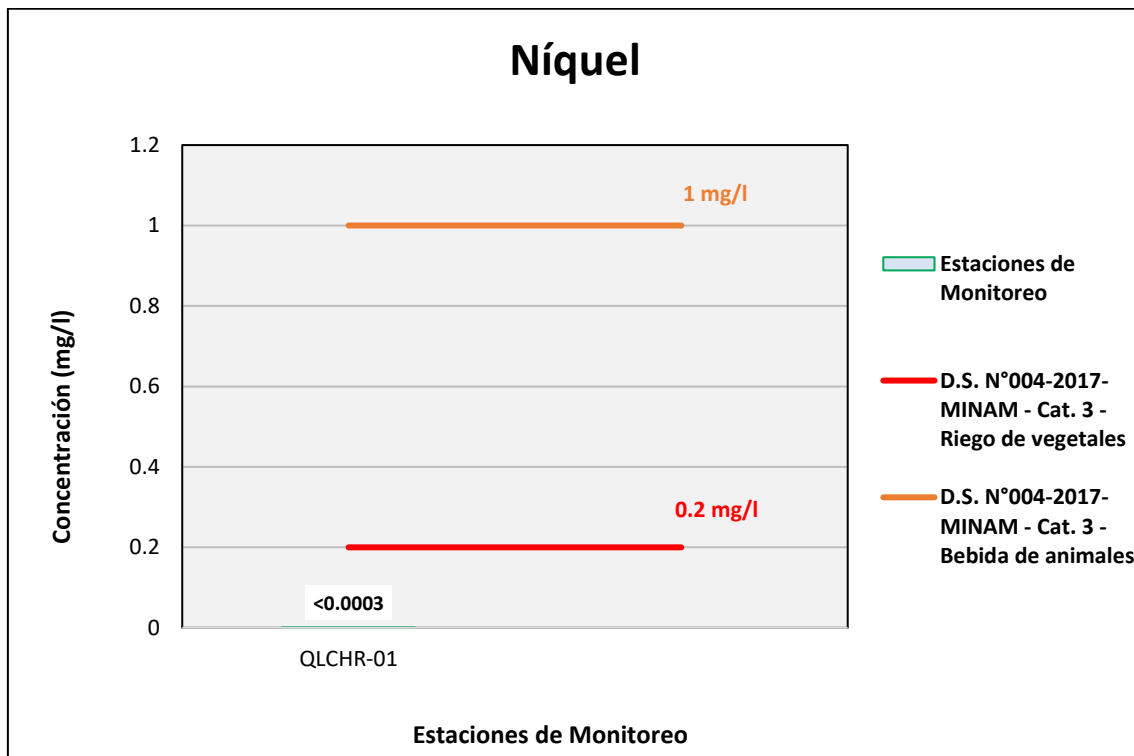
Figura 6.283. Resultados de Níquel – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

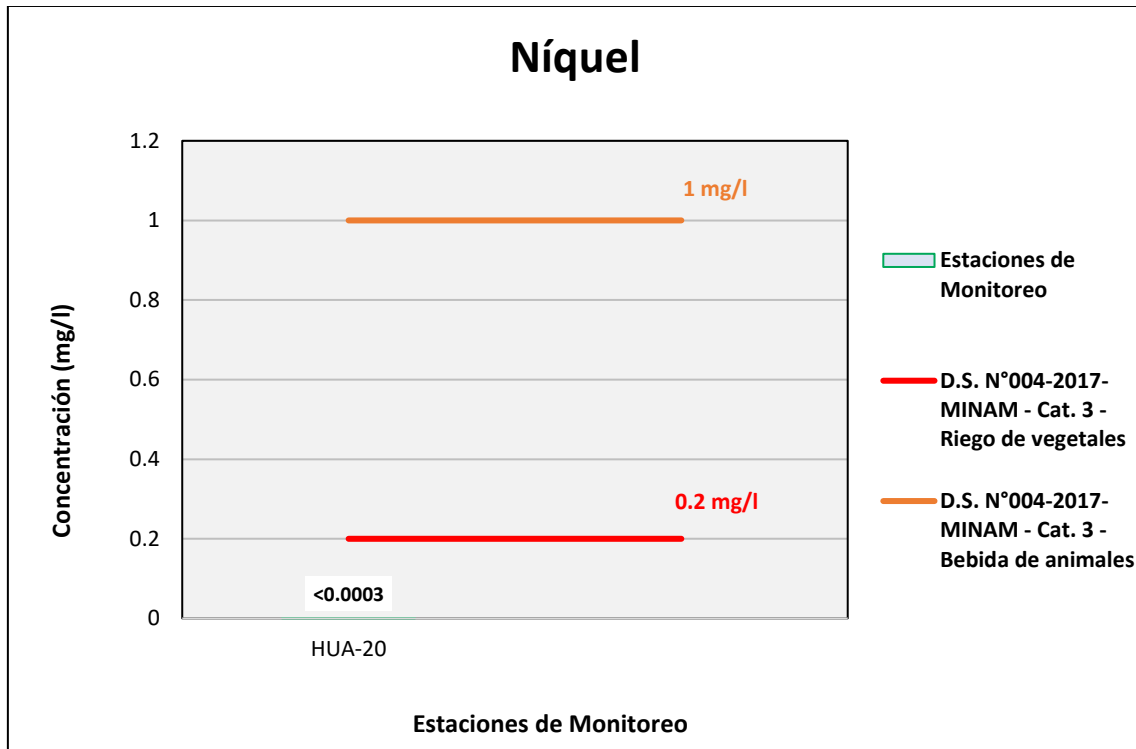
Figura 6.284. Resultados de Níquel – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

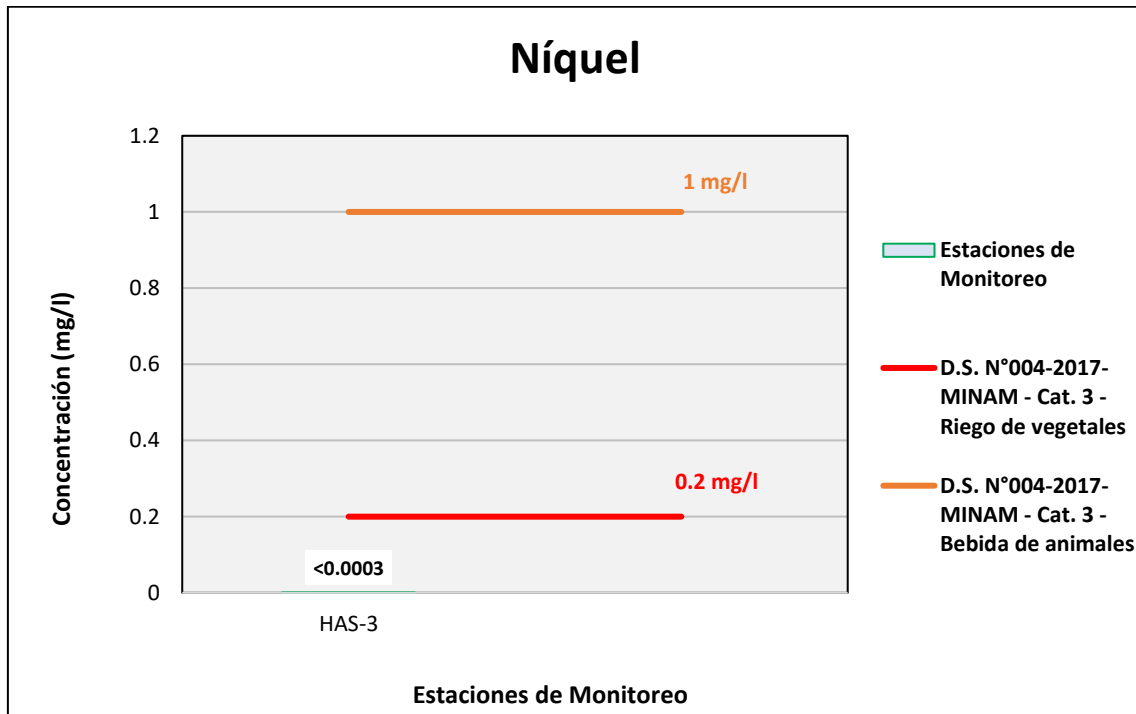
Figura 6.285. Resultados de Níquel – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

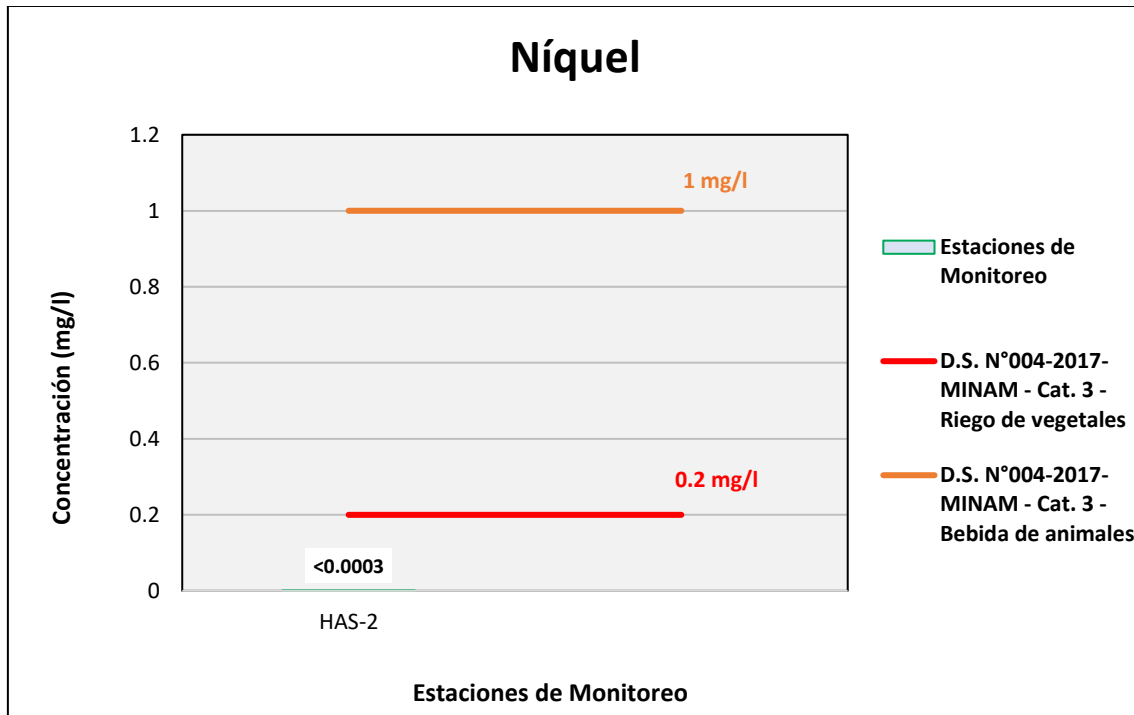
Figura 6.286. Resultados de Níquel – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.287. Resultados de Níquel – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



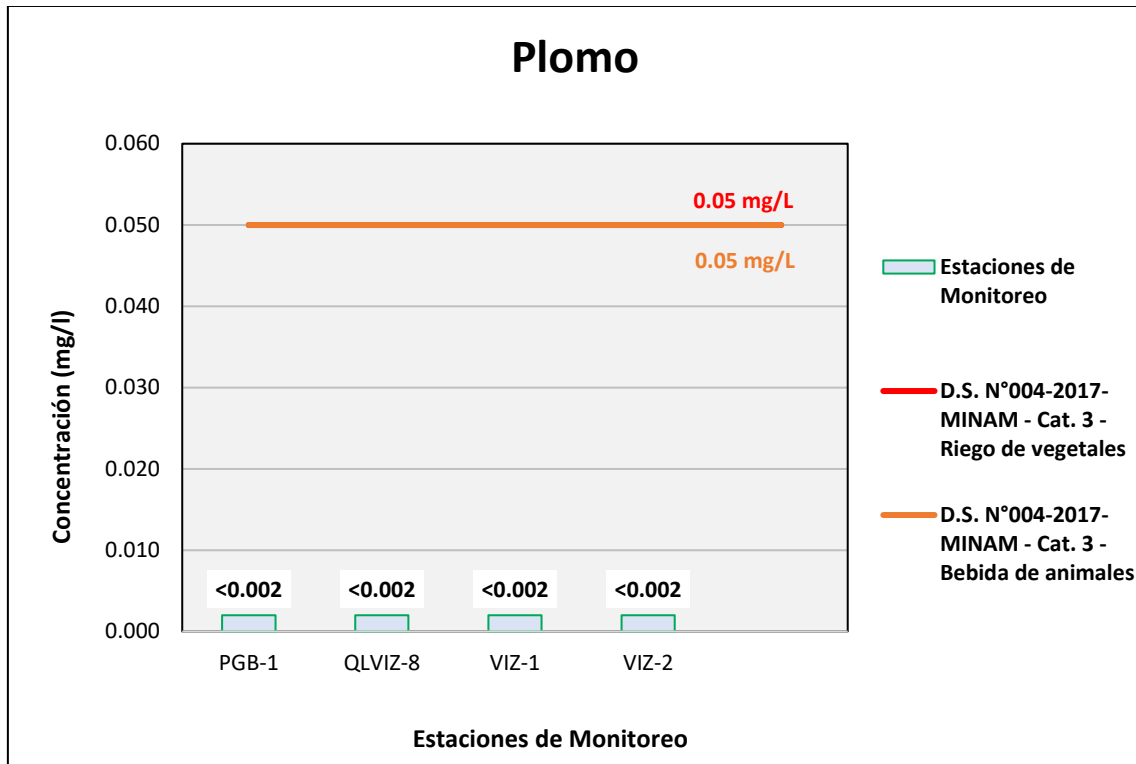
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.32 PLOMO

El plomo es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. Más de tres cuartos partes del consumo mundial de plomo corresponden a la fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Pb = 0,05 mg/L).

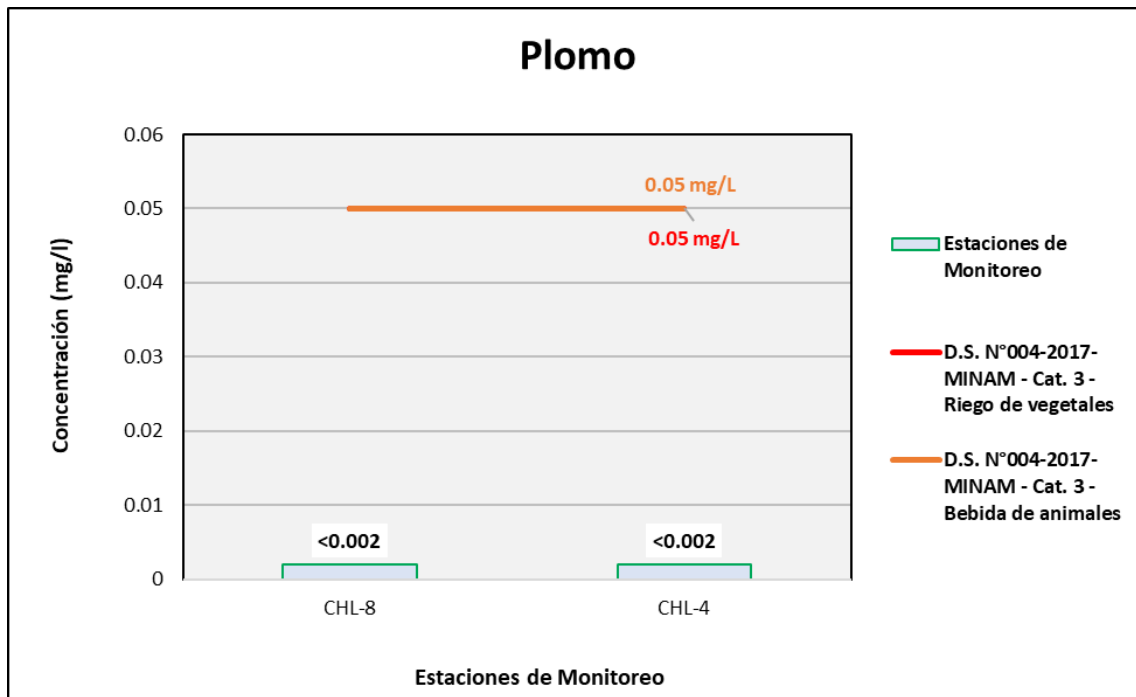
Figura 6.288. Resultados de Plomo – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

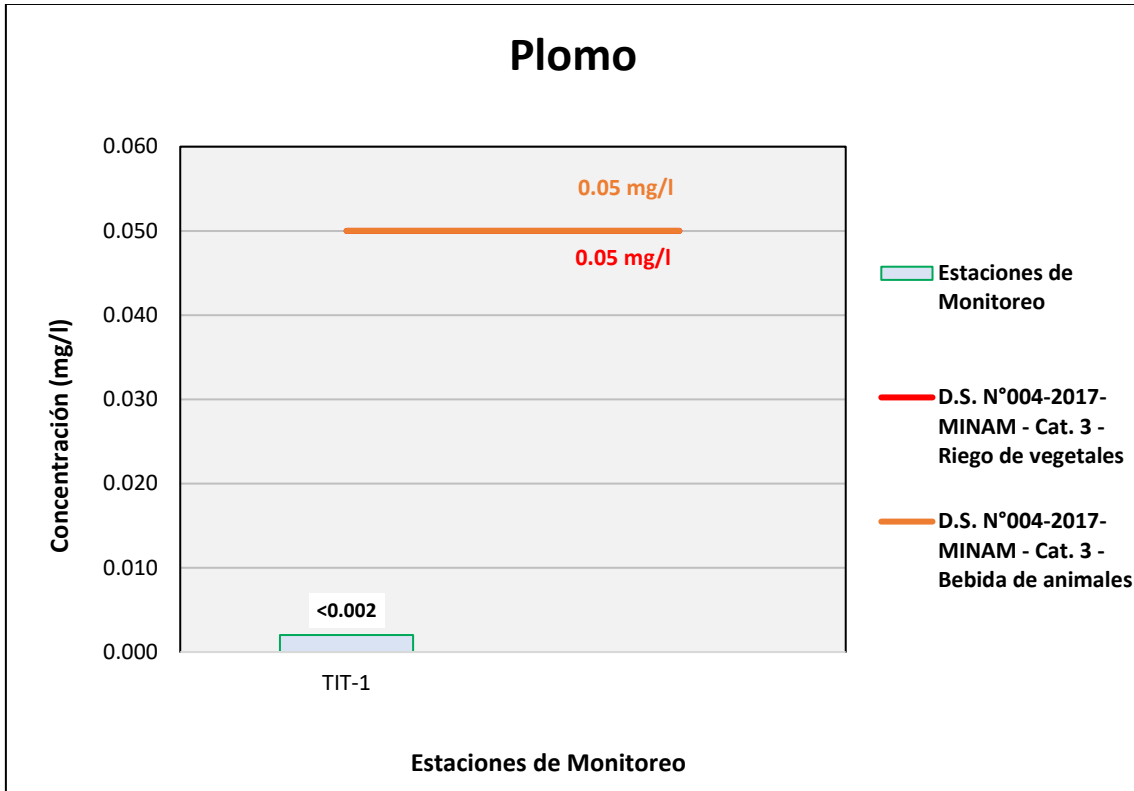
Figura 6.289. Resultados de Plomo – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

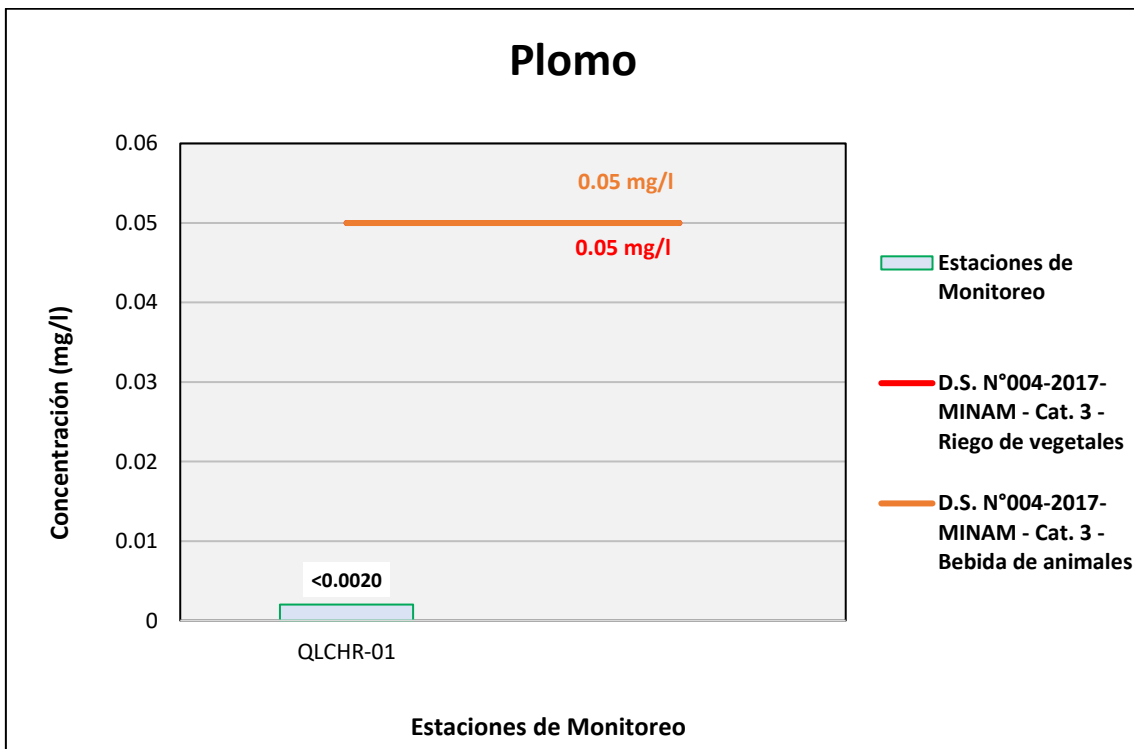
Figura 6.290. Resultados de Plomo – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

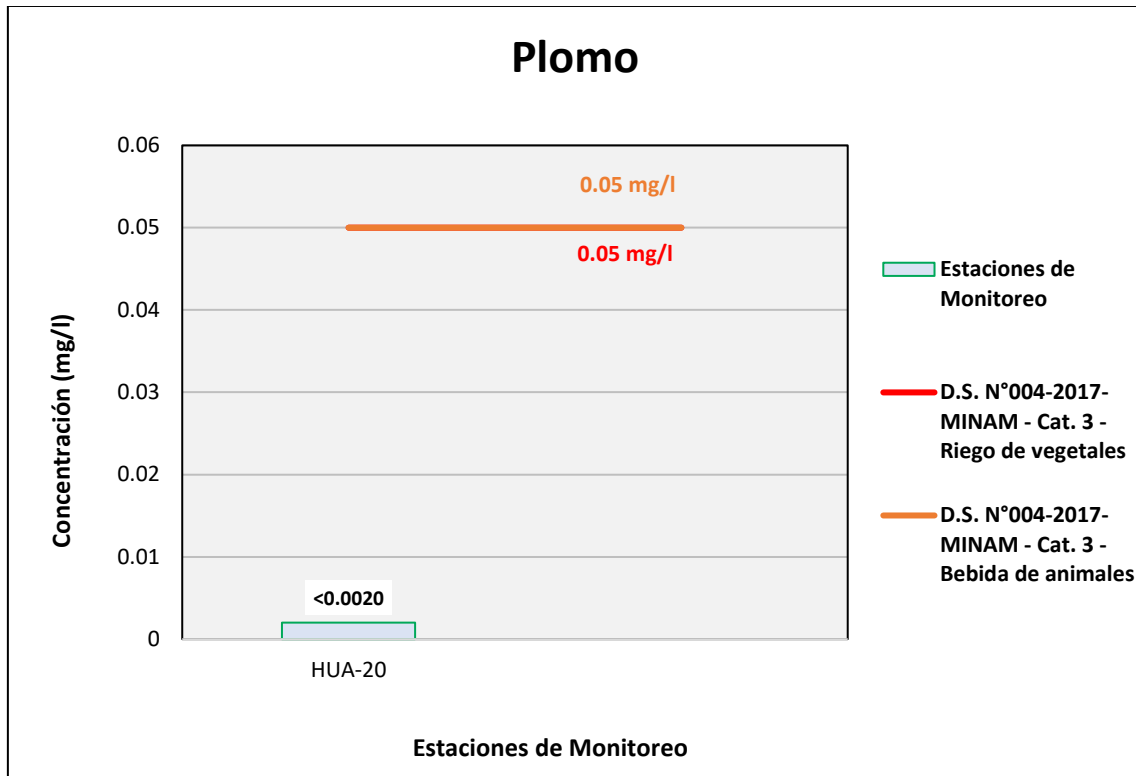
Figura 6.291. Resultados de Plomo – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

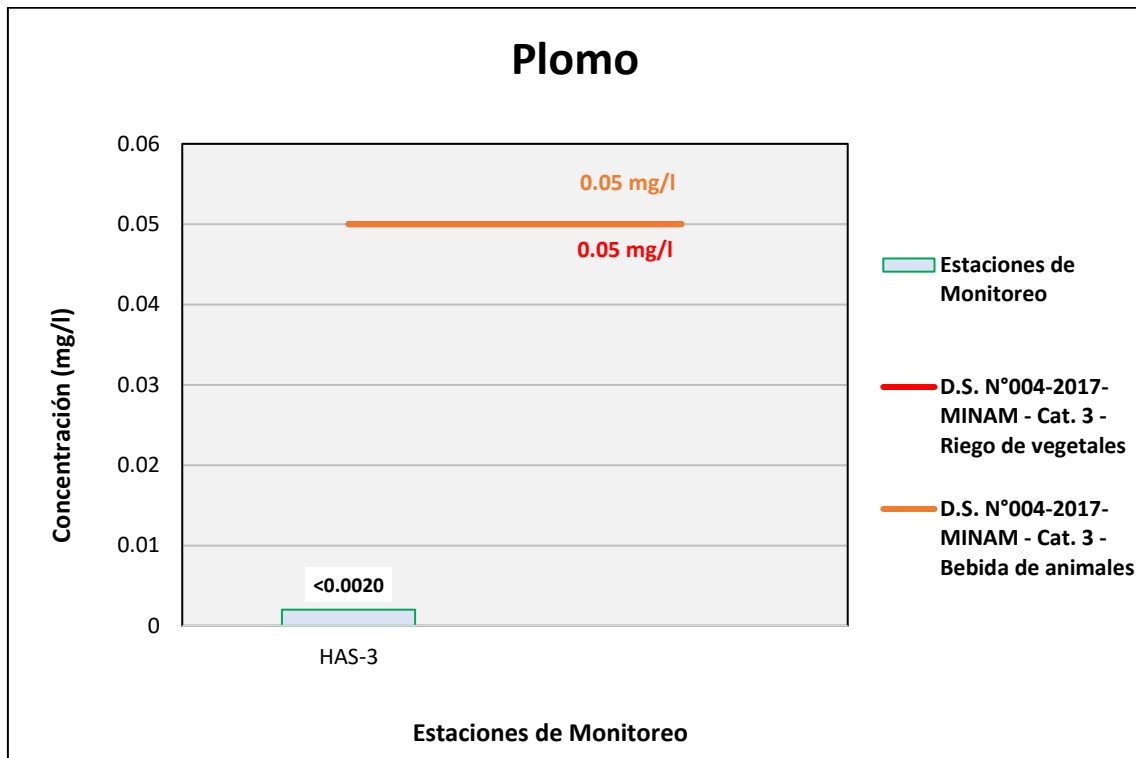
Figura 6.292. Resultados de Plomo – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

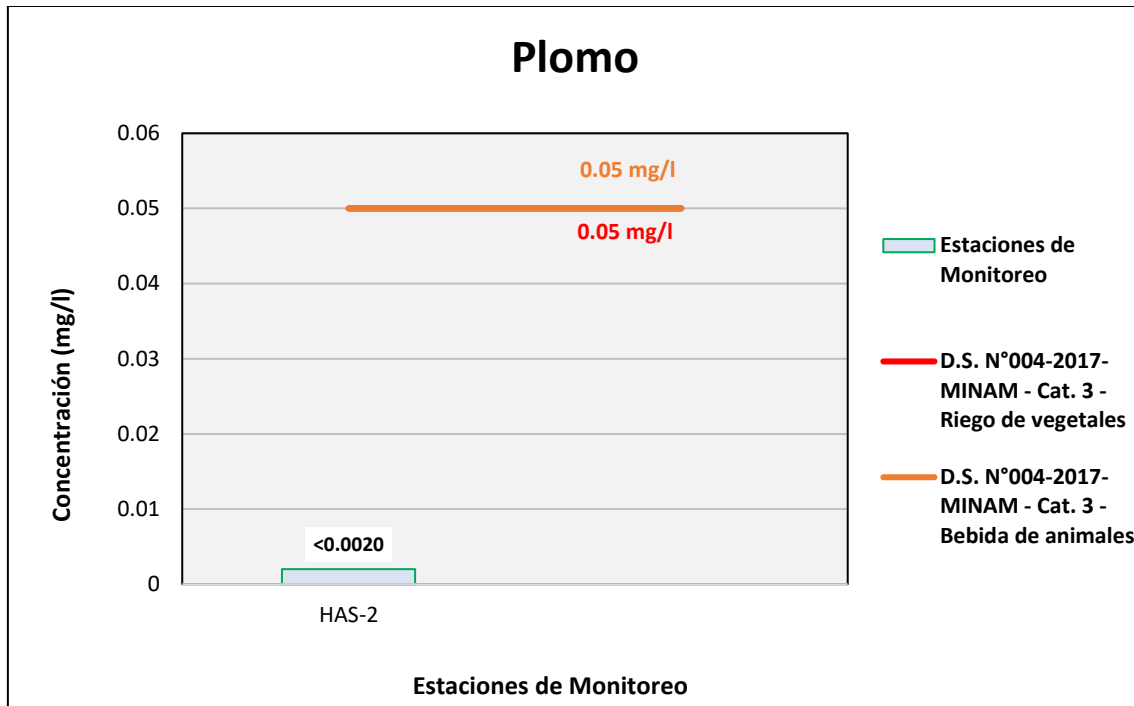
Figura 6.293. Resultados de Plomo – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.294. Resultados de Plomo – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

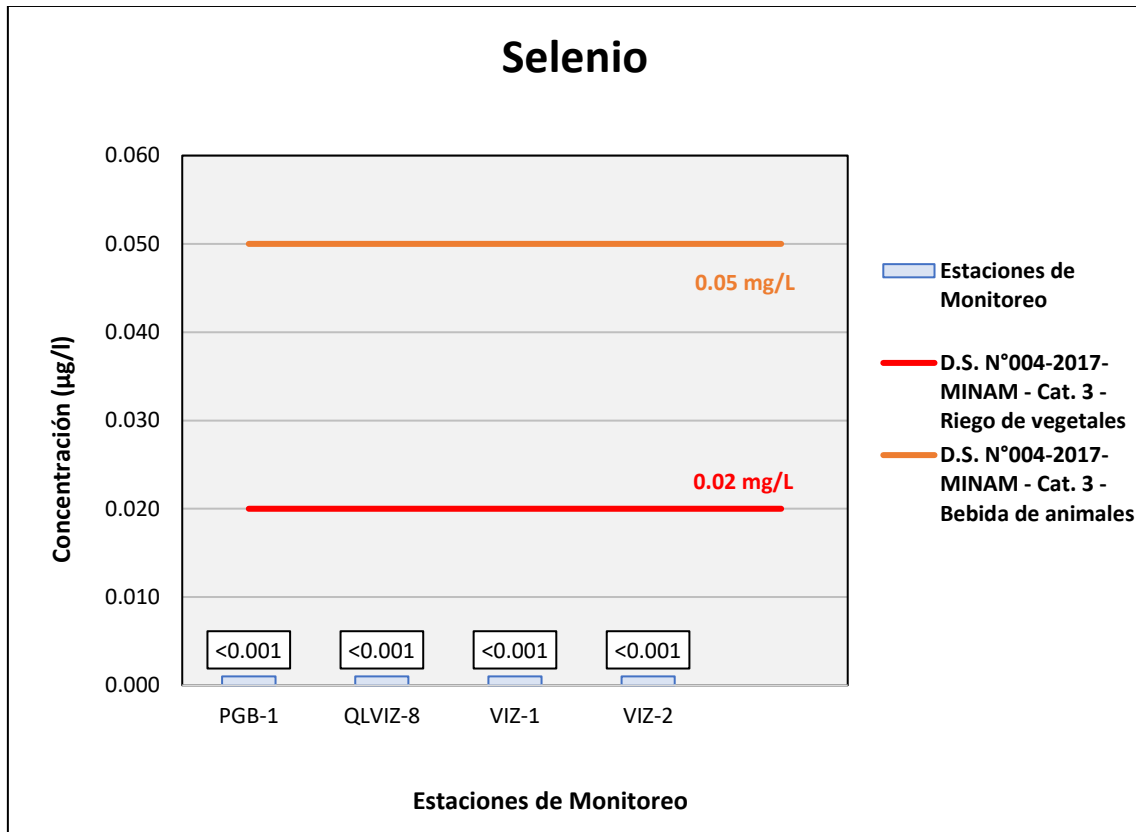
6.5.4.1.33 SELENIO

El selenio (Se) se presenta naturalmente en el medio ambiente. Es liberado tanto a través de procesos naturales como de actividades humanas. En su forma natural el selenio como elemento no puede ser creado ni destruido, pero tiene la capacidad de cambiar de forma.

Bajos niveles de selenio pueden terminar en suelos o agua a través de la erosión de las rocas. Será entonces tomado por las plantas o acabará en el aire cuando es absorbido en finas partículas de polvo. Es más probable que el selenio entre en el aire a través de la combustión de carbón y aceite, en forma de dióxido de selenio.

Los valores de selenio (Se) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Se = 0,02 mg/L), excepto, en el caso de la estación VIZ-1, HAS-3 y HAS-2, donde existe una ligera excedencia en el parámetro evaluado, debiéndose a la posibilidad del uso de suplemento para ganado con el mencionado elemento, o sea producto de desgaste de rocas o afloramientos de agua subterráneas con alto contenido del elemento.

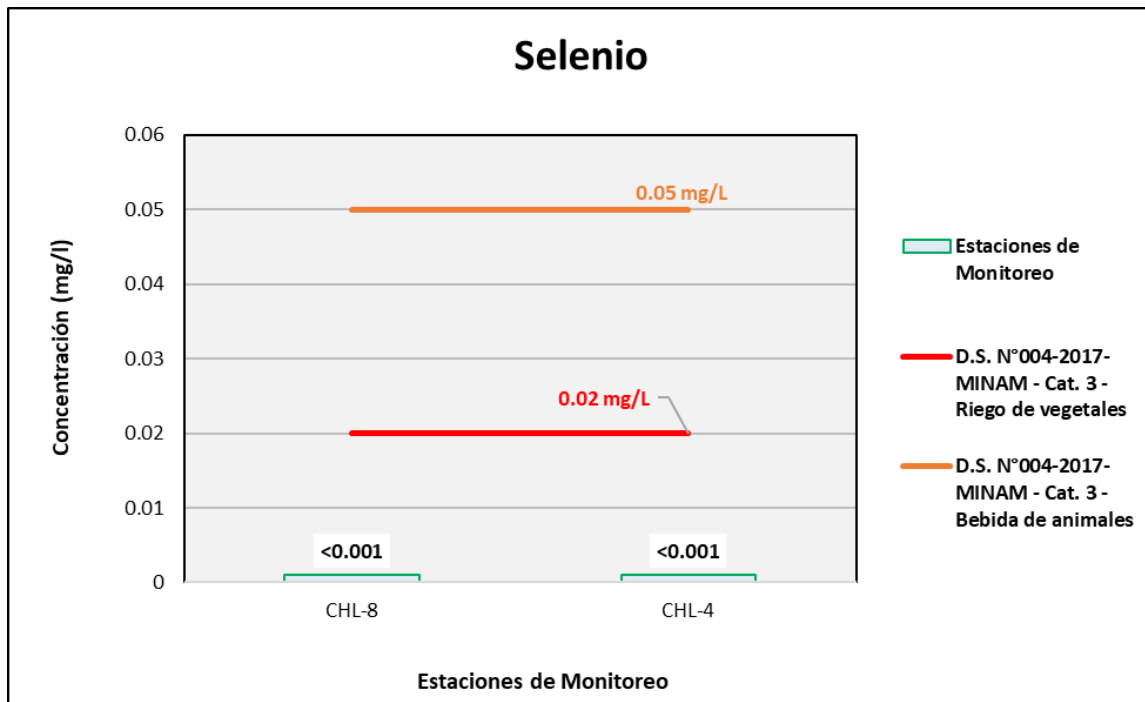
Figura 6.295. Resultados de Selenio – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

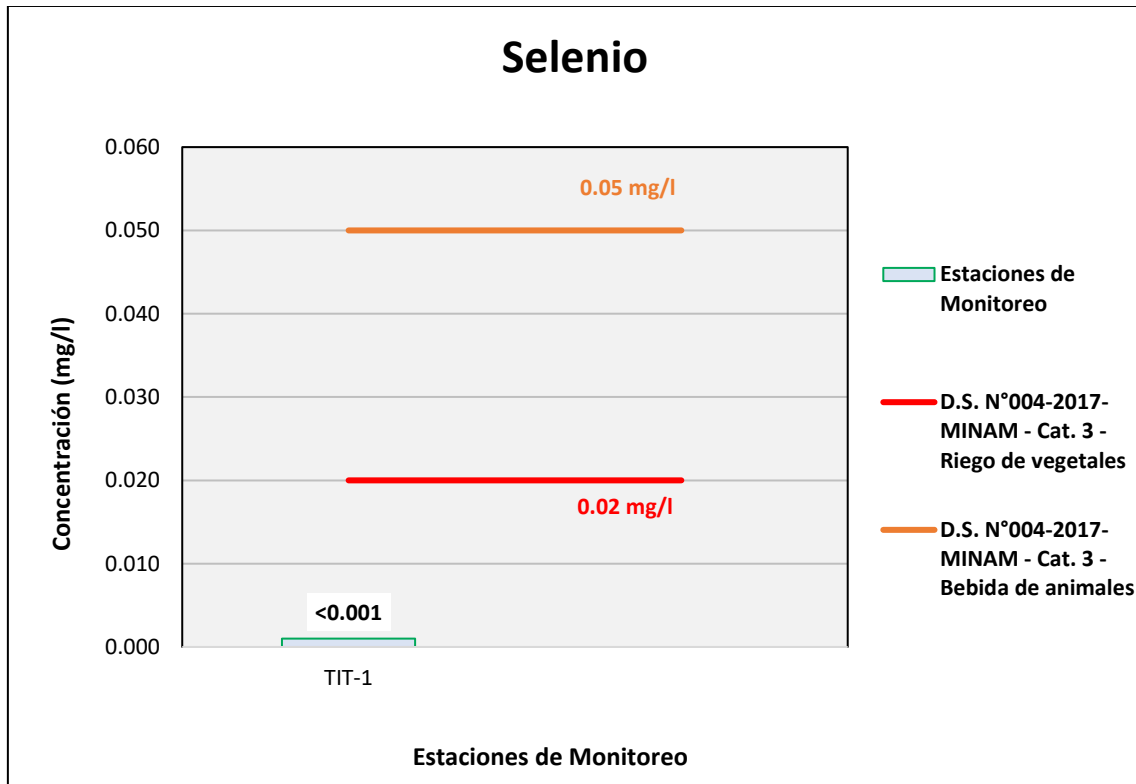
Figura 6.296. Resultados de Selenio – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

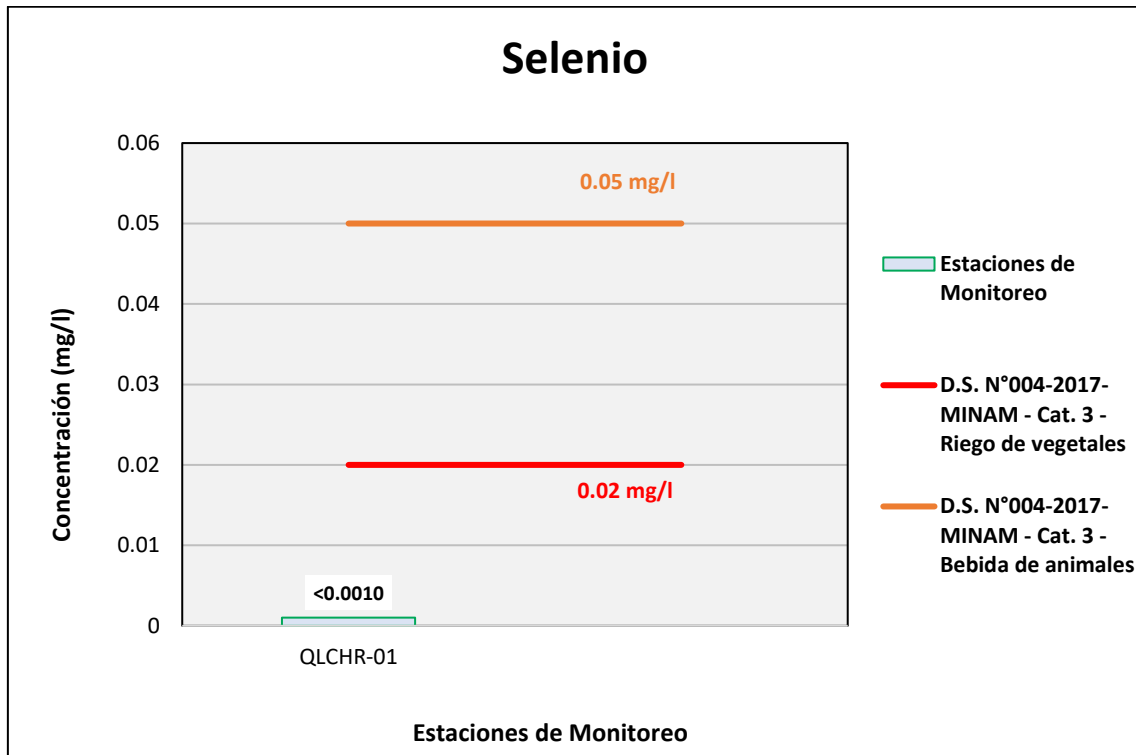
Figura 6.297. Resultados de Selenio – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

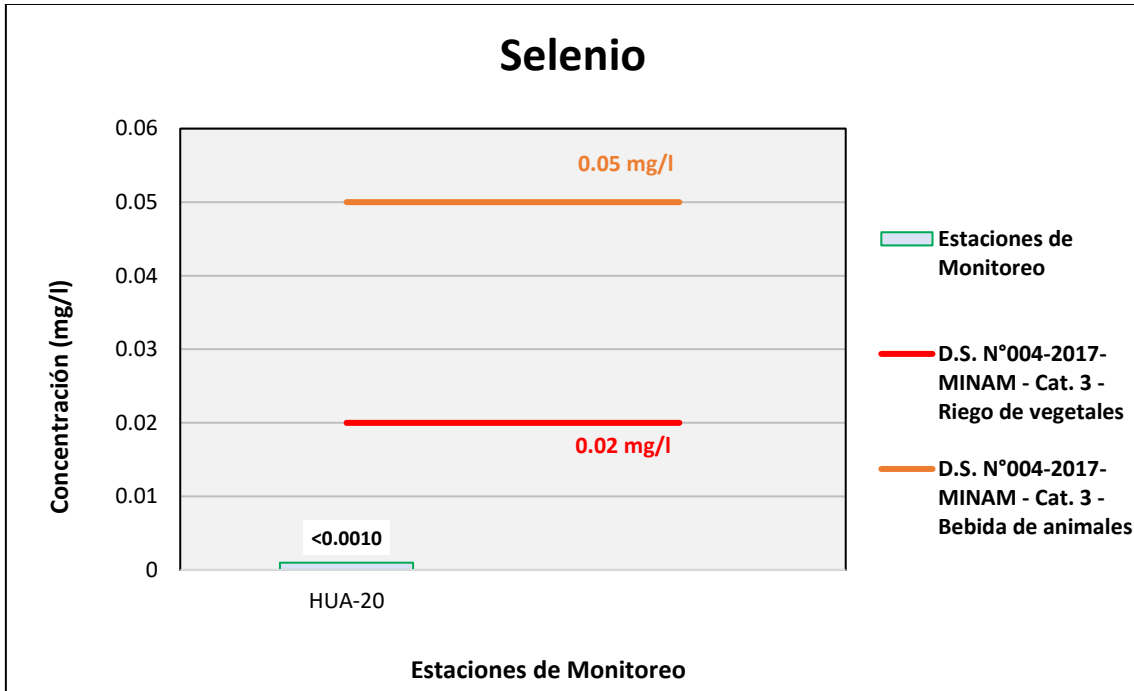
Figura 6.298. Resultados de Selenio – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

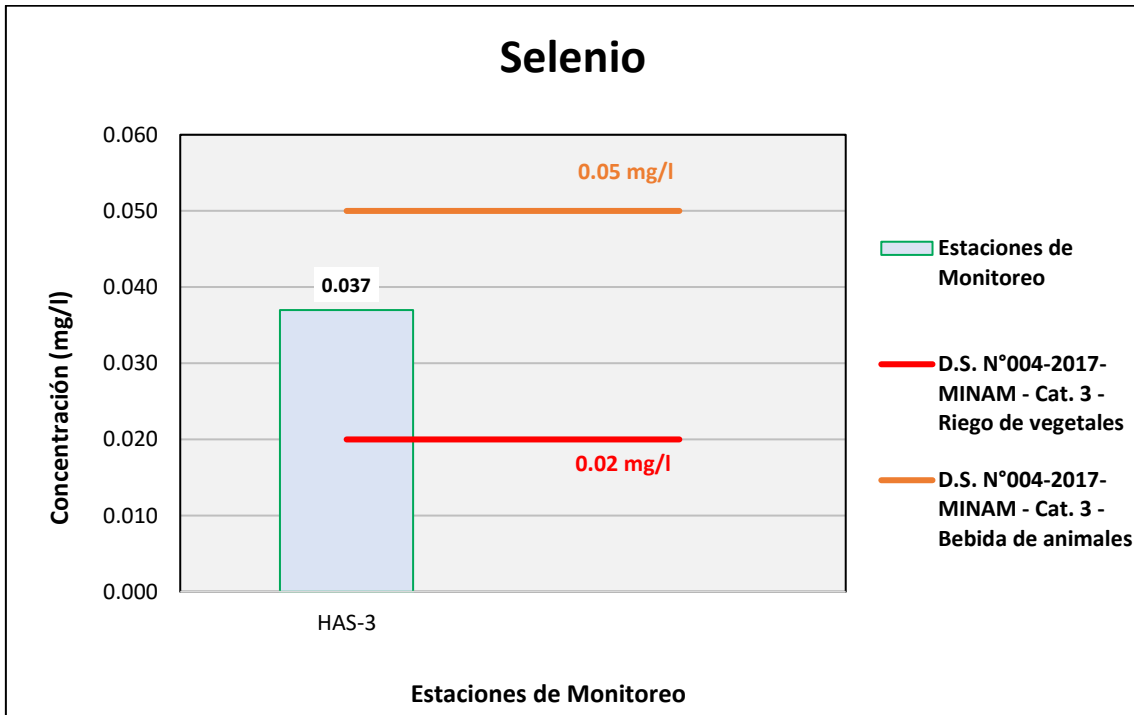
Figura 6.299. Resultados de Selenio – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

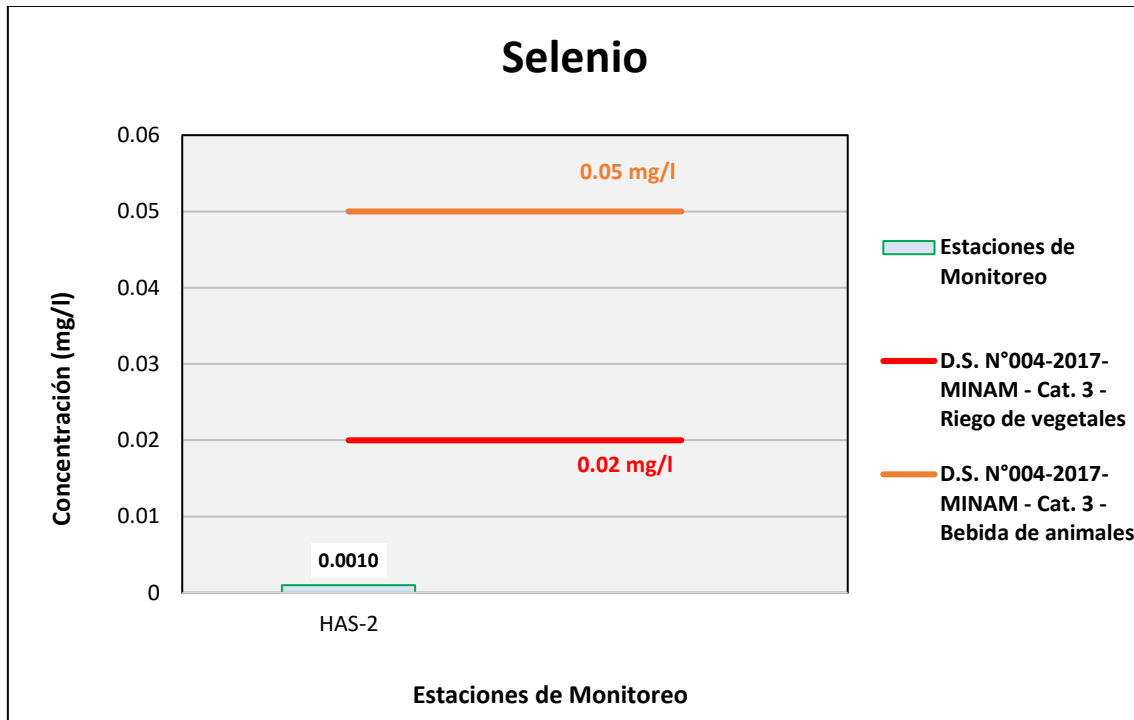
Figura 6.300. Resultados de Selenio – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.301. Resultados de Selenio – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



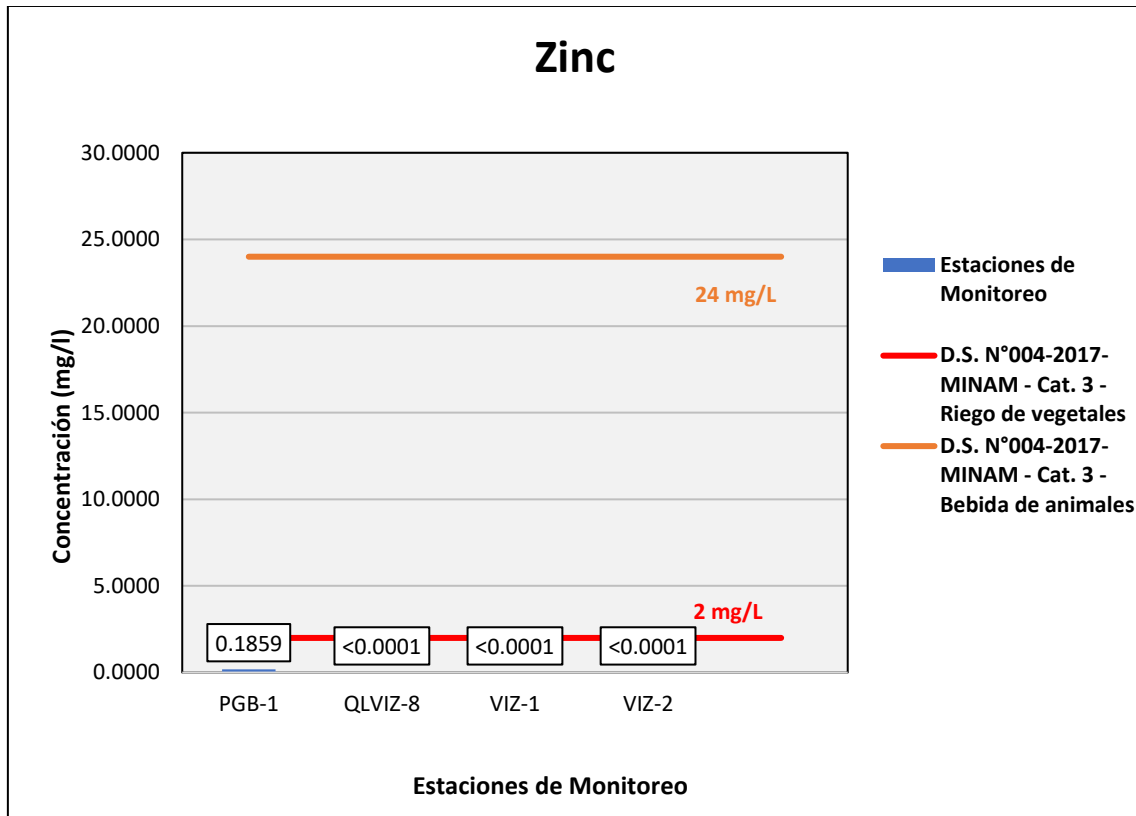
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

6.5.4.1.34 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Zn = 24.0 mg/L).

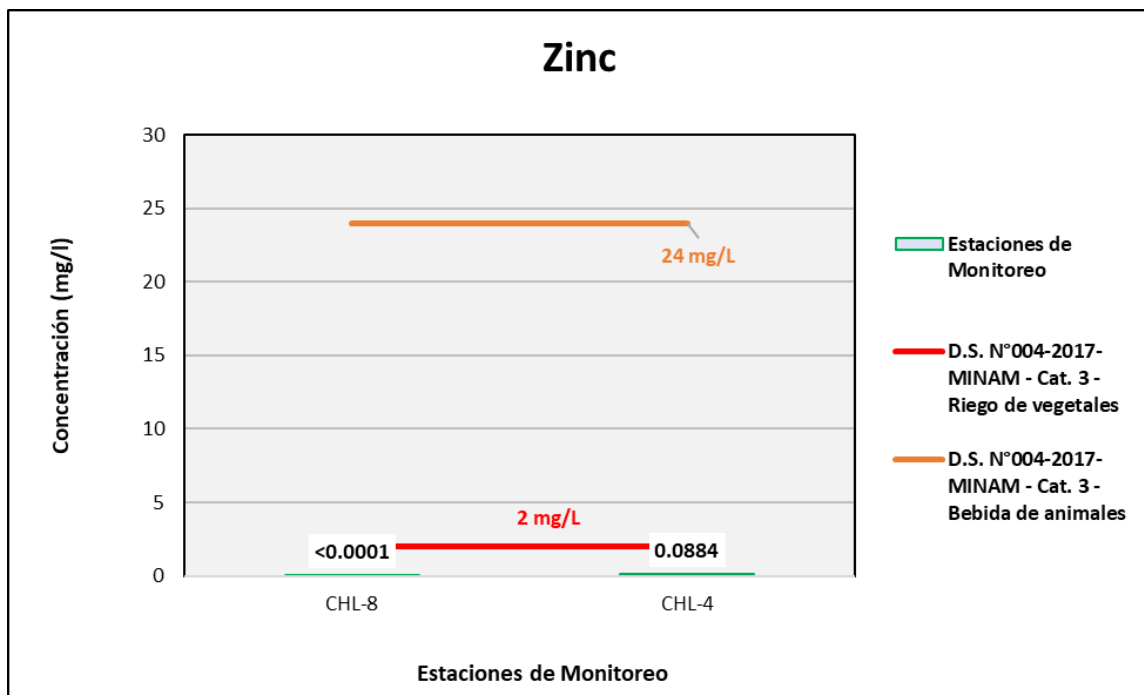
Figura 6.302. Resultados de Zinc – Evaluación del río Vizcachas



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

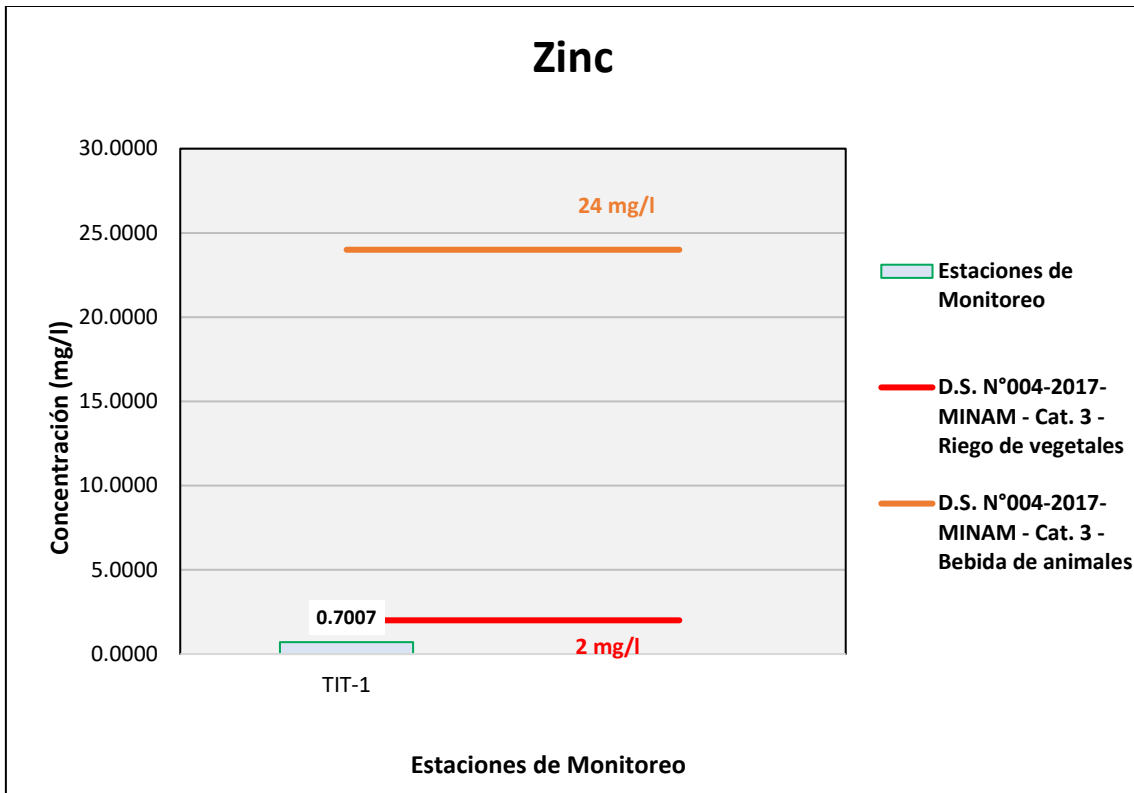
Figura 6.303. Resultados de Zinc – Evaluación del río Chilota



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

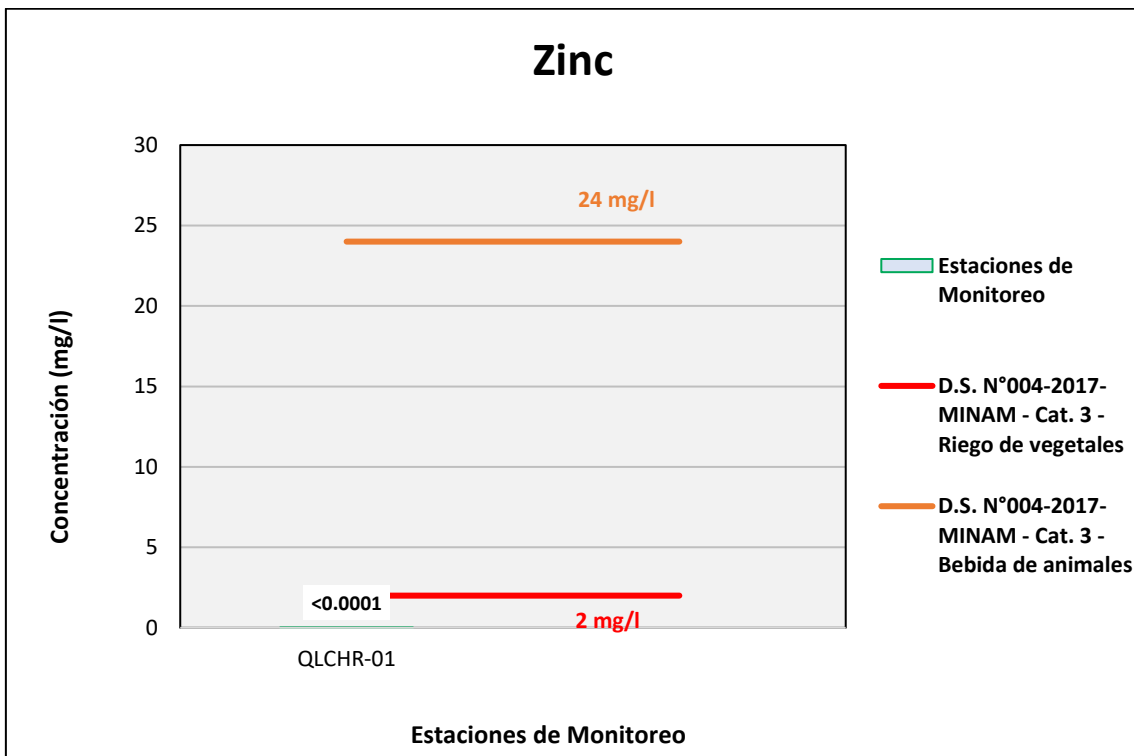
Figura 6.304. Resultados de Zinc – Evaluación del río Titire



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

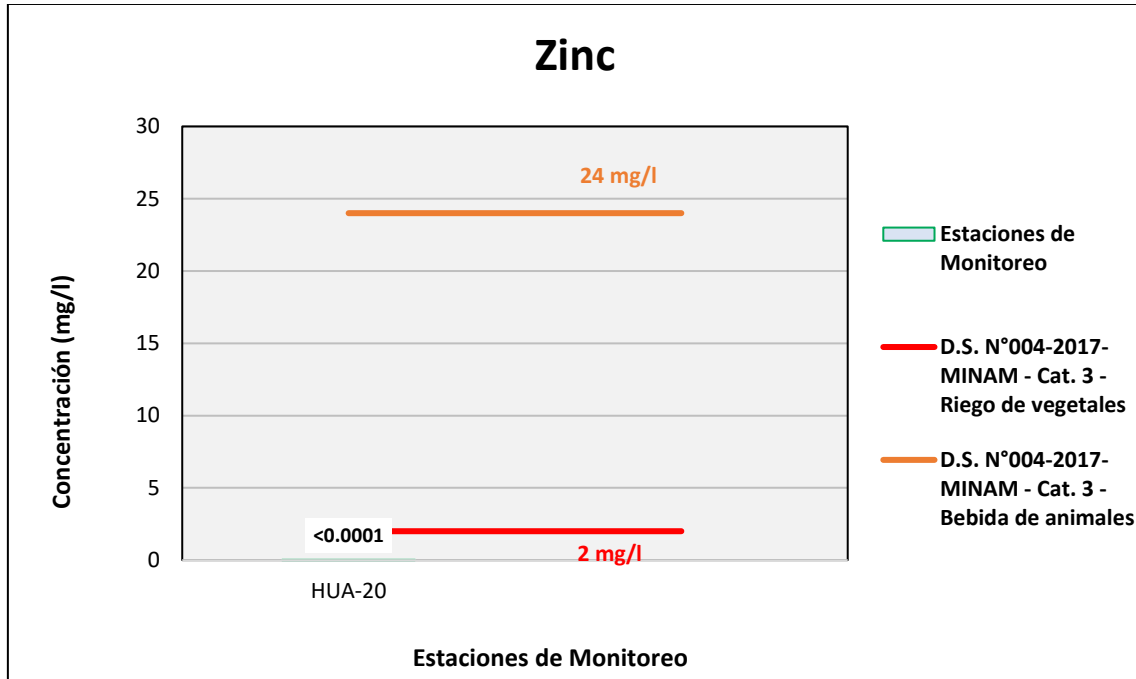
Figura 6.305. Resultados de Zinc – Evaluación del río Chincune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

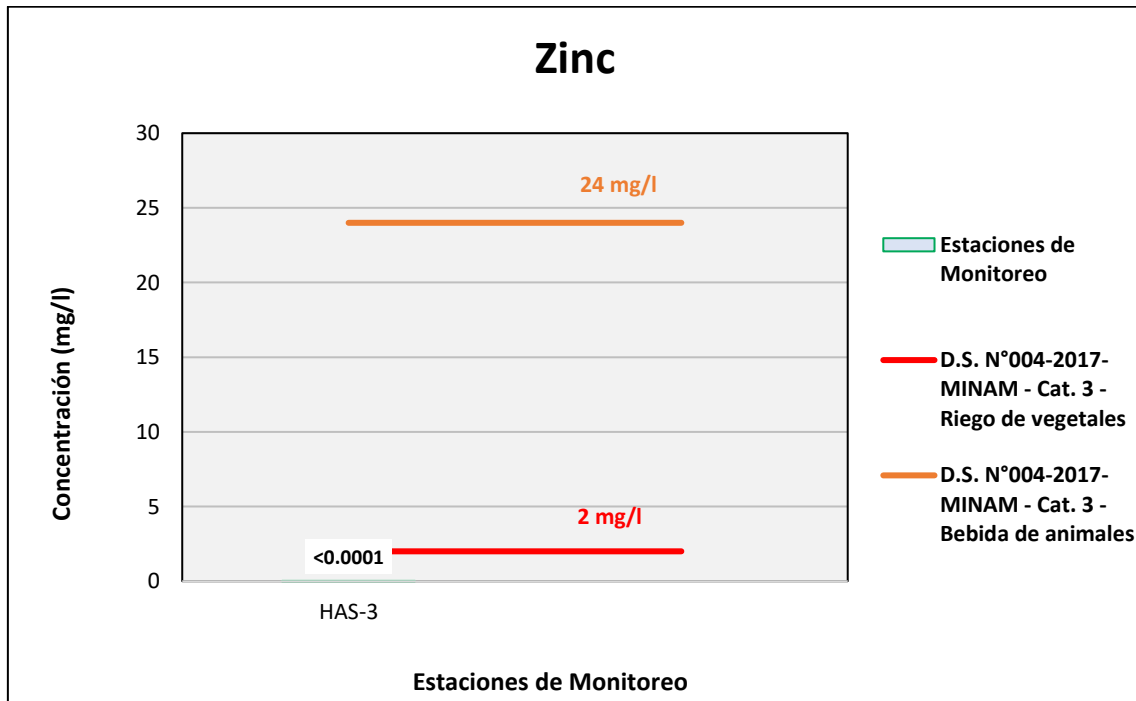
Figura 6.306. Resultados de Zinc – Evaluación del río Calazaya



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

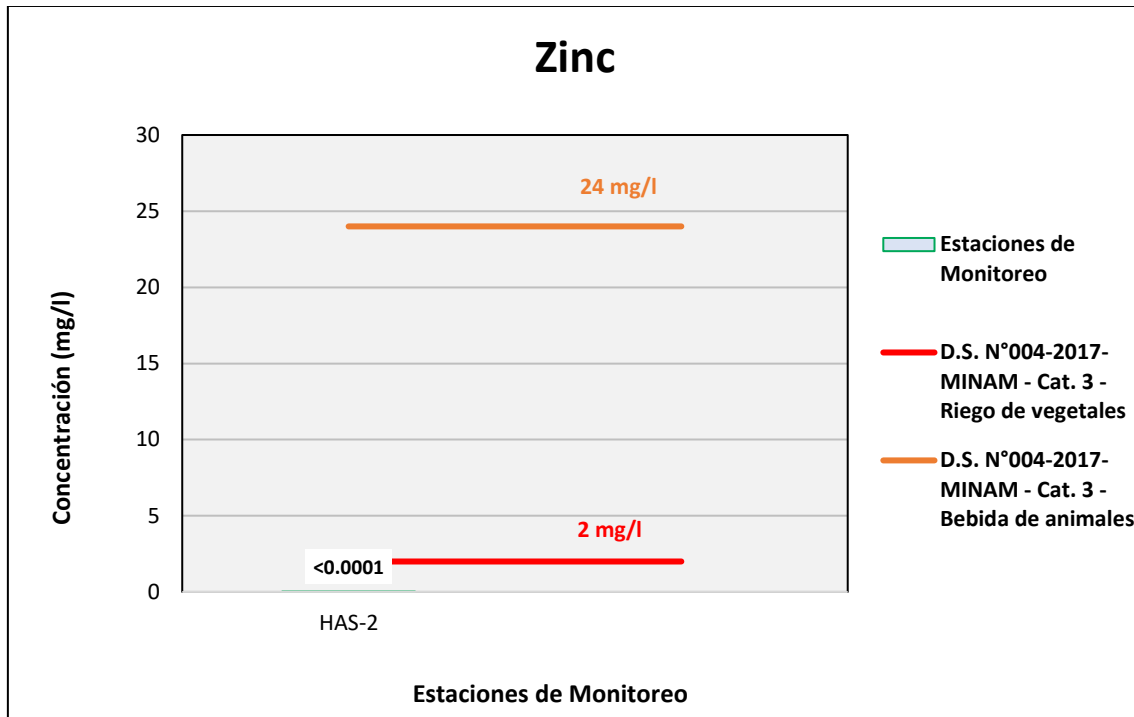
Figura 6.307. Resultados de Zinc – Evaluación del Qda Vilaje



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.308. Resultados de Zinc – Evaluación de la Qda S/N (pampa Huachunta)



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021

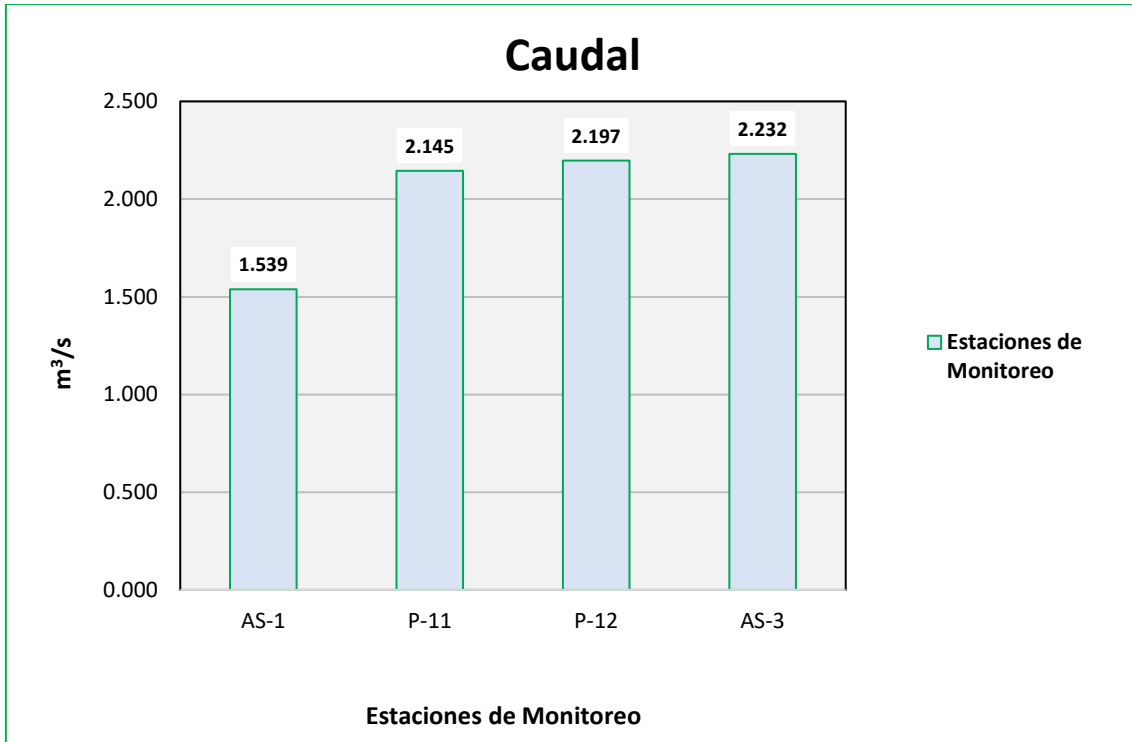
6.5.4.2 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE OPERACIONES

6.5.4.2.1 CAUDAL

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de caudal, presentados en las estaciones de monitoreo evaluadas, los cuales presentan los siguientes valores en las figuras líneas abajo.

Como se visualiza en la figura 6.308, en los puntos de monitoreo ubicados en el río Asana presentan caudales similares a los obtenidos en las campañas anteriores correspondientes a una época húmeda. El punto AS-1 (ubicado aguas arriba de la zona de operaciones del proyecto en el Río Asana) presenta un caudal de 1.539 m³/s, conforme va descendiendo aguas abajo del proyecto, los puntos P-11 (al ingreso del túnel de desvío del río Asana) y P-12 (a la salida del túnel de desvío del río Asana), presentan caudales de 2.145 m³/s y 2.197 m³/s, respectivamente. Por último, en el punto AS-3 (ubicado aguas debajo del túnel de desvío del río Asana) se tiene un caudal 2.197 m³/s. Podemos observar que, mediante va descendiendo hidrográficamente el río Asana, en los puntos de monitoreo aguas abajo presentan mayor cantidad de caudal debido a que reciben aportantes importantes como quebradas (ej: Qda Altarani) u otros cuerpos de agua.

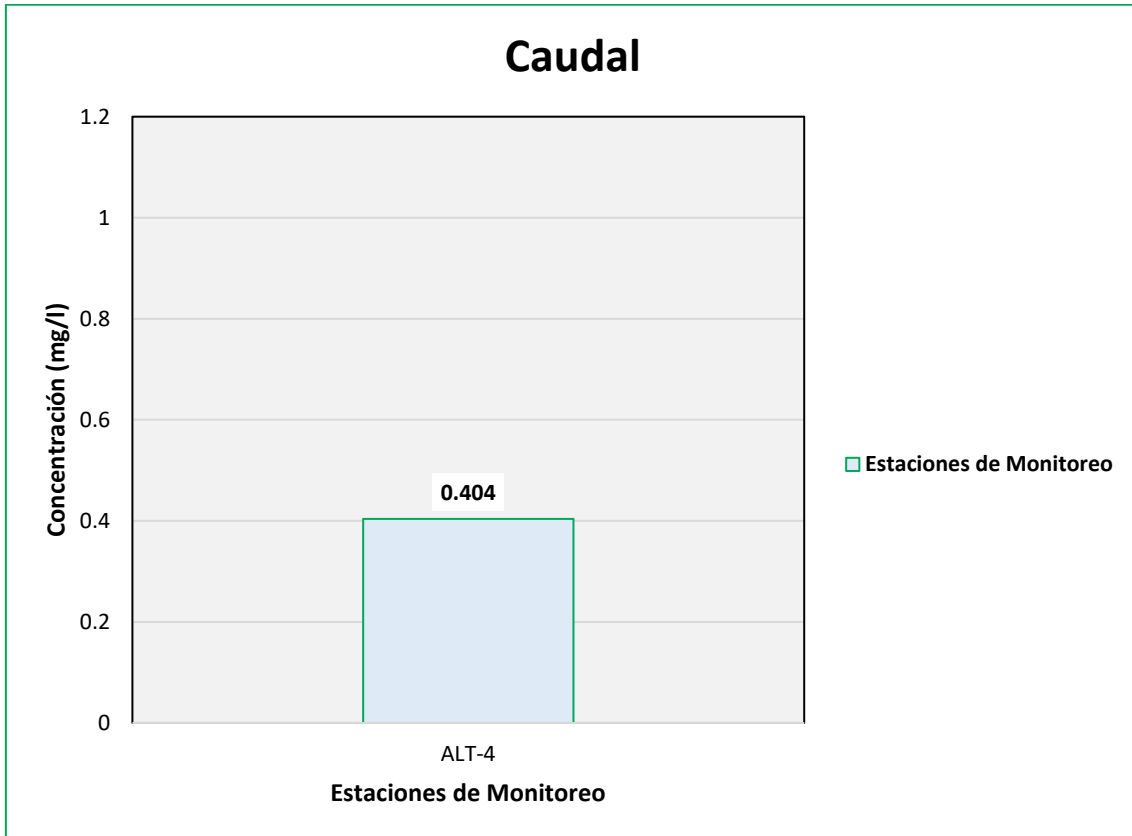
Figura 6.309. Resultados de Caudal – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

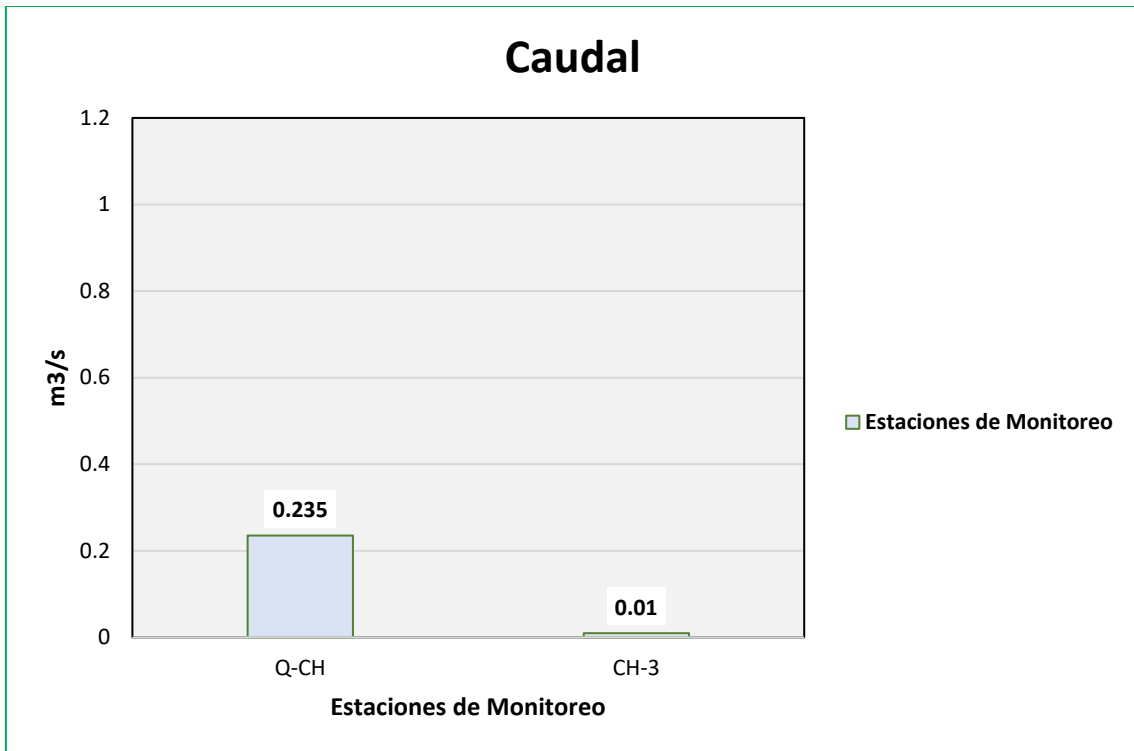
Figura 6.310. Resultados de Caudal – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

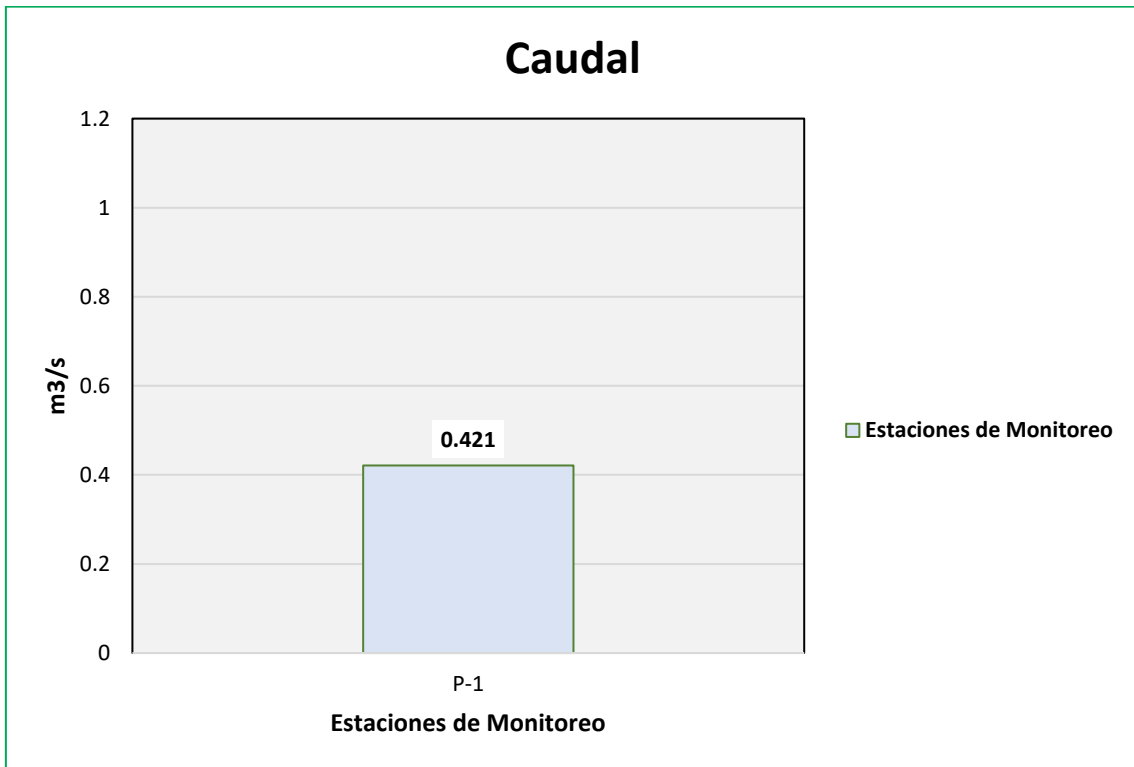
Figura 6.311. Resultados de Caudal – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

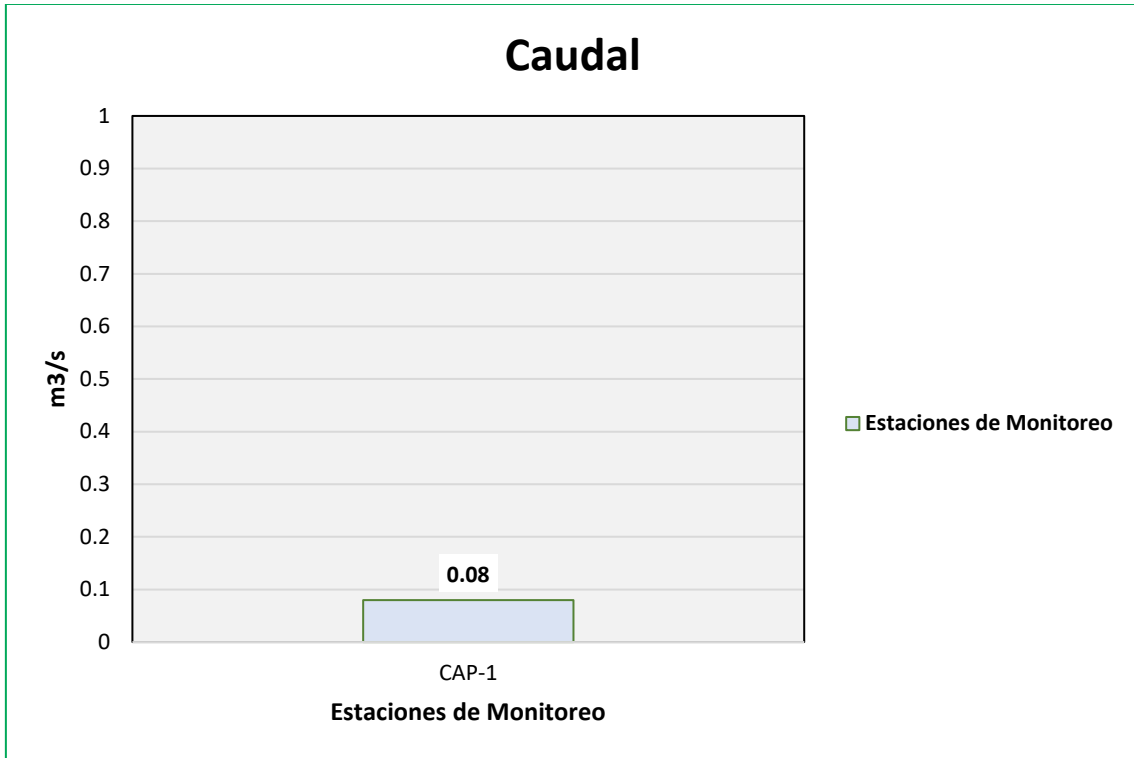
Figura 6.312. Resultados de Caudal – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

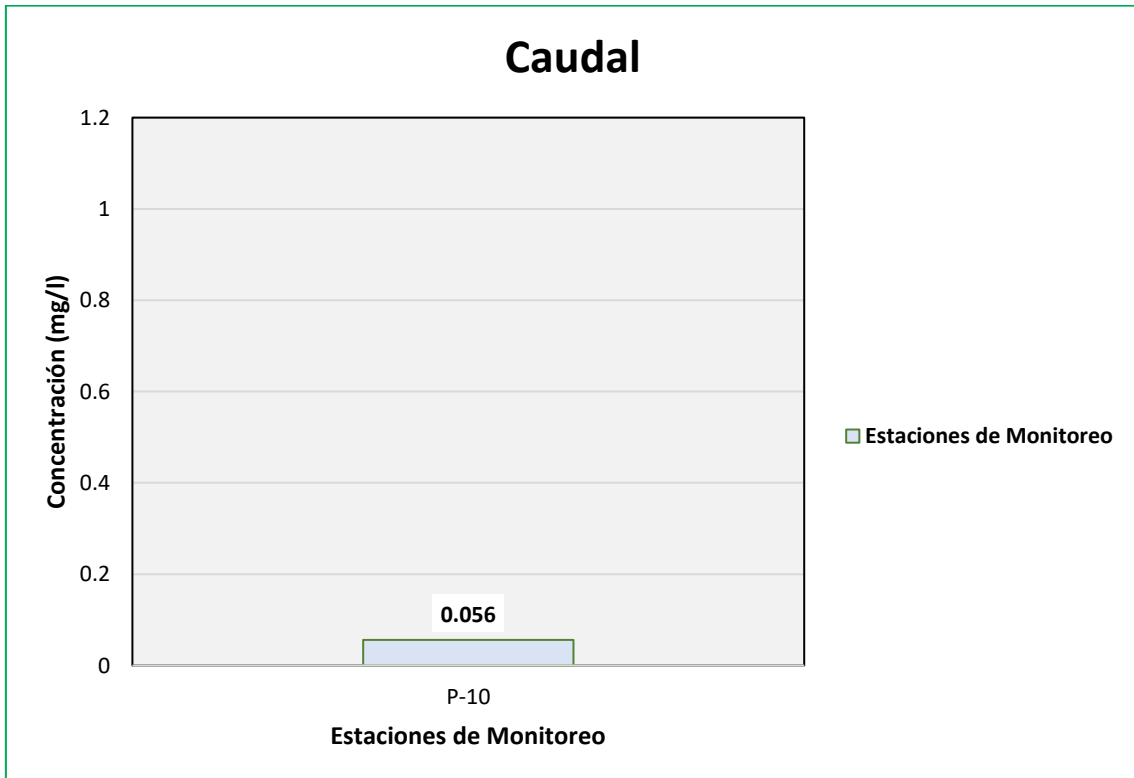
Figura 6.313. Resultados de Caudal – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.314. Resultados de Caudal – Evaluación de la Qda Sarallénque



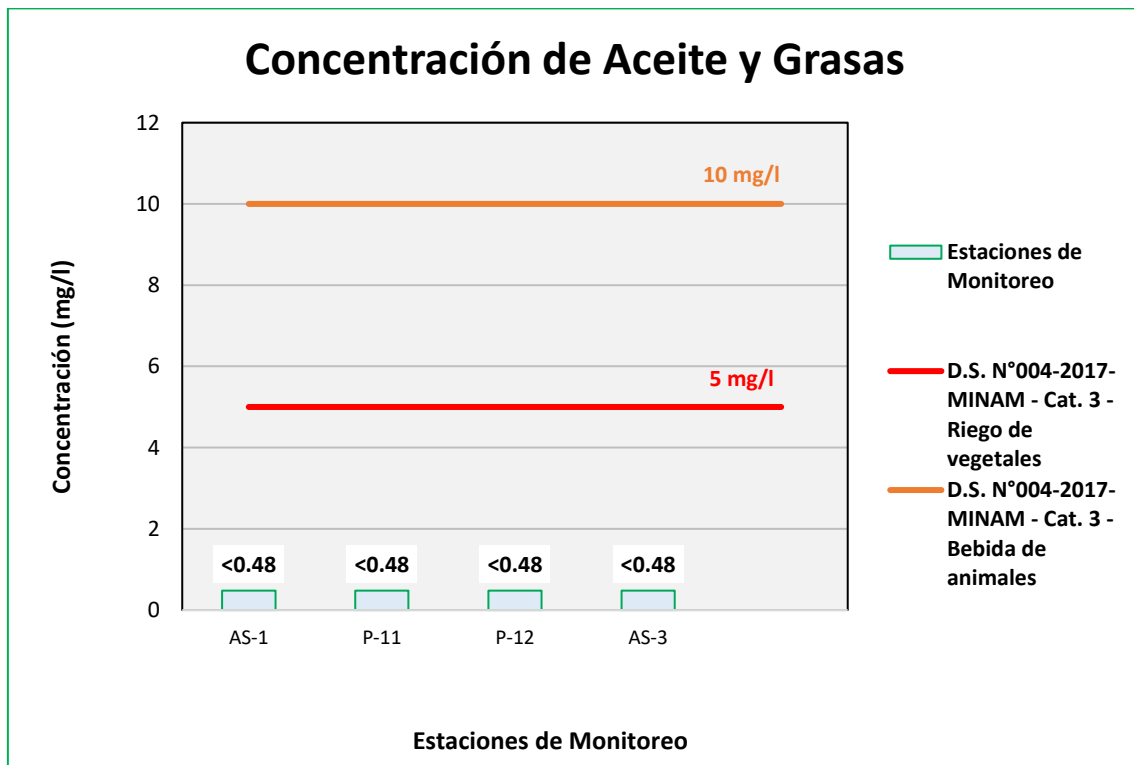
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.2 ACEITES Y GRASAS

Los análisis de aceites y grasas (AyG) procedentes de los puntos de monitoreo arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,48 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua. Como se puede observar en las siguientes figuras líneas abajo, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones del proyecto minero Quellaveco se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio (<0.48 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 5,0 mg/L).

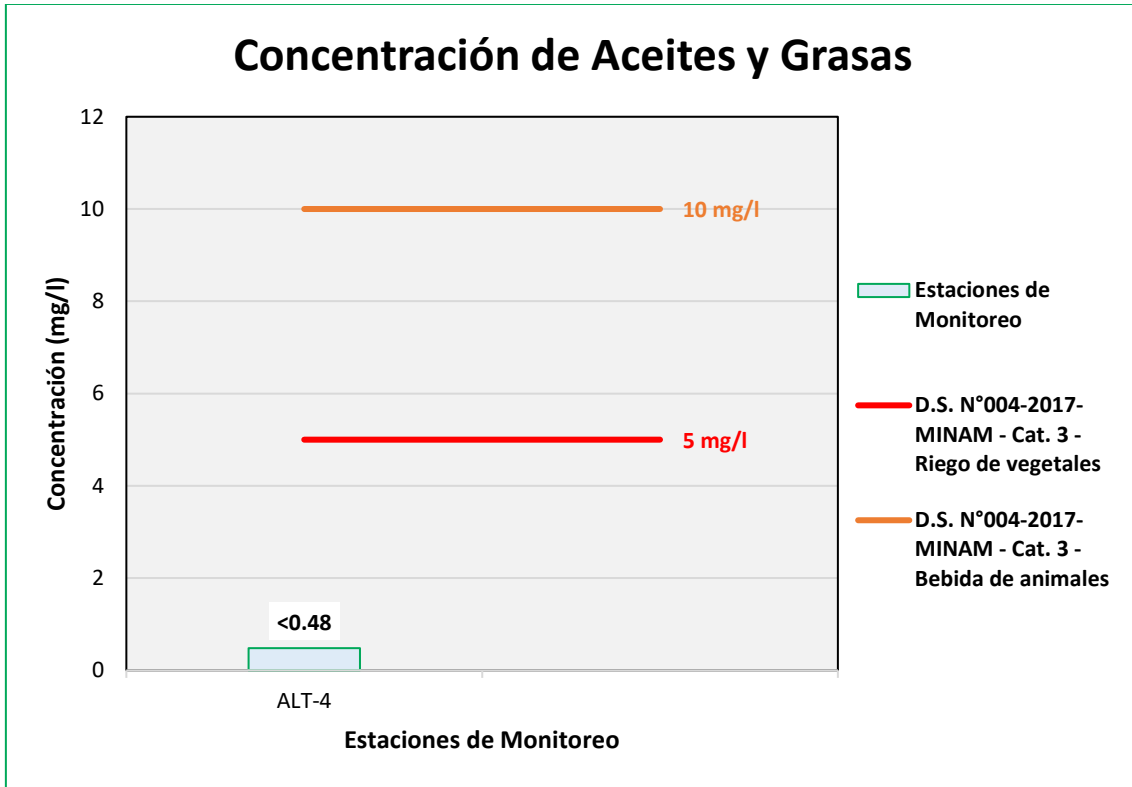
Figura 6.315. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

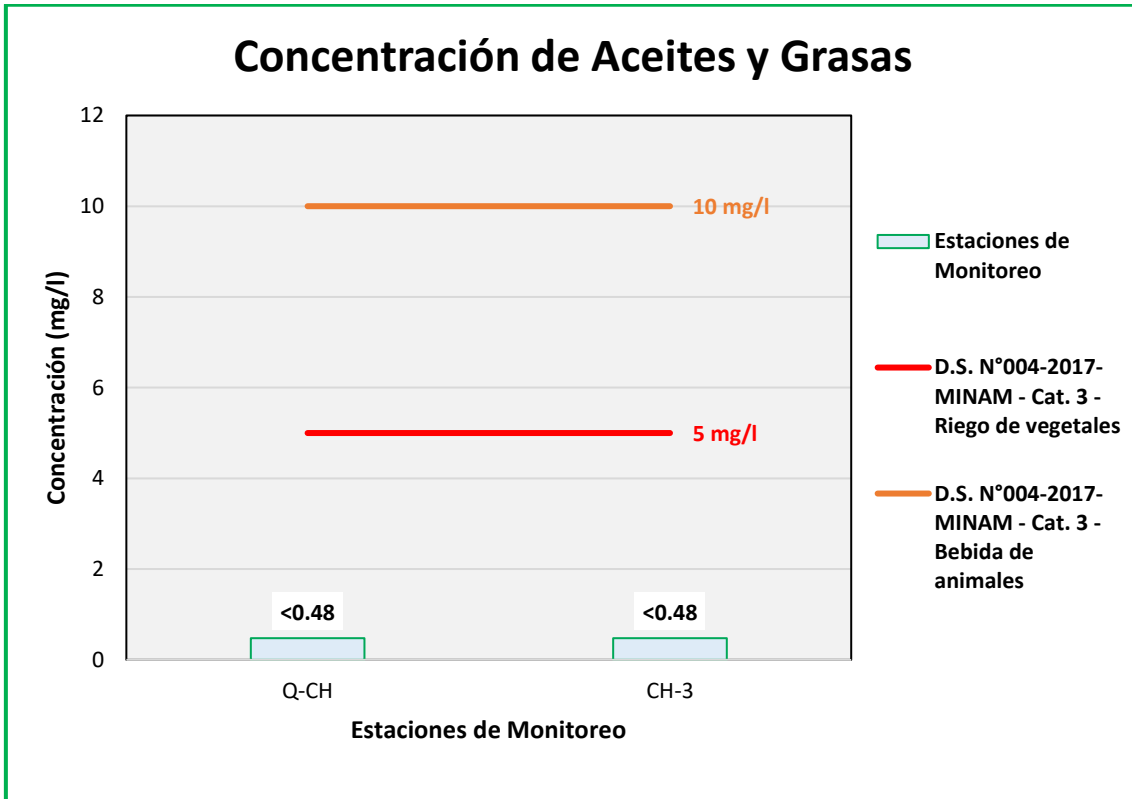
Figura 6.316. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

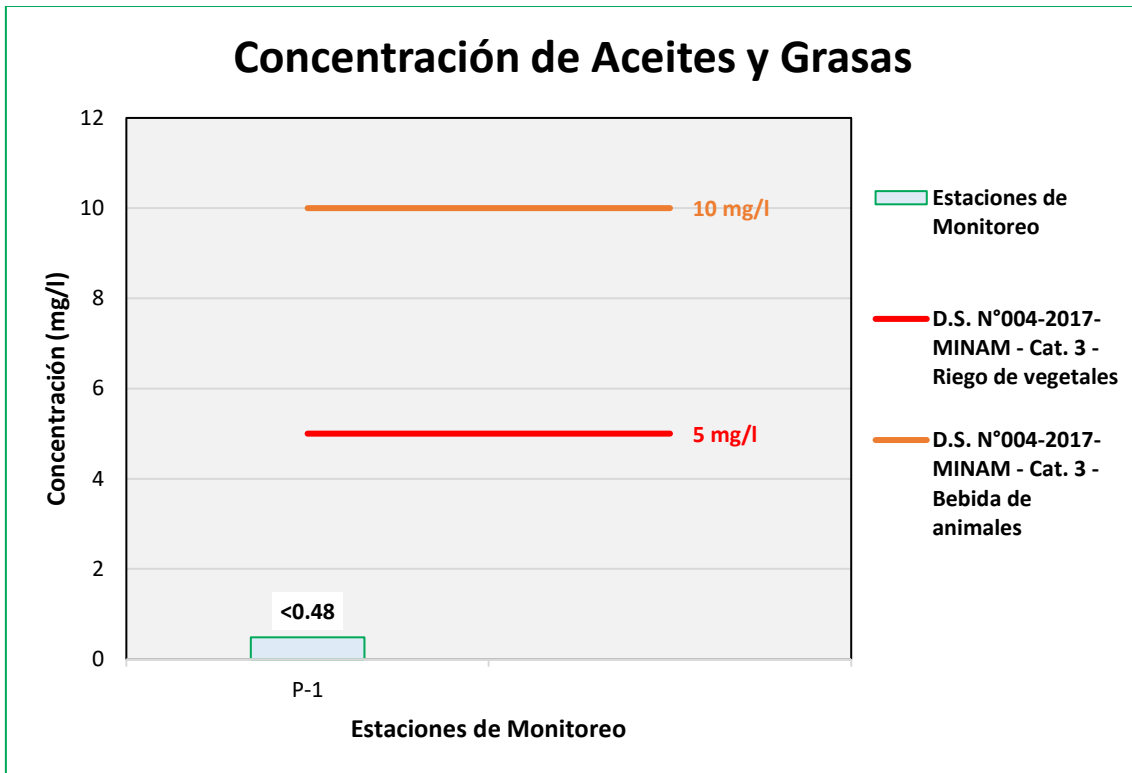
Figura 6.317. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

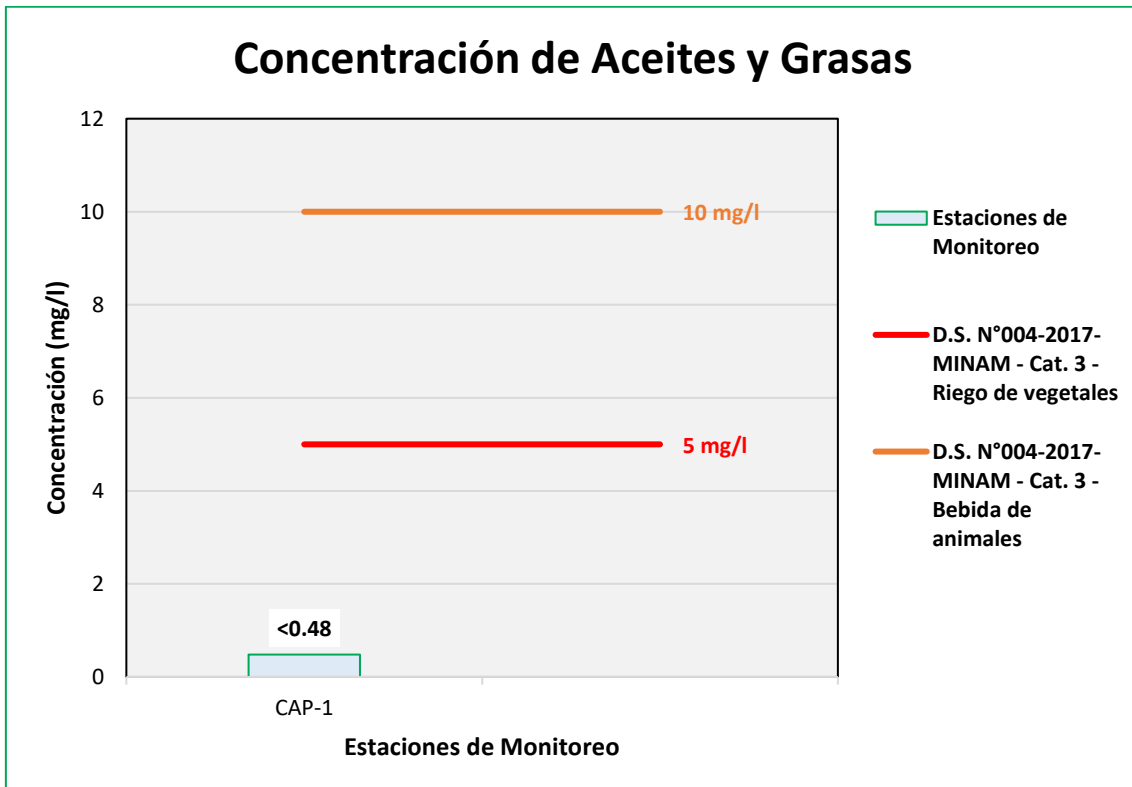
Figura 6.318. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

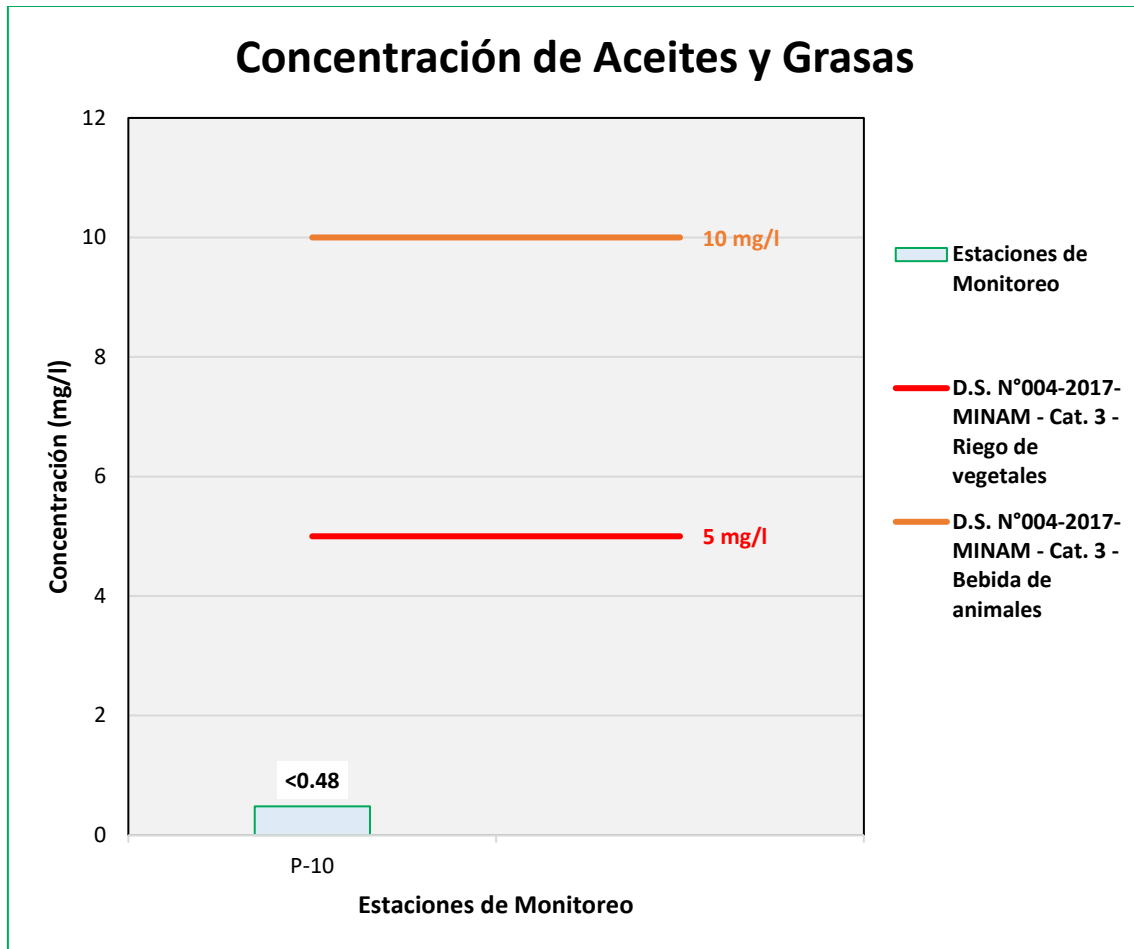
Figura 6.319. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.320. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación de la Qda Sarallenneque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

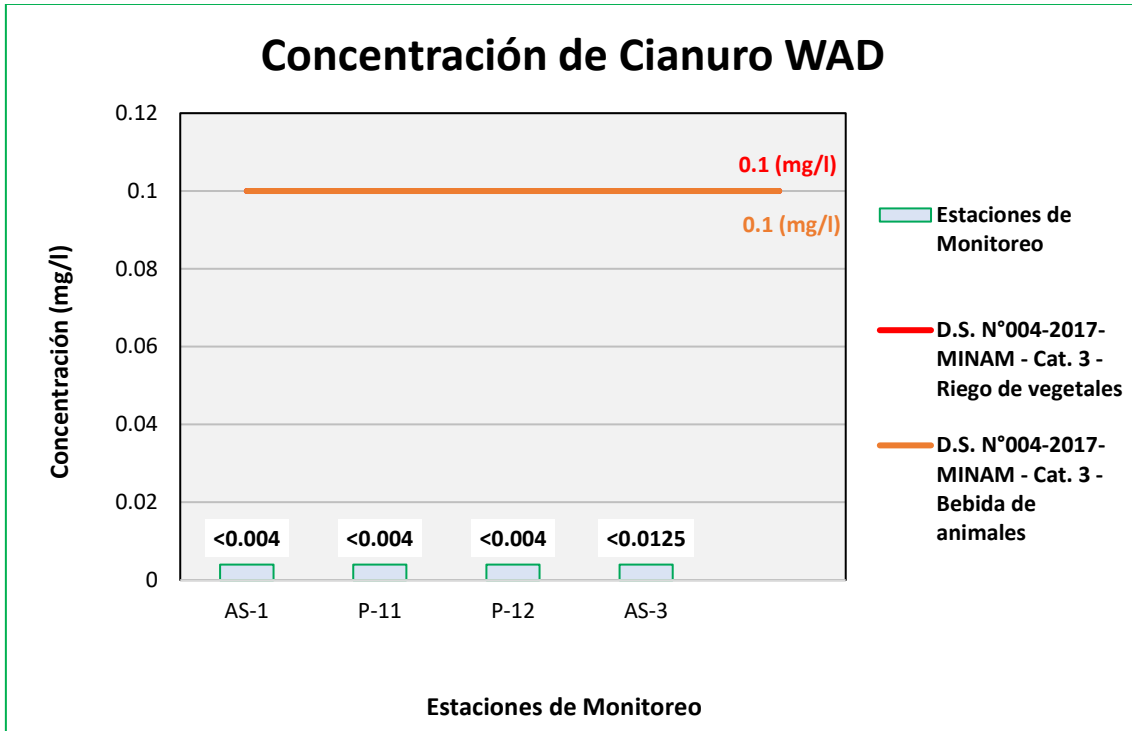
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.3 CIANURO WAD

El parámetro Cianuro WAD es una sustancia que se disocia del complejo de cianuro, usualmente presente con un pH con tendencia a la acidez (valores entre 4 y 5 pH), siendo sus principales fuentes proveedoras de actividad de procesamiento de plata y oro. Es esta misma actividad aurífera la que emite gran cantidad de este parámetro a los cuerpos hídricos dado que es un insumo requerido para la extracción de este mineral.

Los análisis de Cianuro WAD procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cianuro WAD = 0,1 mg/L), pudiendo concluir que en las cuencas de dichos cuerpos de agua no hay indicios de presencia de la actividad aurífera.

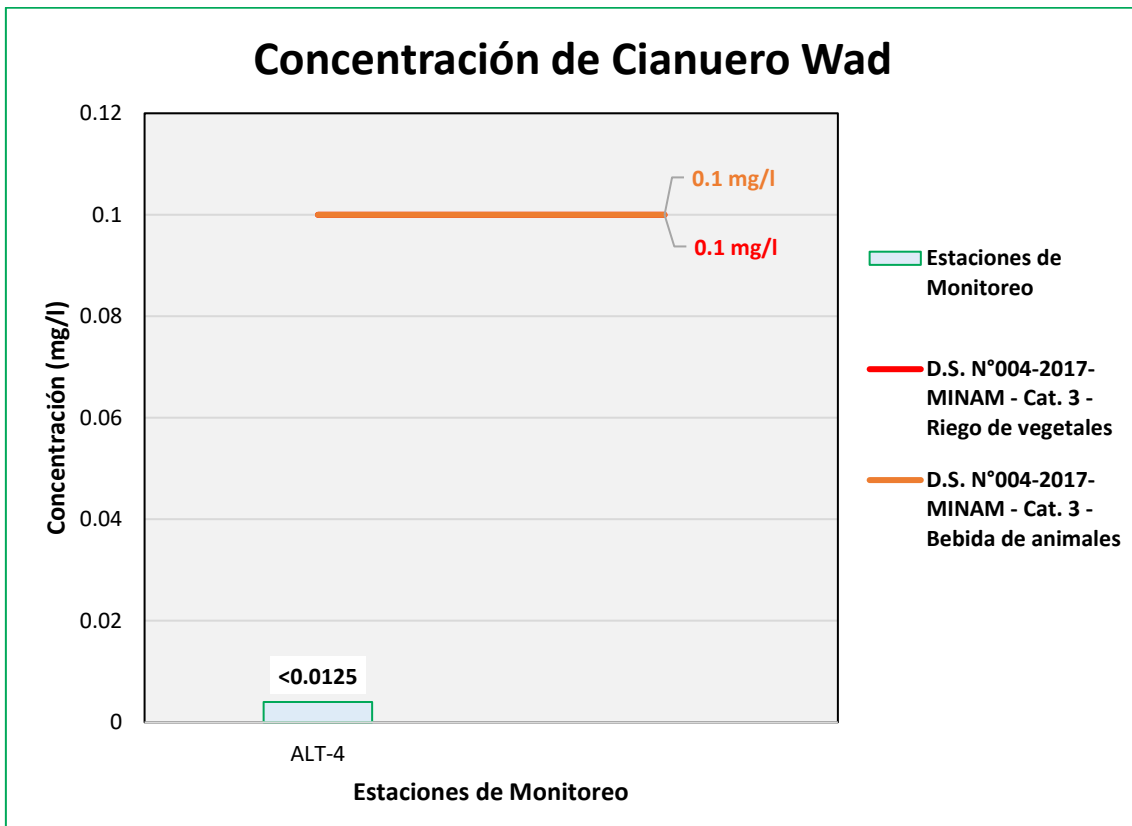
Figura 6.321. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

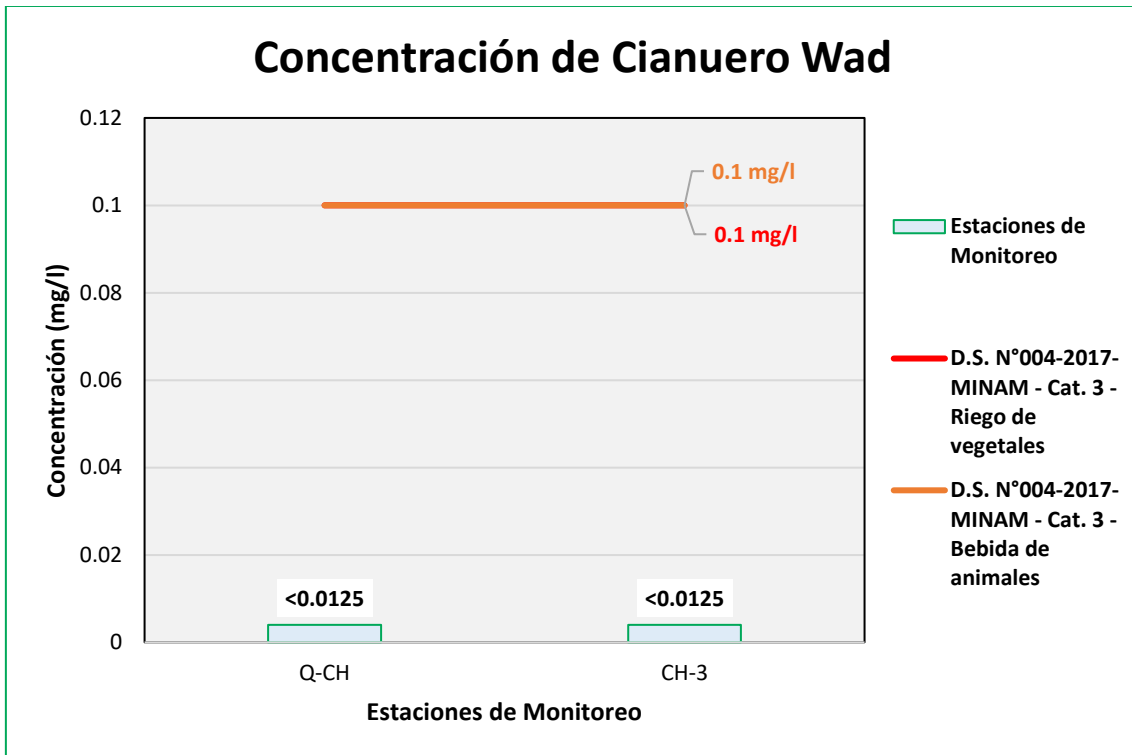
Figura 6.322. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

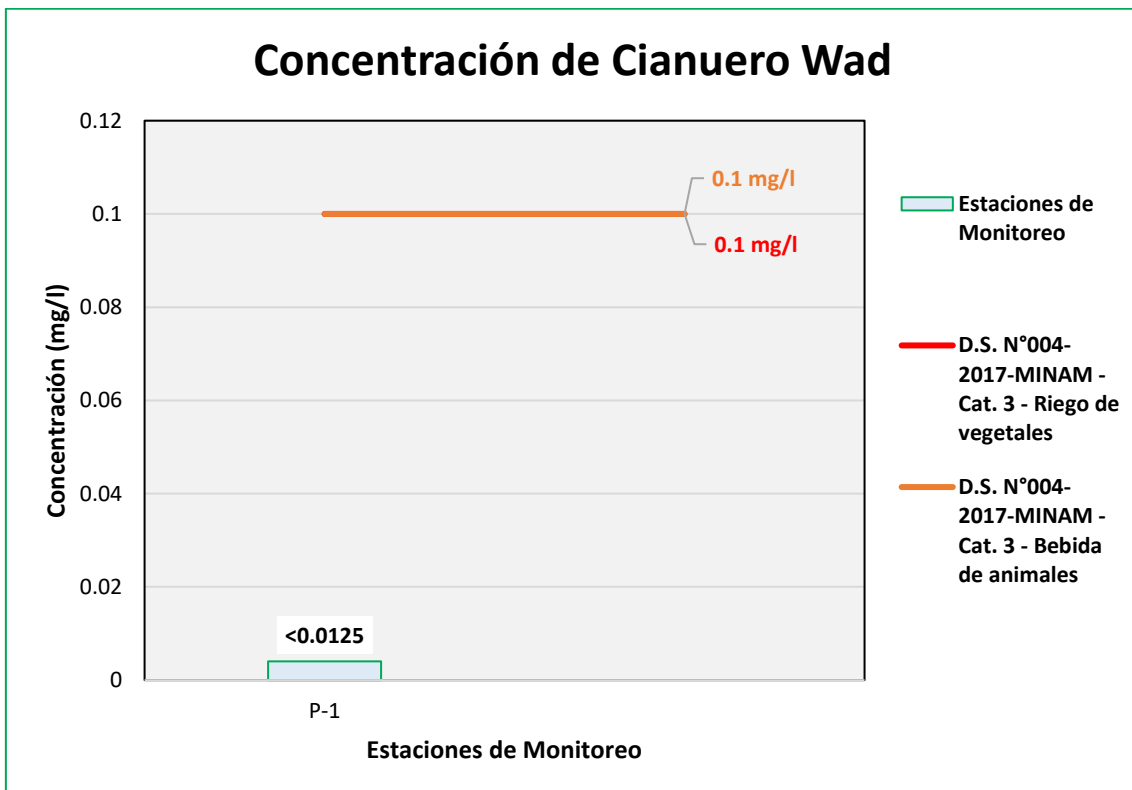
Figura 6.323. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

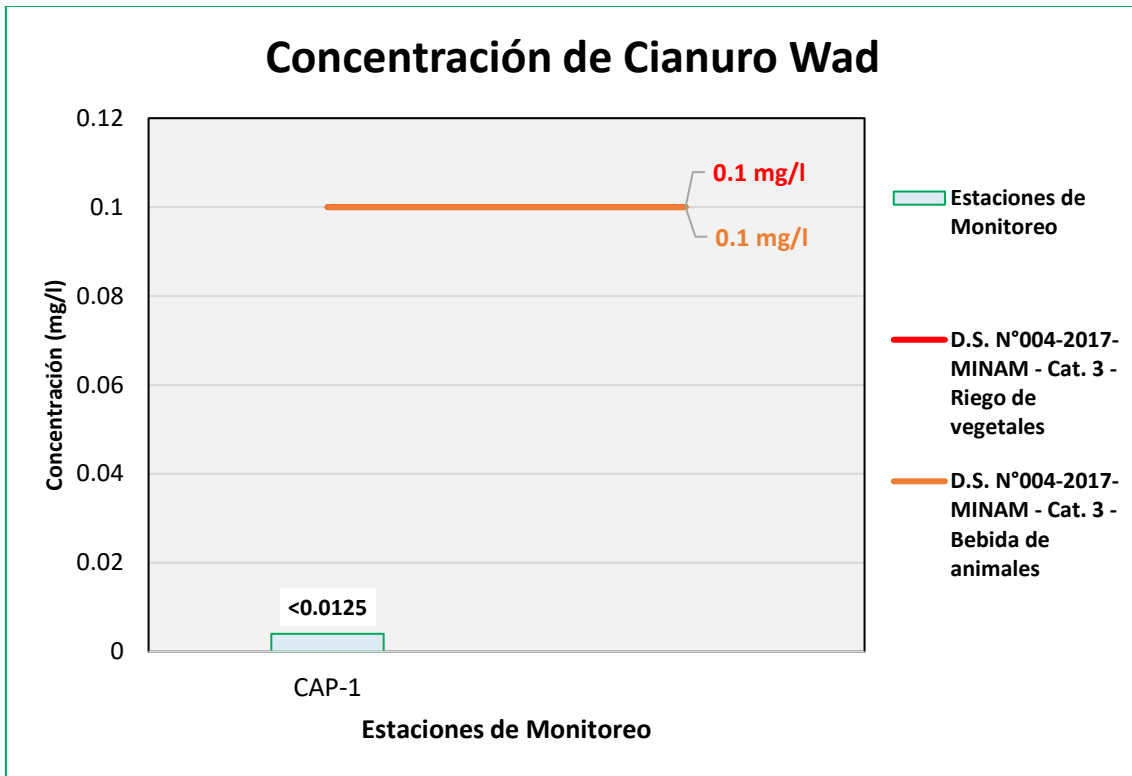
Figura 6.324. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

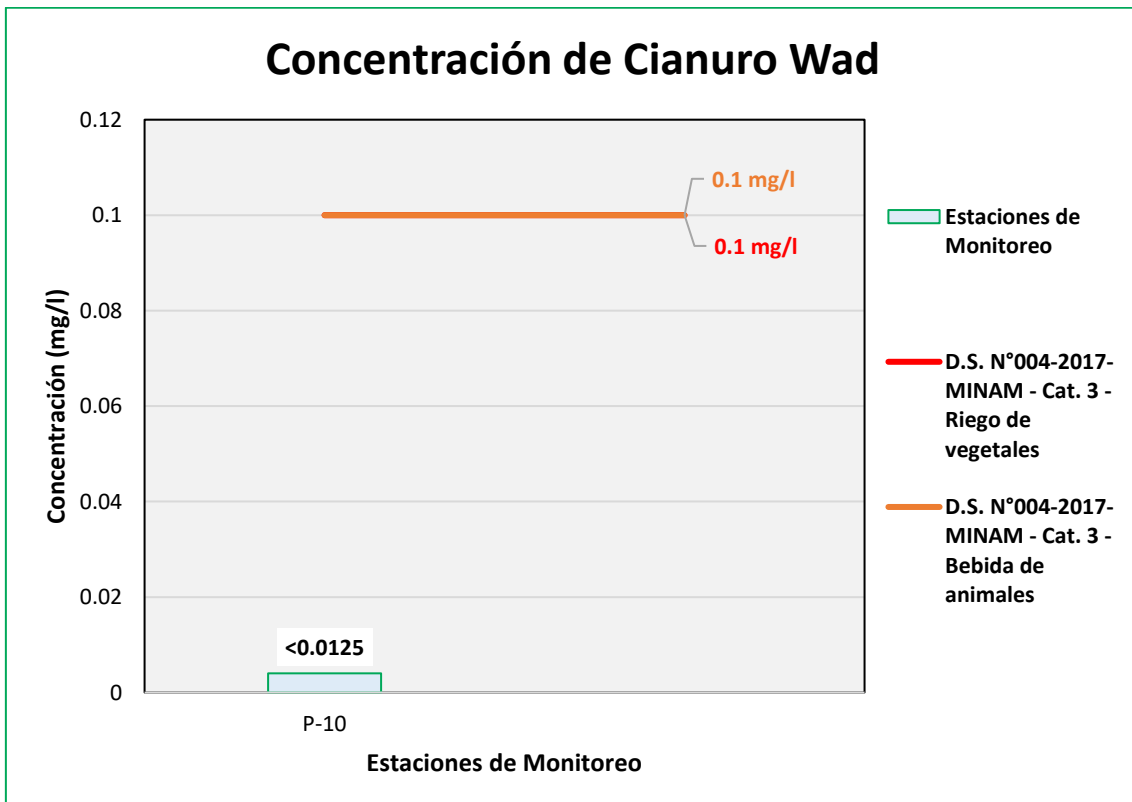
Figura 6.325. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.326. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación de la Qda Sarallenque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

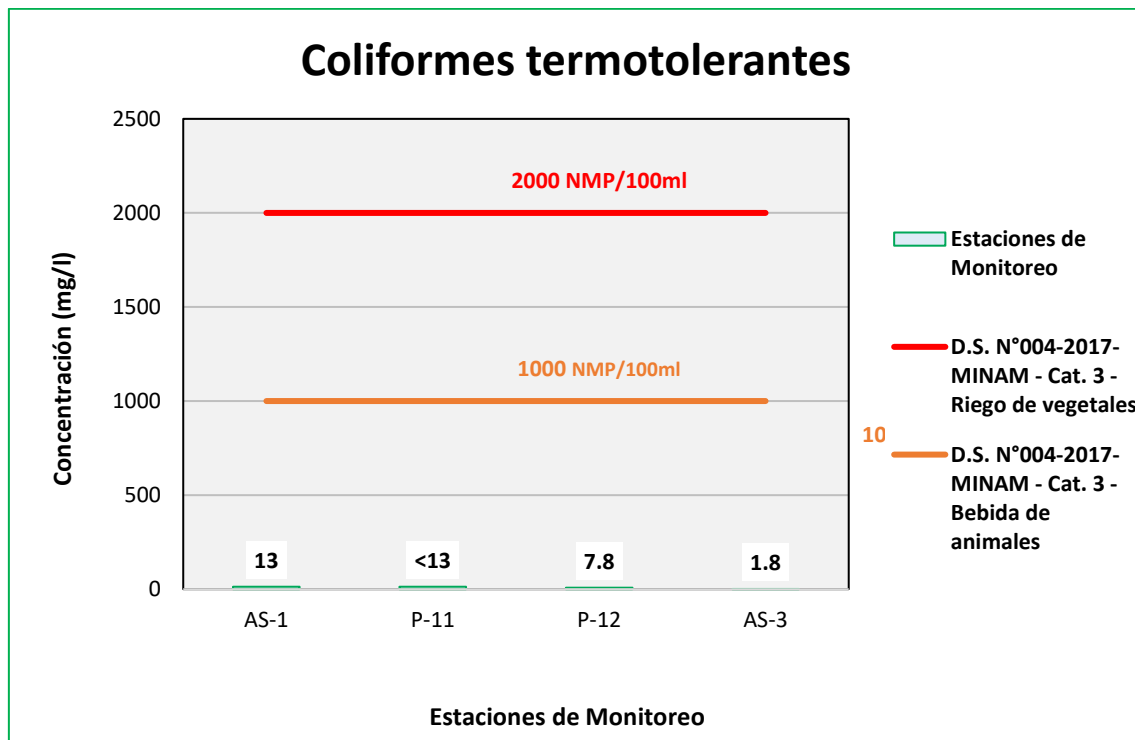
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Los análisis de Coliformes Termotolerantes procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1,8 mg/L).

Tal como se muestra en las siguientes figuras, los valores de Coliformes Termotolerantes se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Coliformes Termotolerantes = 1000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados.

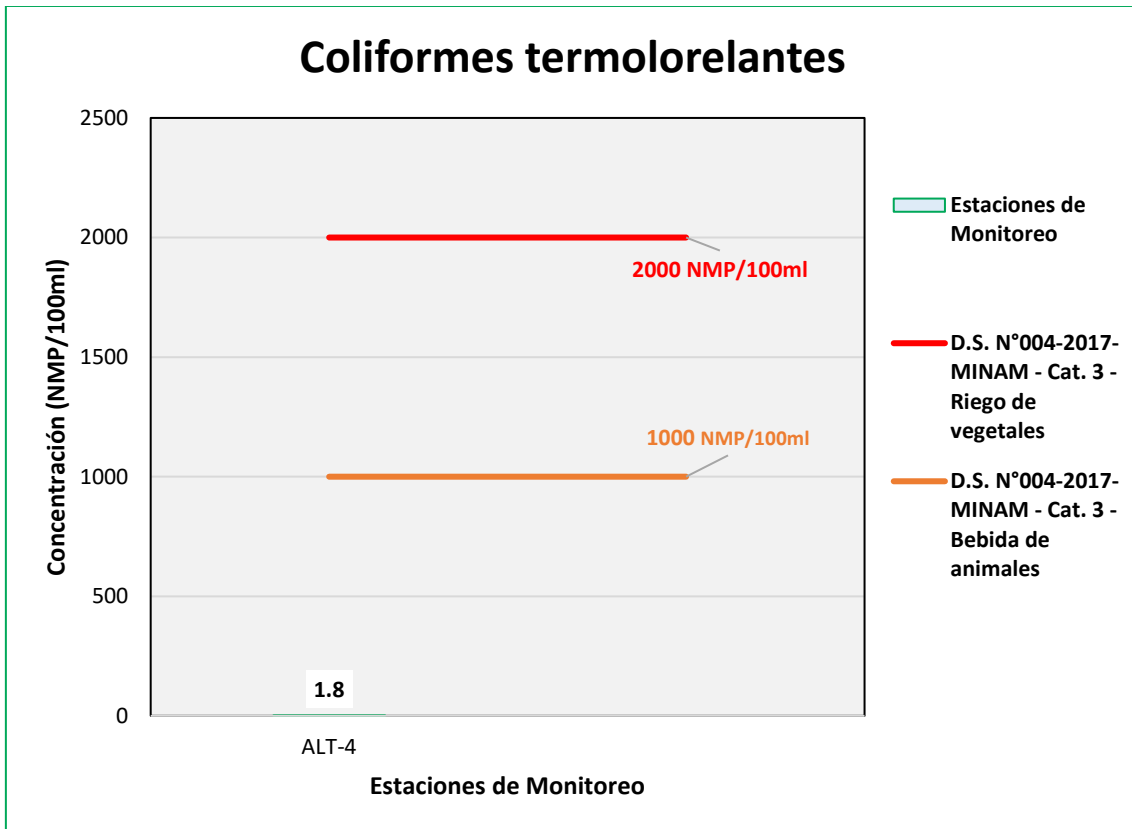
Figura 6.327. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

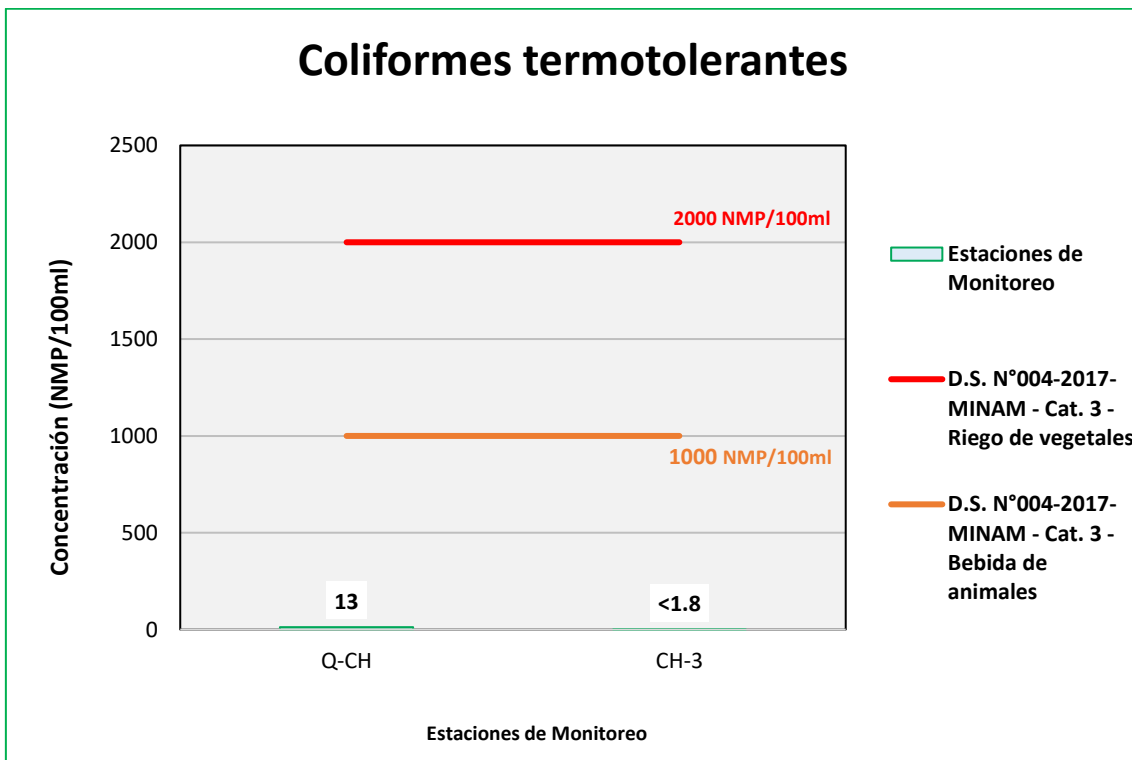
Figura 6.328. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

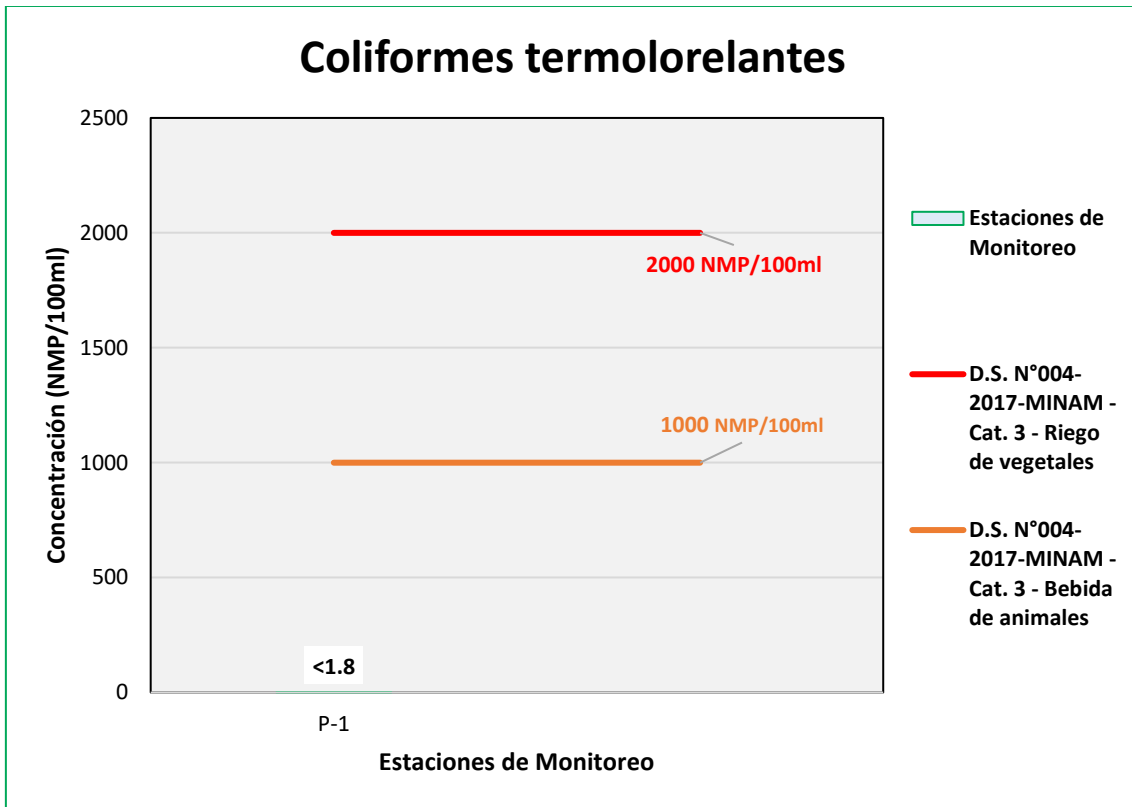
Figura 6.329. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

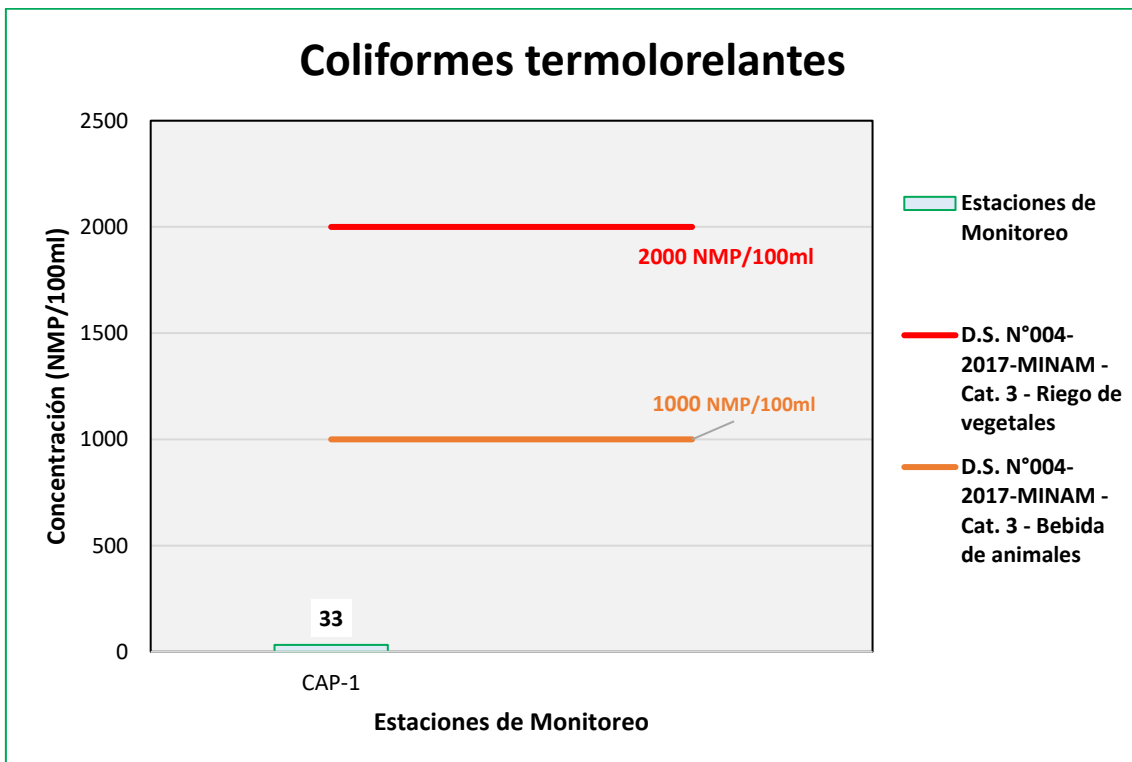
Figura 6.330. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

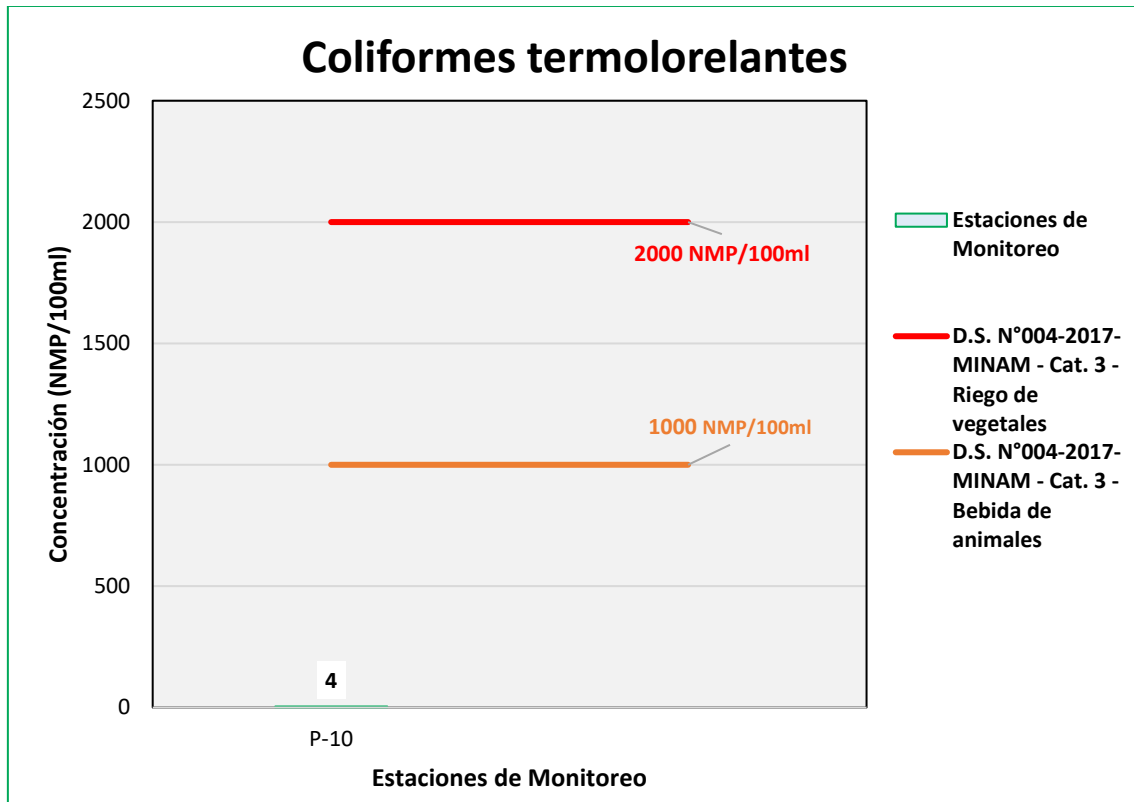
Figura 6.331. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.332. Resultados de Coliformes termotolerantes – Evaluación de la Qda Sarallengue



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

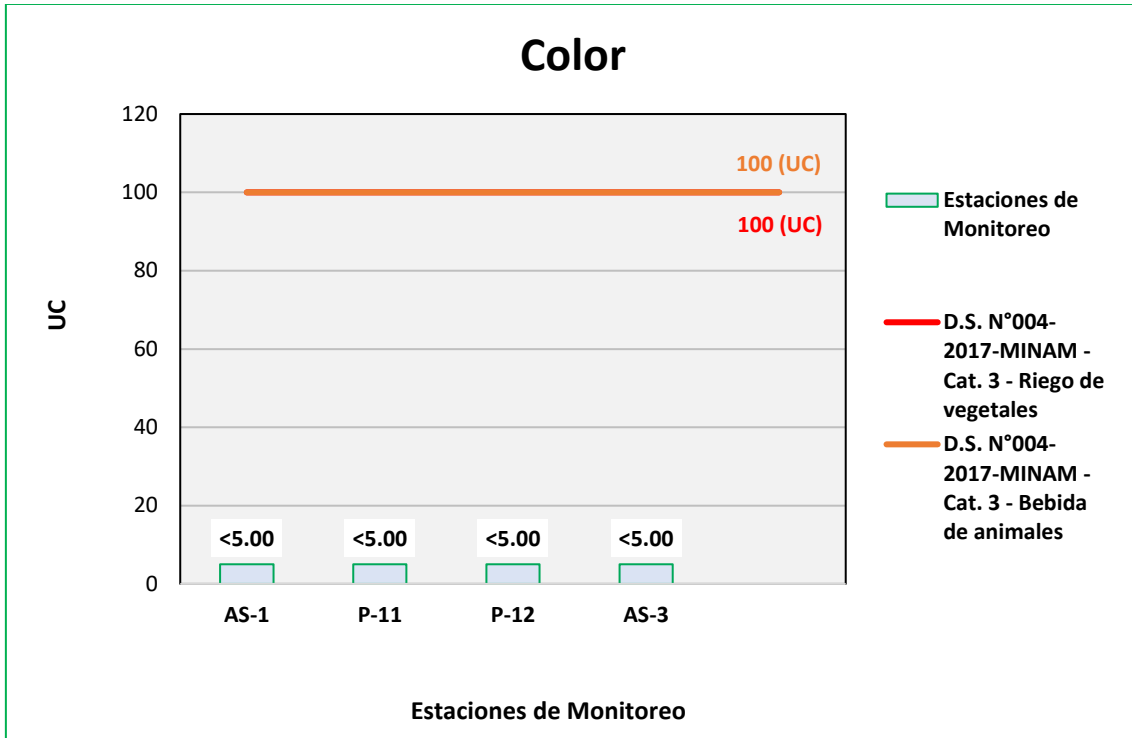
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.5 COLOR

El parámetro color es junto con la turbidez, un indicador de la calidad del agua, dado que nos proporciona características desde el punto de vista organoléptico. Dicho parámetro en las fuentes de agua puede tener su origen por la presencia o cantidad de la materia orgánica, así como la presencia de metales pesados o sustancias que pueden encontrarse disueltas o en suspensión.

La determinación de los resultados de Color procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arroja valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<5 UC). Asimismo, dichos valores de Color se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Color = 100 UC), lo que evidencia una ausencia de materia orgánica, o en su defecto poca carga orgánica en los cuerpos de agua, así como la ausencia de sustancias disueltas que podrían estar generando una coloración específica en dichos cuerpos hídricos.

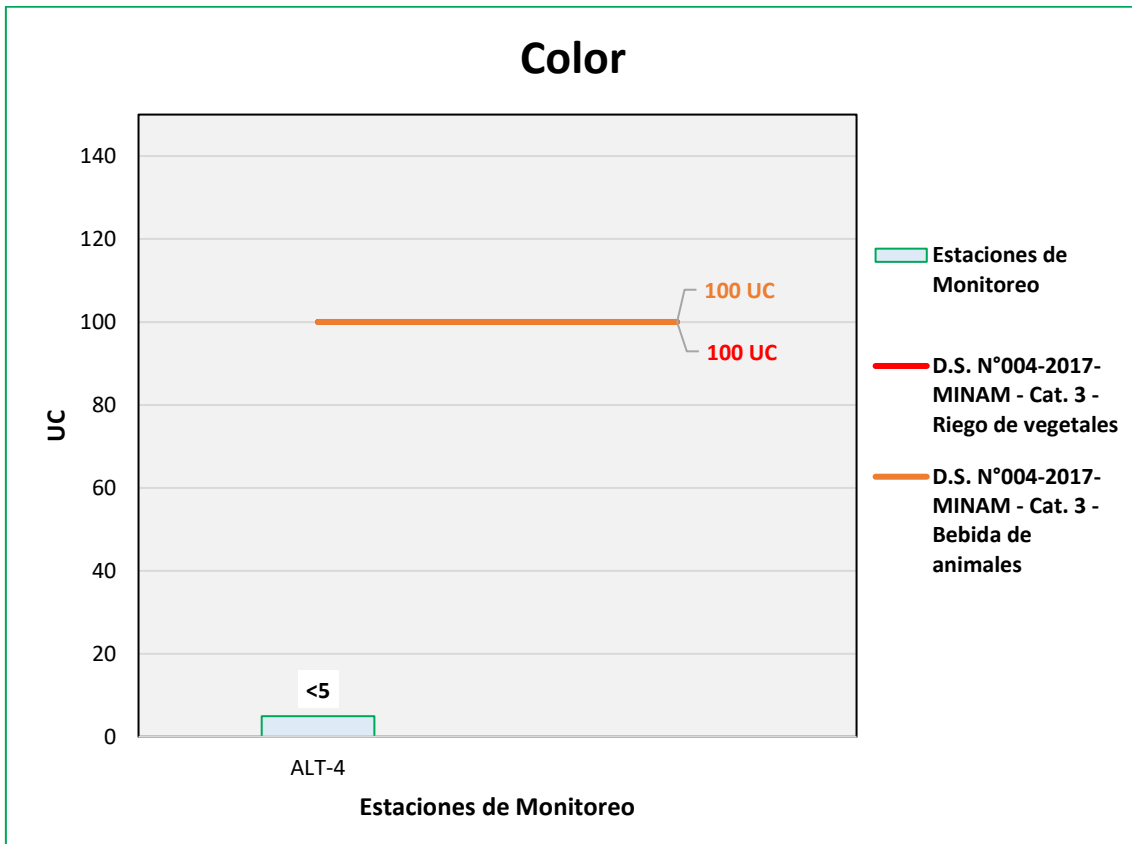
Figura 6.333. Resultados de Color – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

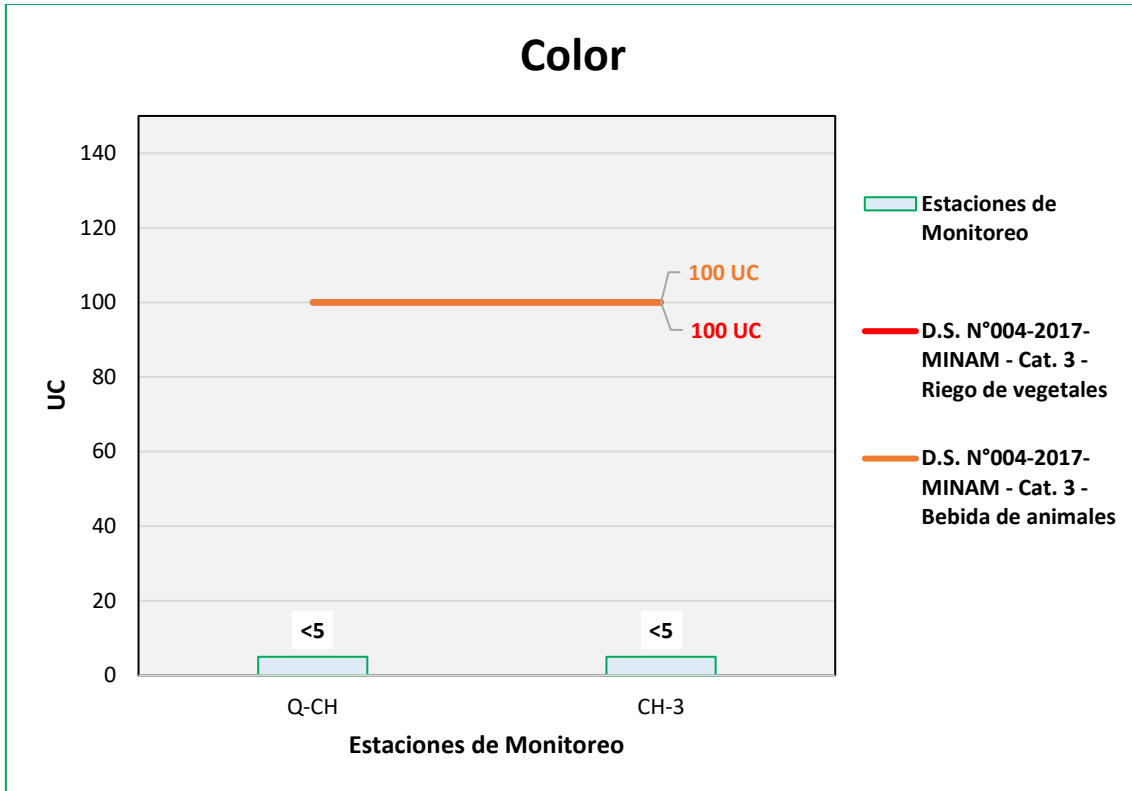
Figura 6.334. Resultados de Color – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

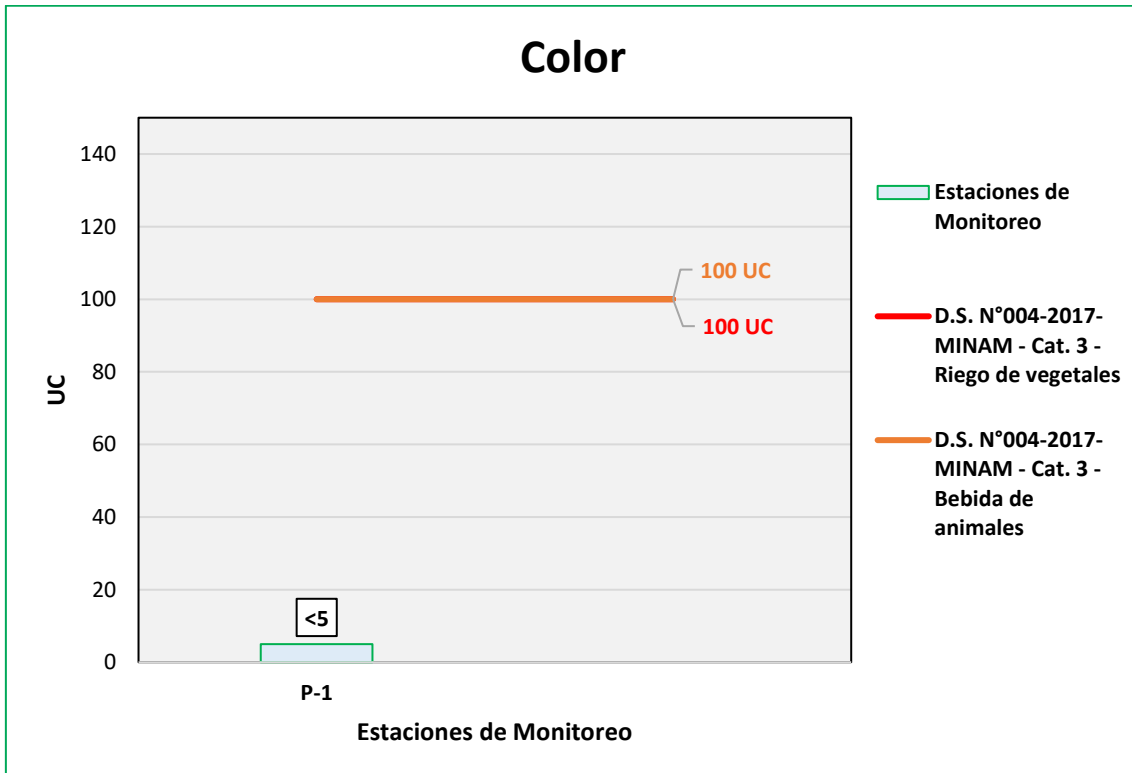
Figura 6.335. Resultados de Color – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

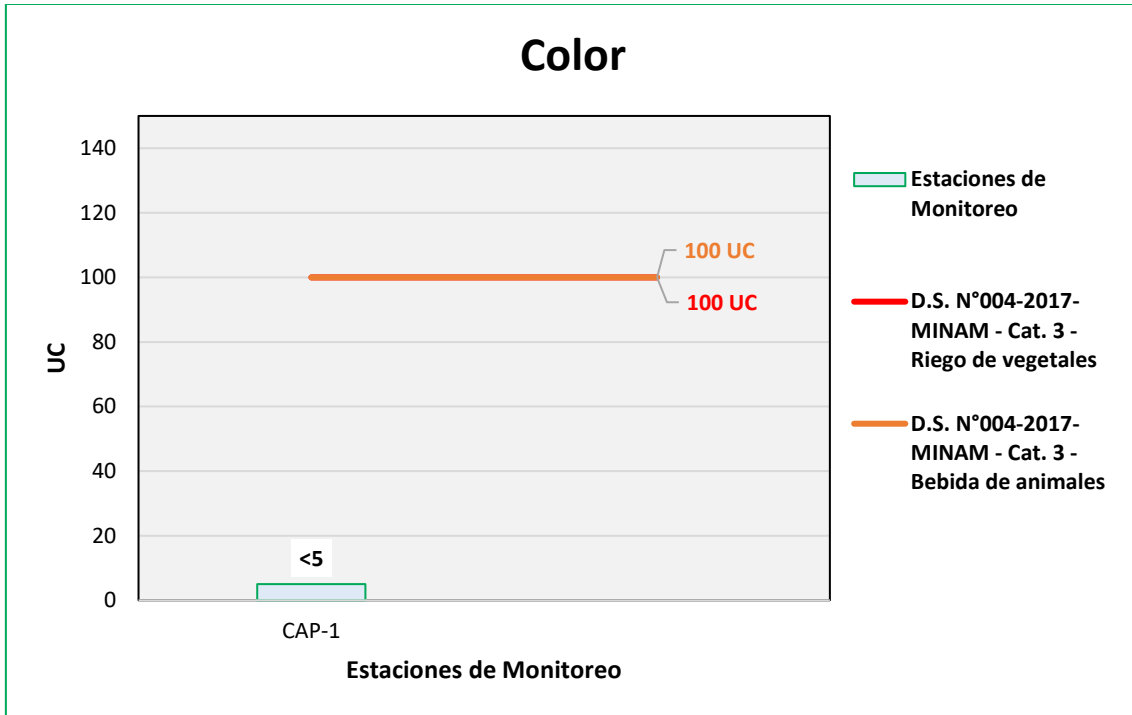
Figura 6.336. Resultados de Color – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

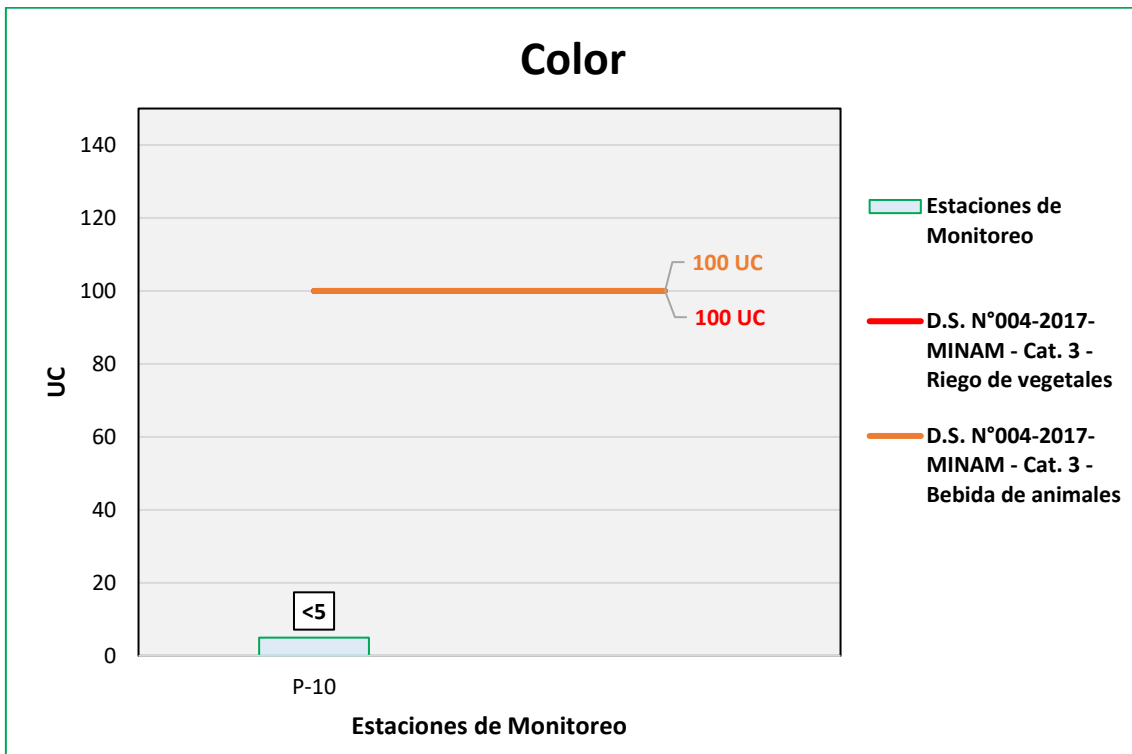
Figura 6.337. Resultados de Color – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.338. Resultados de Color – Evaluación de la Qda Sarallenne



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

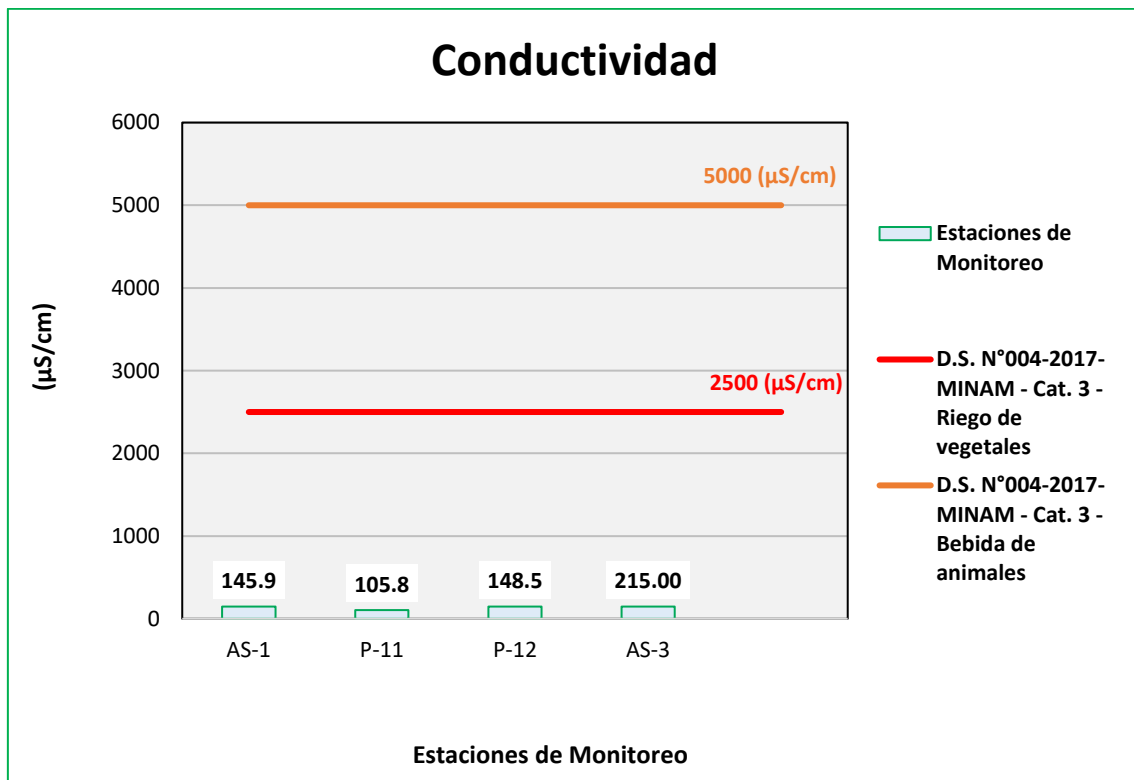
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.6 CONDUCTIVIDAD

Se entiende como conductividad eléctrica a la capacidad del agua para transportar la energía eléctrica, expresada en unidades de CE (Siemens/metro = $\mu\text{S}/\text{m}$). Este parámetro está relacionado directamente con la cantidad proporcional de sales presentes en los cuerpos hídricos, cuya disolución en el agua genera iones capaces de conducir corrientes eléctricas.

Los resultados de Conductividad Eléctrica procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Conductividad Eléctrica = 2 500 $\mu\text{S}/\text{m}$).

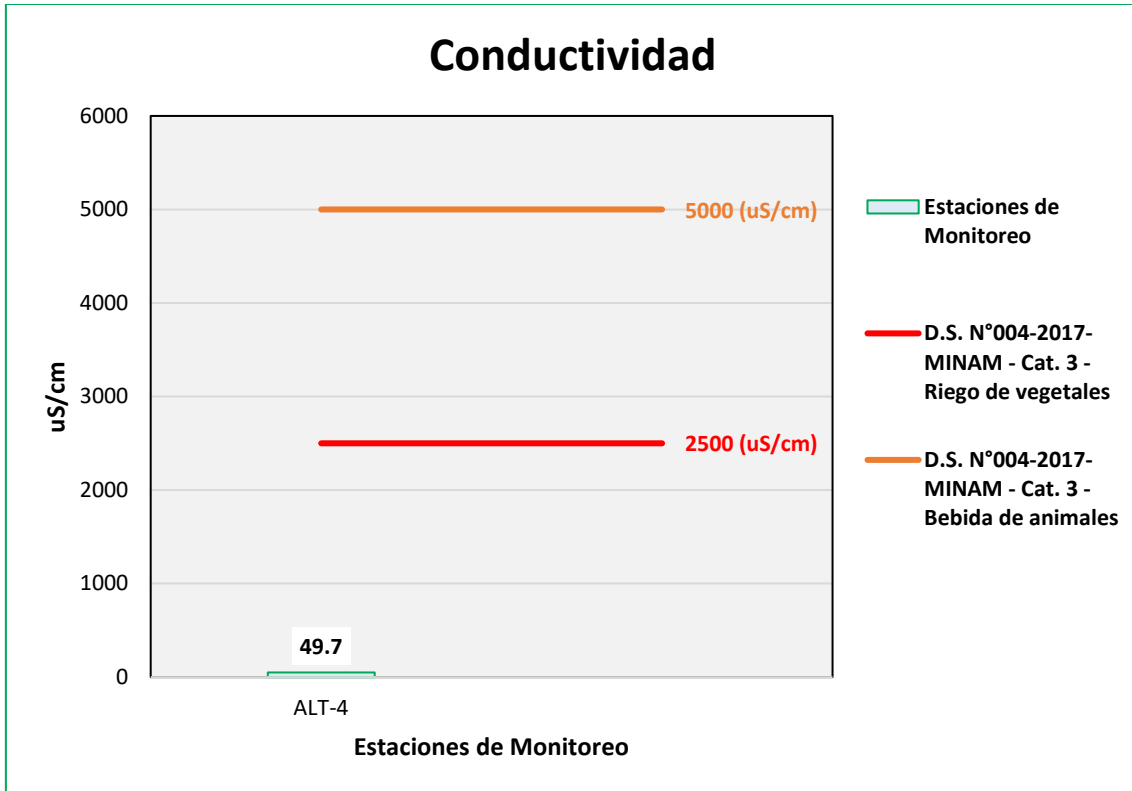
Figura 6.339. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

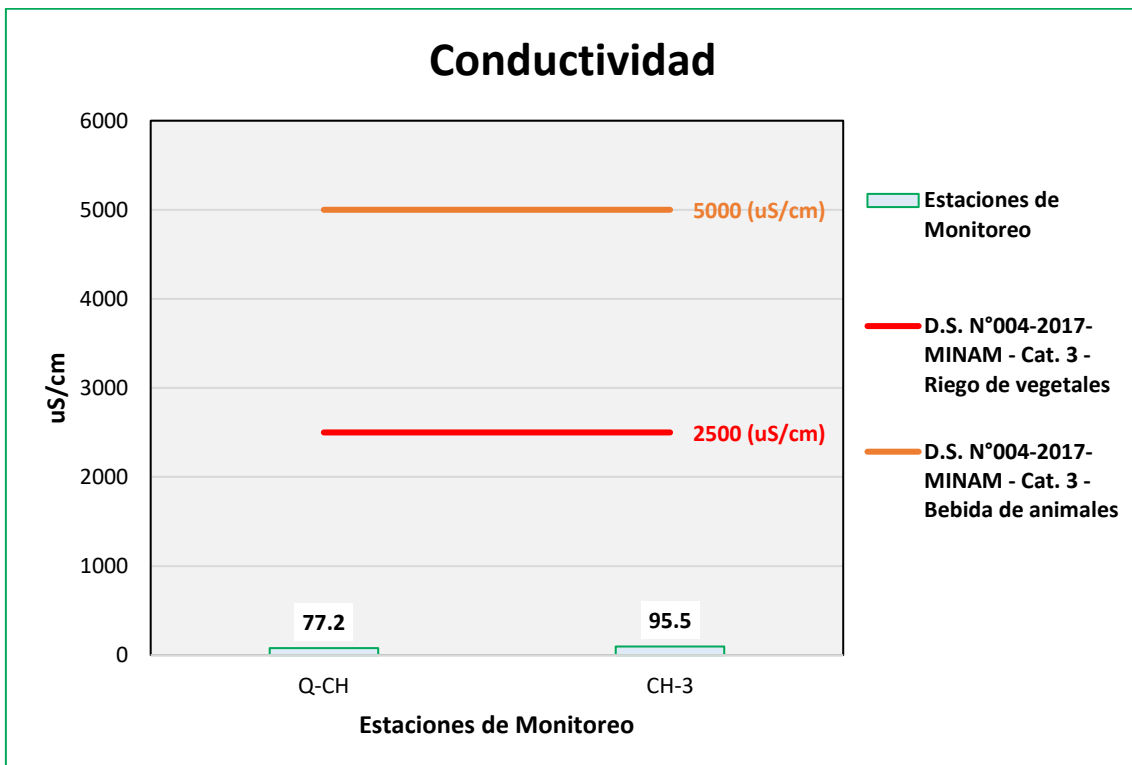
Figura 6.340. Resultados de Conductividad – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

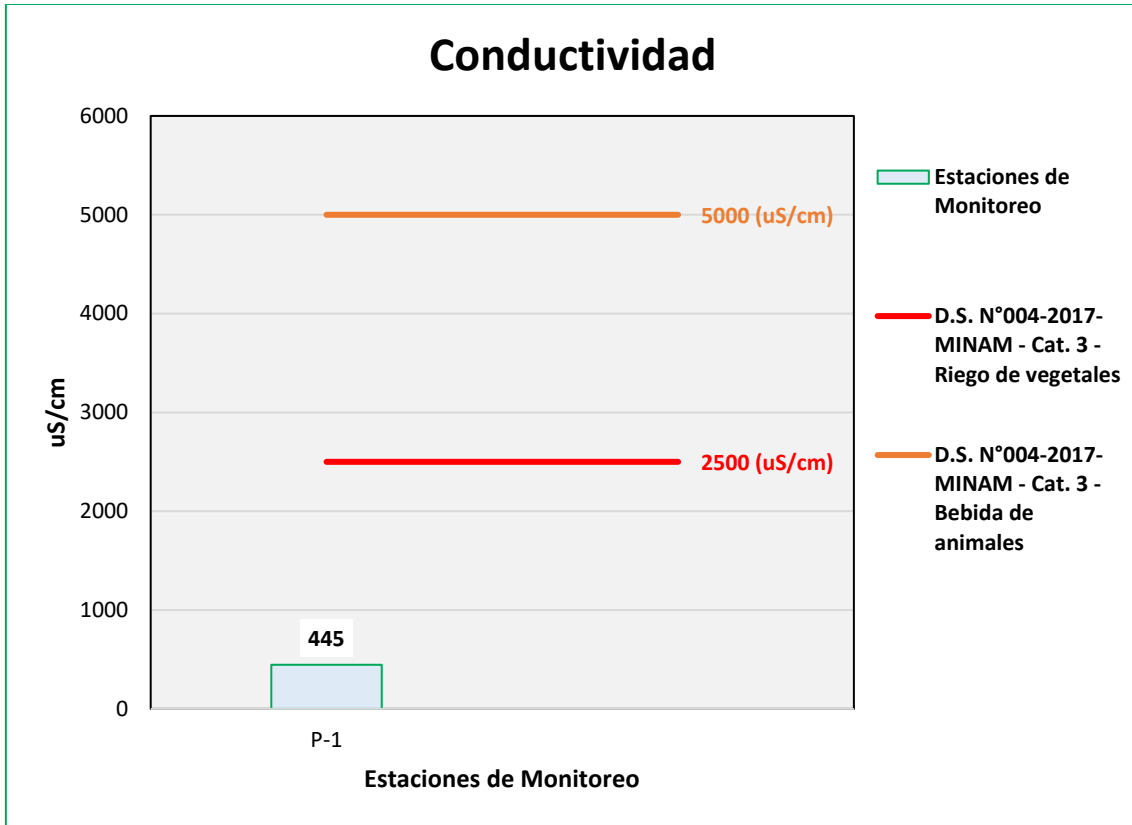
Figura 6.341. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

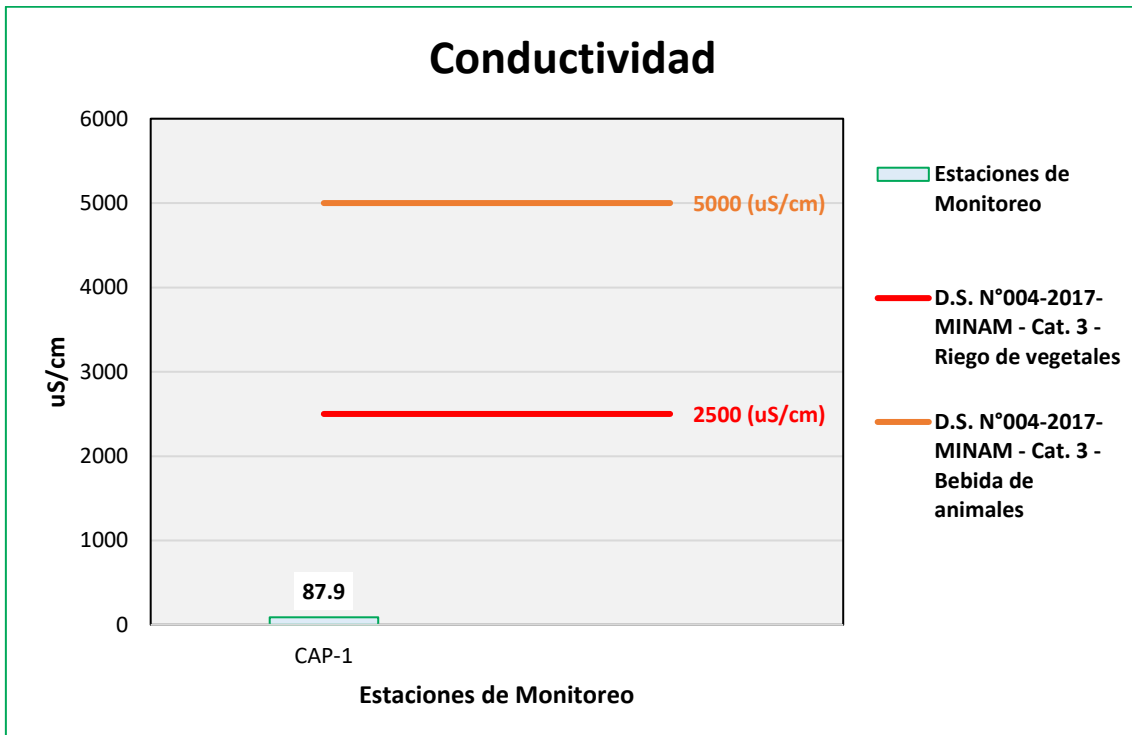
Figura 6.342. Resultados de Conductividad – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

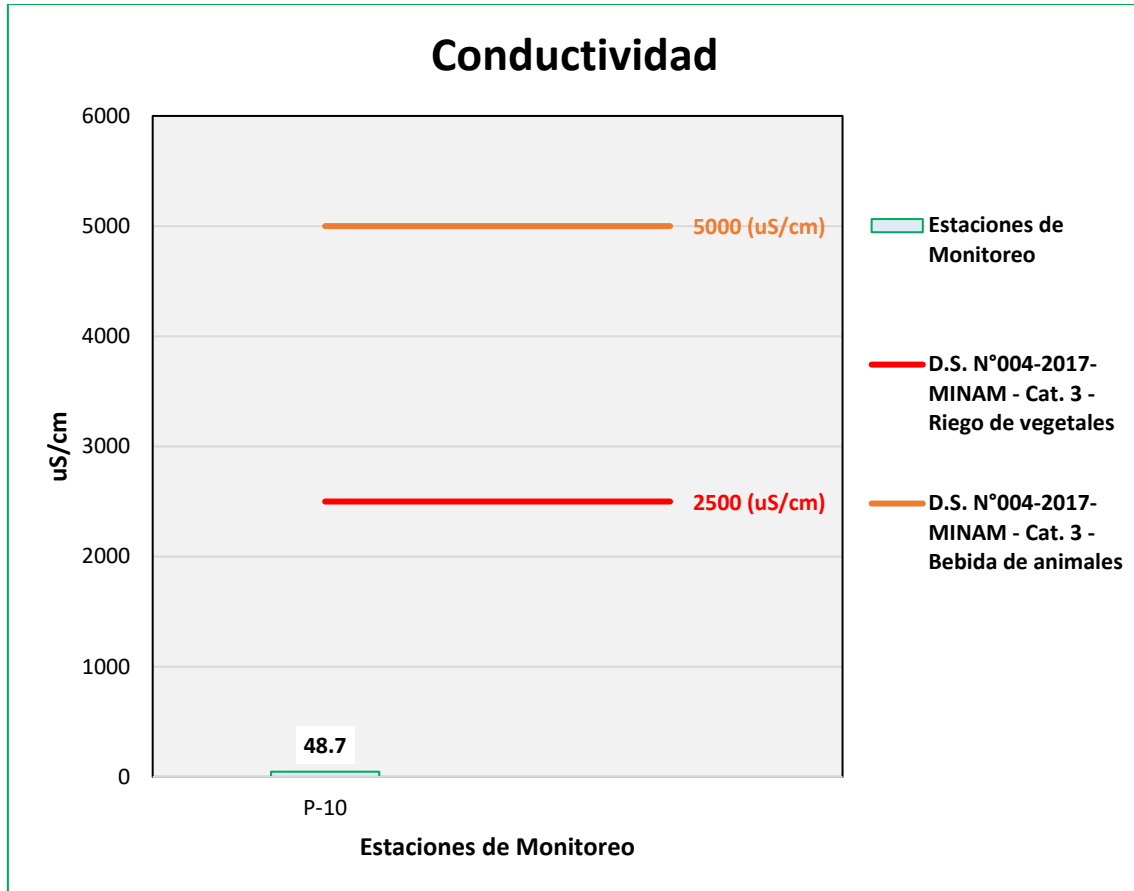
Figura 6.343. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.344. Resultados de Conductividad – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

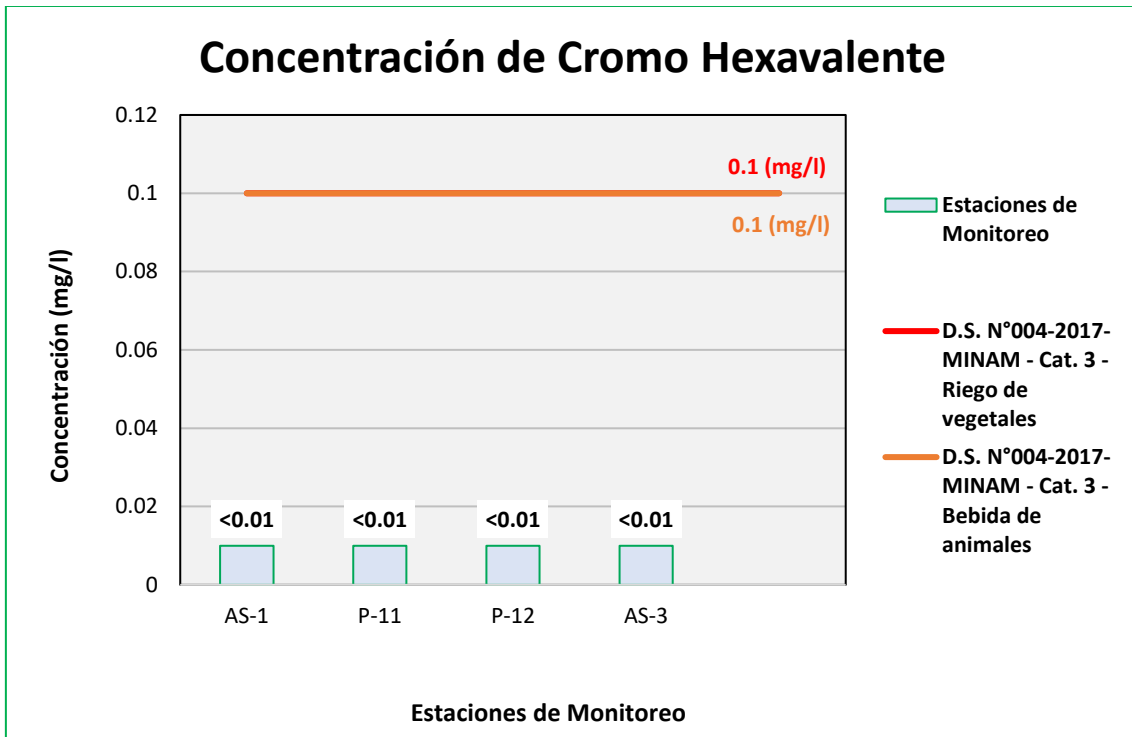
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.7 CROMO VI

El cromo se encuentra presente de manera natural en plantas, en el suelo, en rocas, hasta en seres vivos, principalmente en dos estados de oxidación: cromo trivalente (Cr III) y cromo hexavalente (Cr VI). Si bien el cromo hexavalente presente en el agua es reducido a cromo trivalente mediante la capacidad de reducción que tienen los cuerpos hídricos, usualmente los derivados del Cr VI tiene su origen por la actividad antropogénica de actividades como la minería, curtiembres de cuero, fabricación de pinturas, entre otros.

Los resultados de Cromo VI procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cr VI = 0,1 mg/L).

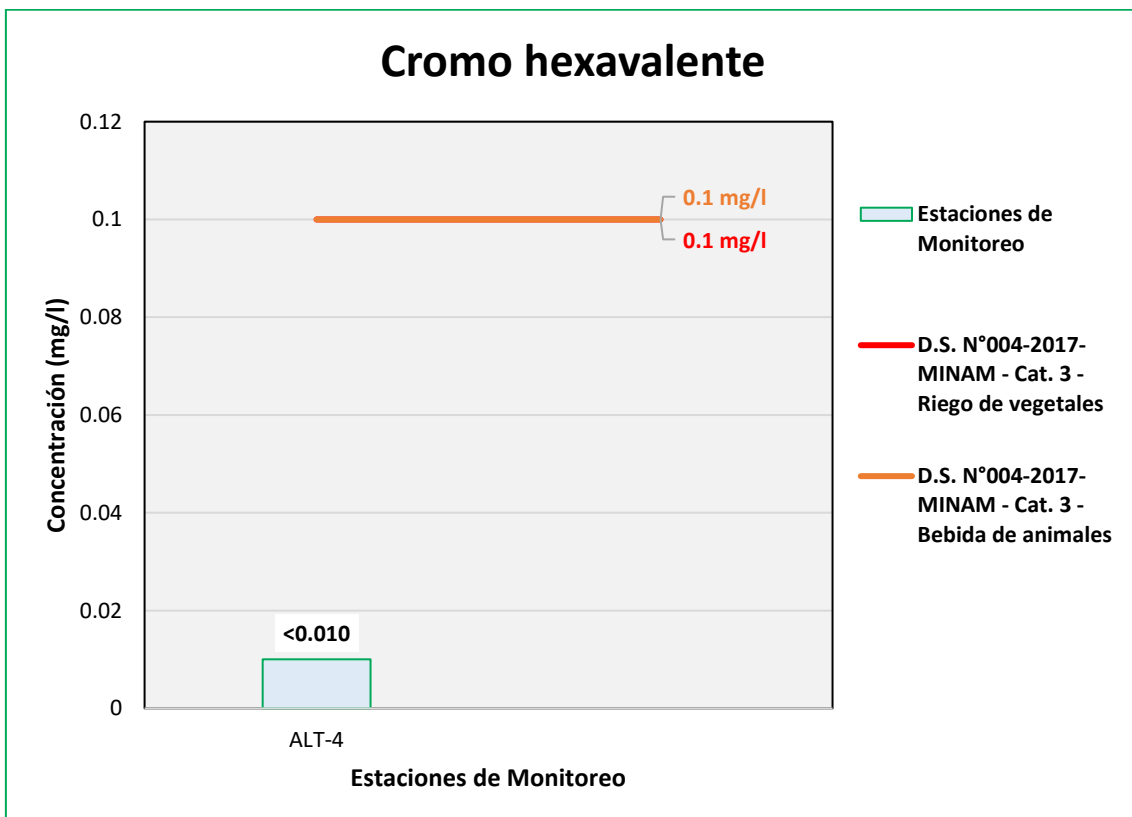
Figura 6.345. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

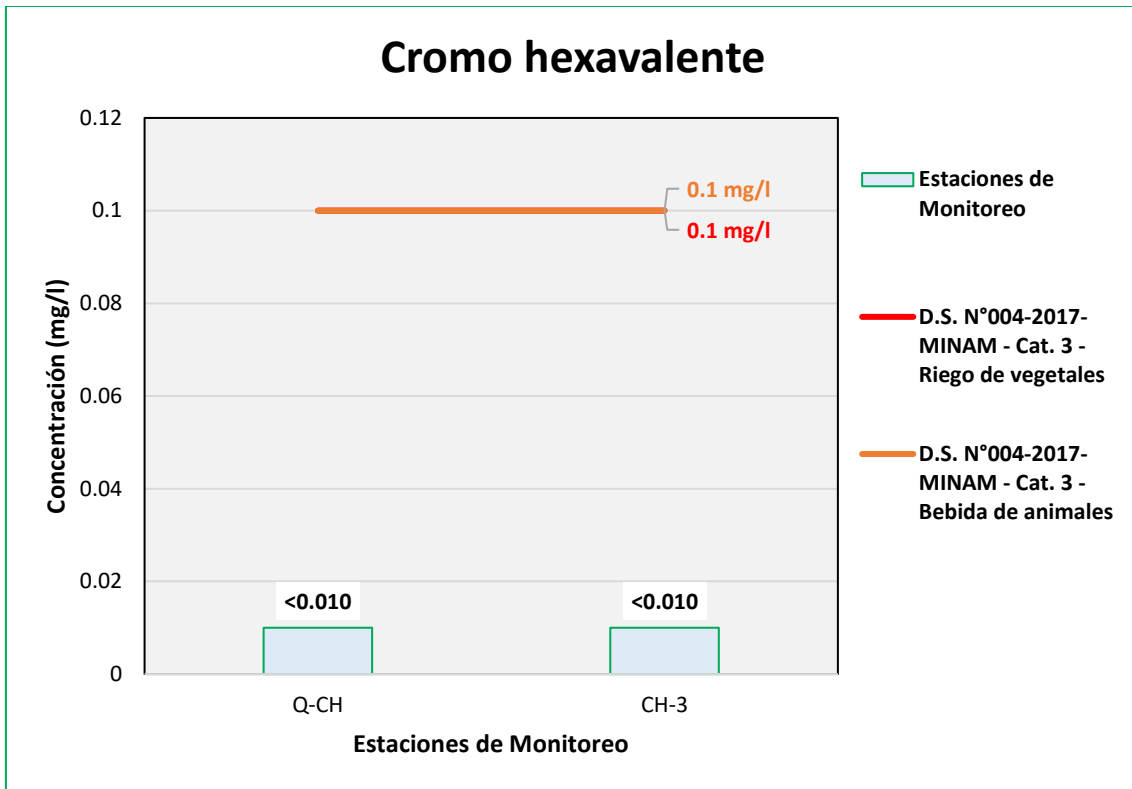
Figura 6.346. Resultados de Cromo VI – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

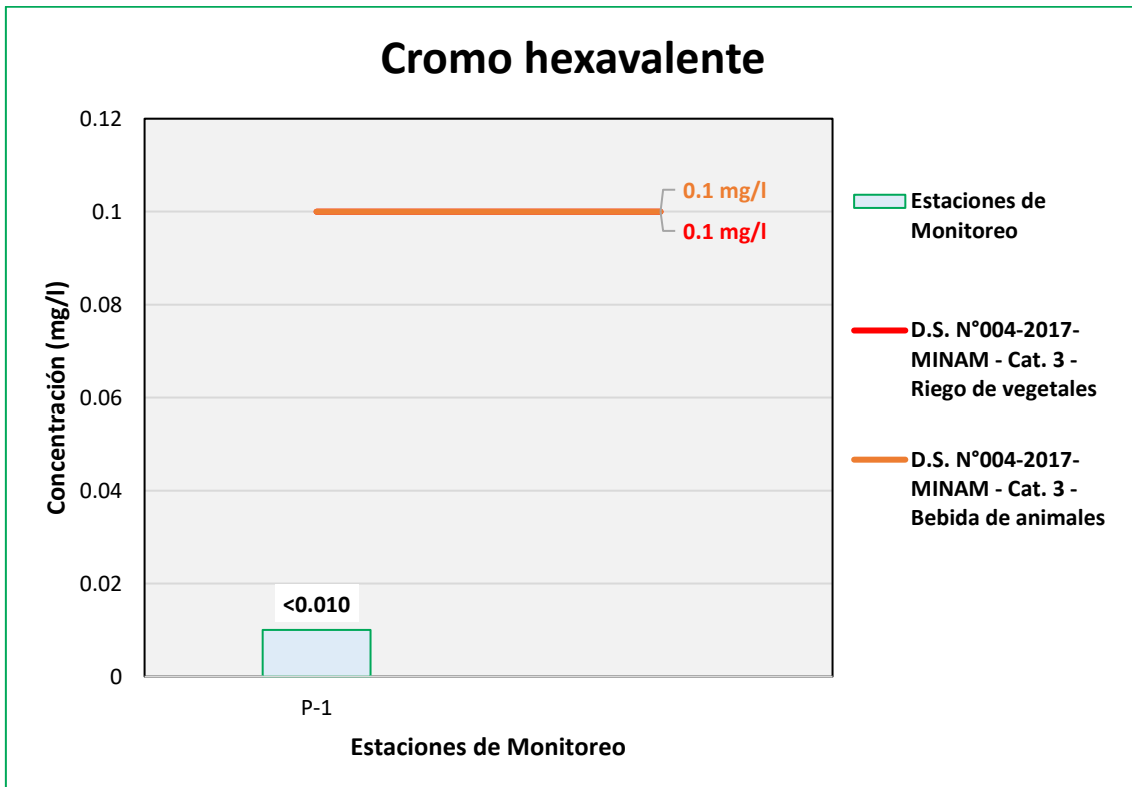
Figura 6.347. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

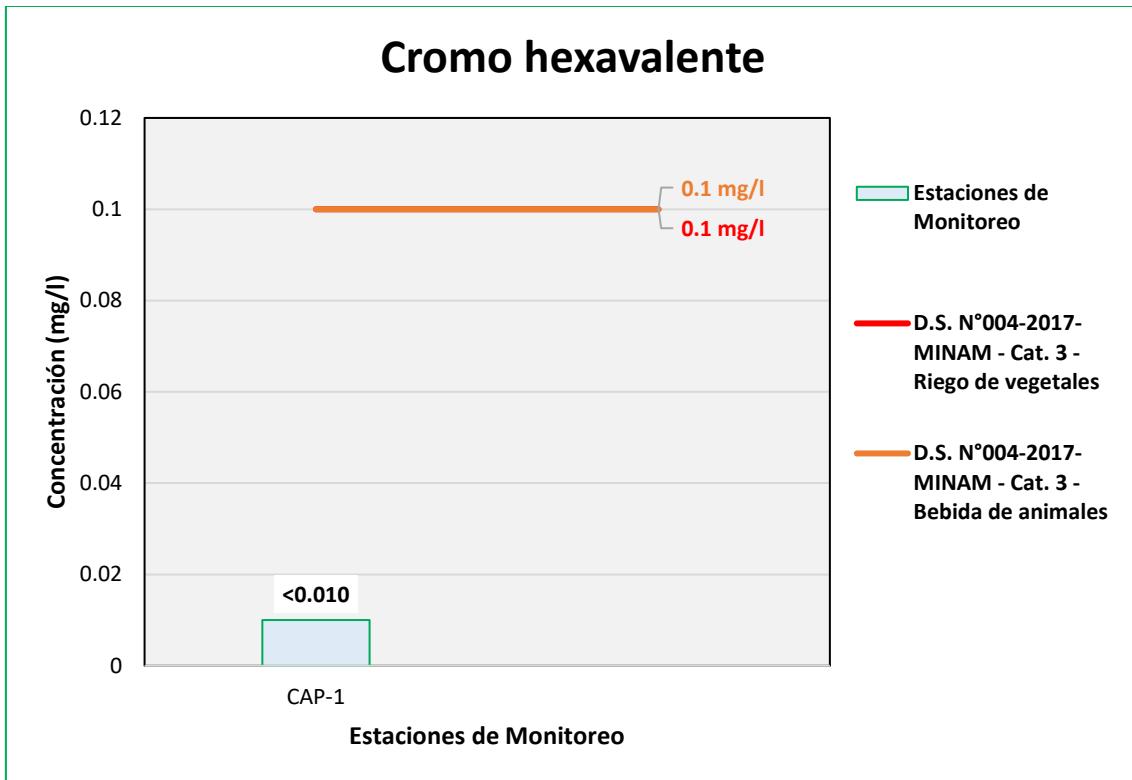
Figura 6.348. Resultados de Cromo VI – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

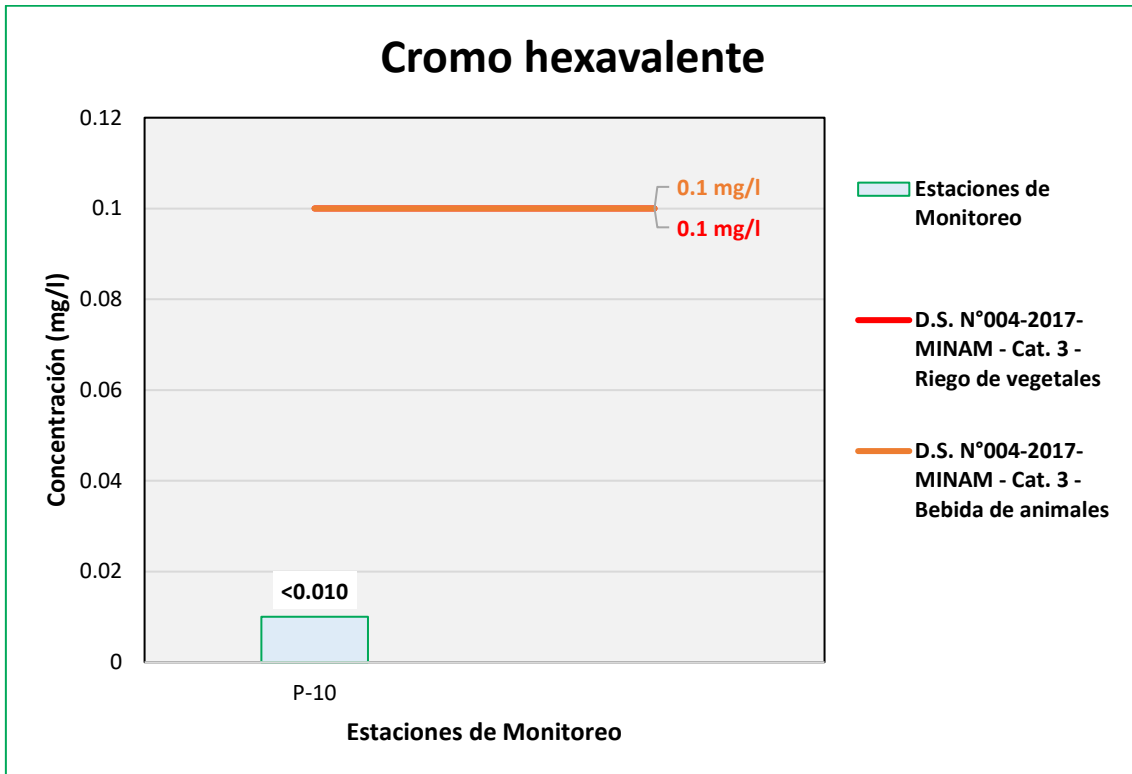
Figura 6.349. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.350. Resultados de Cromo VI – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

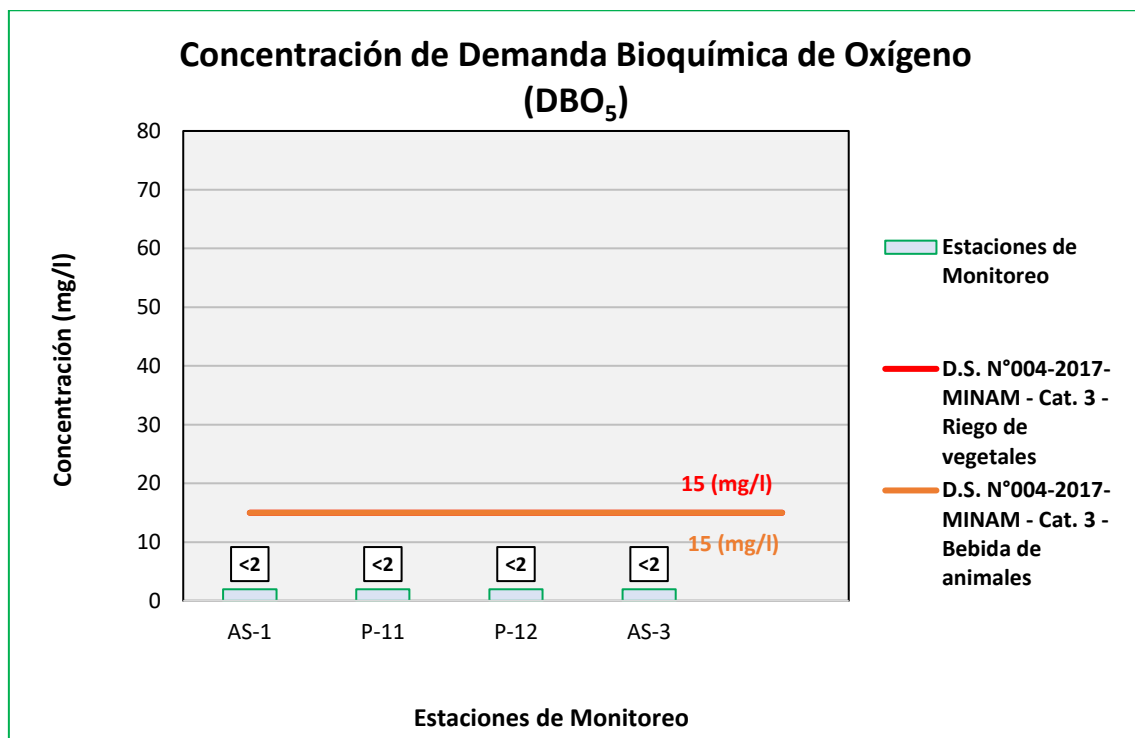
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.8 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de elementos biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DBO₅ = 15 mg/L).

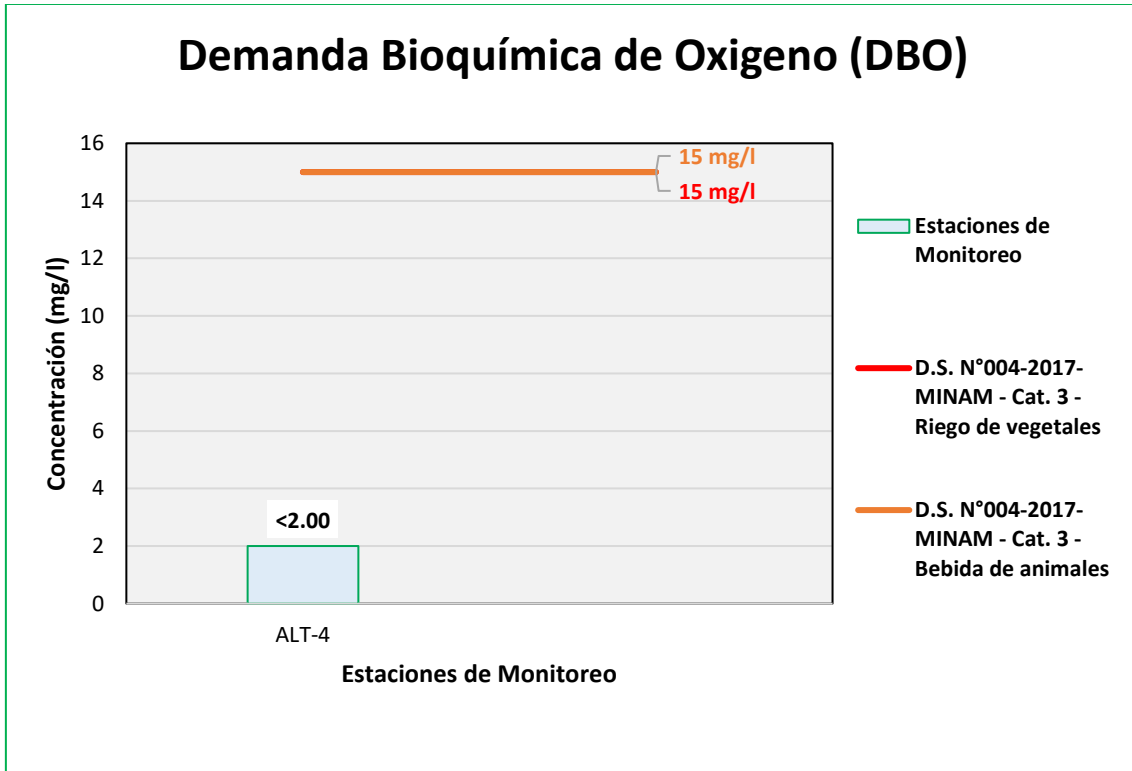
Figura 6.351. Resultados de DBO₅ – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

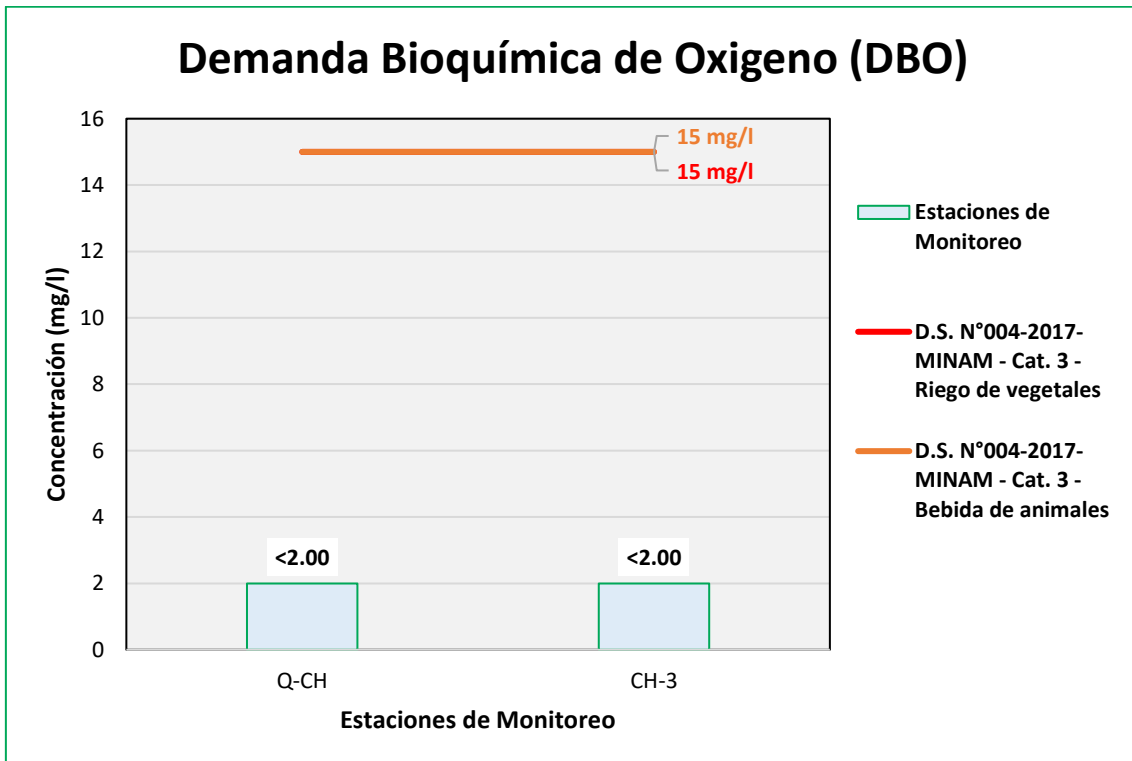
Figura 6.352. Resultados de DBO5 – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

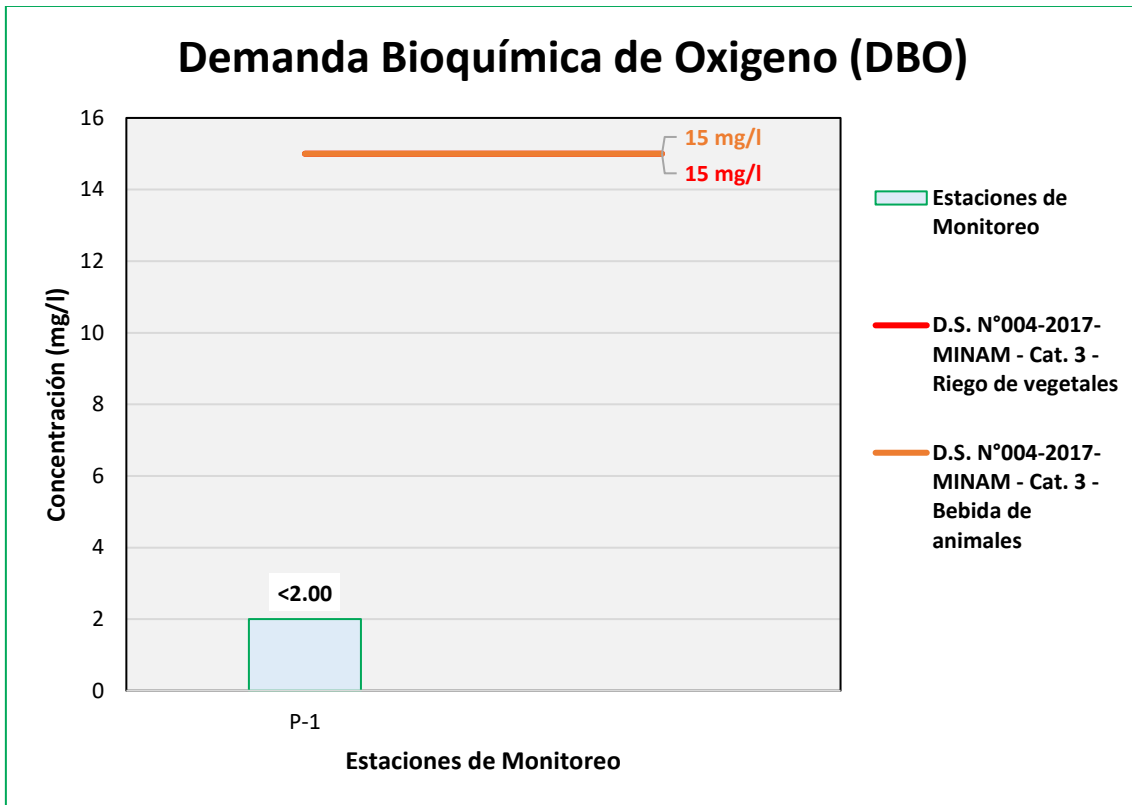
Figura 6.353. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

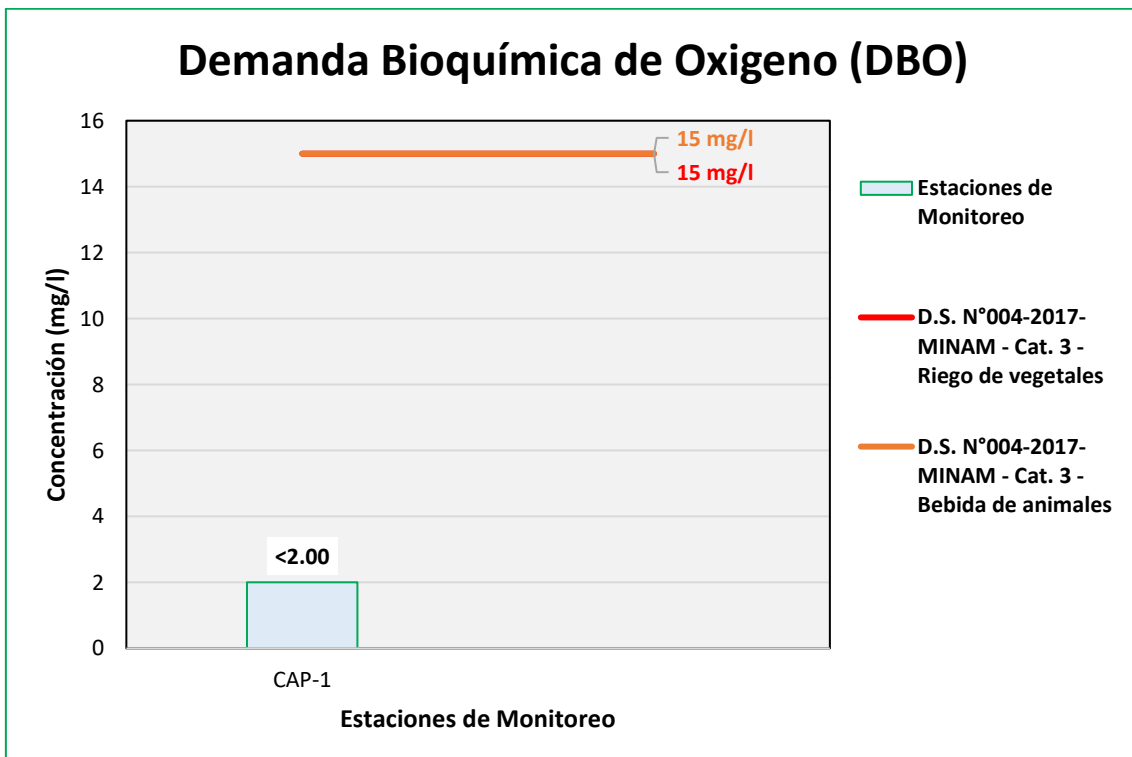
Figura 6.354. Resultados de DBO5 – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

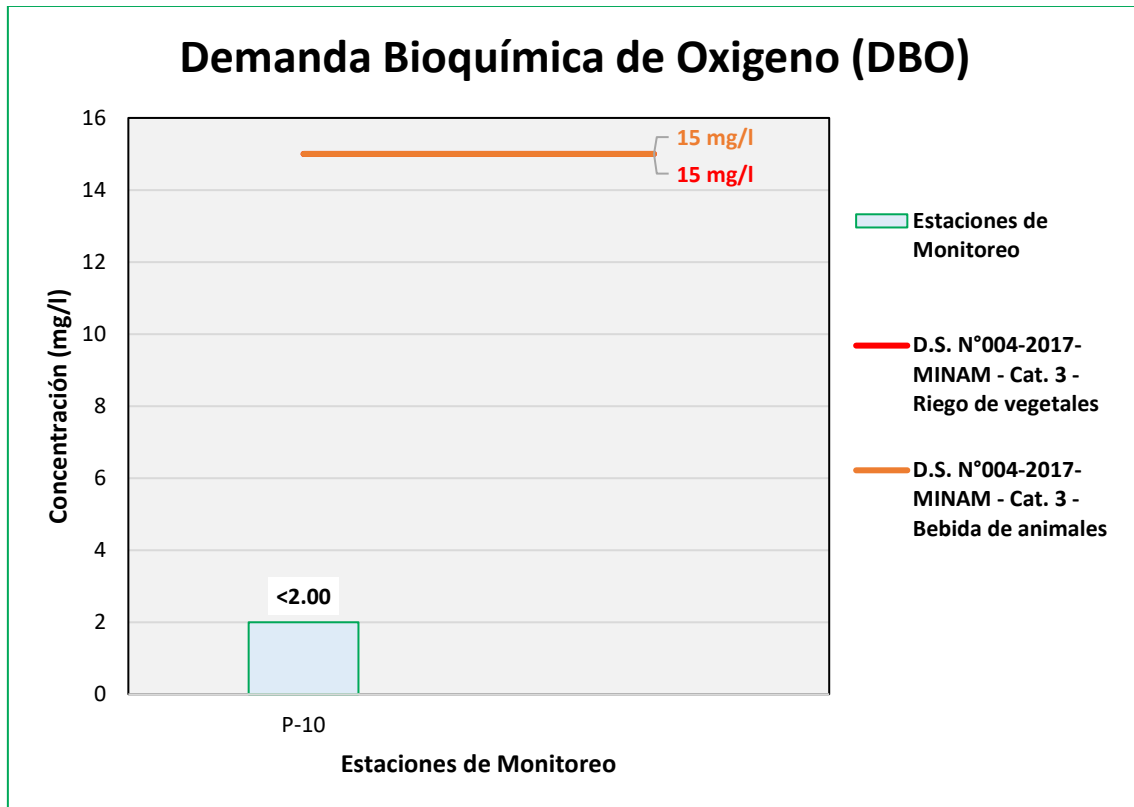
Figura 6.355. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.356. Resultados de DBO5 – Evaluación de la Qda Sarallenneque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

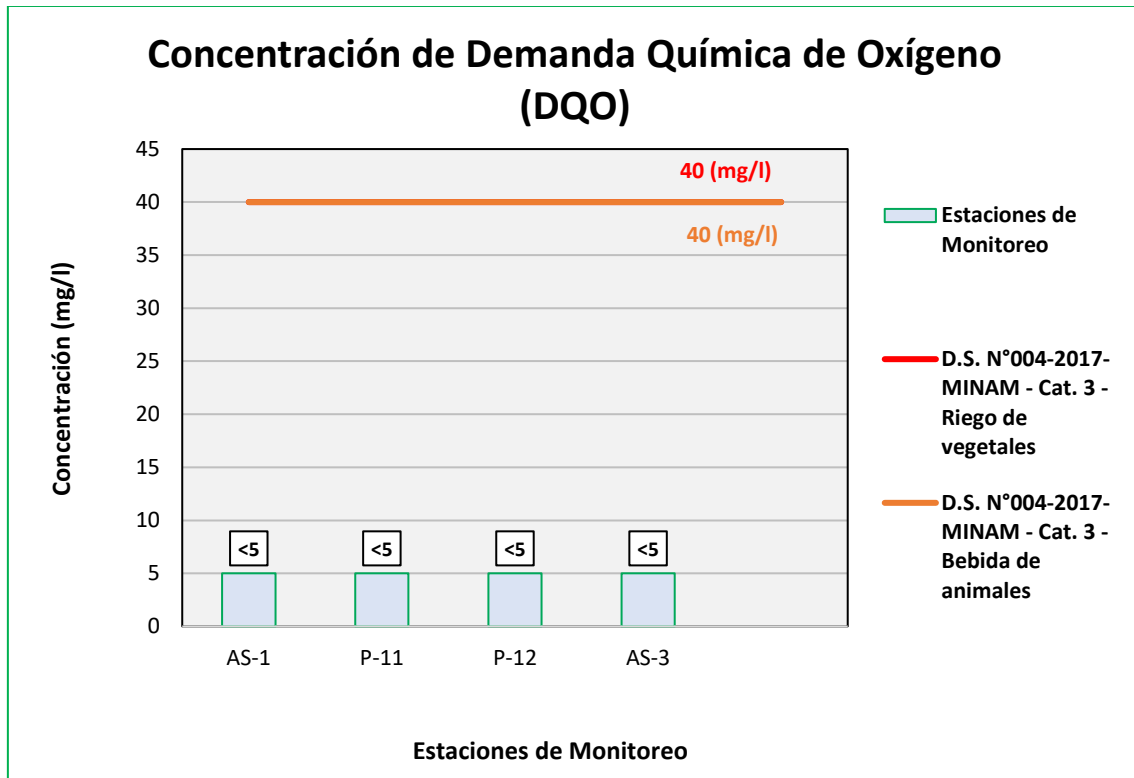
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.9 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Podemos definir a la demanda química de oxígeno (DQO) como la cantidad requerida de oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica, produciendo como resultado en moléculas de dióxido de carbono y agua. La DQO es una medición indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra. Con esta prueba, podemos medir prácticamente todos los compuestos orgánicos que requieren un reactivo para pasar por el proceso de digestión.

Los resultados de DQO procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DQO = 40 mg/L).

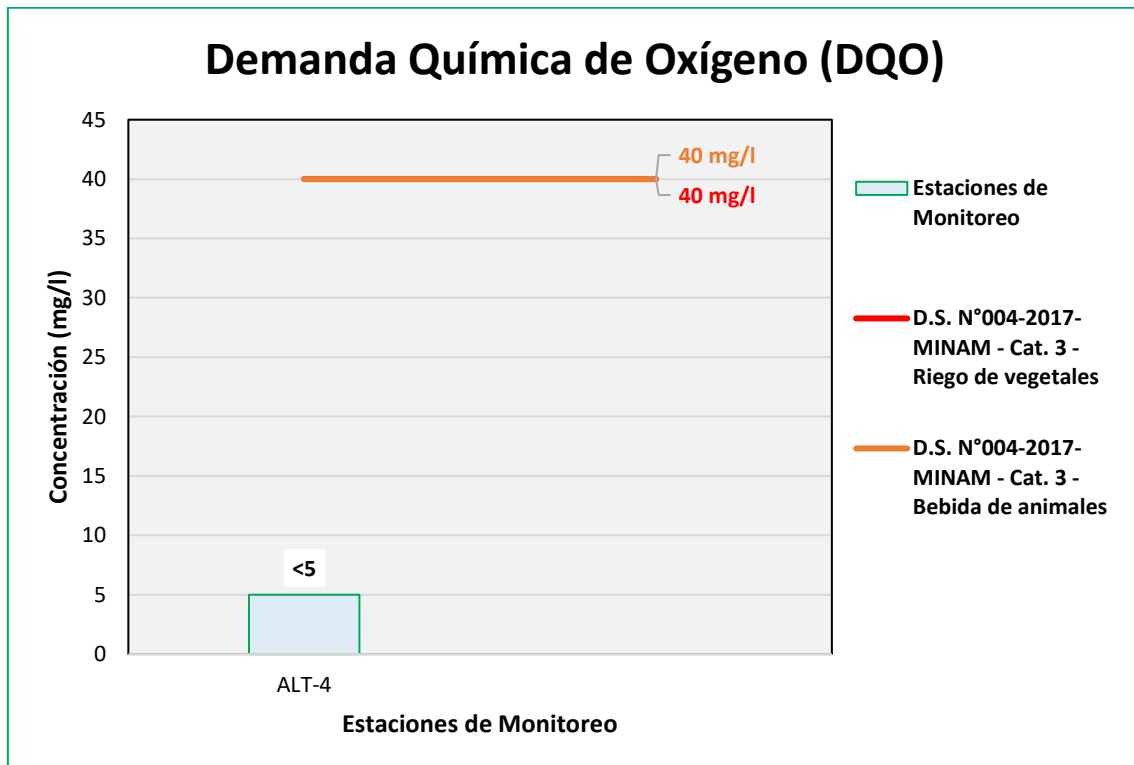
Figura 6.357. Resultados de DQO – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

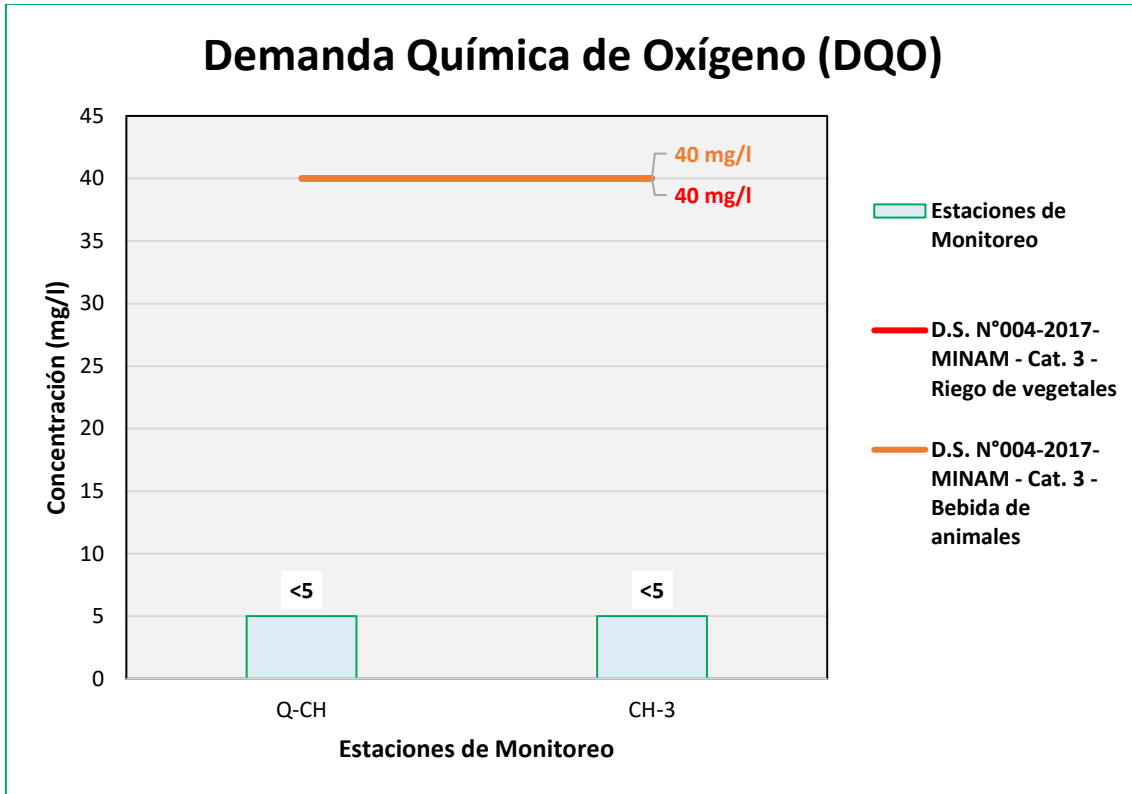
Figura 6.358. Resultados de DQO – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

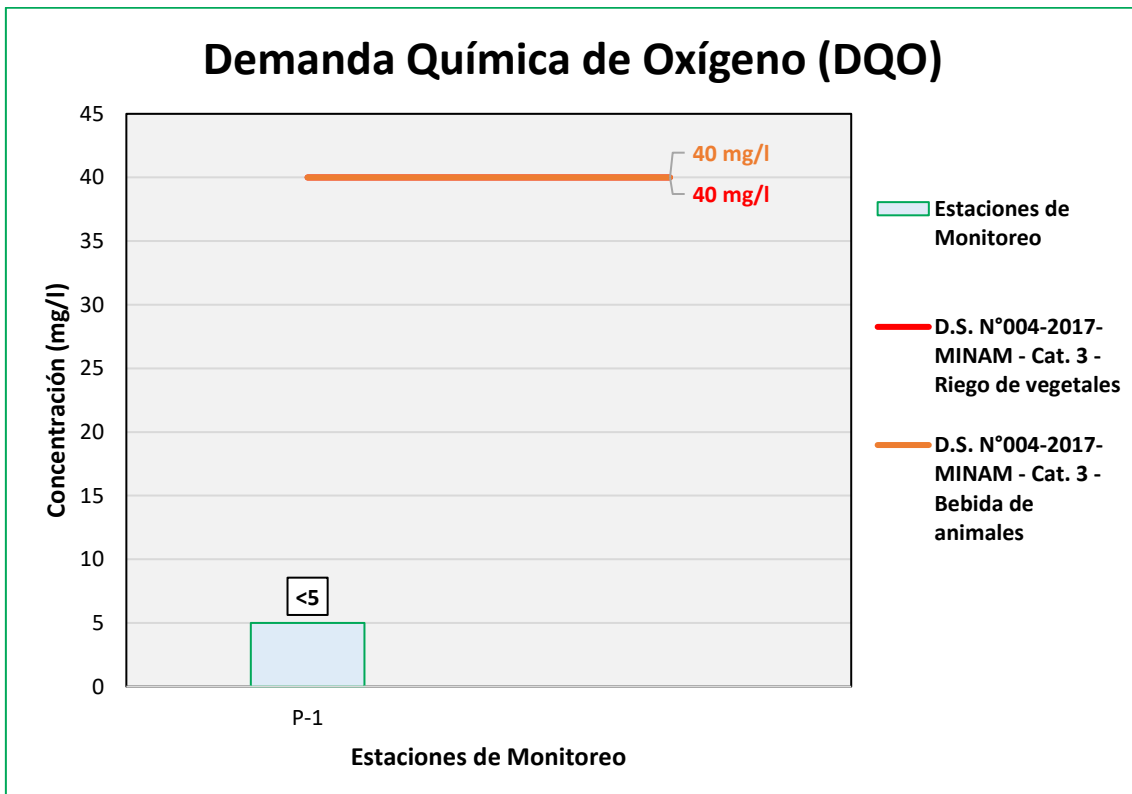
Figura 6.359. Resultados de DQO – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

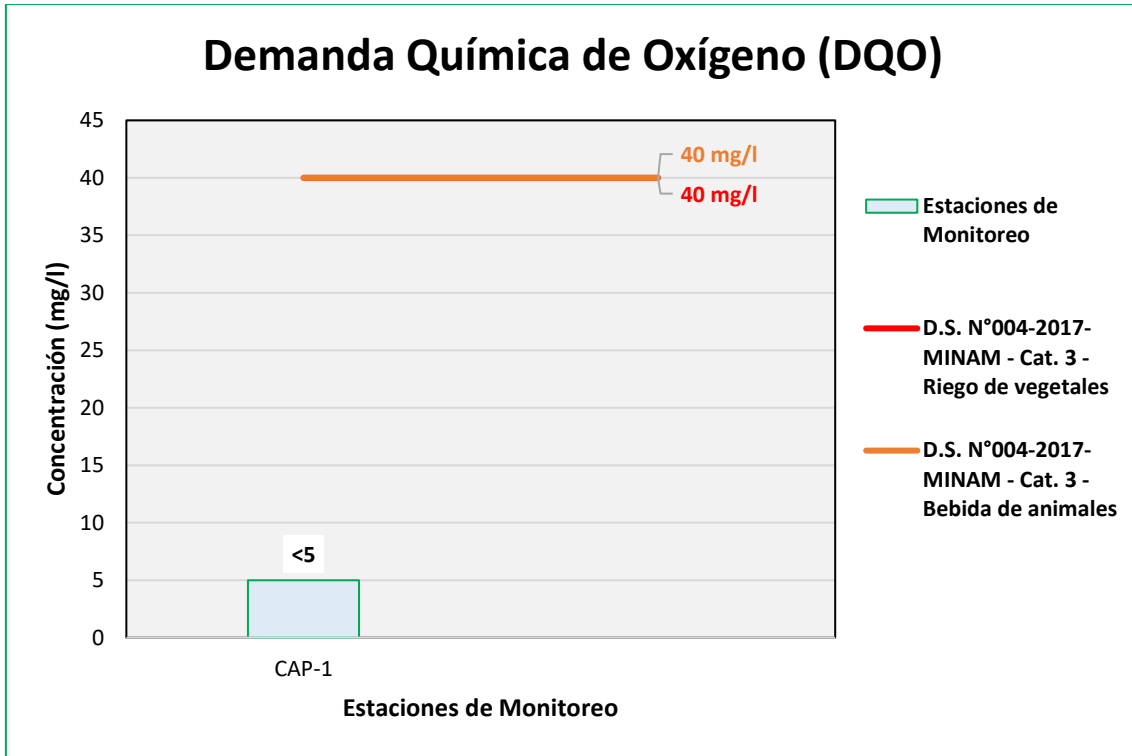
Figura 6.360. Resultados de DQO – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

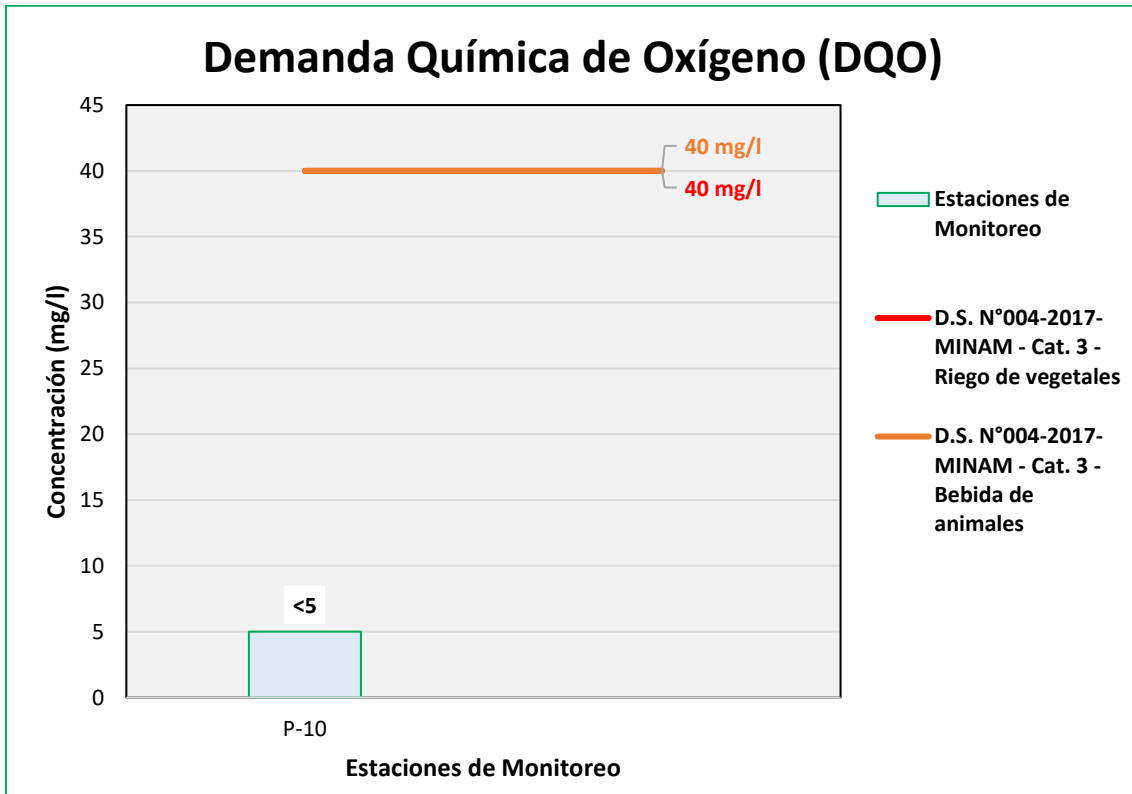
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.361. Resultados de DQO – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.362. Resultados de DQO – Evaluación de la Qda Sarallenne

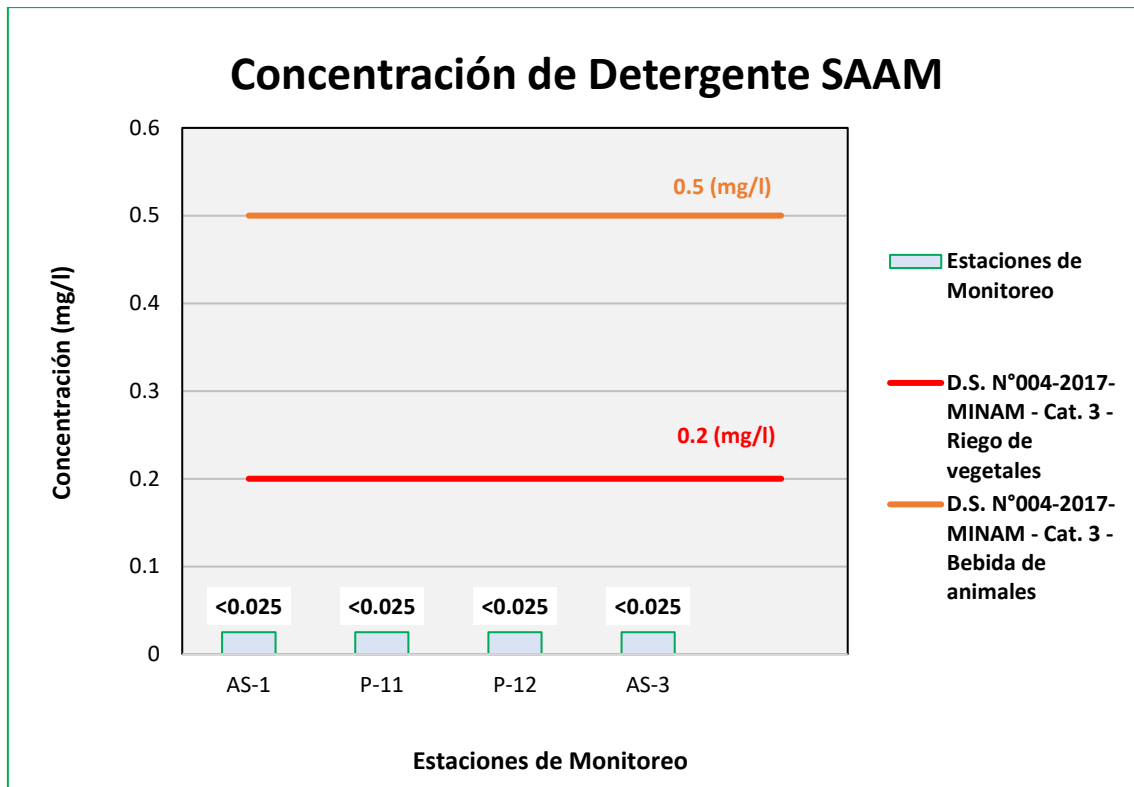


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.10 DETERGENTES (SAAM)

Los resultados de SAAM procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0,2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este elemento en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

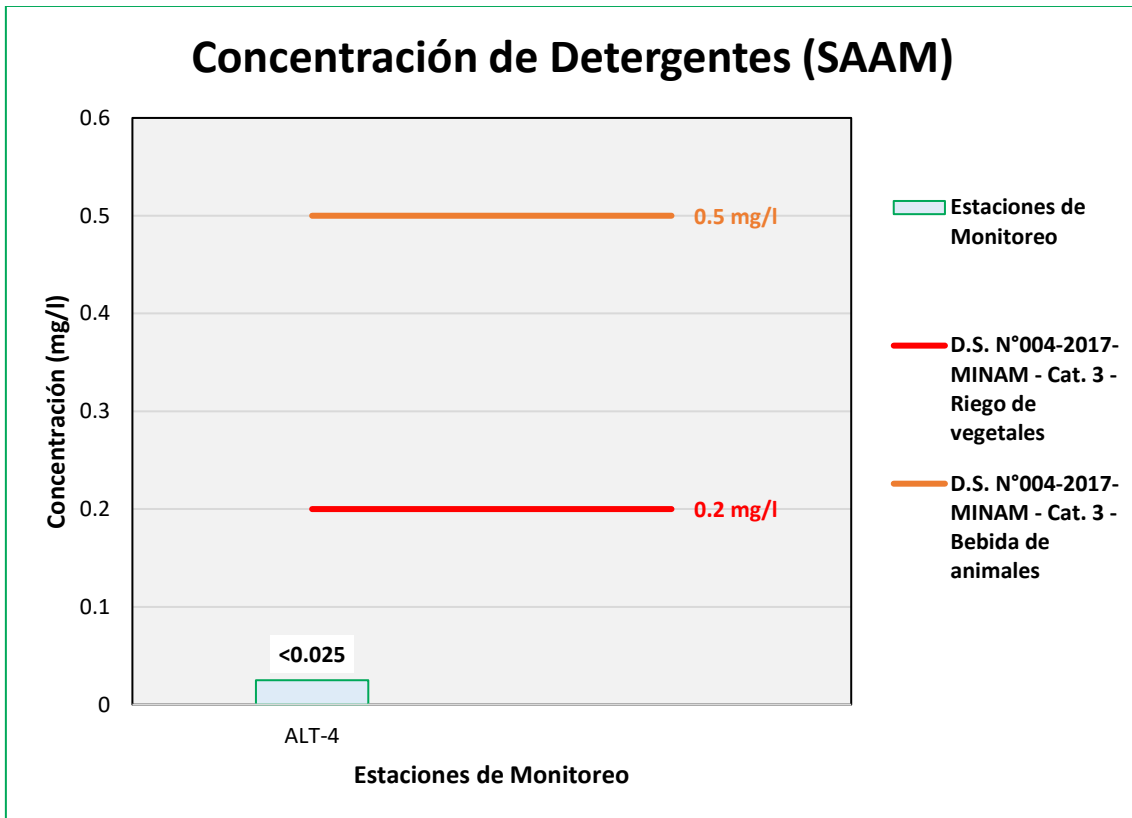
Figura 6.363. Resultados de SAAM – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

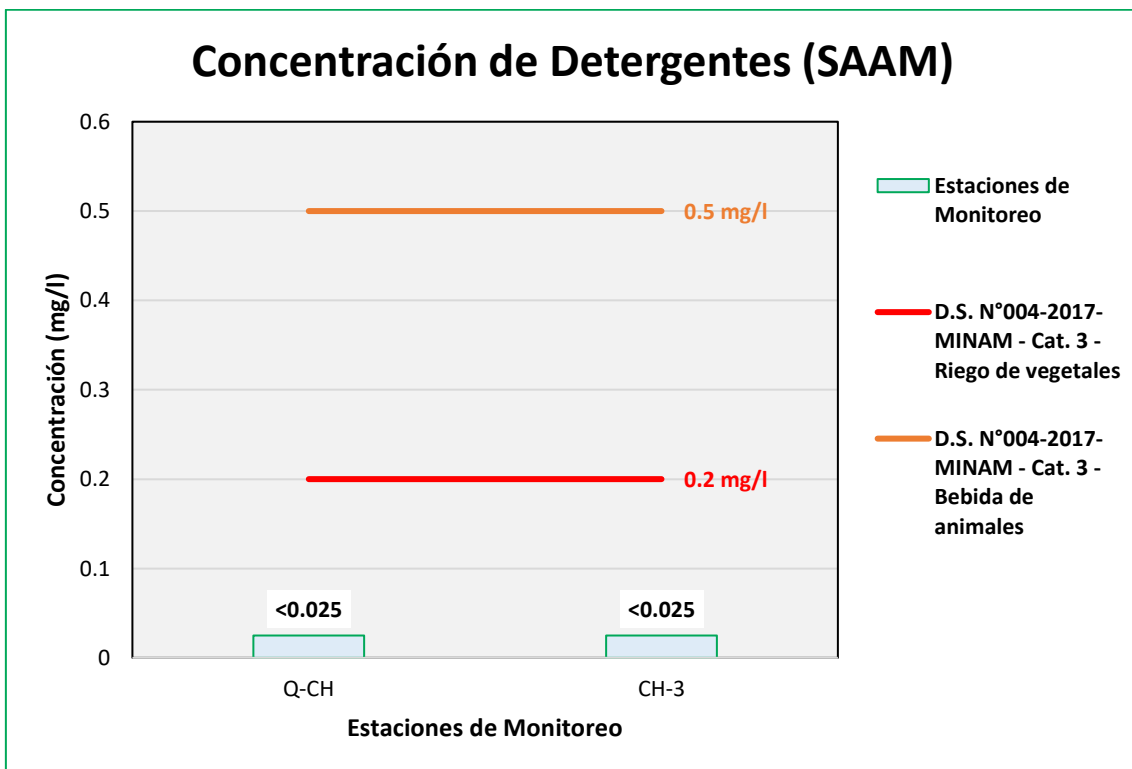
Figura 6.364. Resultados de SAAM – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

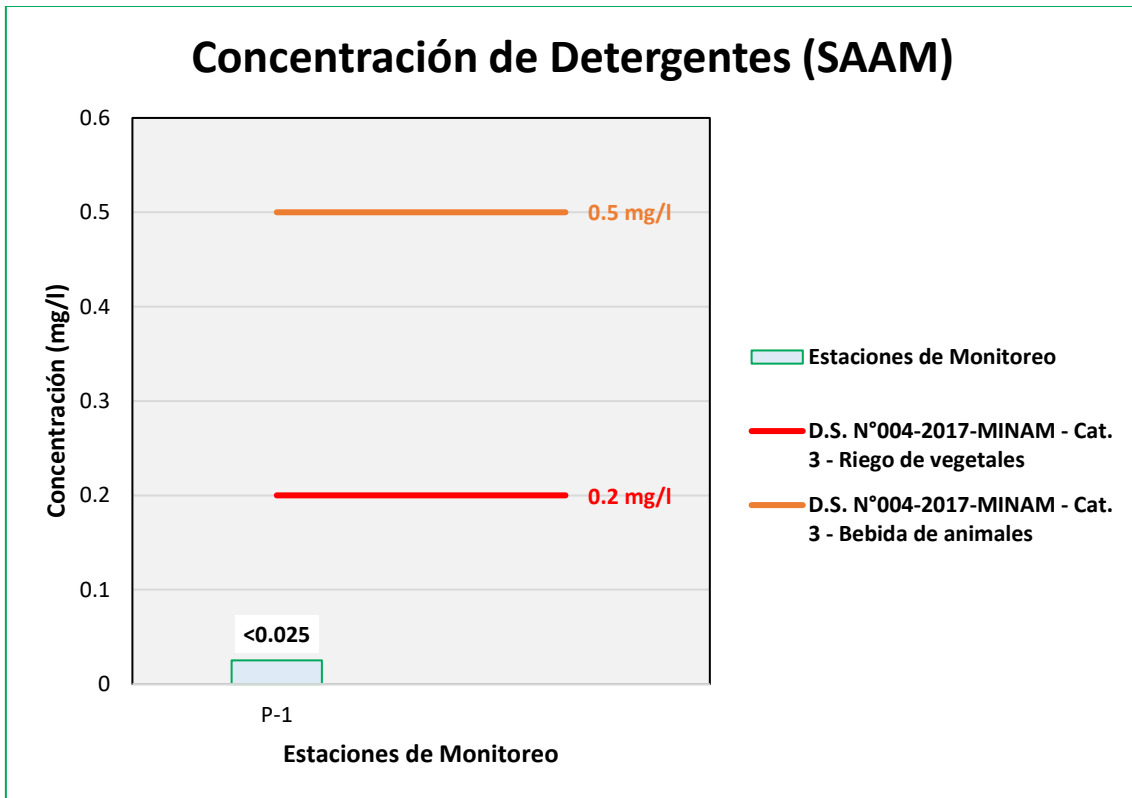
Figura 6.365. Resultados de SAAM – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

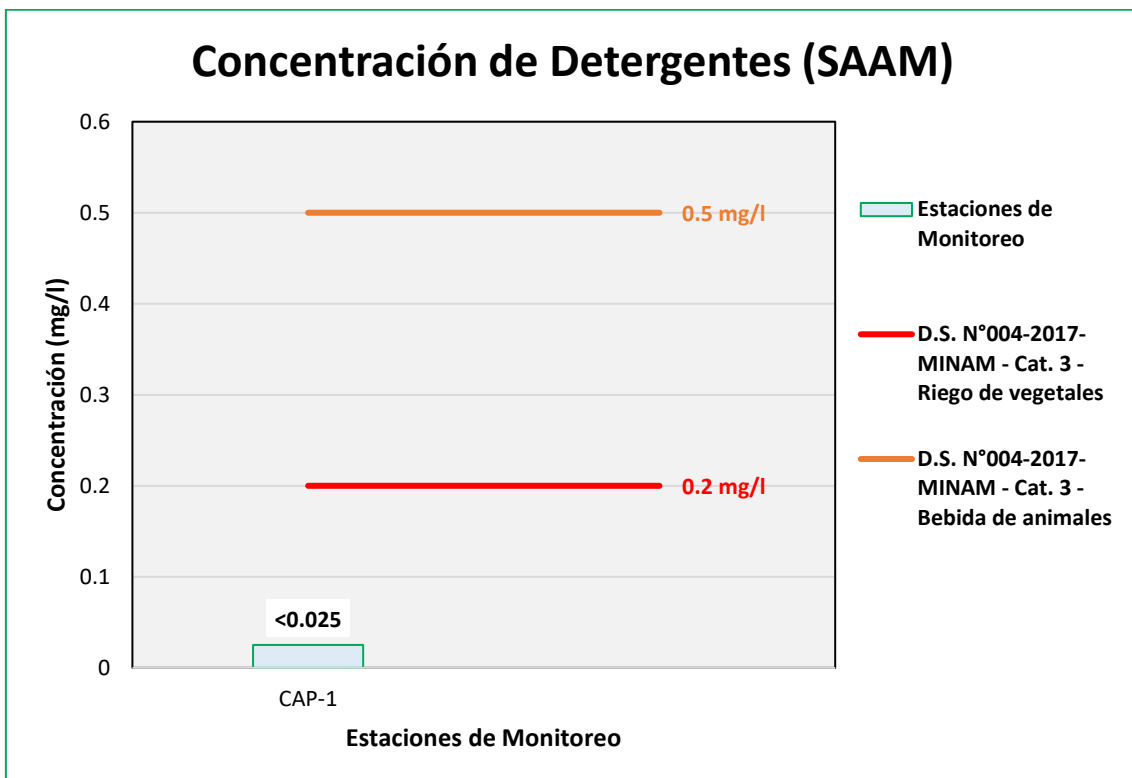
Figura 6.366. Resultados de SAAM – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

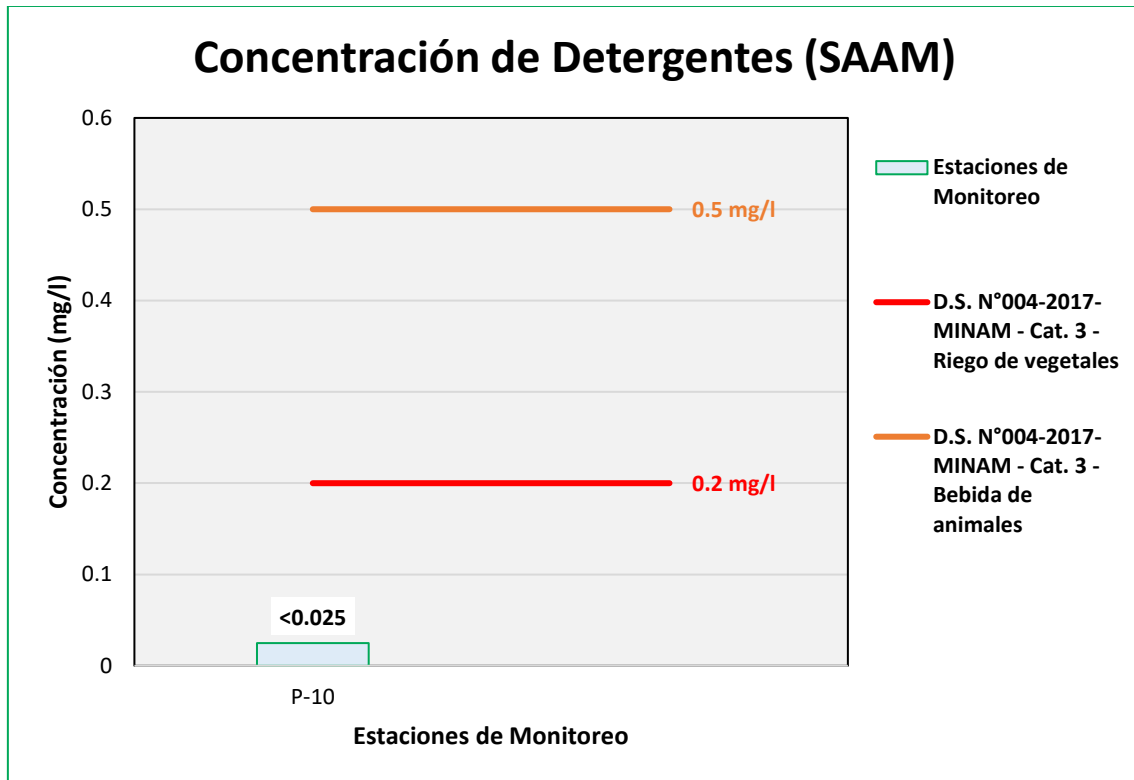
Figura 6.367. Resultados de SAAM – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.368. Resultados de SAAM – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

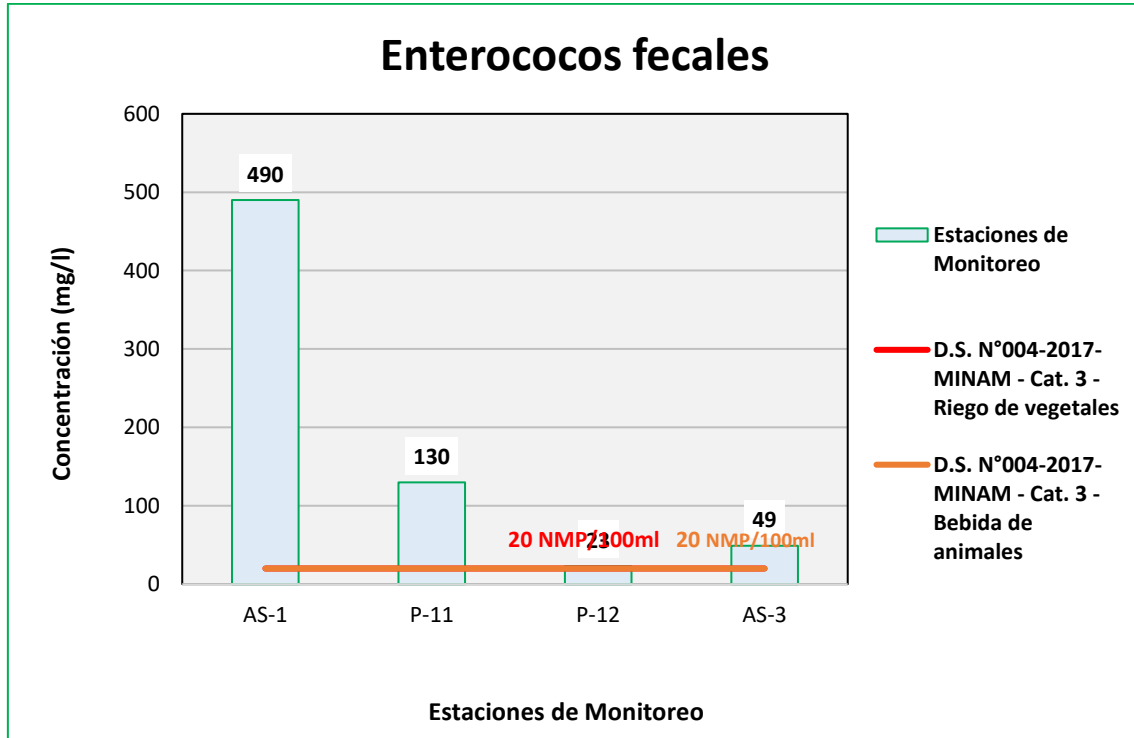
6.5.4.2.11 ENTEROCOCOS FECALES

Los enterococos fecales (*Enterococcus faecalis*) son bacterias que habitan usualmente en el tracto gastrointestinal de las personas y otros mamíferos, pudiendo causar infecciones gastrointestinales severas. Este parámetro presente naturalmente en el tubo digestivo de los animales, principalmente destinados a la ganadería, tales como vacas, porcinos, ovejas, entre otros, son indicadores de la contaminación presente en el agua, principalmente como indicadores de la cantidad de materia fecal presente o disuelta en los cuerpos hídricos.

De acuerdo con las figuras líneas abajo, se aprecia principalmente para los puntos ubicados en el río Asana, AS-1, P-11, P-12 y AS-3, estarían superando el valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Enterococos Fecales = 20 NMP/100ml), evidenciando una fuerte presencia producto de la actividad ganadera registrada en la zona, la cual podría estar influenciando en las concentraciones del parámetro Enterococos fecales. De la misma manera, para el punto ALT-4 ubicado en la quebrada Altarani (aportante del Río Asana) vemos que también presenta las mismas condiciones que los puntos ubicados en el río Asana, teniendo un valor por encima de los ECA para agua.

Para el caso de los puntos de monitoreo ubicados en el río Charaque, tales como CH-3 y Q-CH, así como para el punto de monitoreo ubicado en la quebrada Sarallenque, P-10, estos se encuentran superando el valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Enterococos Fecales = 20 NMP/100ml).

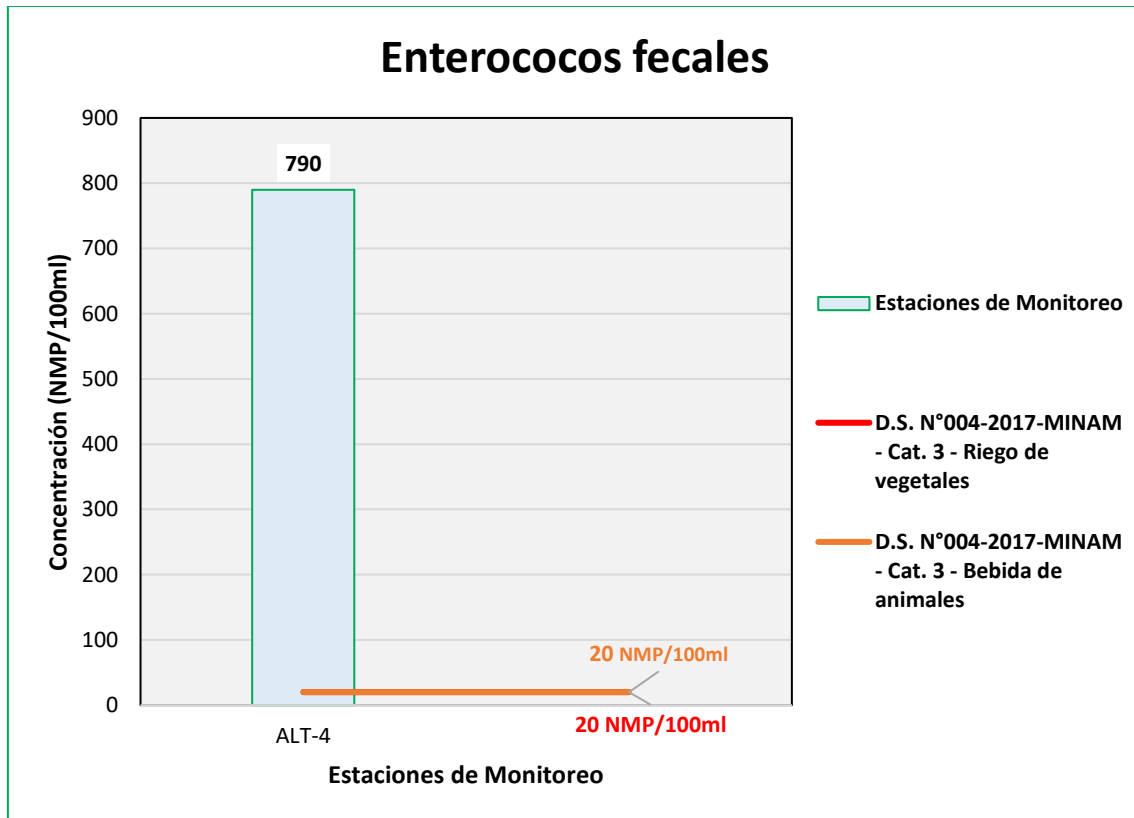
Figura 6.369. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

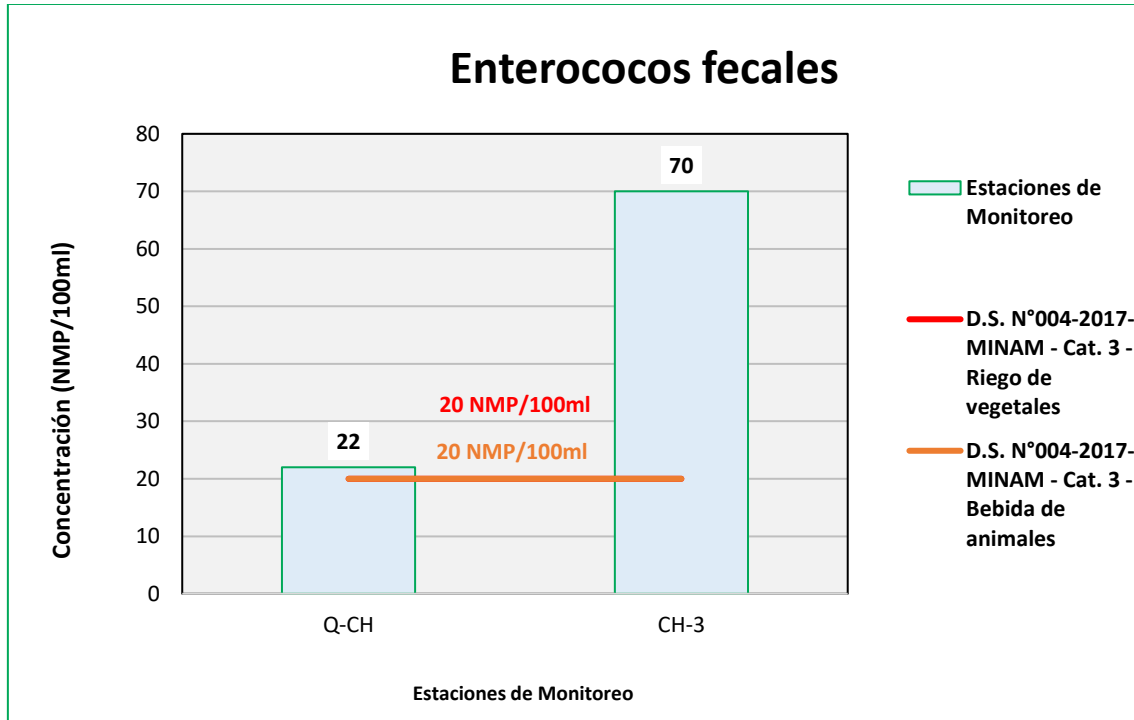
Figura 6.370. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

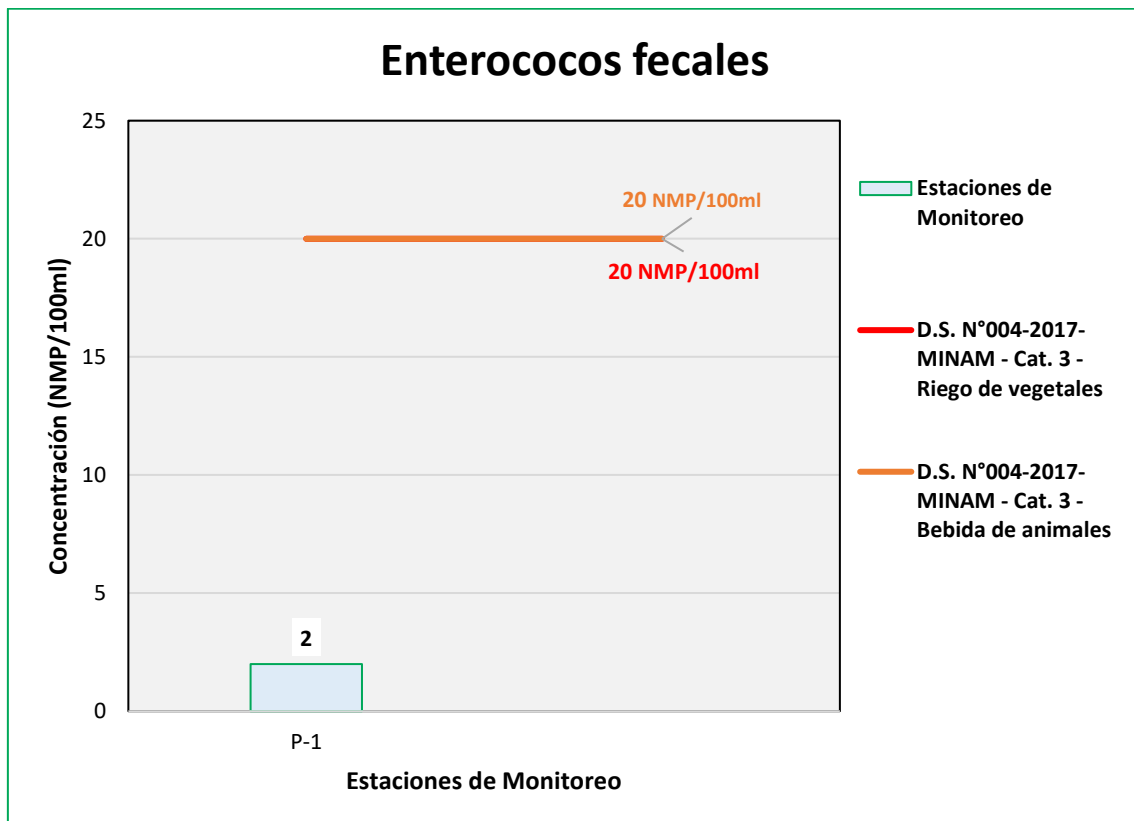
Figura 6.371. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

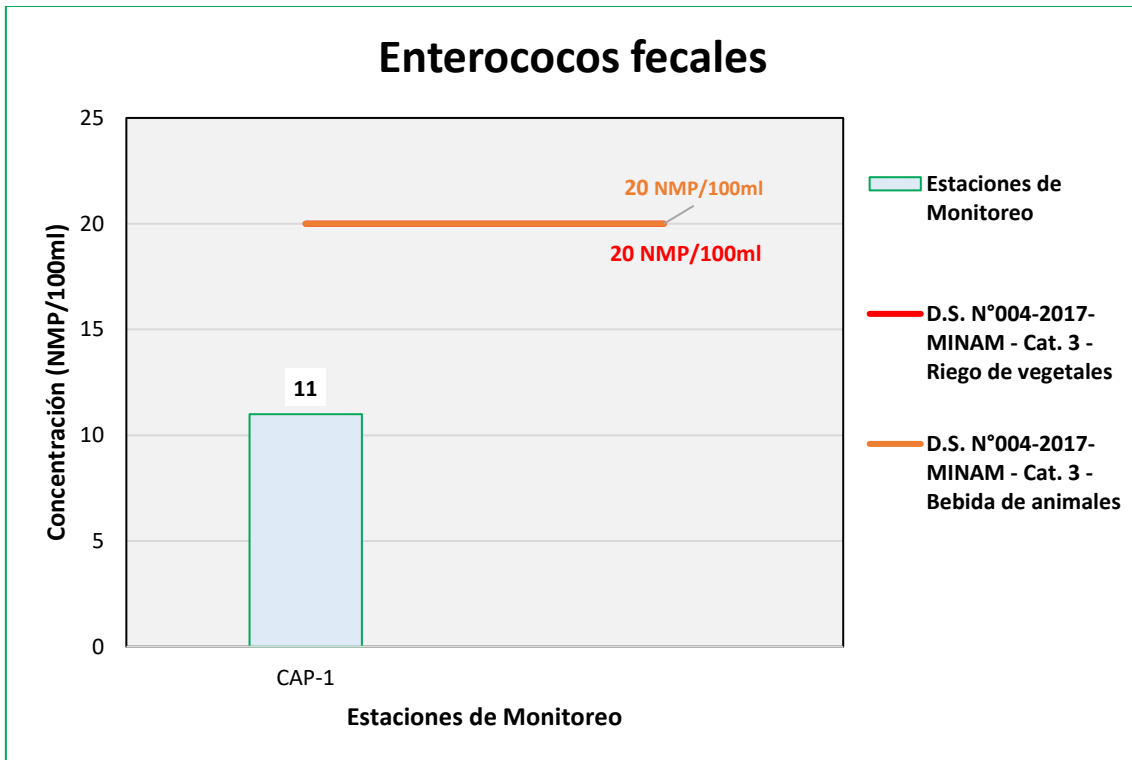
Figura 6.372. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

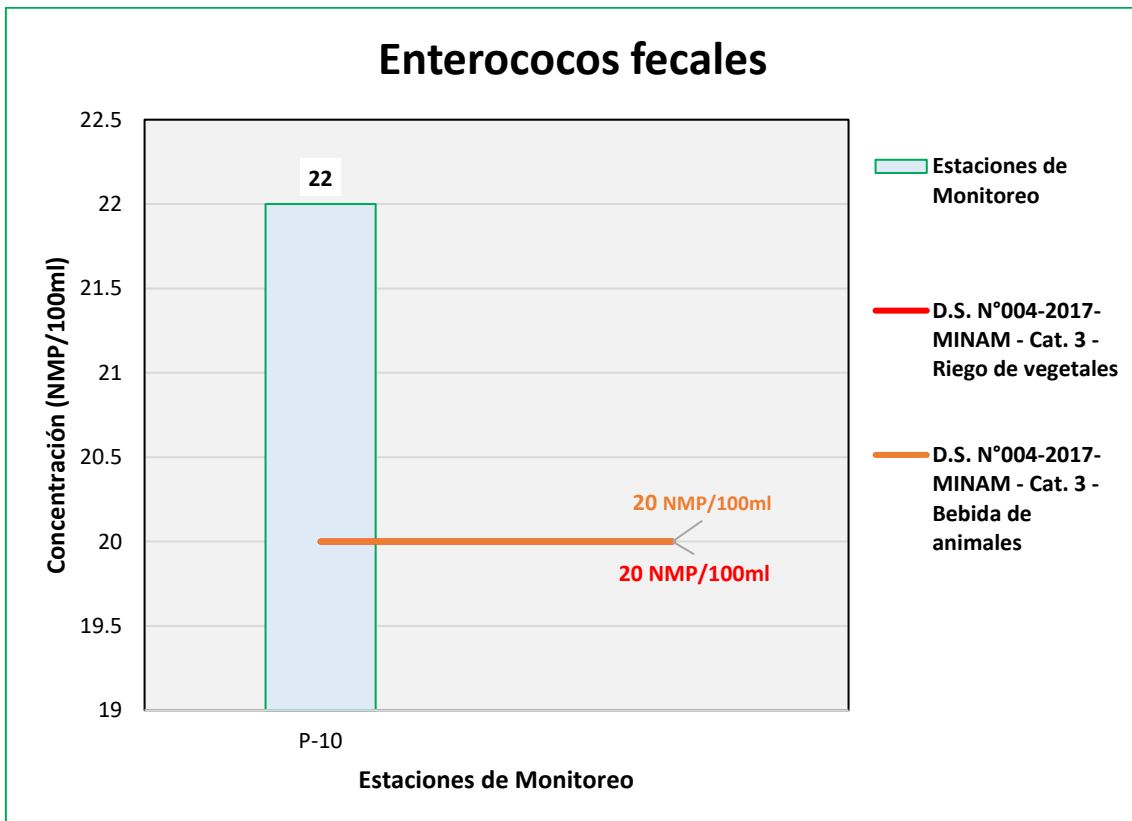
Figura 6.373. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.374. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación de la Qda Sarallenneque



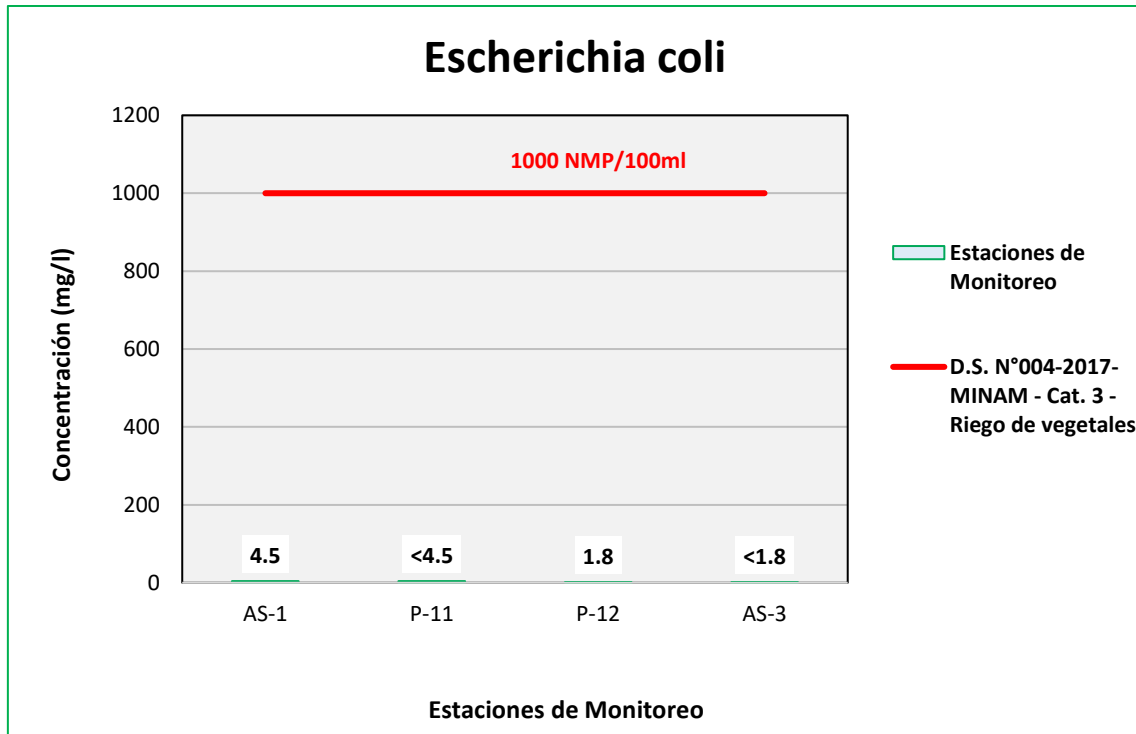
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.12 ESCHERICHIA COLI

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Escherichia coli se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Escherichia coli = 1 000 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados.

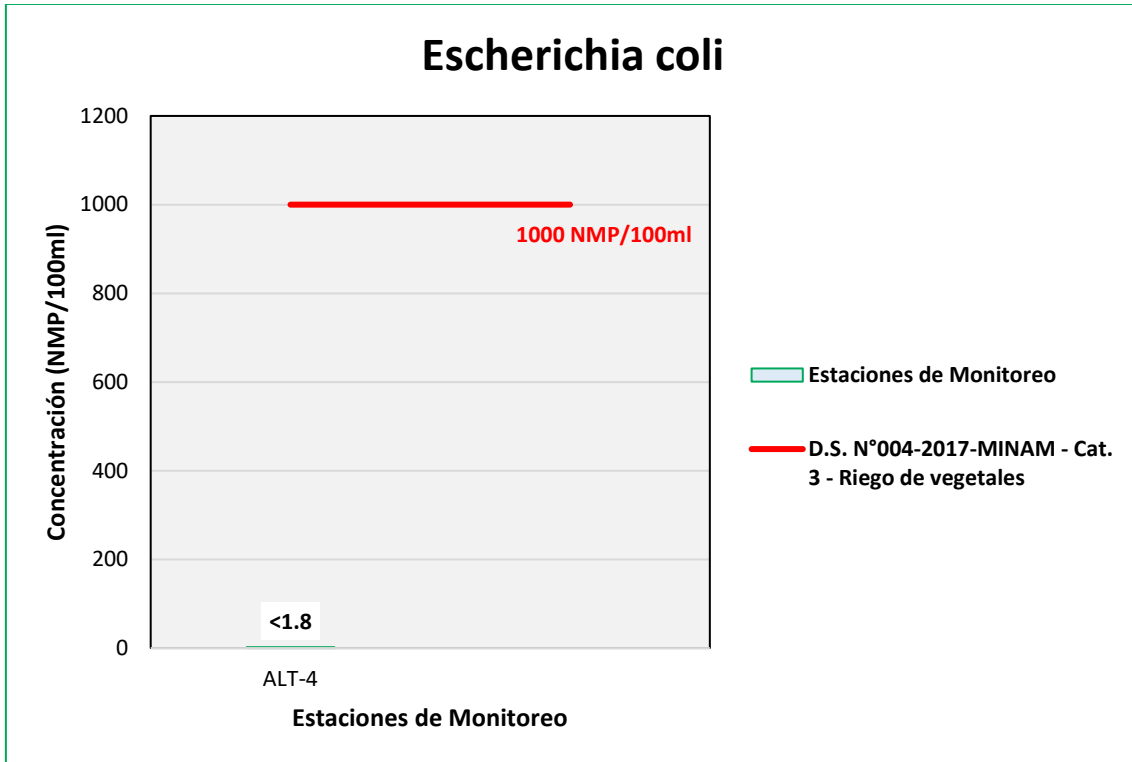
Figura 6.375. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

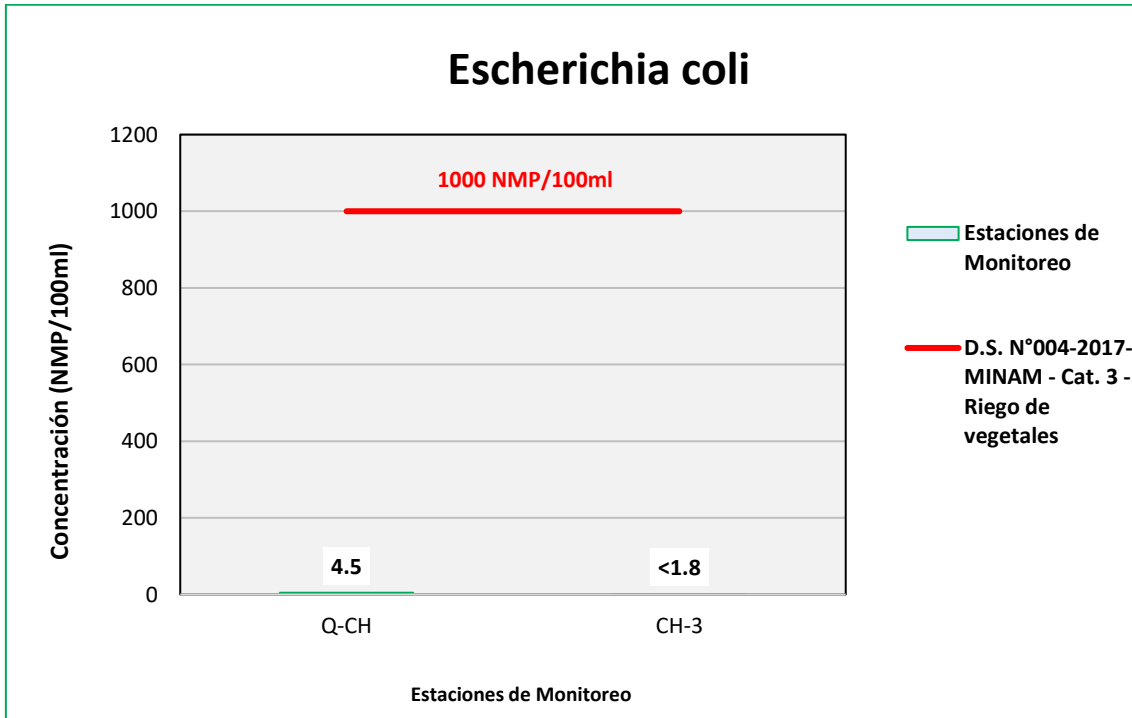
Figura 6.376. Resultados de Escherichia coli – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

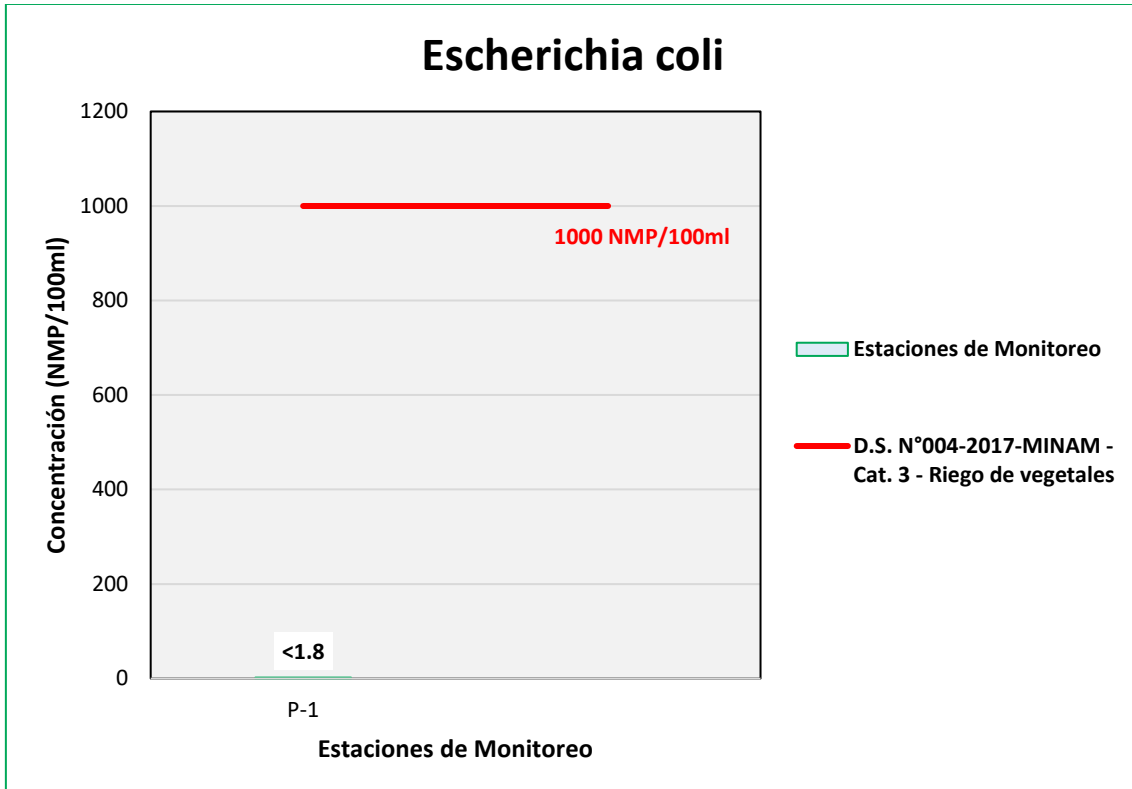
Figura 6.377. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

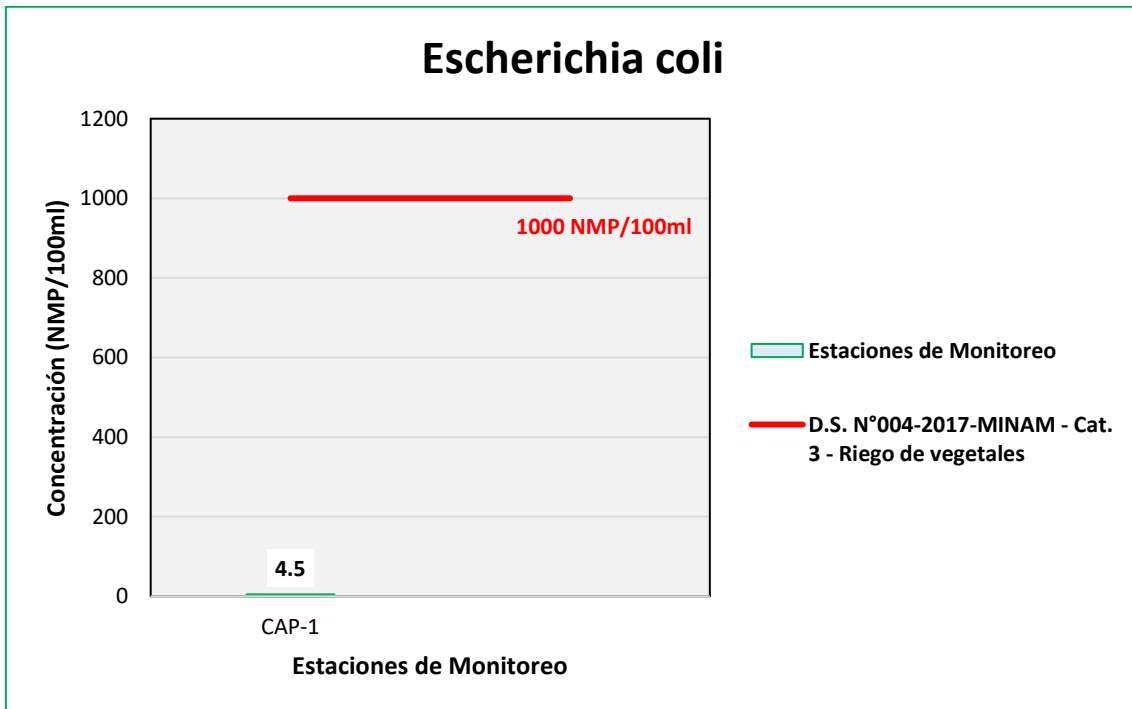
Figura 6.378. Resultados de Escherichia coli – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

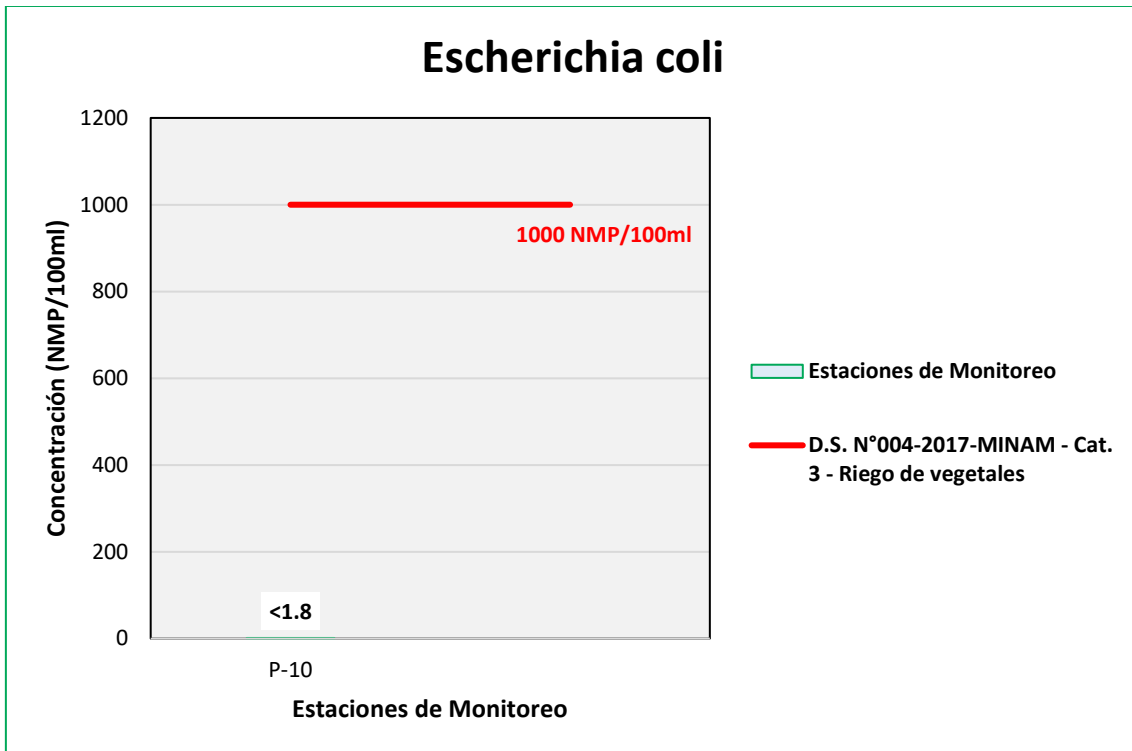
Figura 6.379. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.380. Resultados de Escherichia coli – Evaluación de la Qda Sarallenne



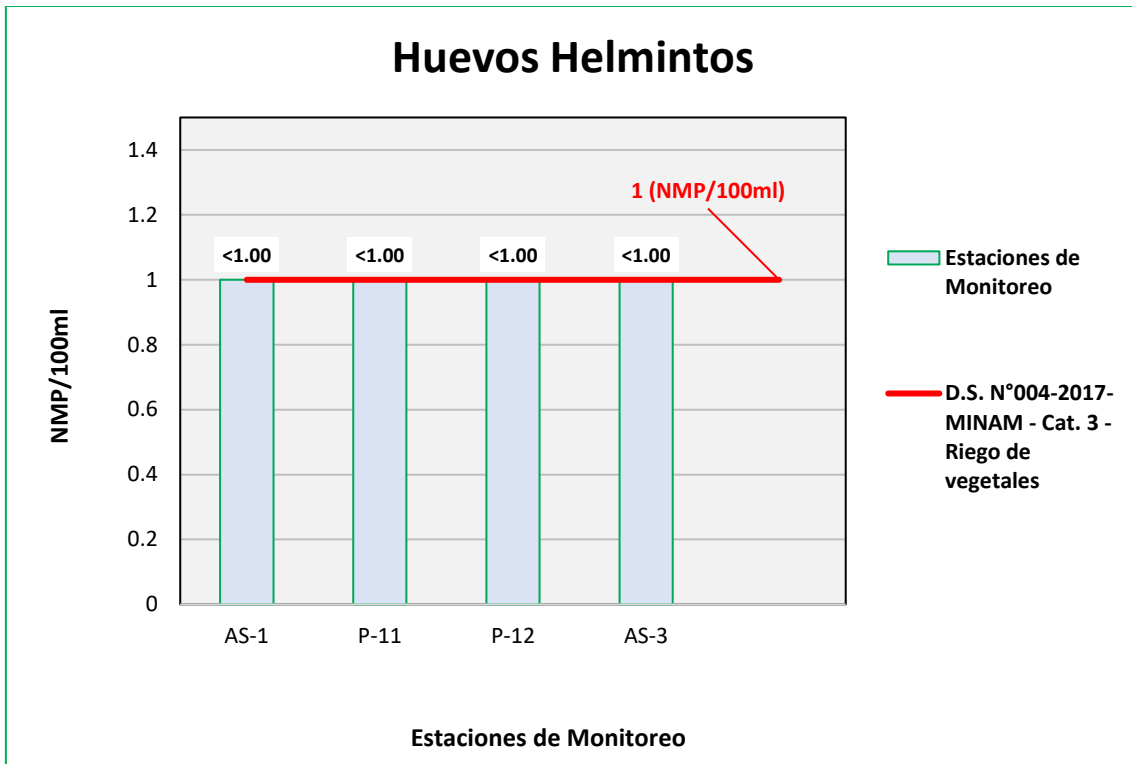
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.13 HUEVOS DE HELMINTOS

Los análisis de huevos de helmintos procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1,0 Huevos/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Huevos de Helmintos = 1,0 Huevos/L).

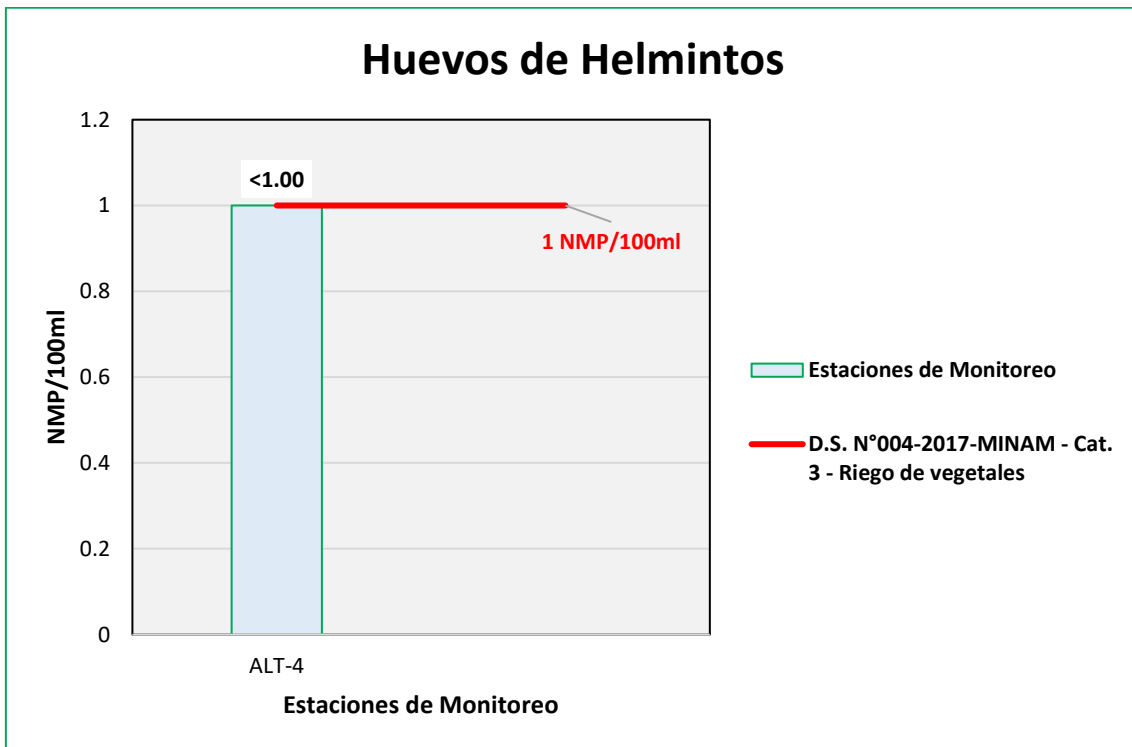
Figura 6.381. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

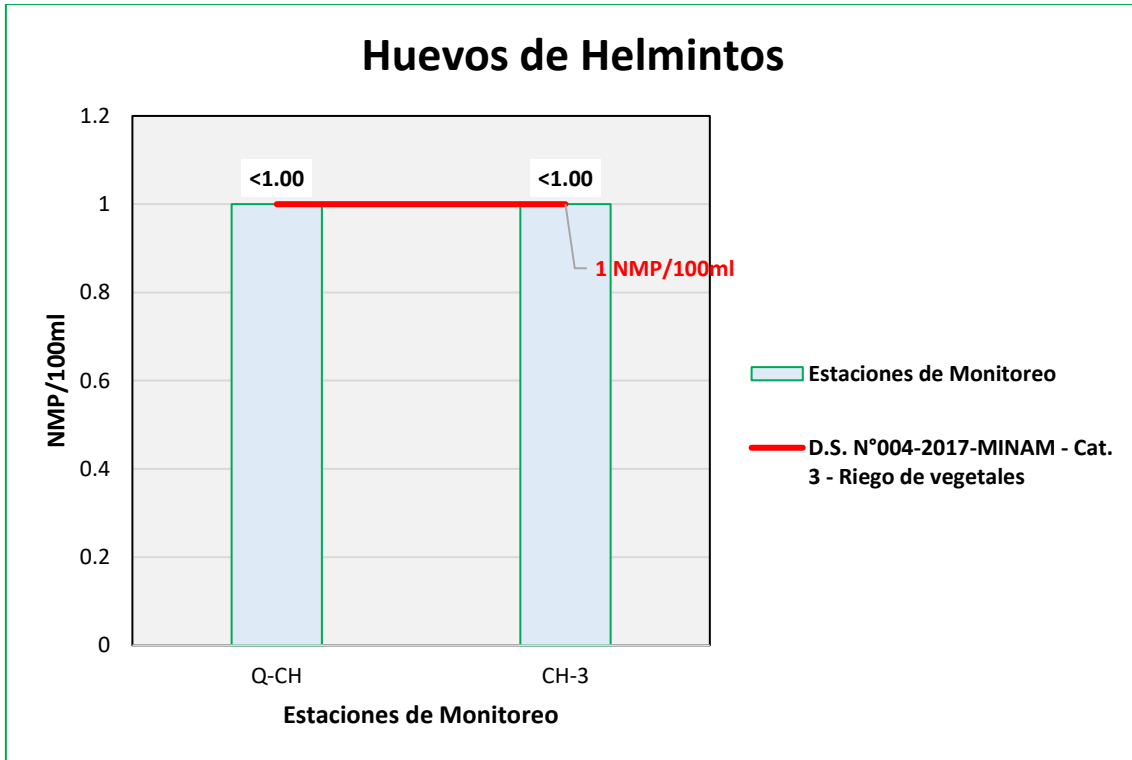
Figura 6.382. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

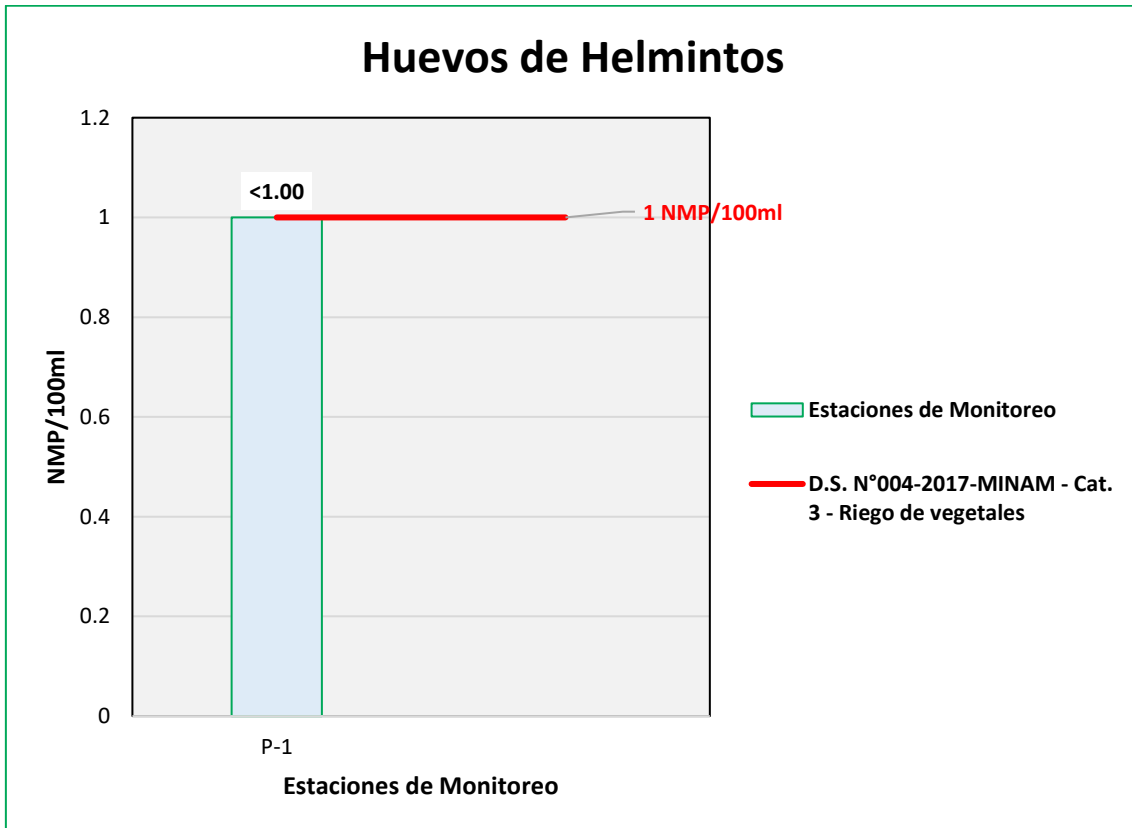
Figura 6.383. Resultados Huevos de helmintos – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

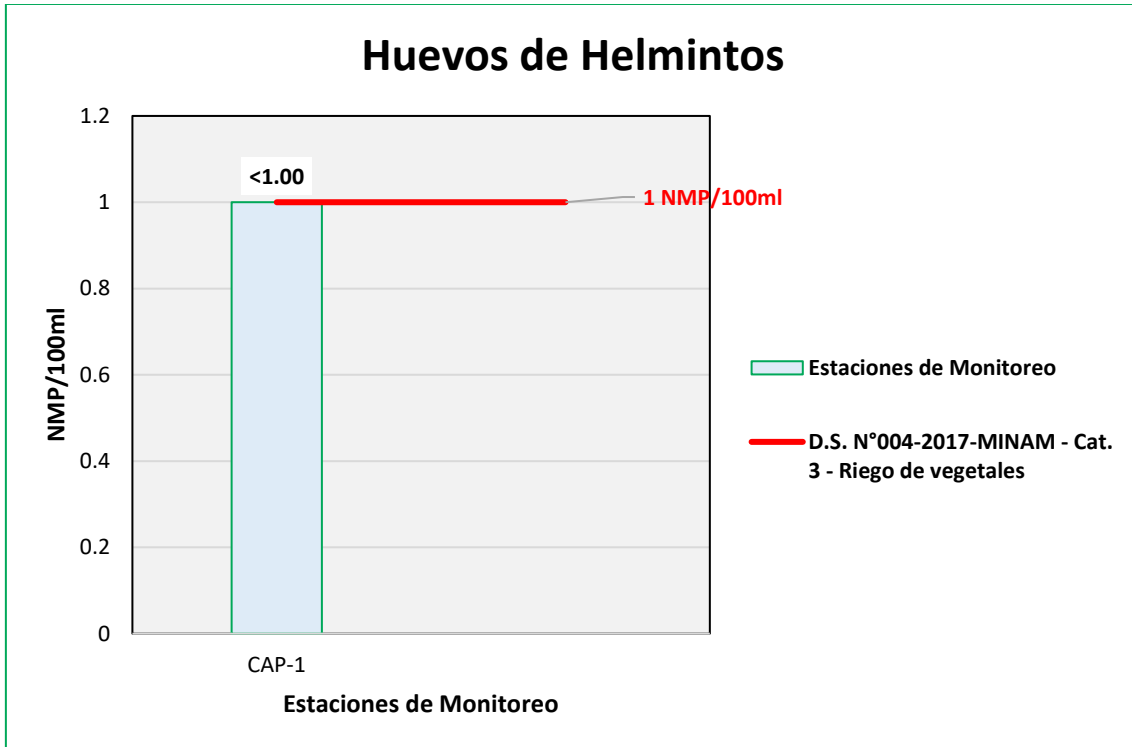
Figura 6.384. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

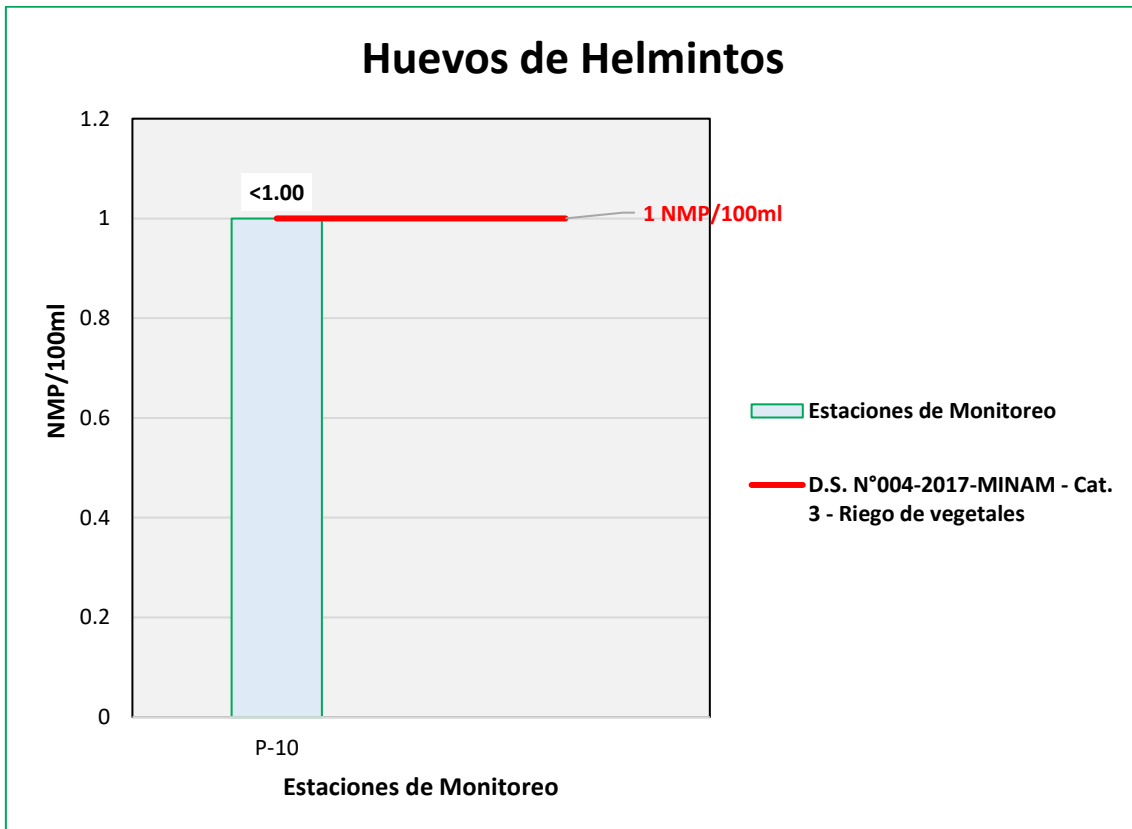
Figura 6.385. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.386. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación de la Qda Sarallenne



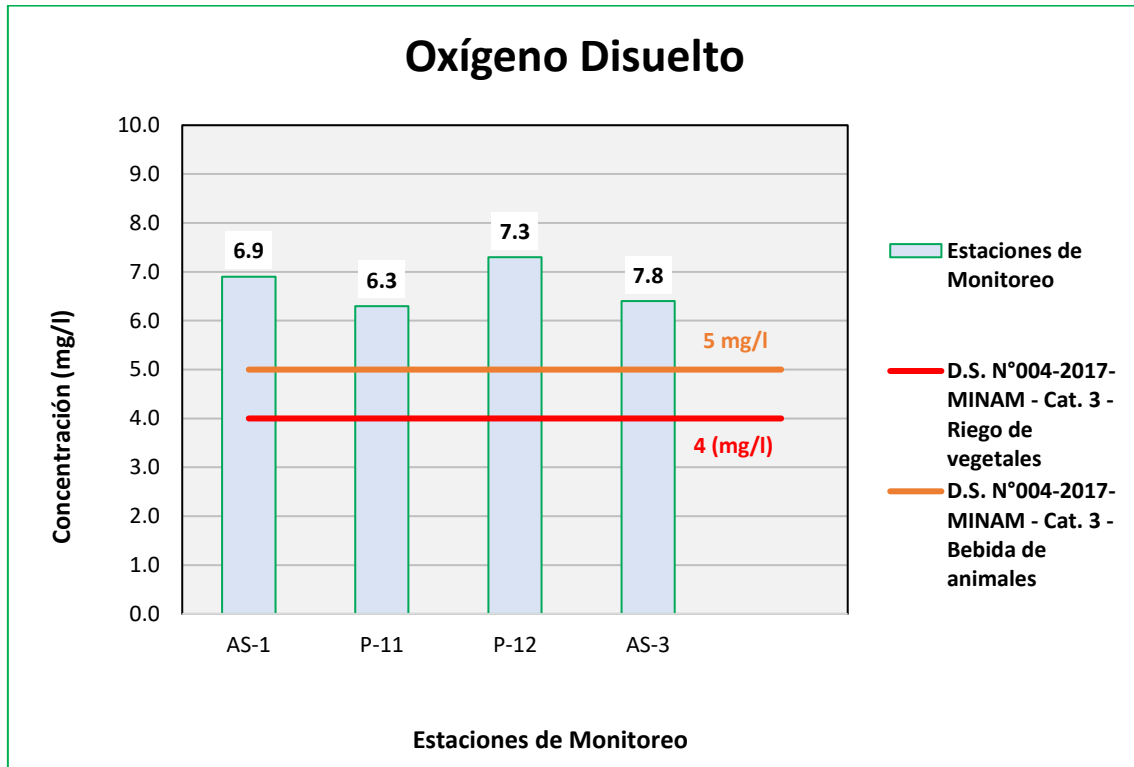
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.14 OXÍGENO DISUELTO

Este parámetro tiene una relevancia importante para los ecosistemas acuáticos, debido a que cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener diversidad de organismos, mientras que, si su concentración es baja, esta no permite una correcta degradación de la materia orgánica, pudiendo producir a la larga un proceso de eutrofización en los cuerpos de agua.

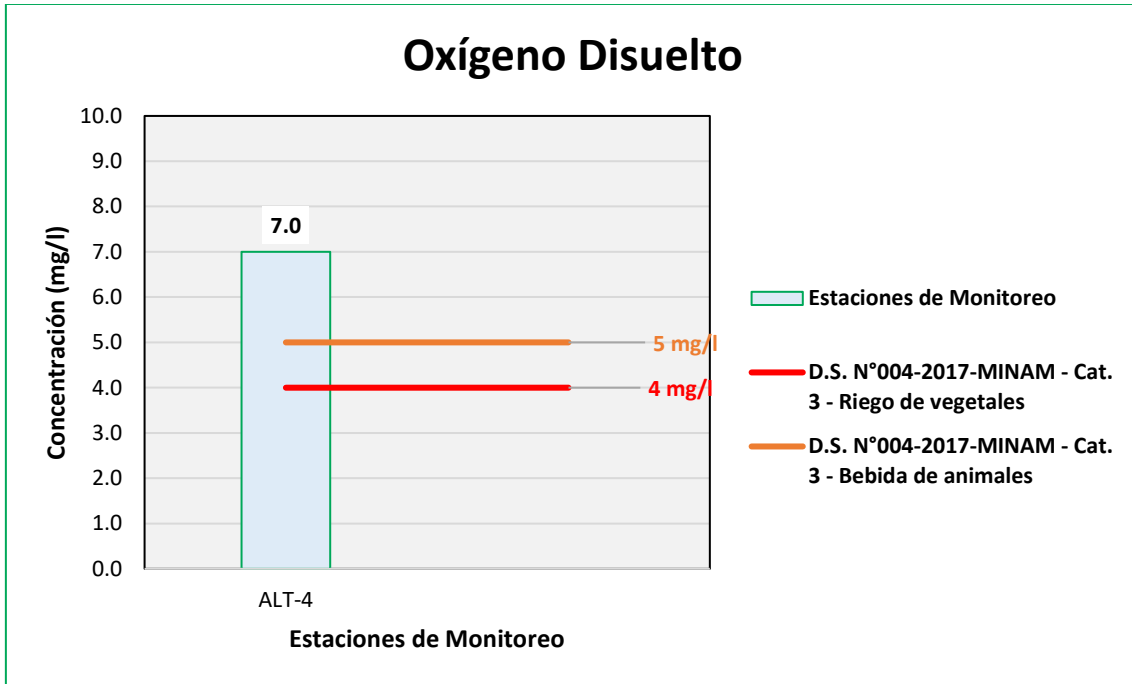
Figura 6.387. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

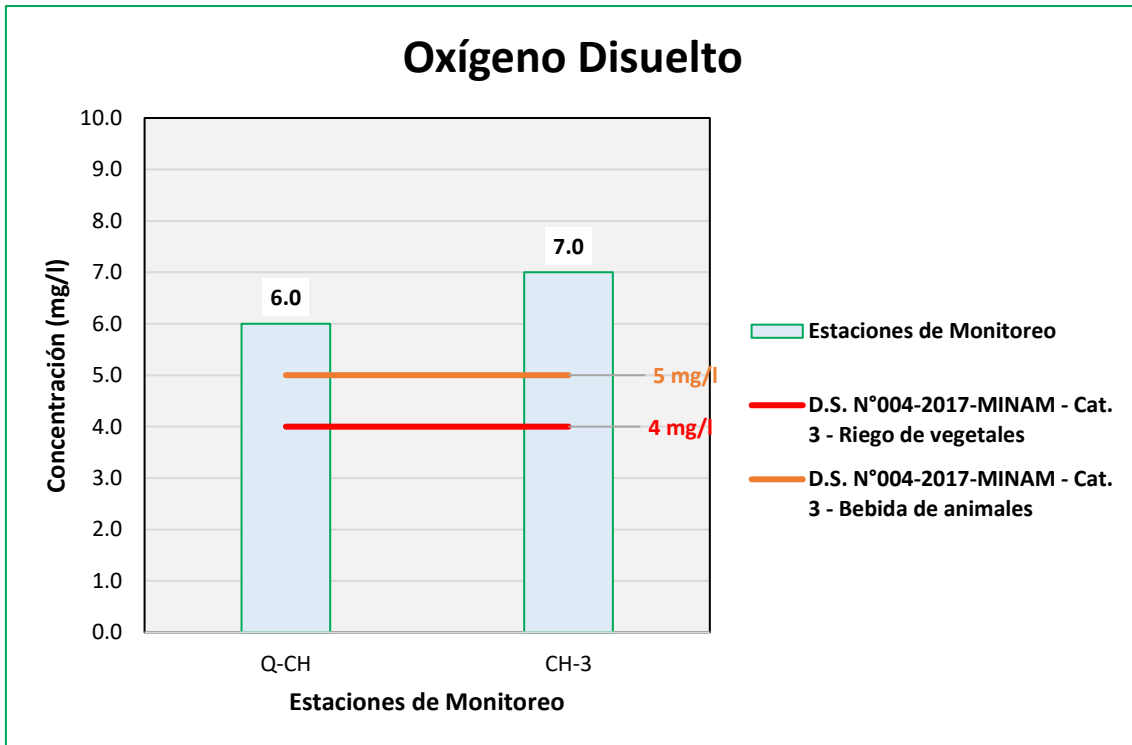
Figura 6.388. Resultados de oxígeno disuelto – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

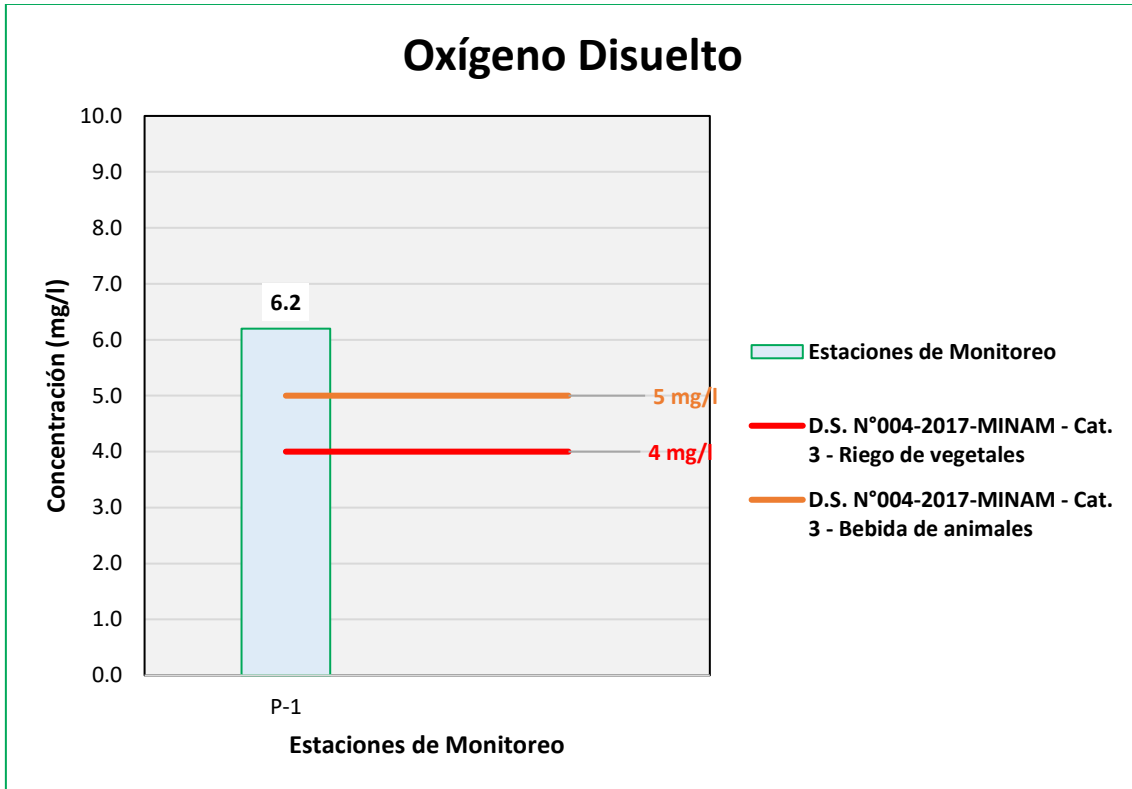
Figura 6.389. Resultados Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

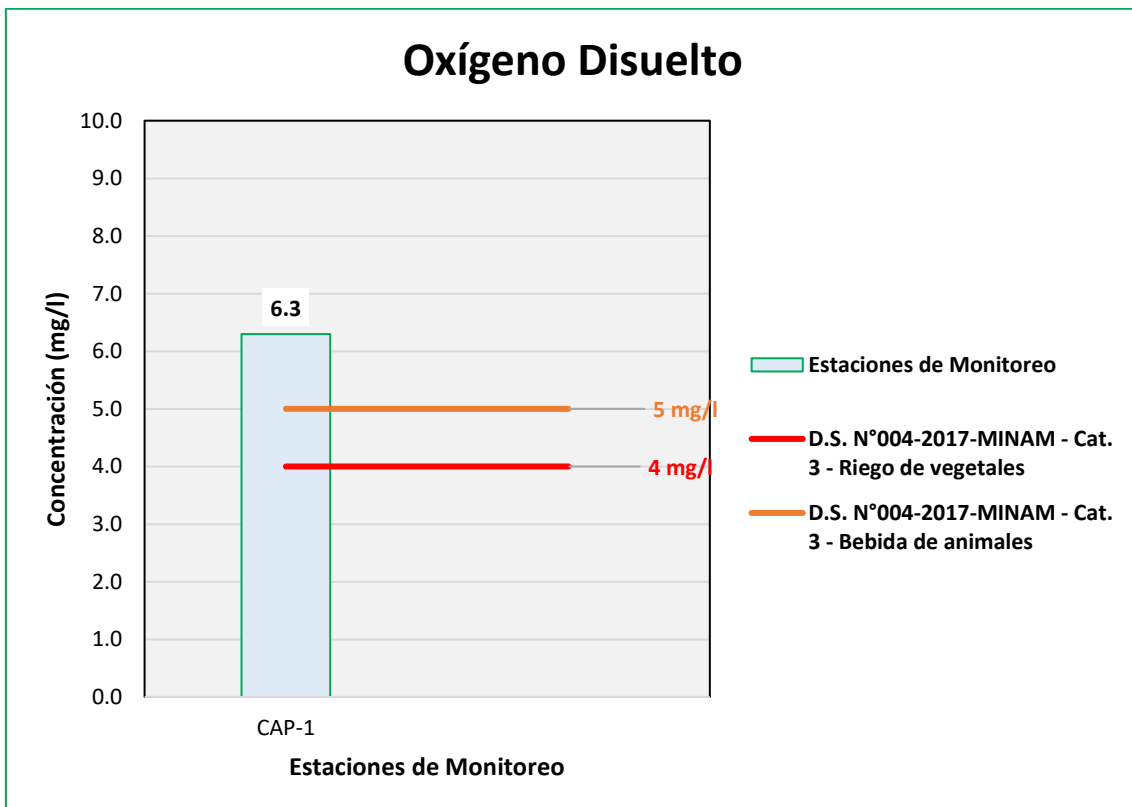
Figura 6.390. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

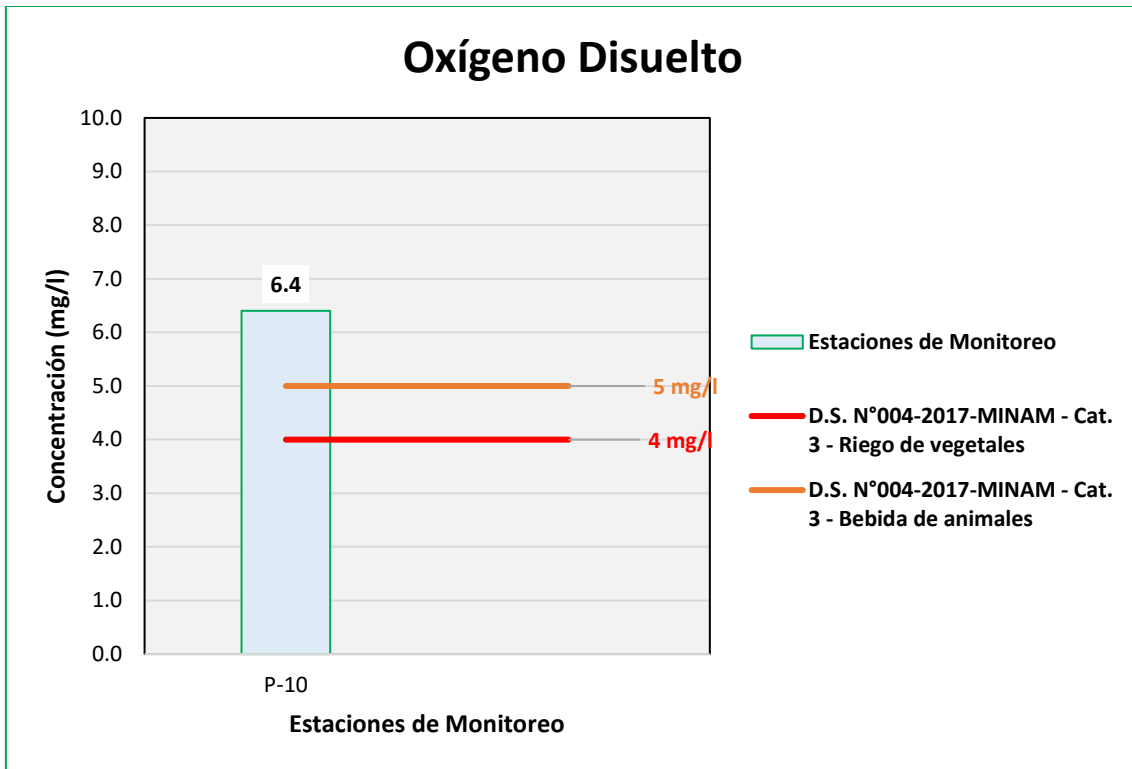
Figura 6.391. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.392. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación de la Qda Sarallenque



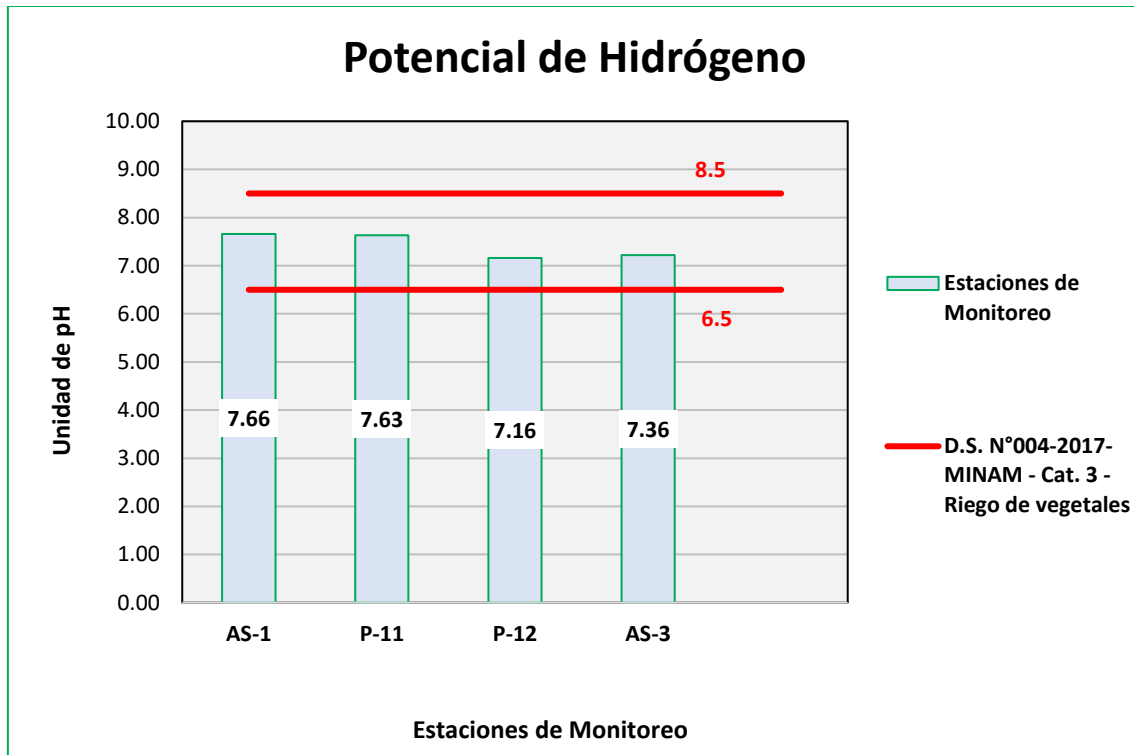
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.15 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

Tal como se muestra en las figuras líneas abajo, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA pH = 6,5 – 8,5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. No obstante, el punto de monitoreo P-1 presenta una tendencia de acidez producto de la mineralización de la quebrada Millune, lo cual hace que no este cumpliendo con los ECA para Agua.

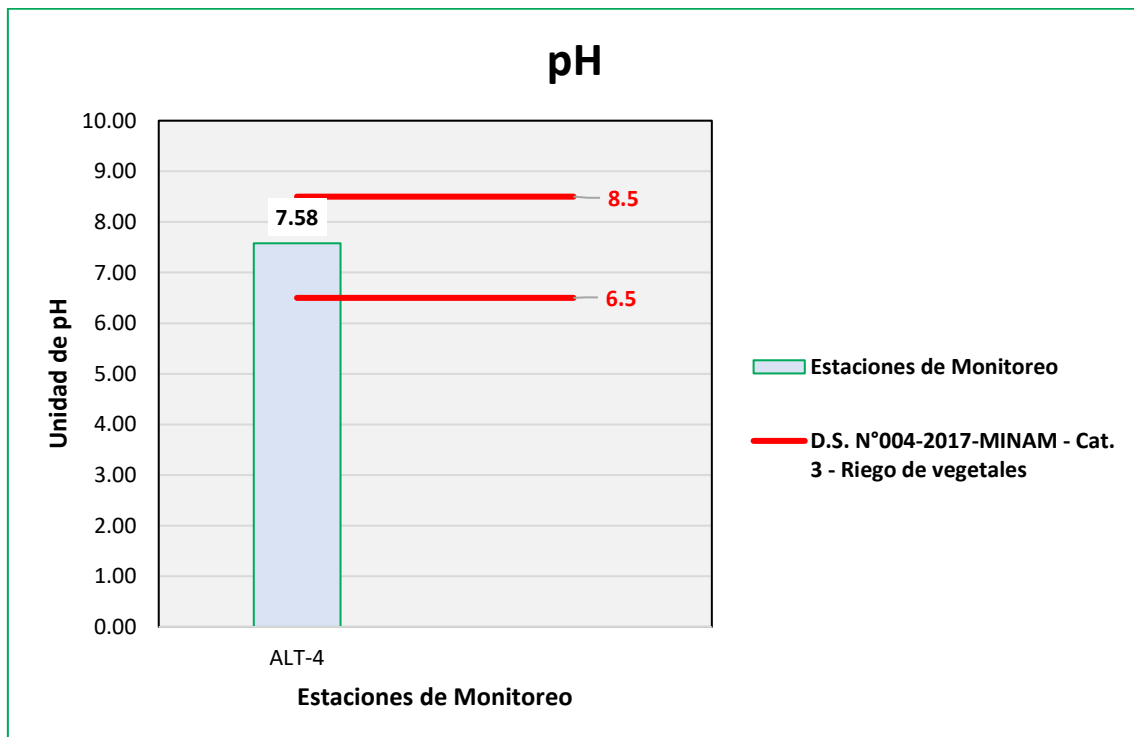
Figura 6.393. Resultados de pH – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

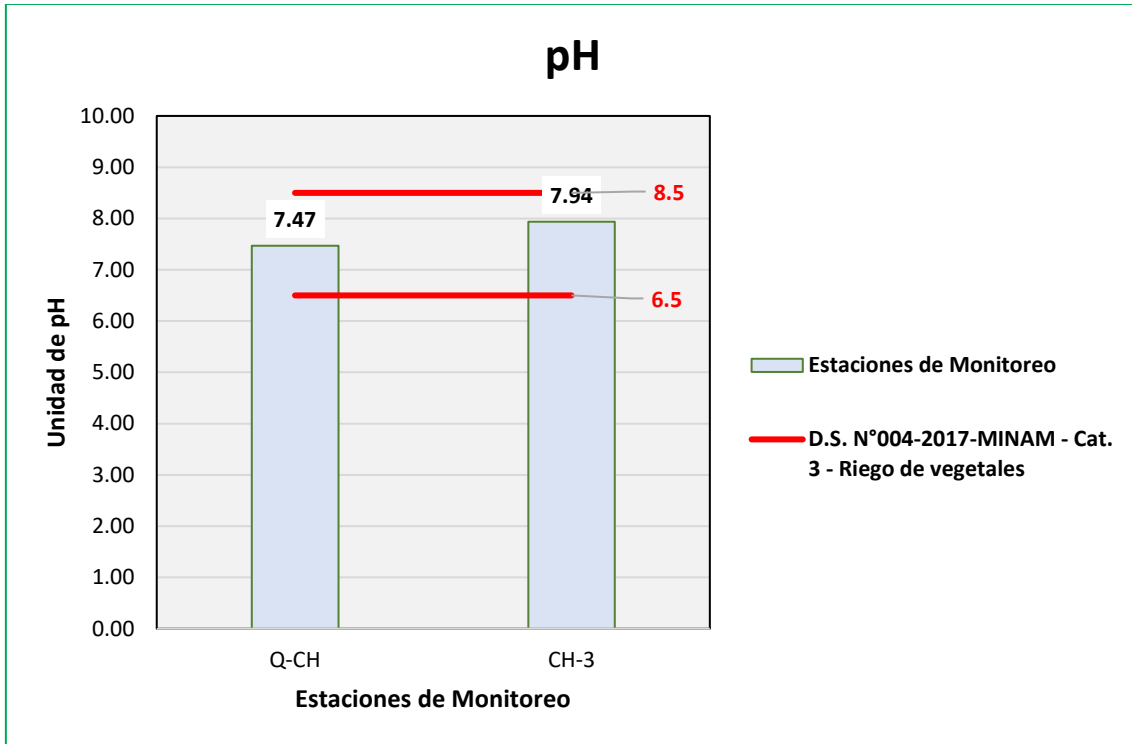
Figura 6.394. Resultados de pH – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

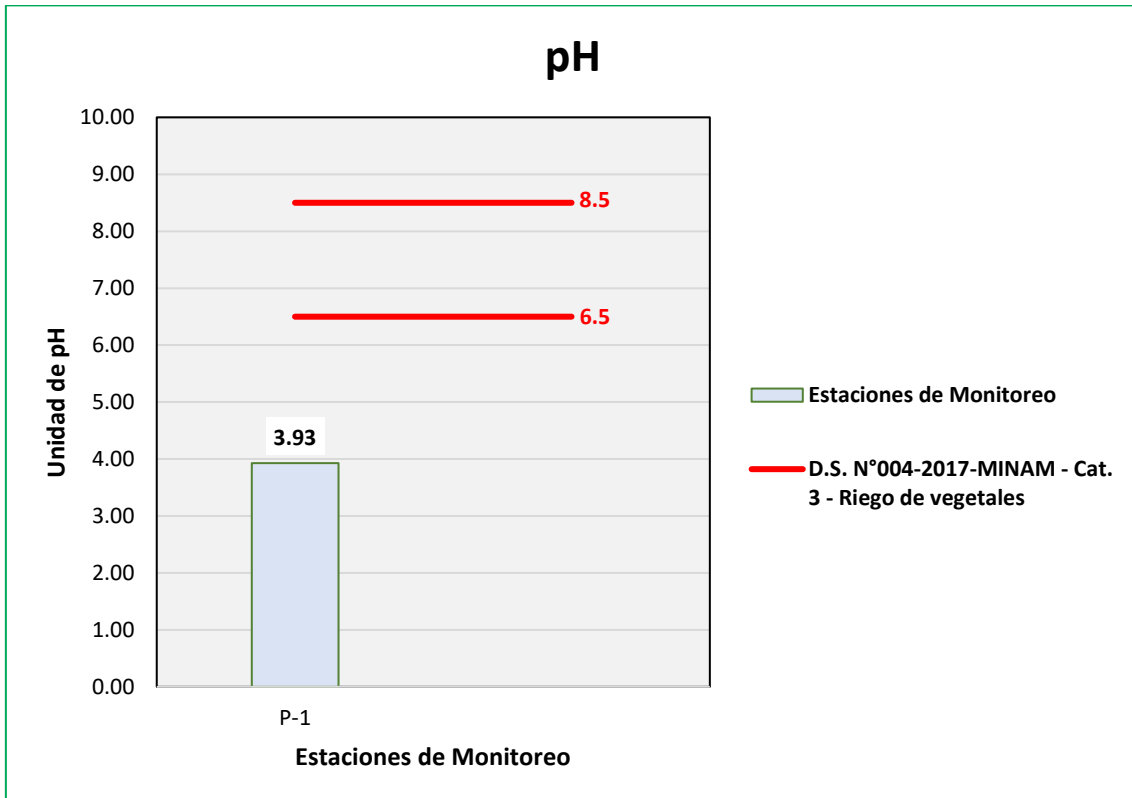
Figura 6.395. Resultados pH – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

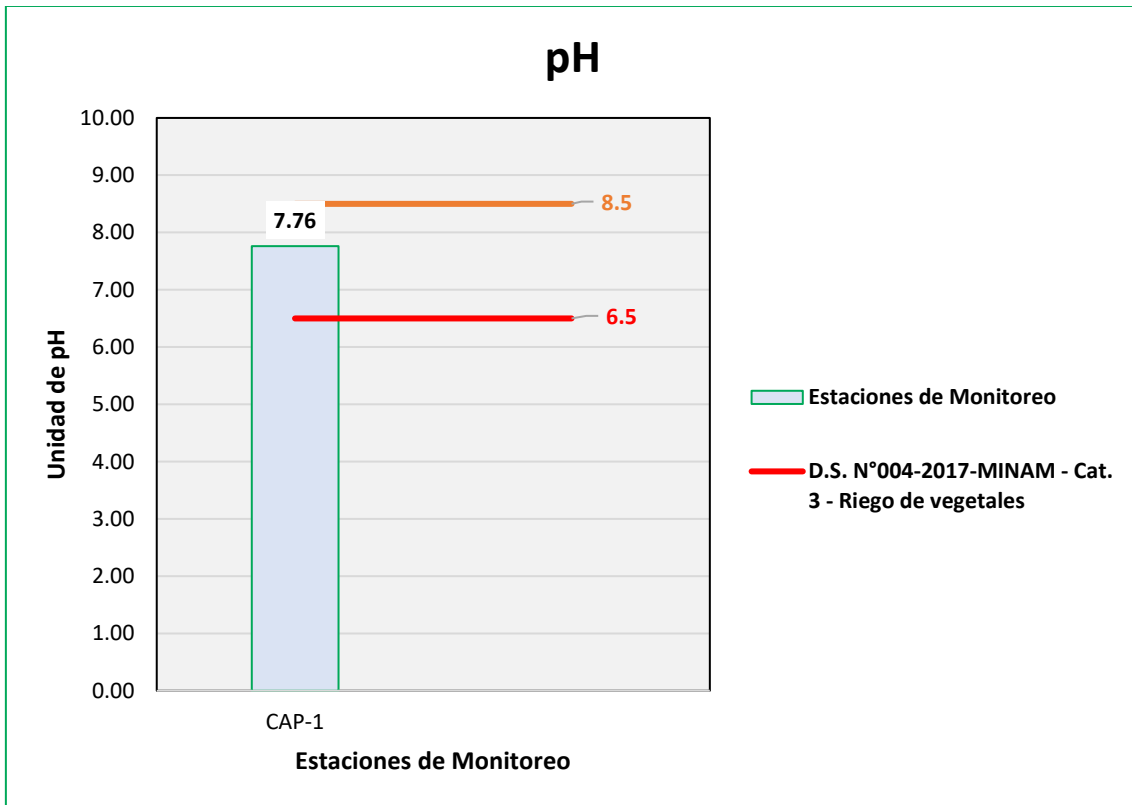
Figura 6.396. Resultados de pH – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

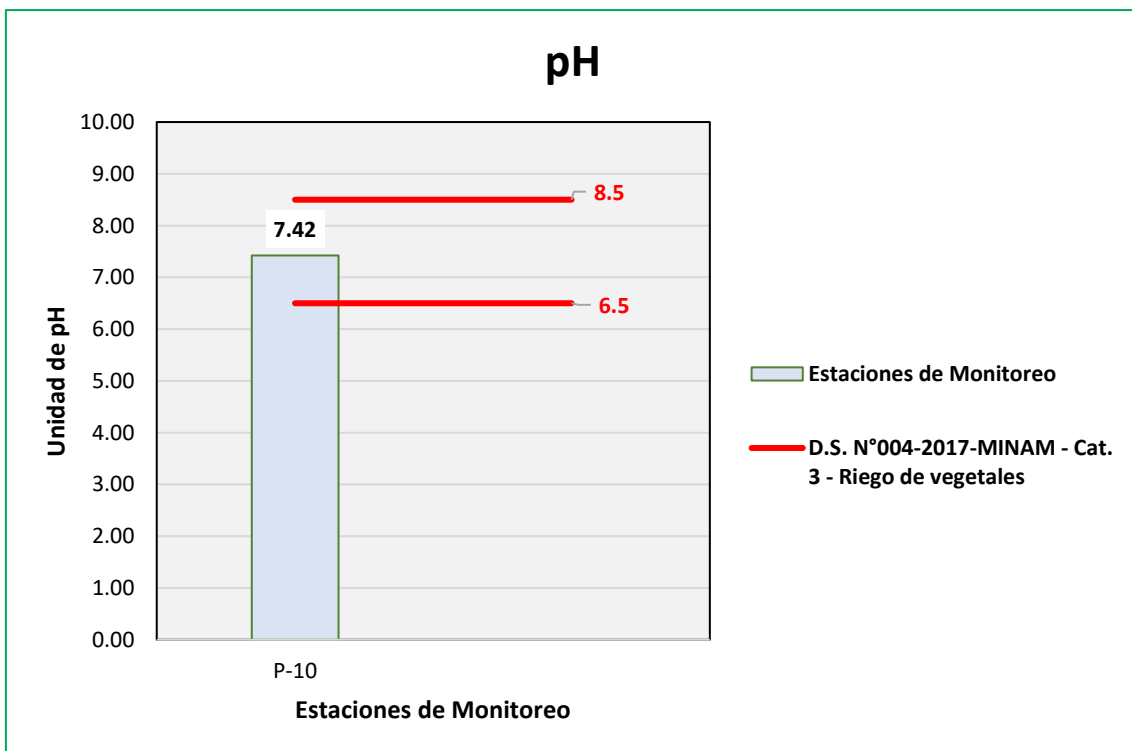
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.397. Resultados de pH – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.398. Resultados de pH – Evaluación de la Qda Sarallenque

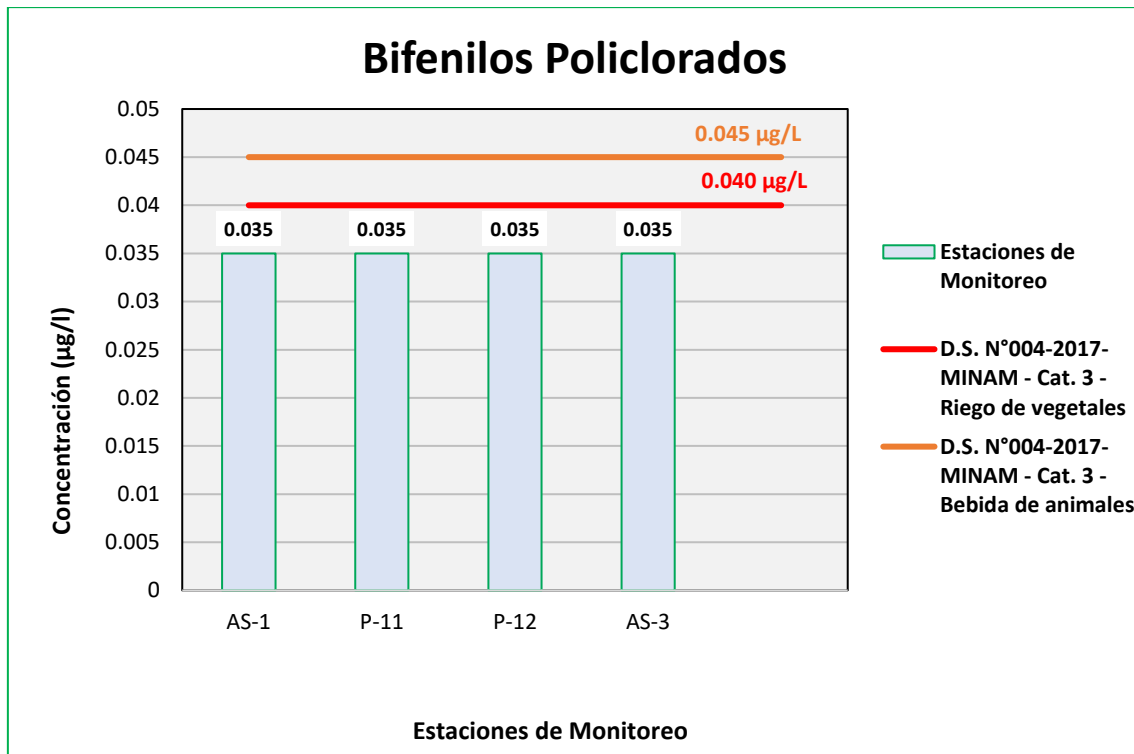


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.16 BIFENILOS POLICLORADOS

Los análisis de PCB procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,035 µg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA PCB = 0,040 µg/L).

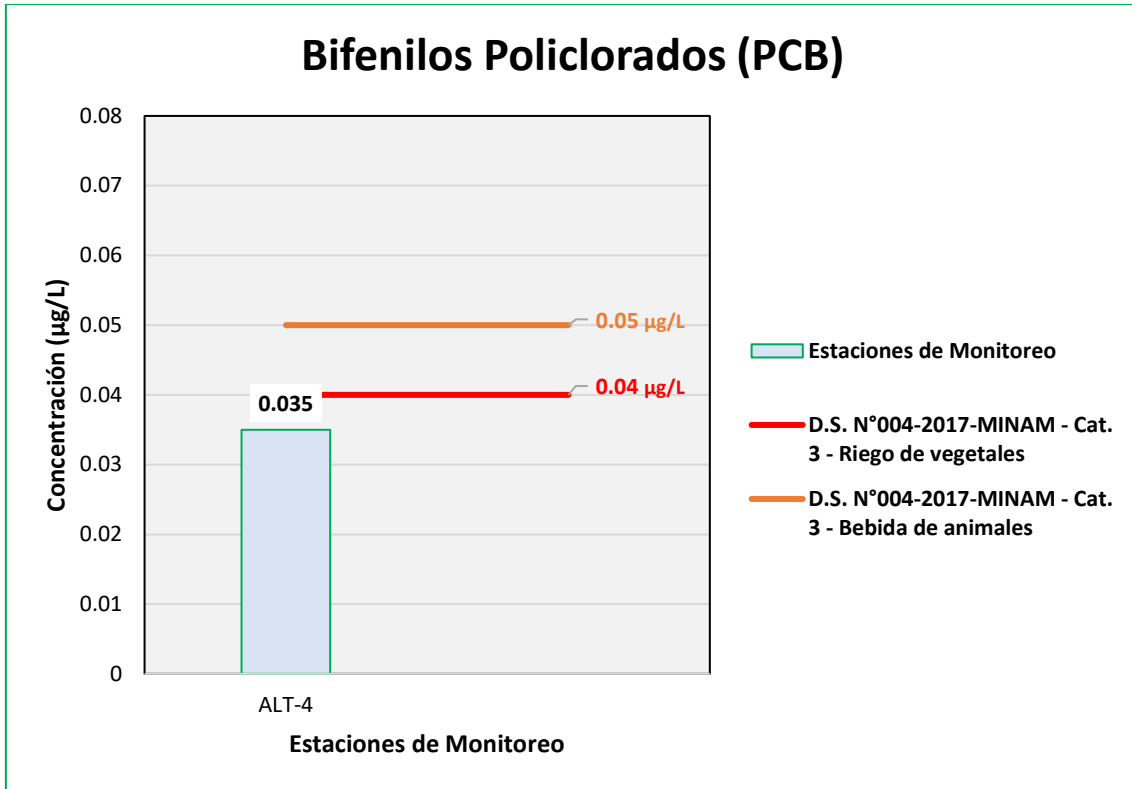
Figura 6.399. Resultados de PCB – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

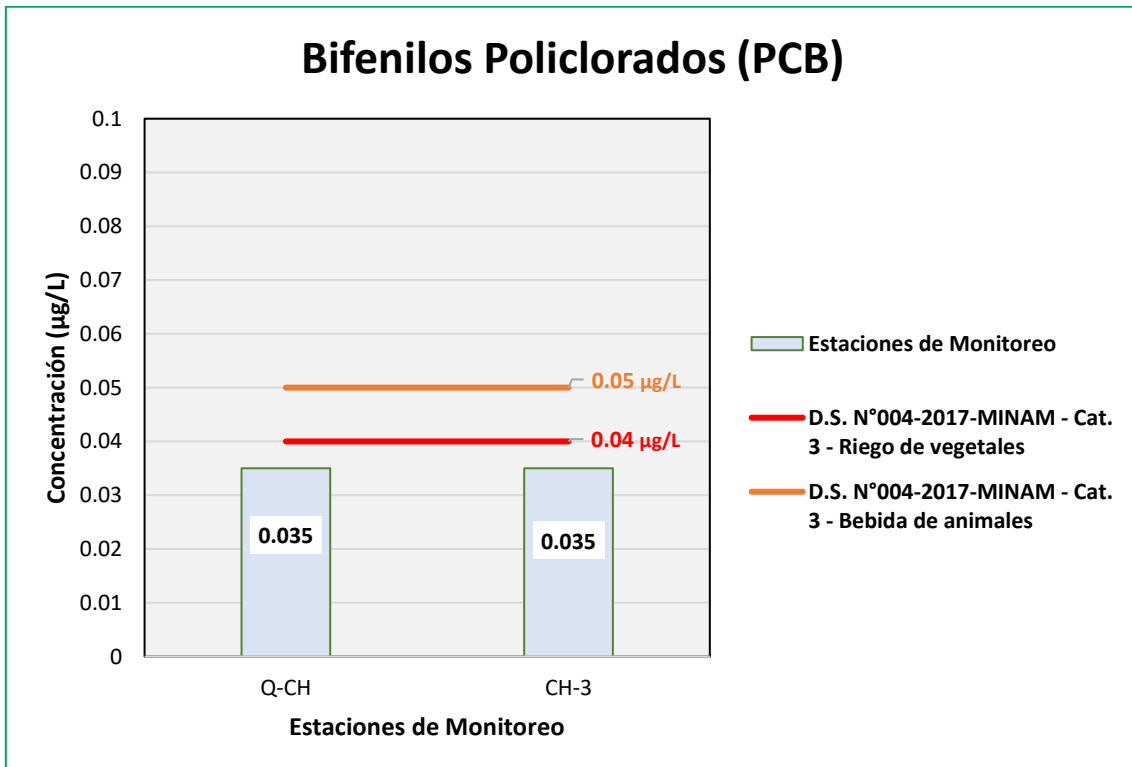
Figura 6.400. Resultados de PCB – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

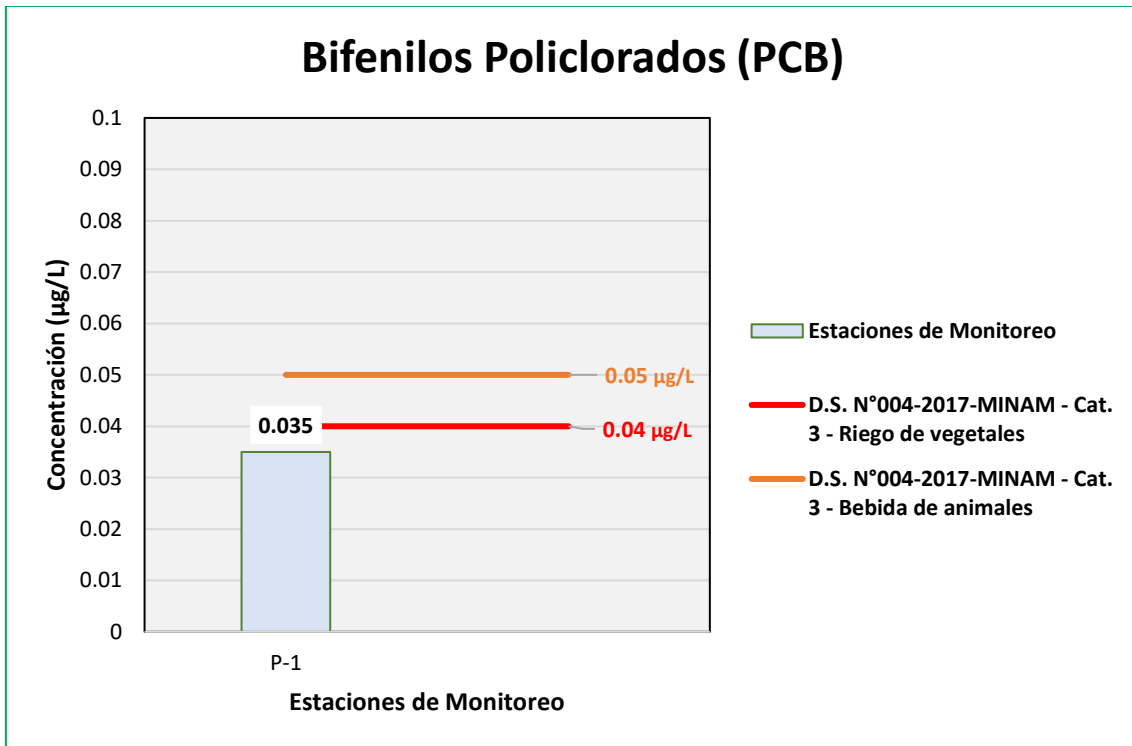
Figura 6.401. Resultados PCB – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

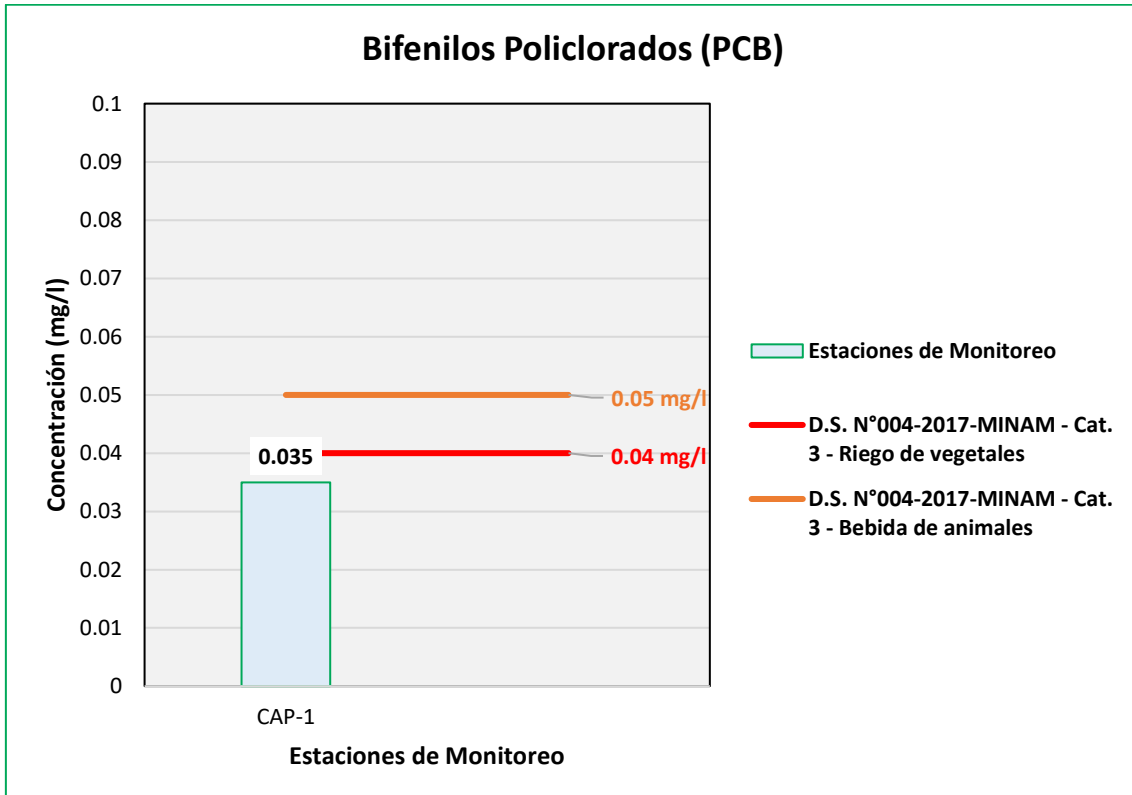
Figura 6.402. Resultados de PCB – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

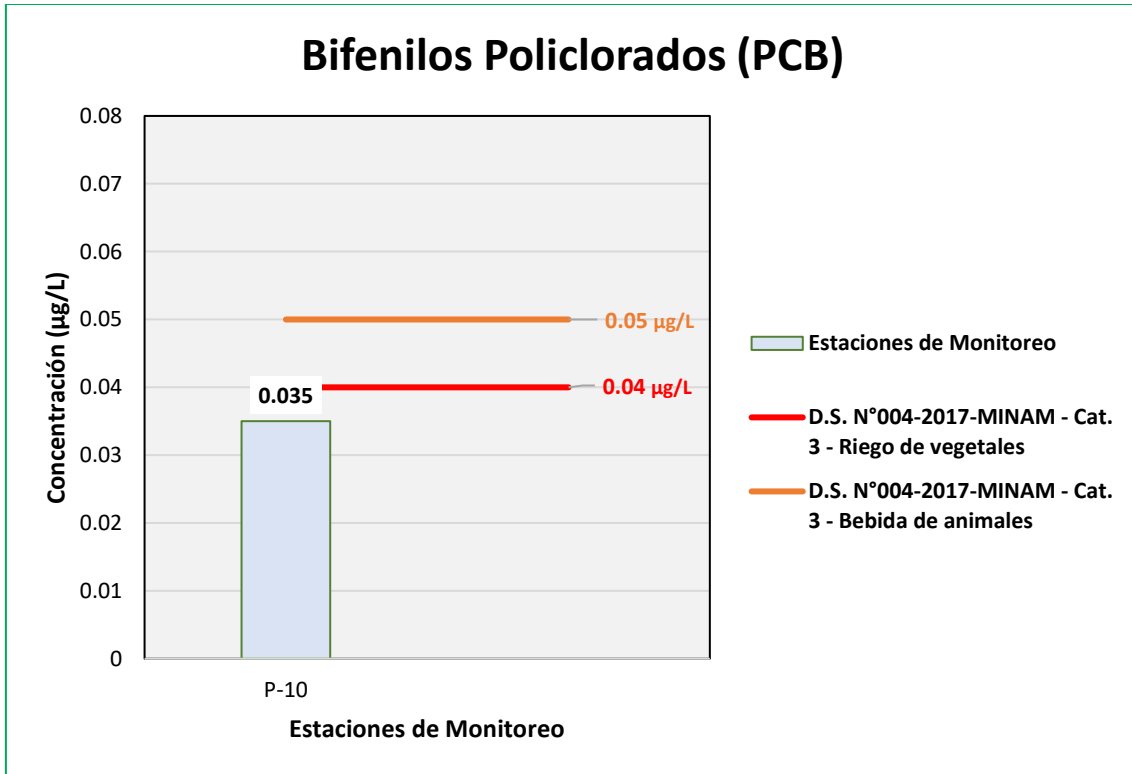
Figura 6.403. Resultados de PCB – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.404. Resultados de PCB – Evaluación de la Qda Sarallénque



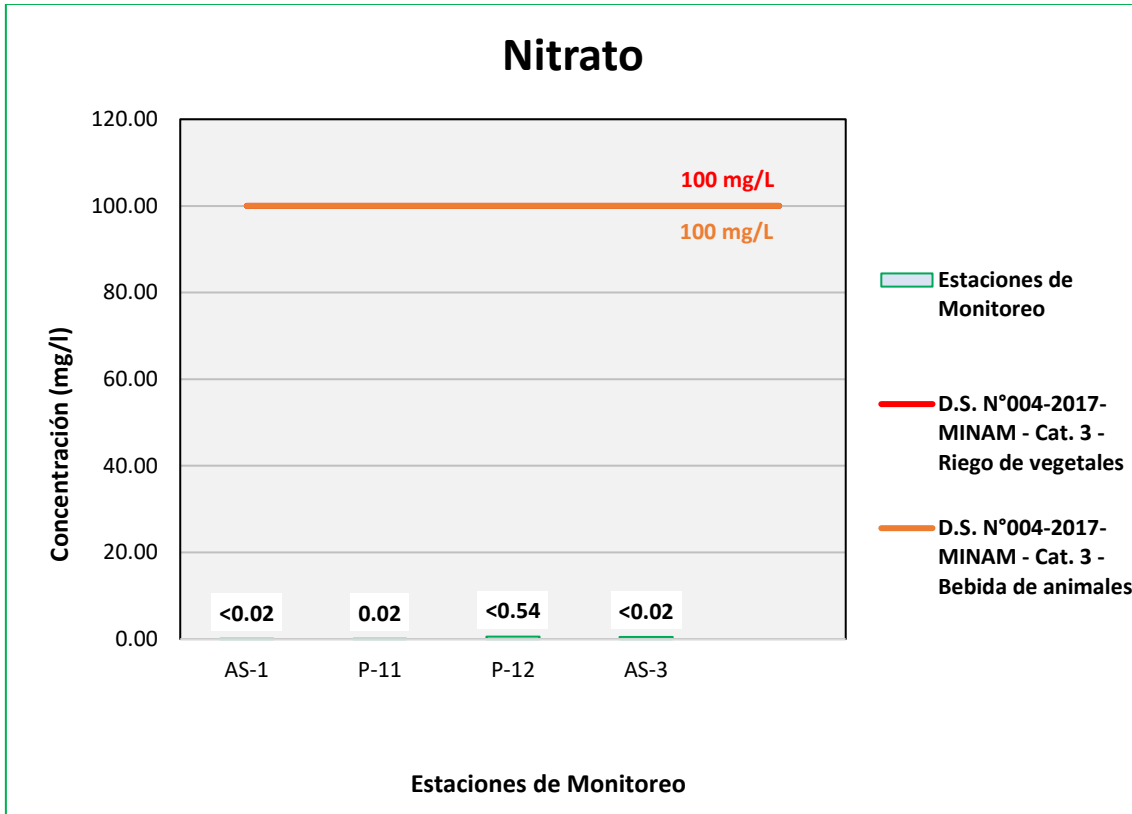
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.17 NITRATOS

Los valores de Nitratos obtenidos se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitratos = 100 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

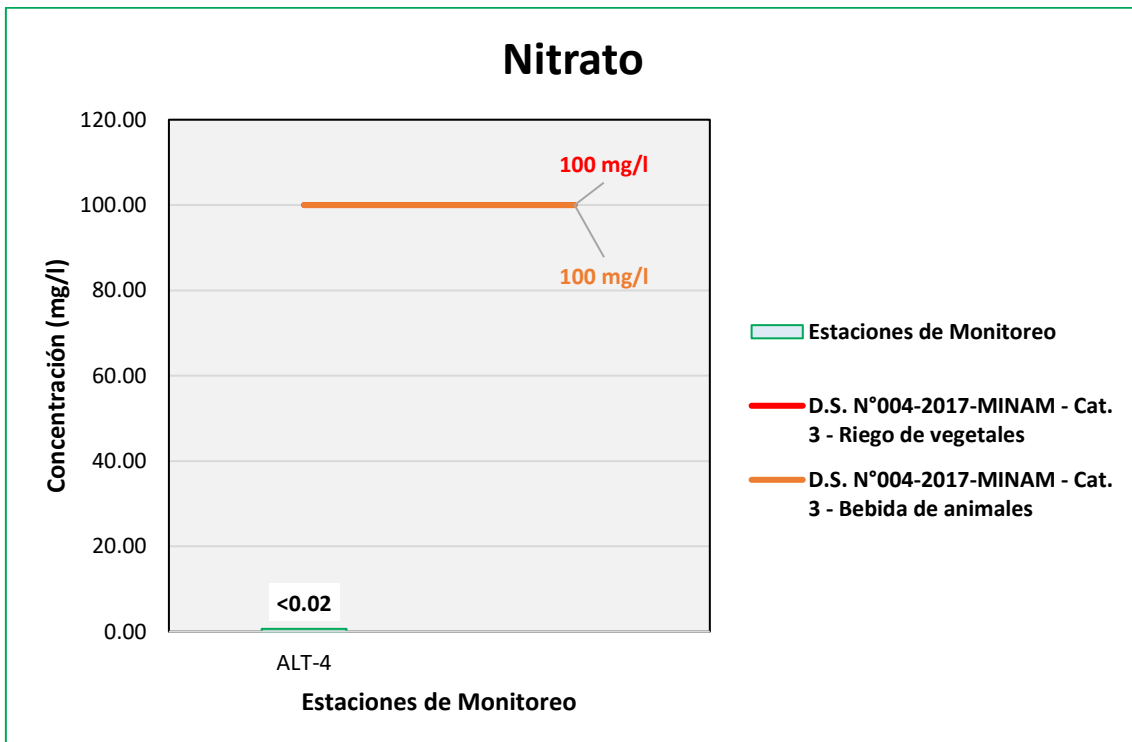
Figura 6.405. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

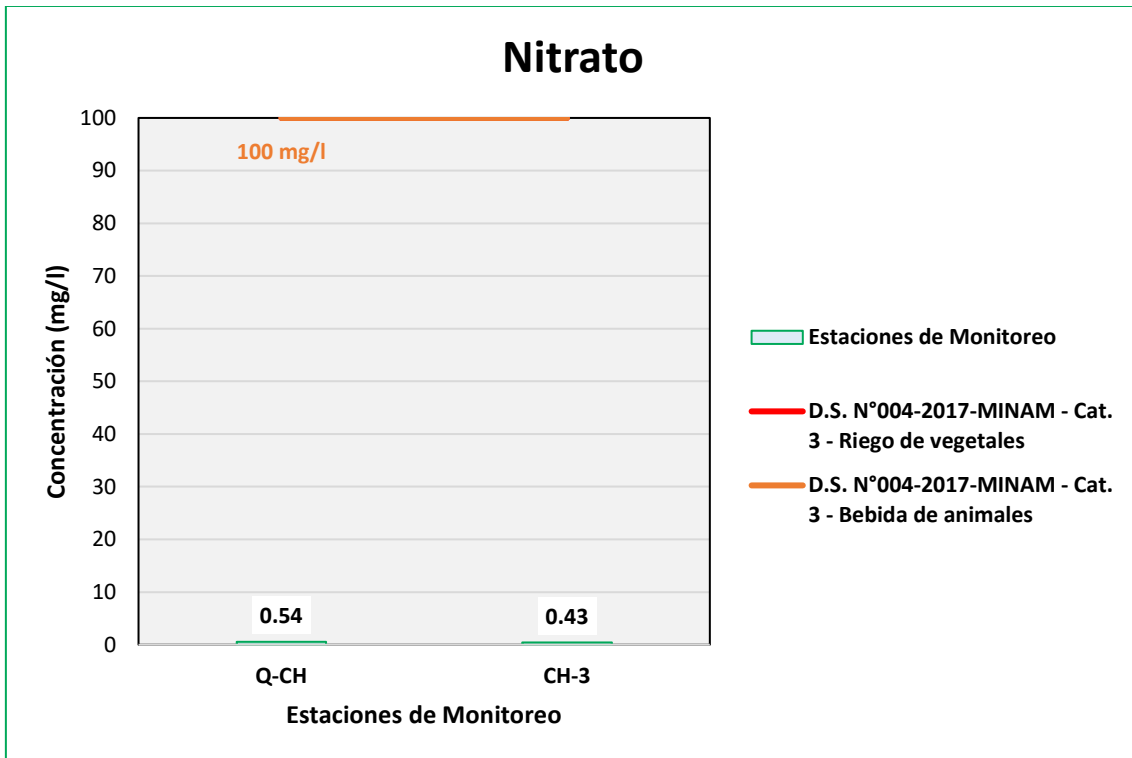
Figura 6.406. Resultados de Nitratos – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

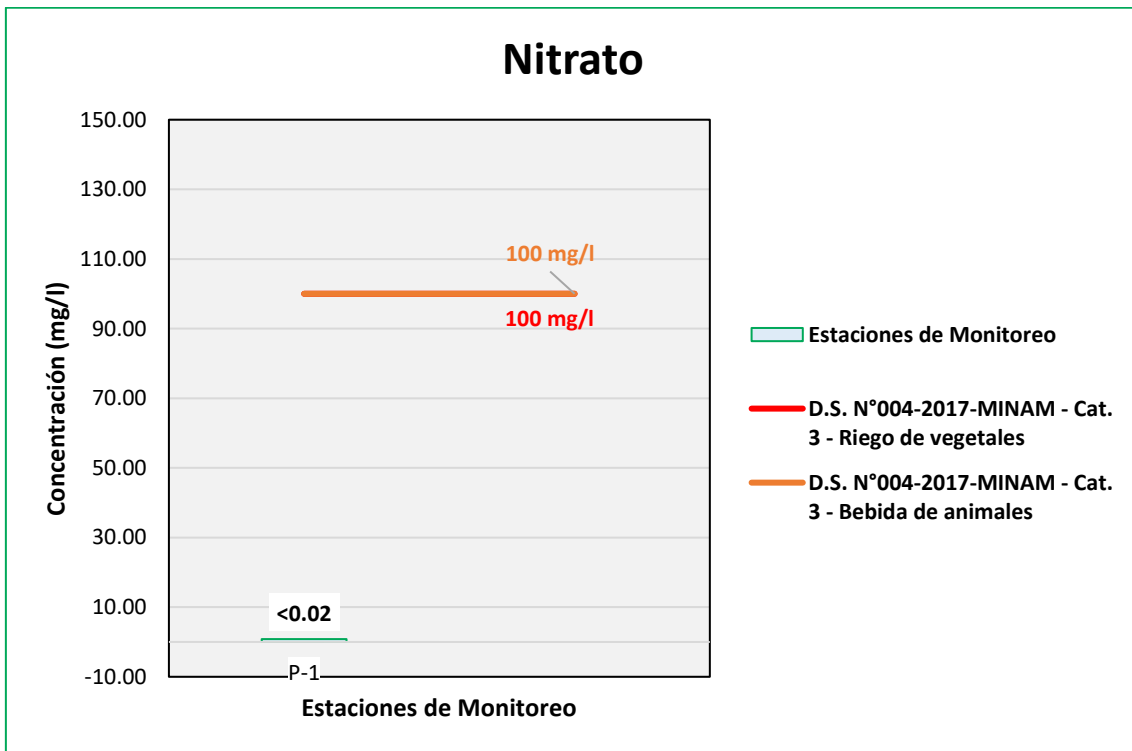
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.407. Resultados Nitratos – Evaluación del río Charaque



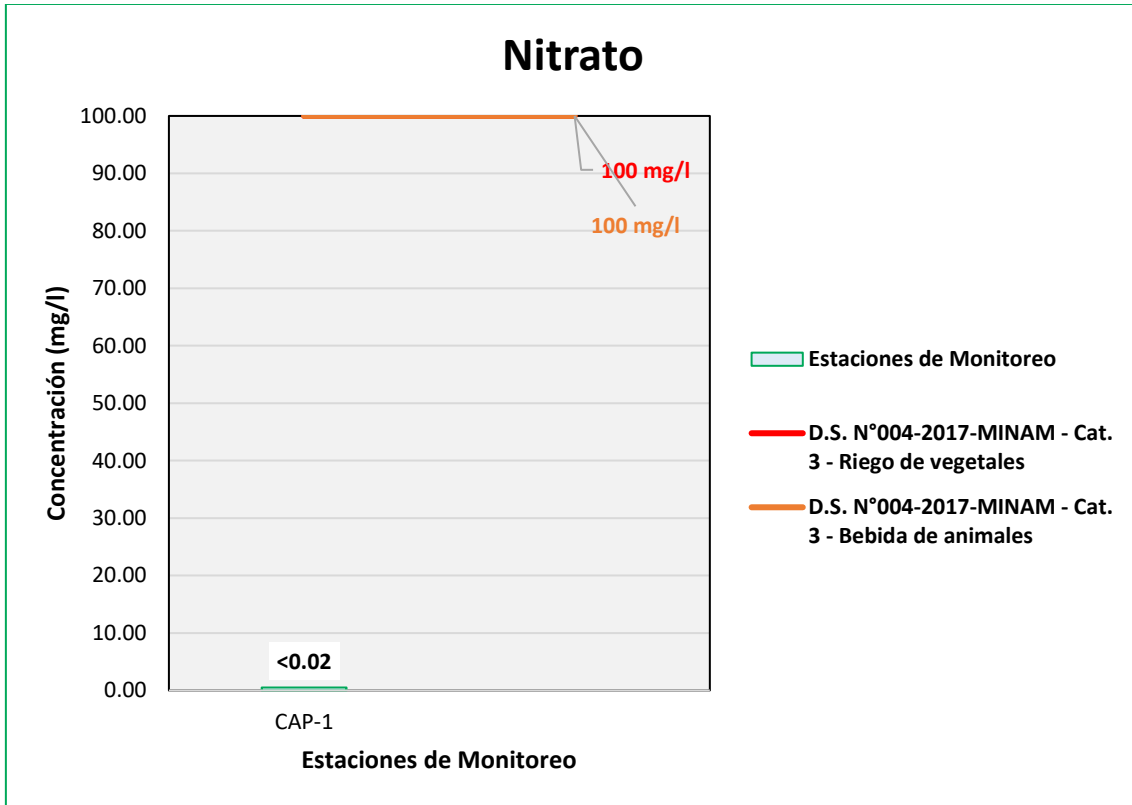
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.408. Resultados de Nitratos – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

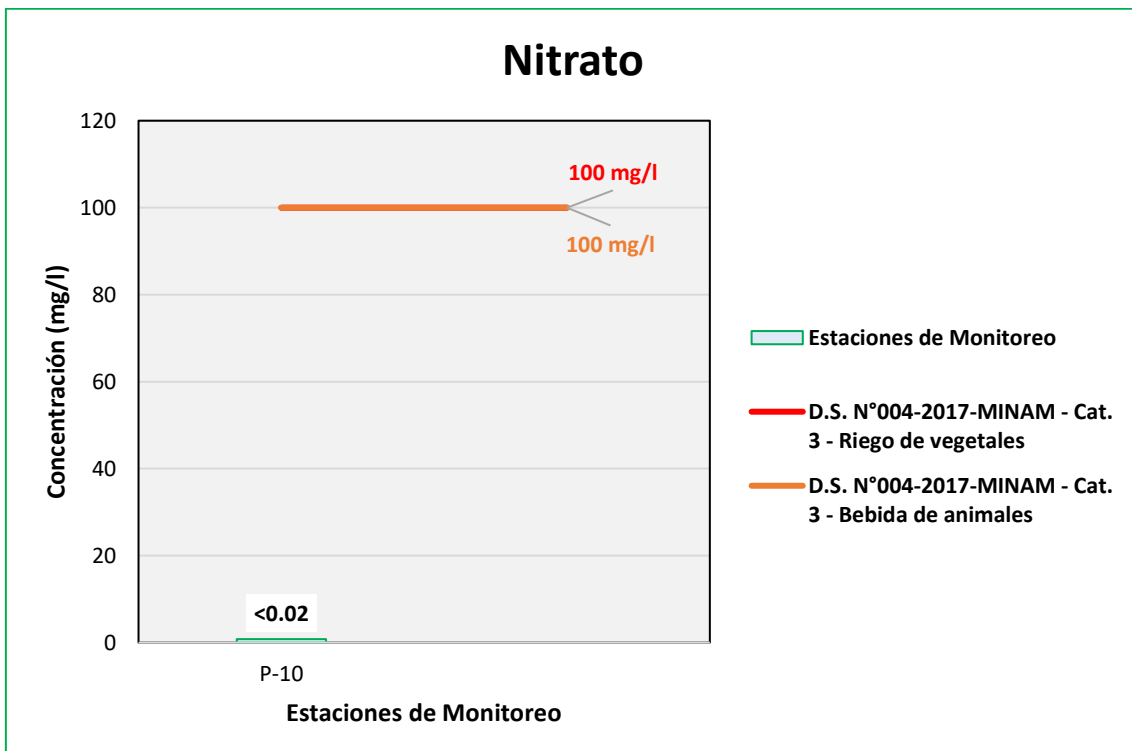
Figura 6.409. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.410. Resultados de Nitratos – Evaluación de la Qda Sarallenque



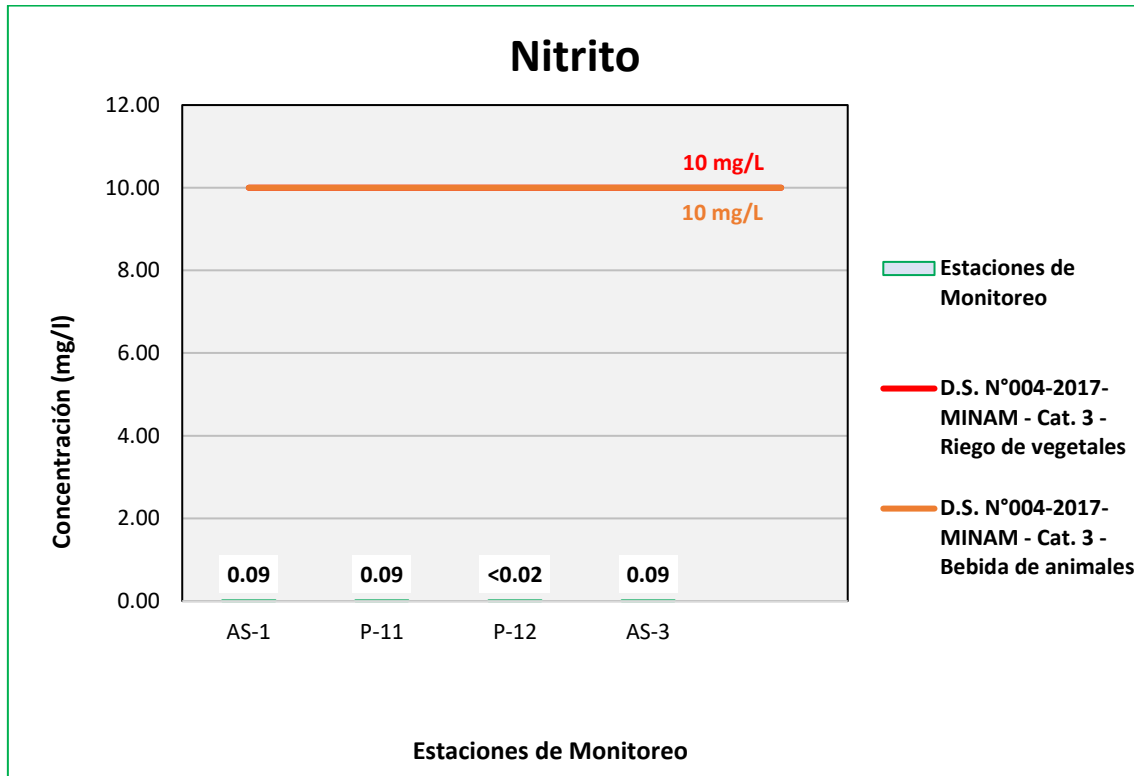
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.18 NITRITOS

Los valores de Nitritos obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitritos = 10 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

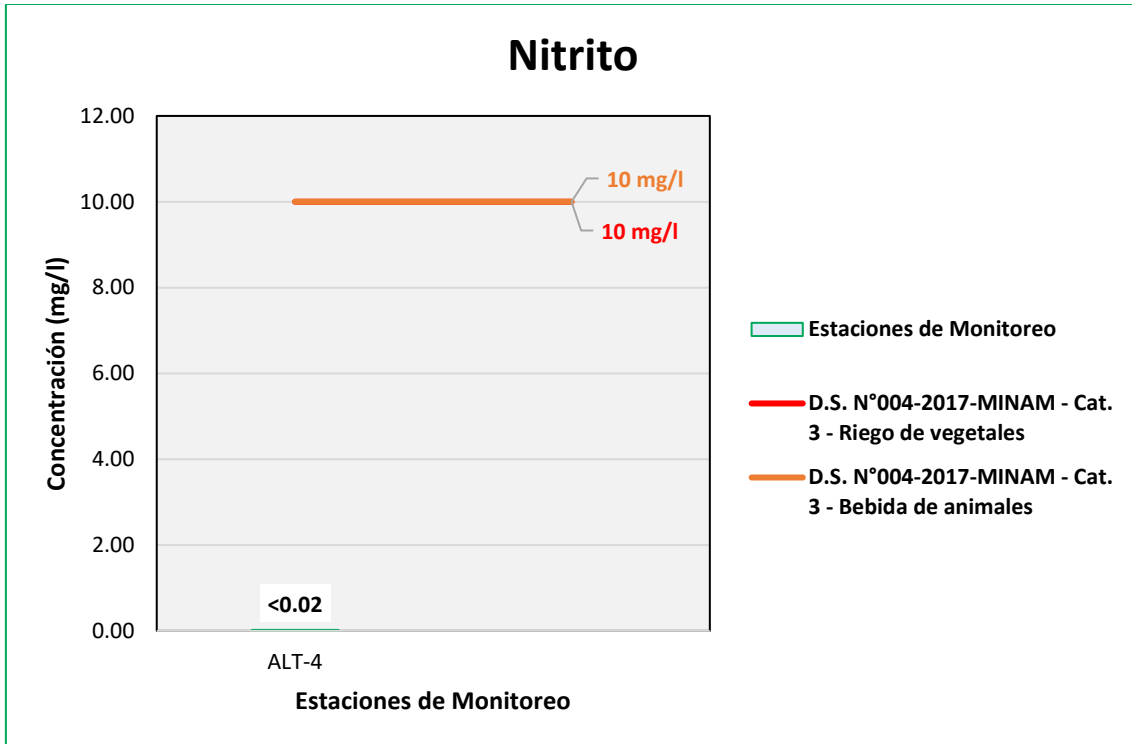
Figura 6.411. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

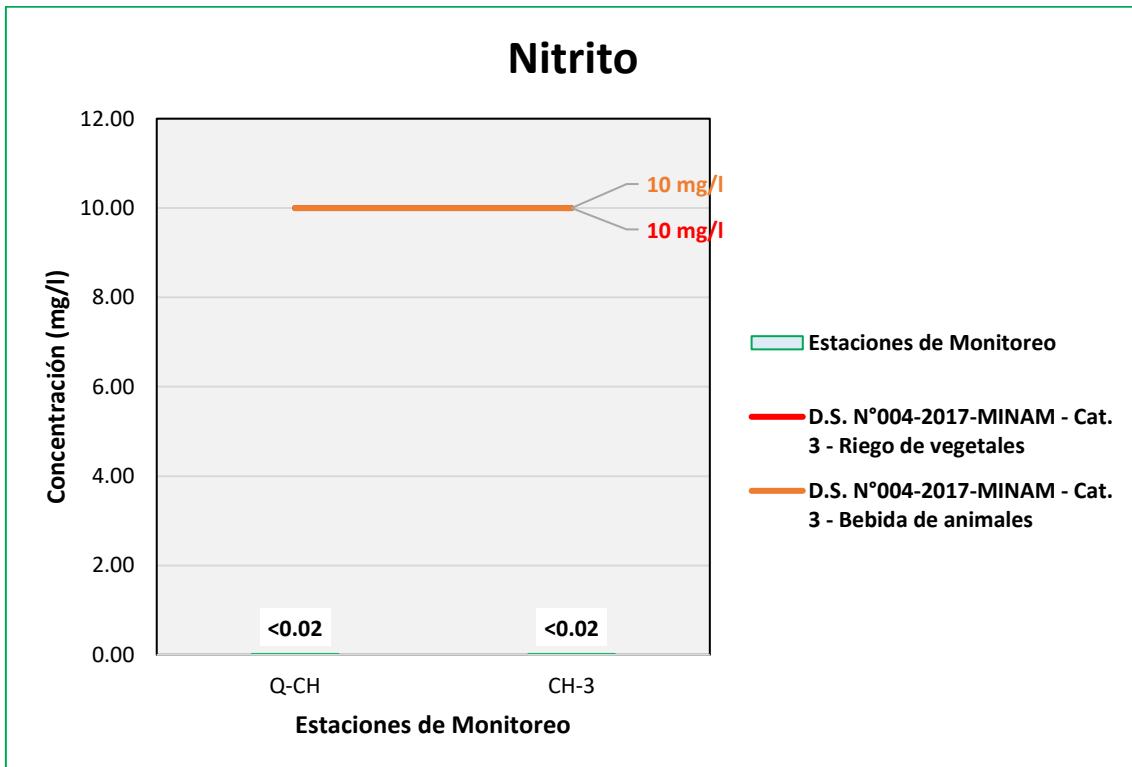
Figura 6.412. Resultados de Nitritos – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

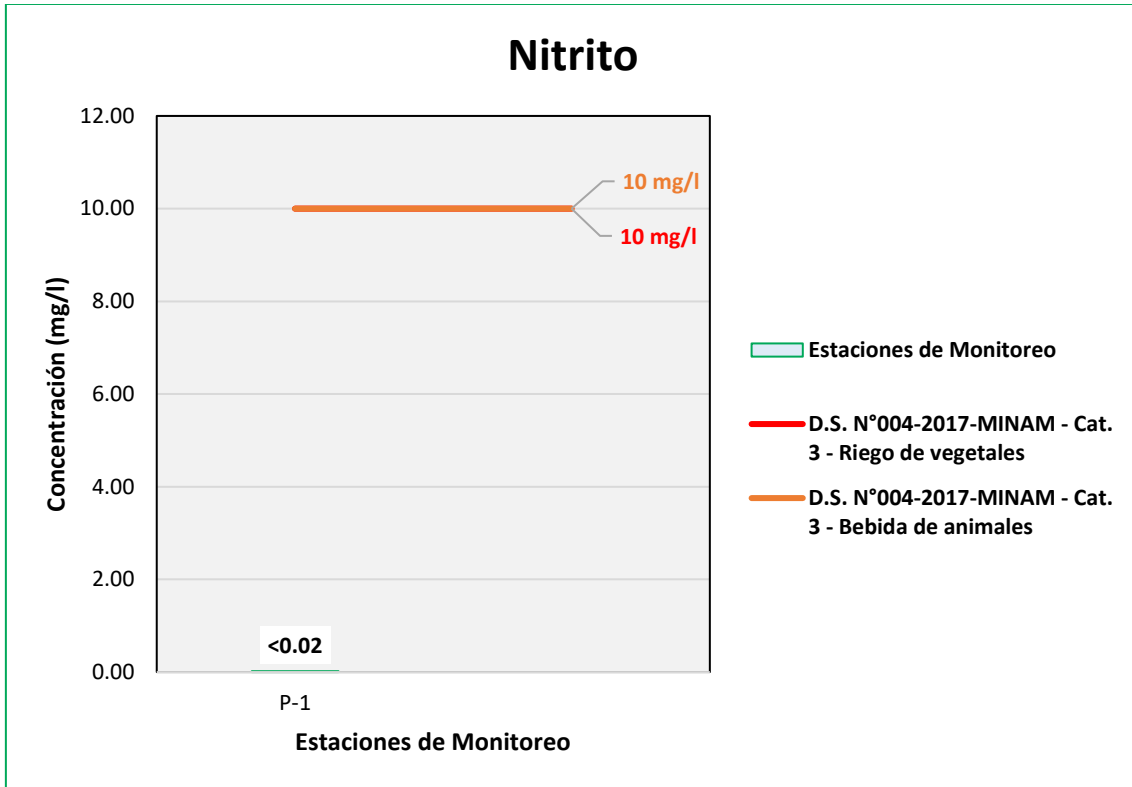
Figura 6.413. Resultados Nitritos – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

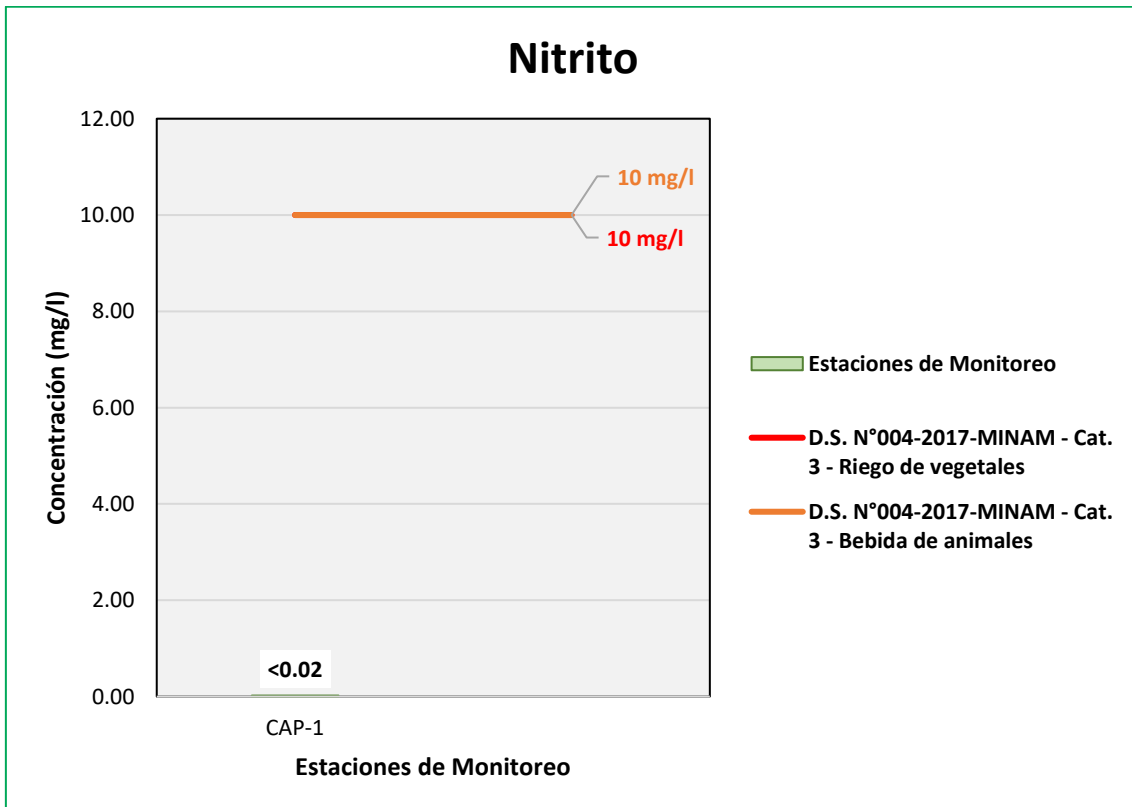
Figura 6.414. Resultados de Nitritos – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

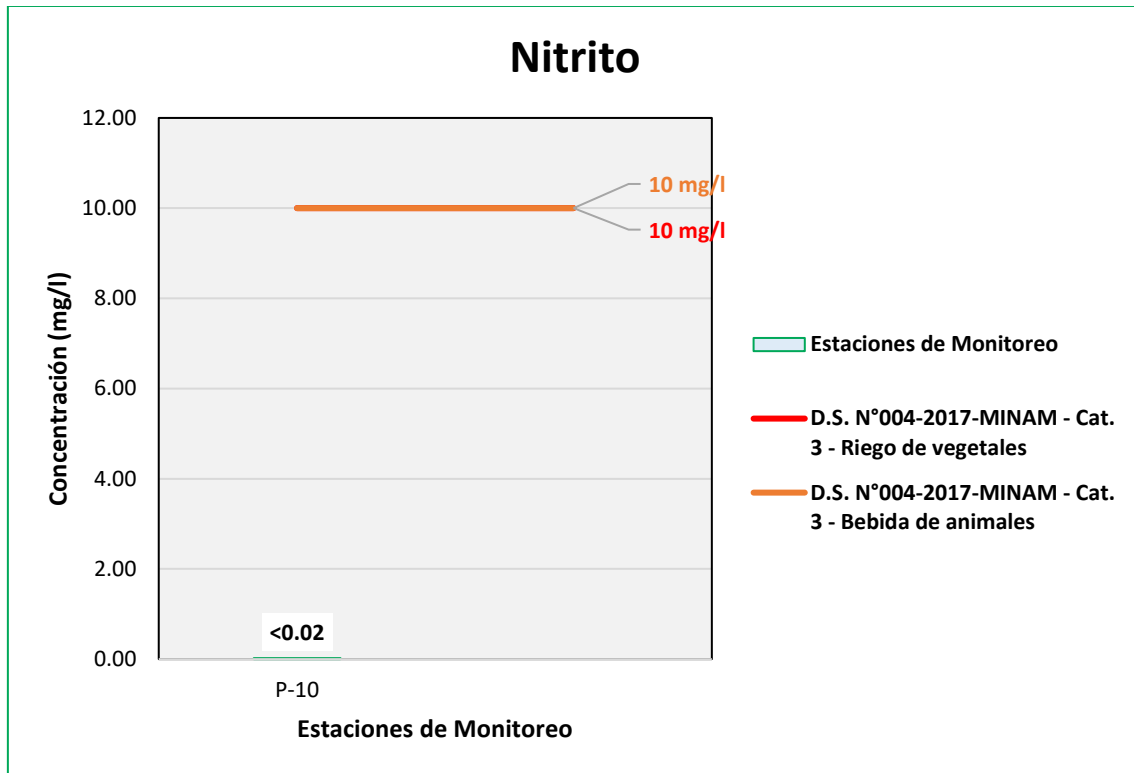
Figura 6.415. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.416. Resultados de Nitritos – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

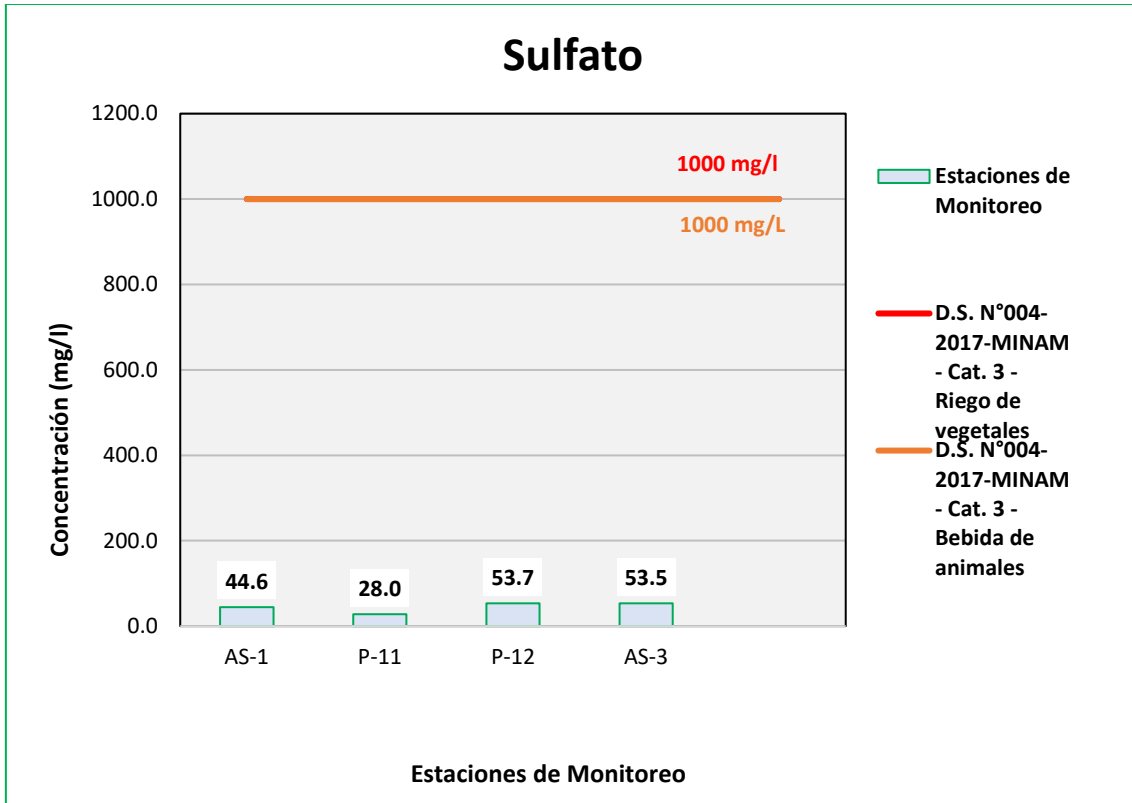
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.19 SULFATOS

Los Sulfatos (SO_4) son compuestos que se encuentran en casi todas las fuentes naturales de agua, teniendo su origen a partir de la oxidación de las menas o rocas con presencia de sulfato, así como la presencia de efluentes industriales o acumulación de residuos procedente de la actividad industrial.

La presencia de este compuesto de manera natural puede deberse a la infiltración de formaciones rocosas o suelos con contenido de minerales sulfatados, que llegan a disolverse en las aguas subterráneas, para posteriormente, llegar a los cuerpos de agua superficiales.

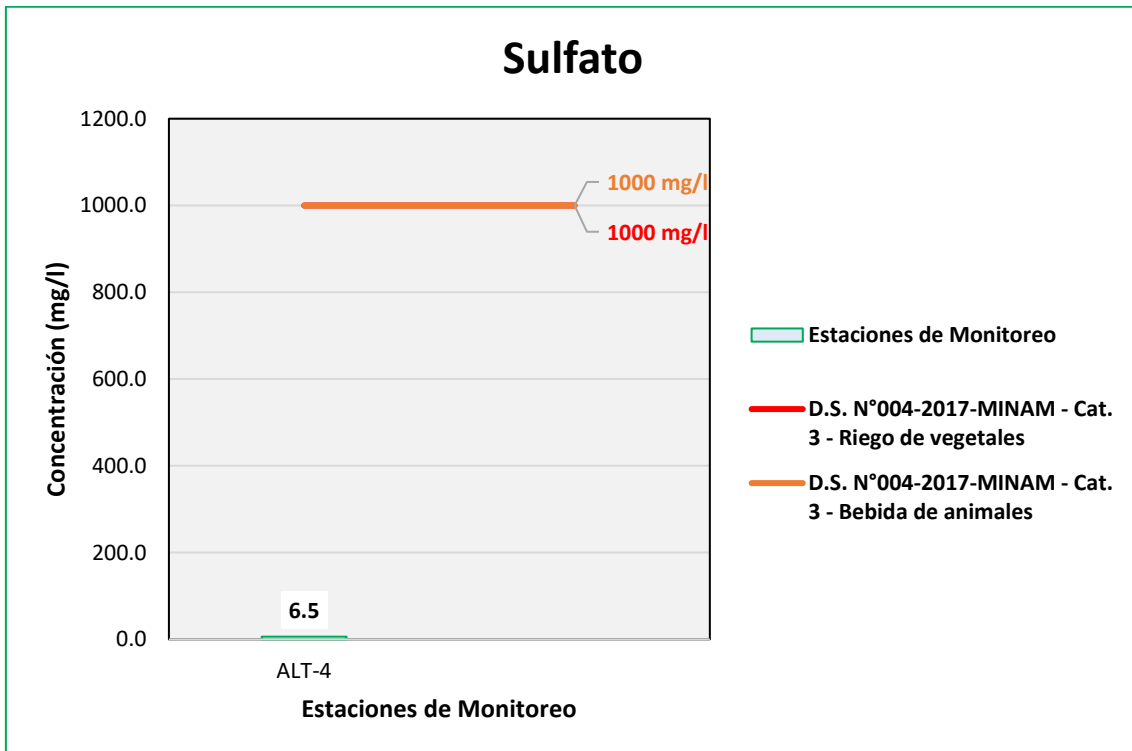
Figura 6.417. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

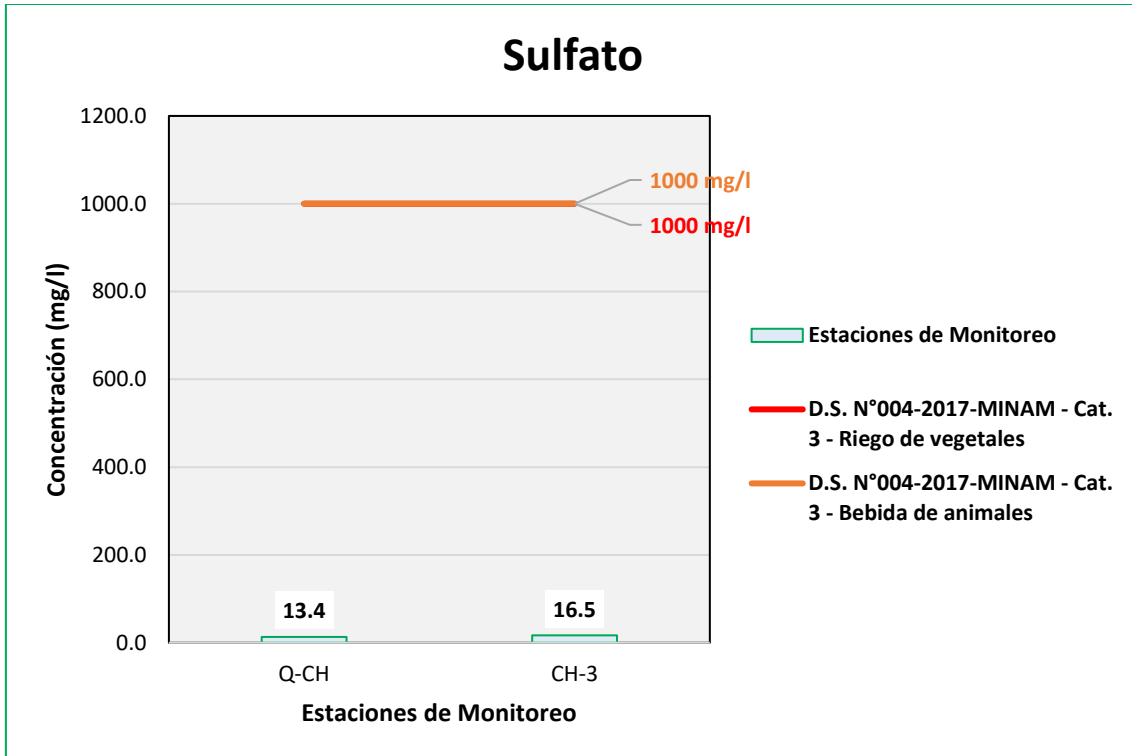
Figura 6.418. Resultados de Sulfatos – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

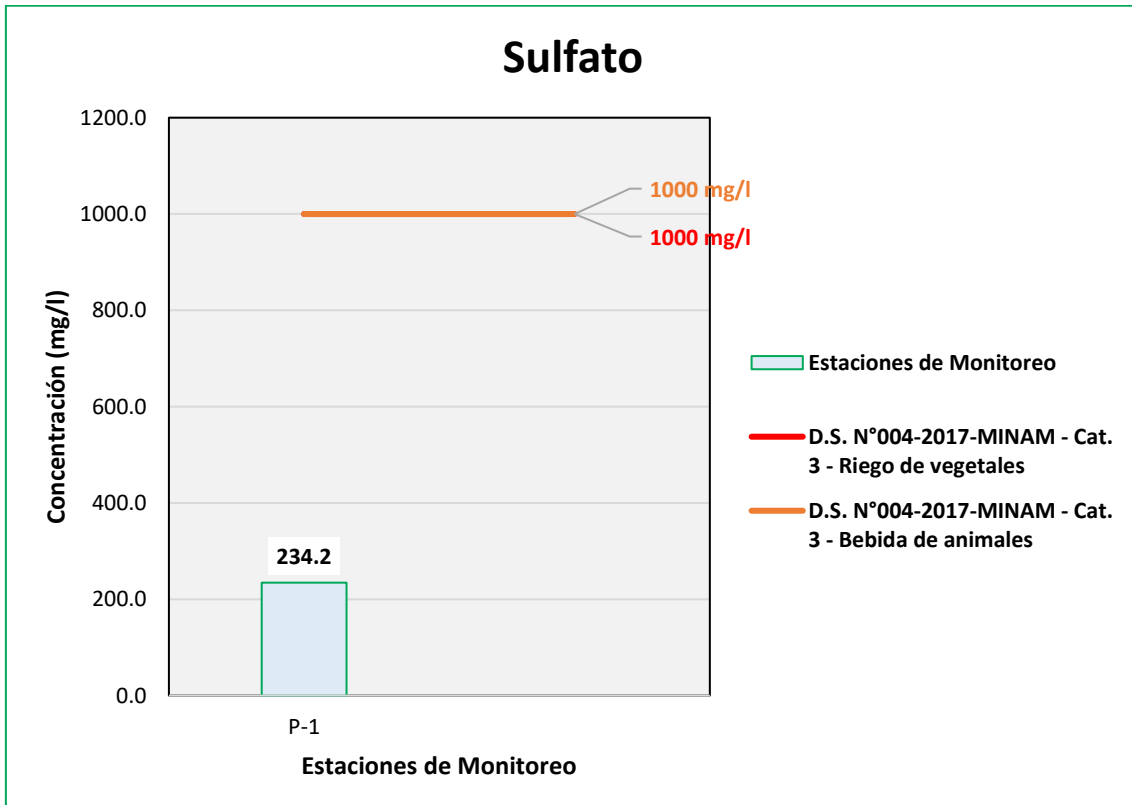
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.419. Resultados Sulfatos – Evaluación del río Charaque



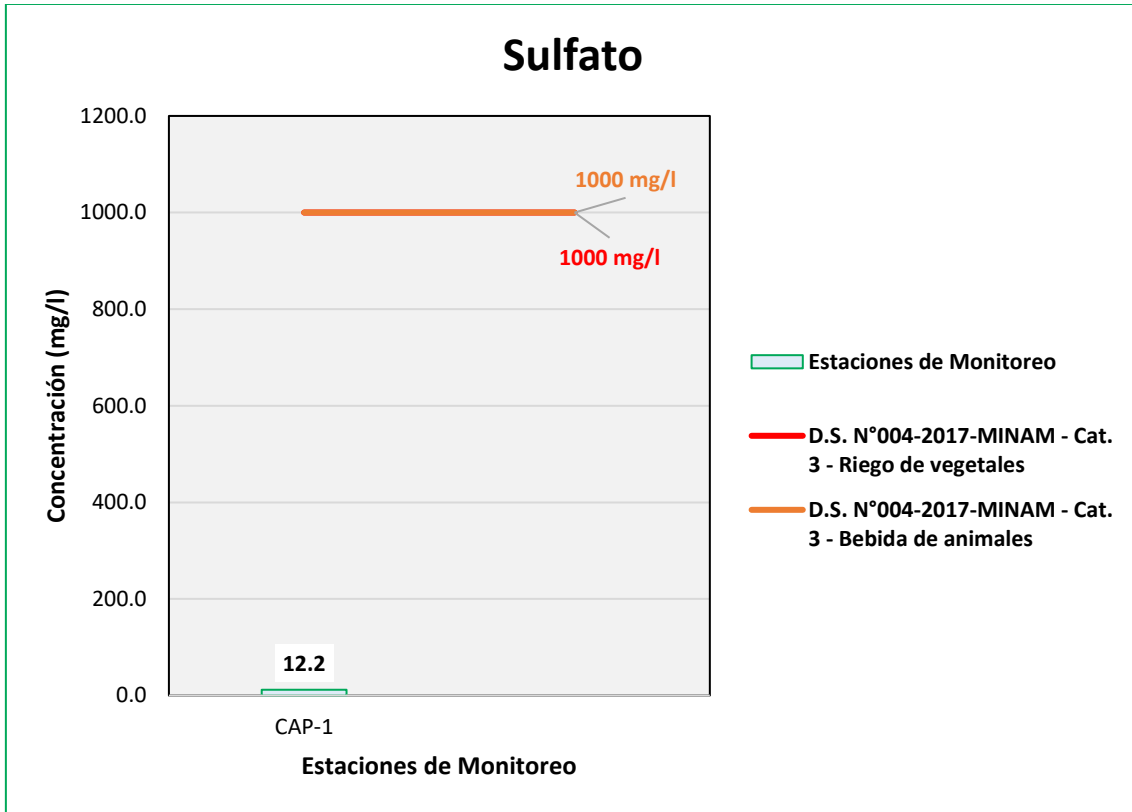
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.420. Resultados de Sulfatos – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

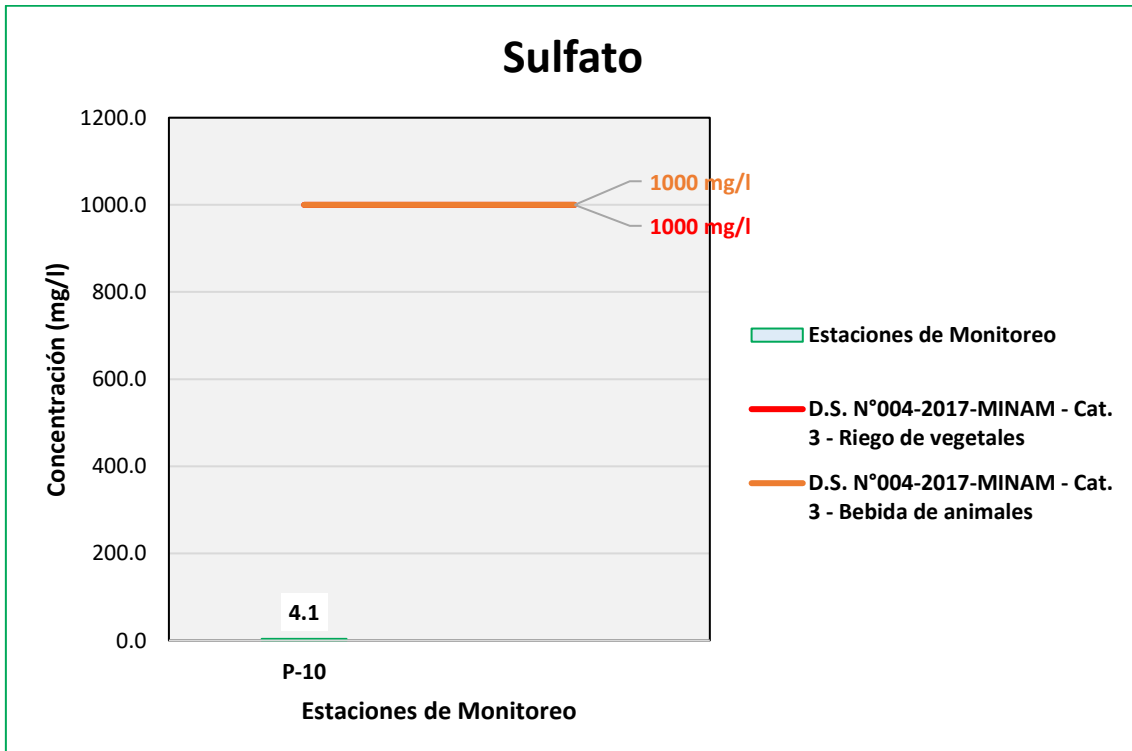
Figura 6.421. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.422. Resultados de Sulfatos – Evaluación de la Qda Sarallenne



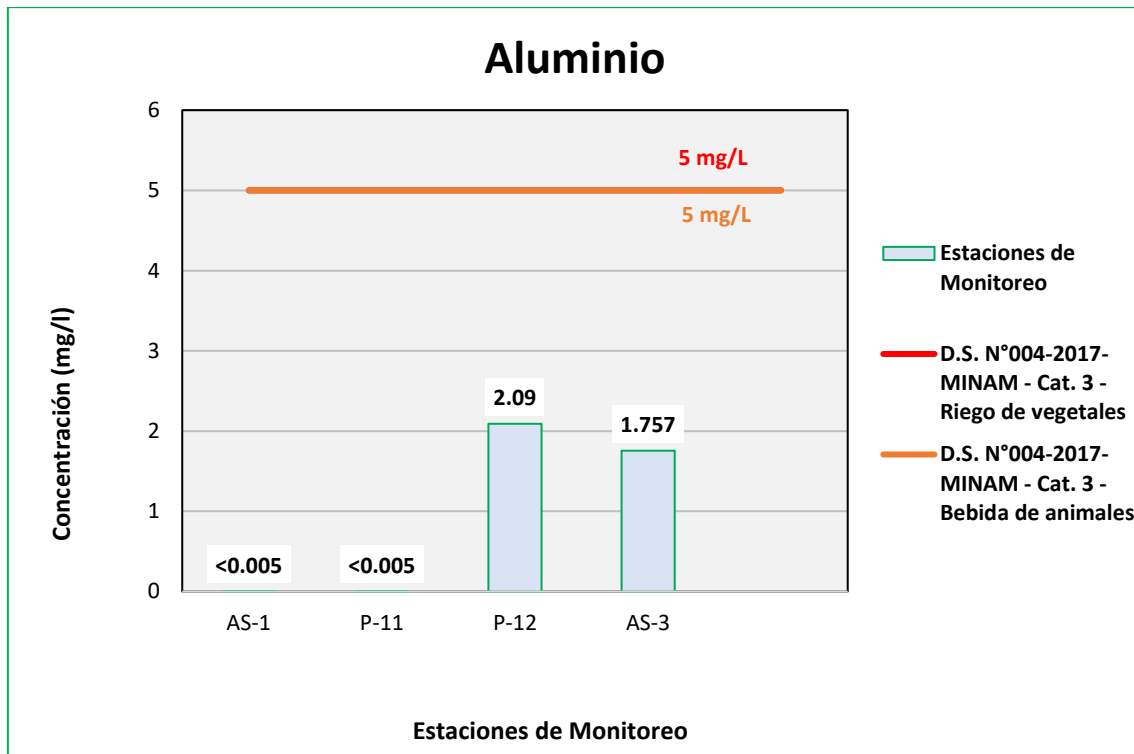
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.20 ALUMINIO

Los valores de Aluminio (Al) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Al = 5,0 mg/L), a excepción del punto de monitoreo P-1 (Río Millune), lo que podría indicarnos que en la quebrada existe la presencia de rocas sedimentarias (bauxita) producto de la mineralización de la quebrada.

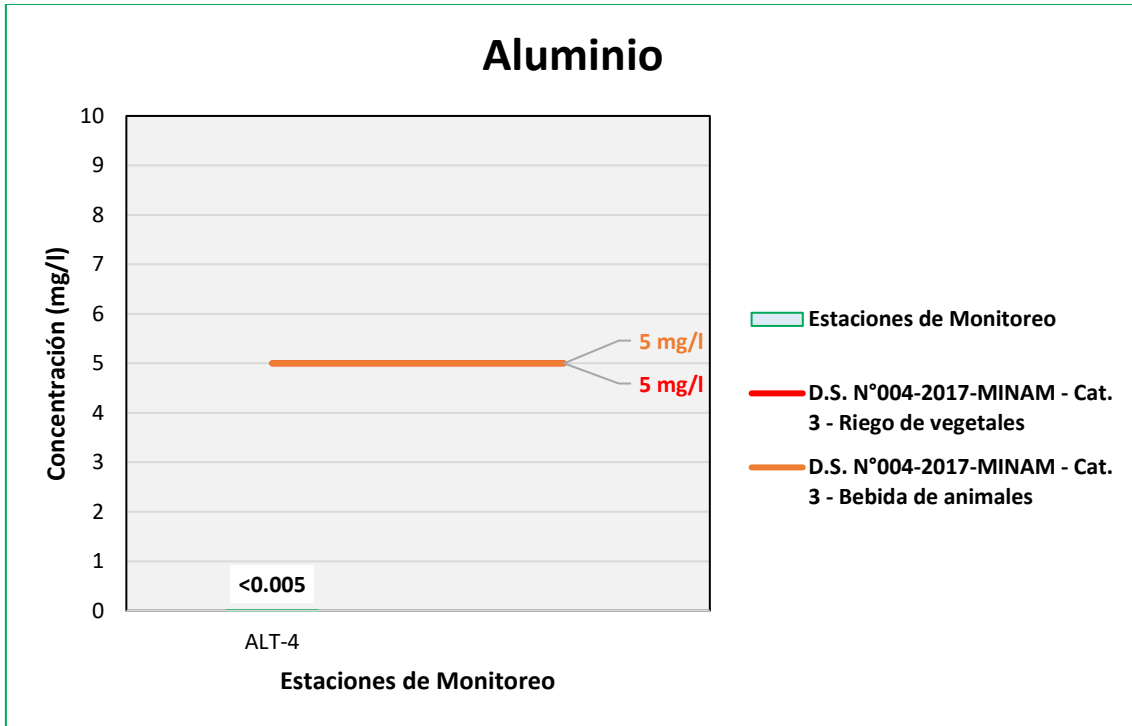
Figura 6.423. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

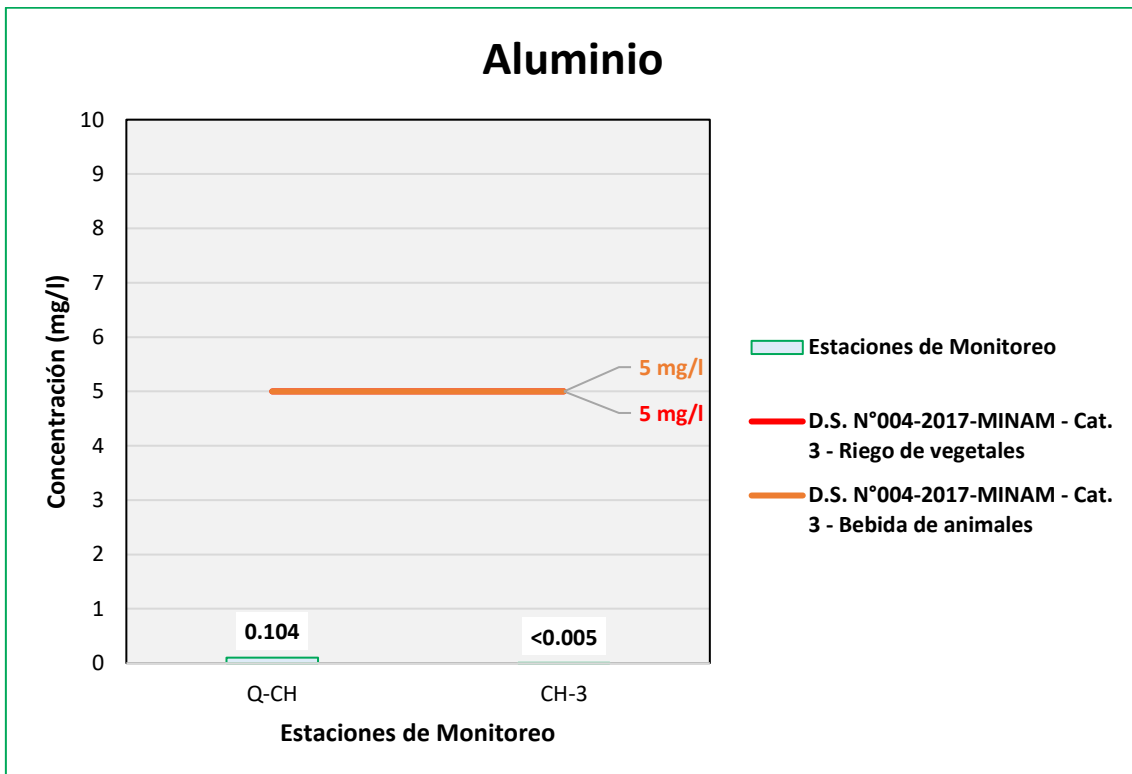
Figura 6.424. Resultados de Aluminio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

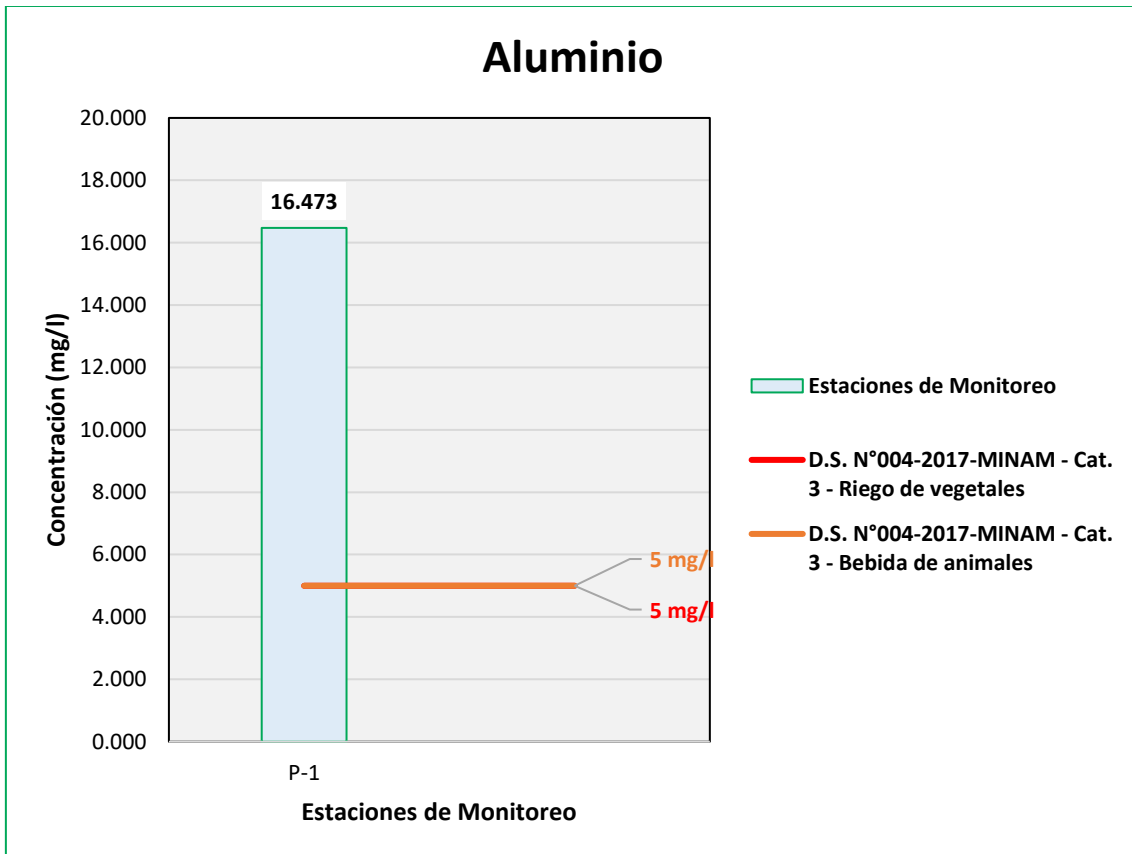
Figura 6.425. Resultados Aluminio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

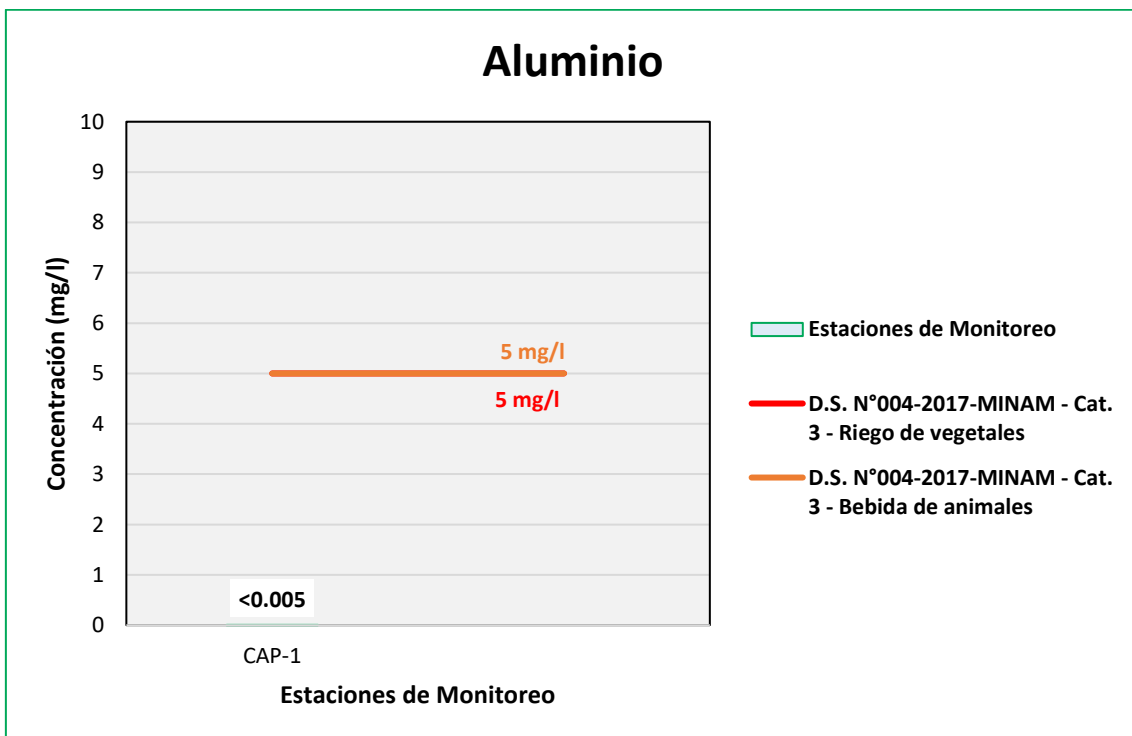
Figura 6.426. Resultados de Aluminio – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

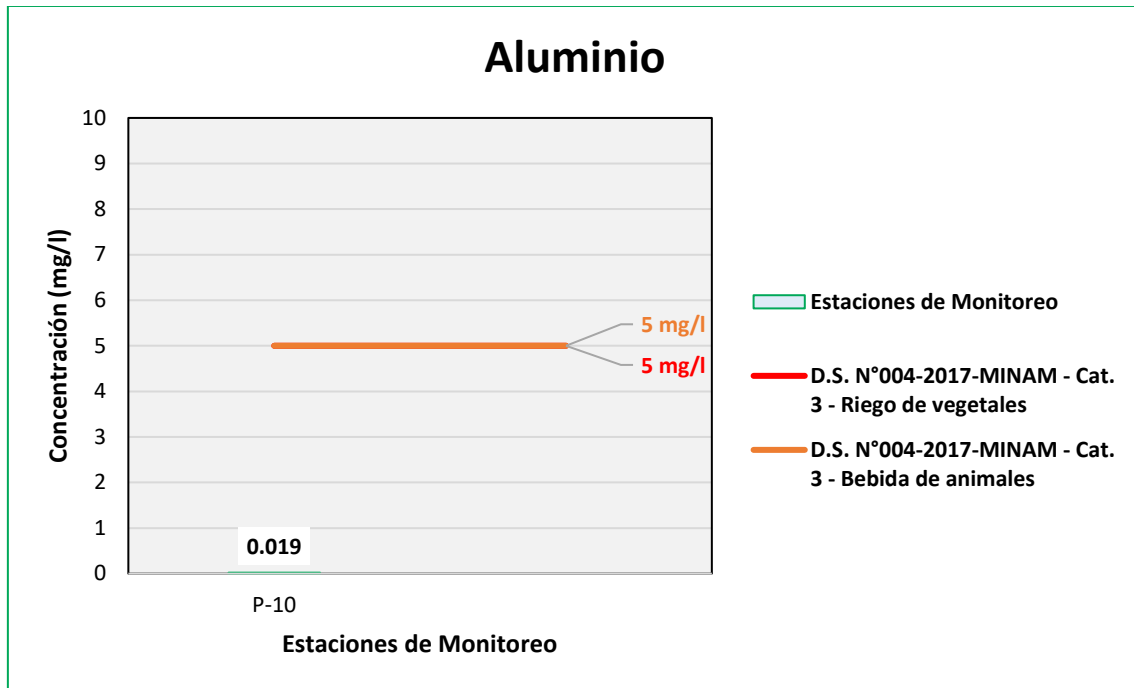
Figura 6.427. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.428. Resultados de Aluminio – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

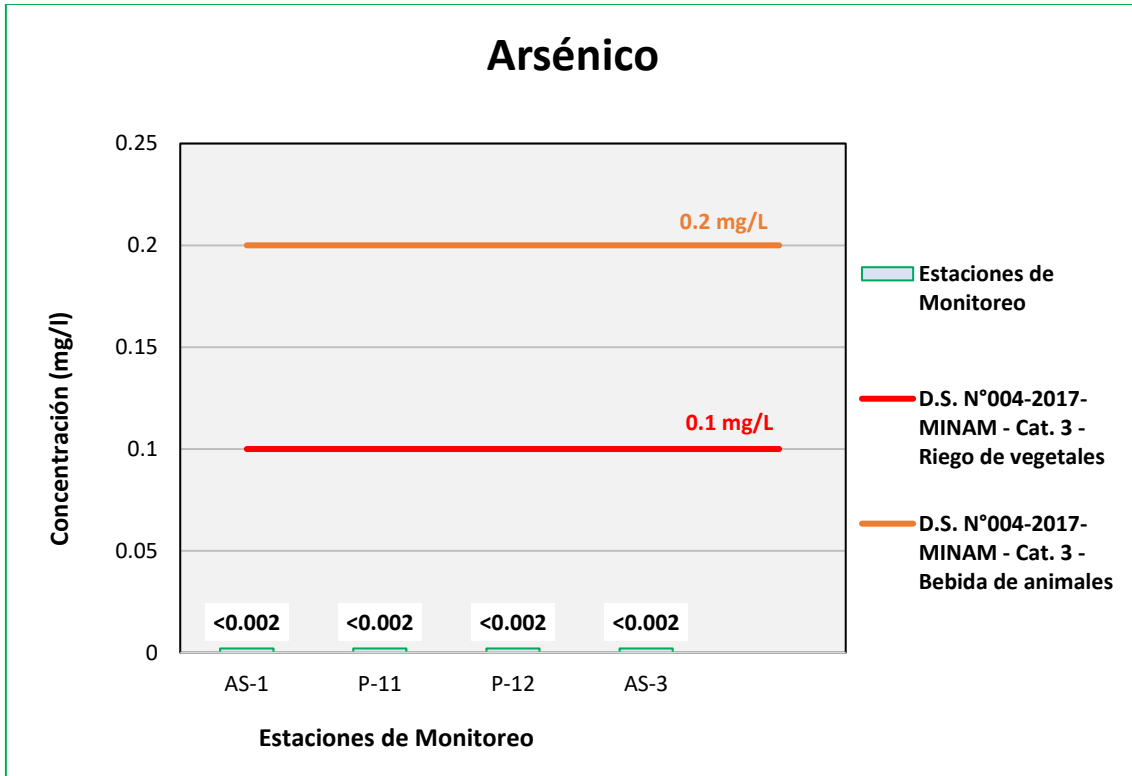
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.21 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, teniendo su origen por diversas fuentes naturales como las erupciones de volcanes, por la constante erosión de depósitos minerales o rocas que contienen arsénico, principalmente podemos encontrarlo en la cadena montañosa de la zona sur del país (Ayacucho, Arequipa, Moquegua, entre otras regiones del sur).

Si bien este elemento puede encontrarse de manera natural en el ambiente, generalmente tiene origen en las descargas de efluentes de actividades industriales, dado que el arsénico es utilizado industrialmente para el procesamiento de vidrio, pigmentos, industria textil, en el proceso de curtido de pieles y productos farmacéuticos.

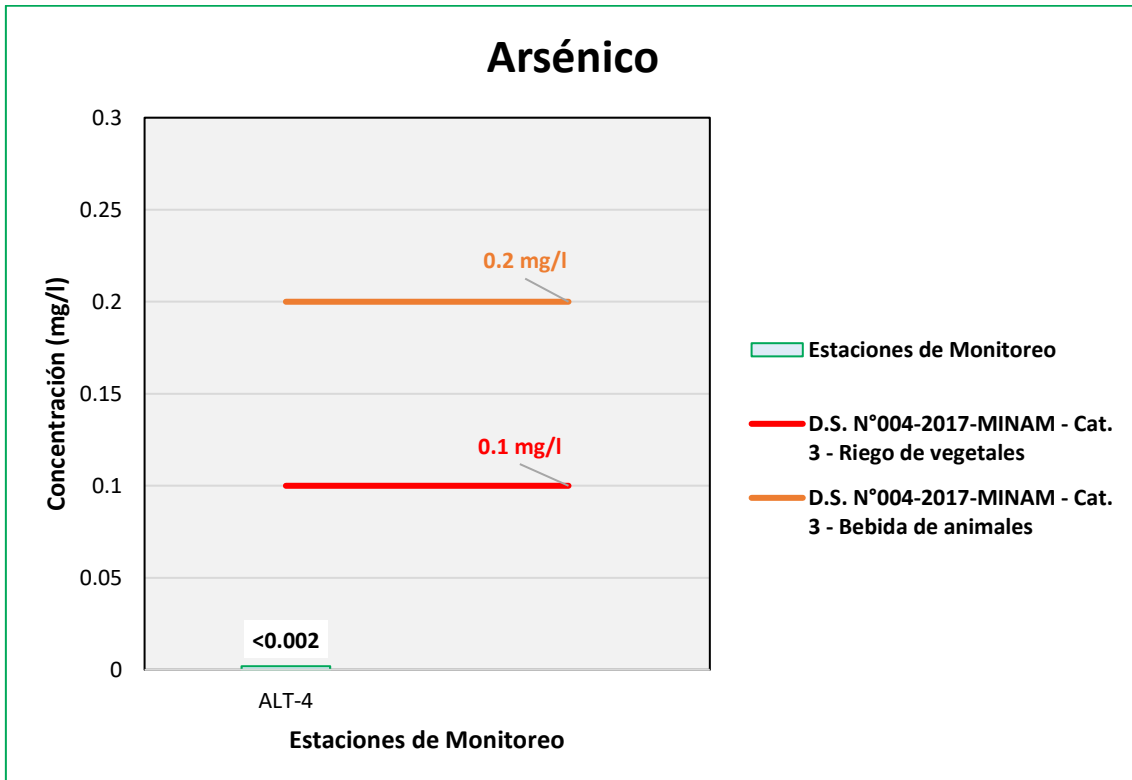
Figura 6.429. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

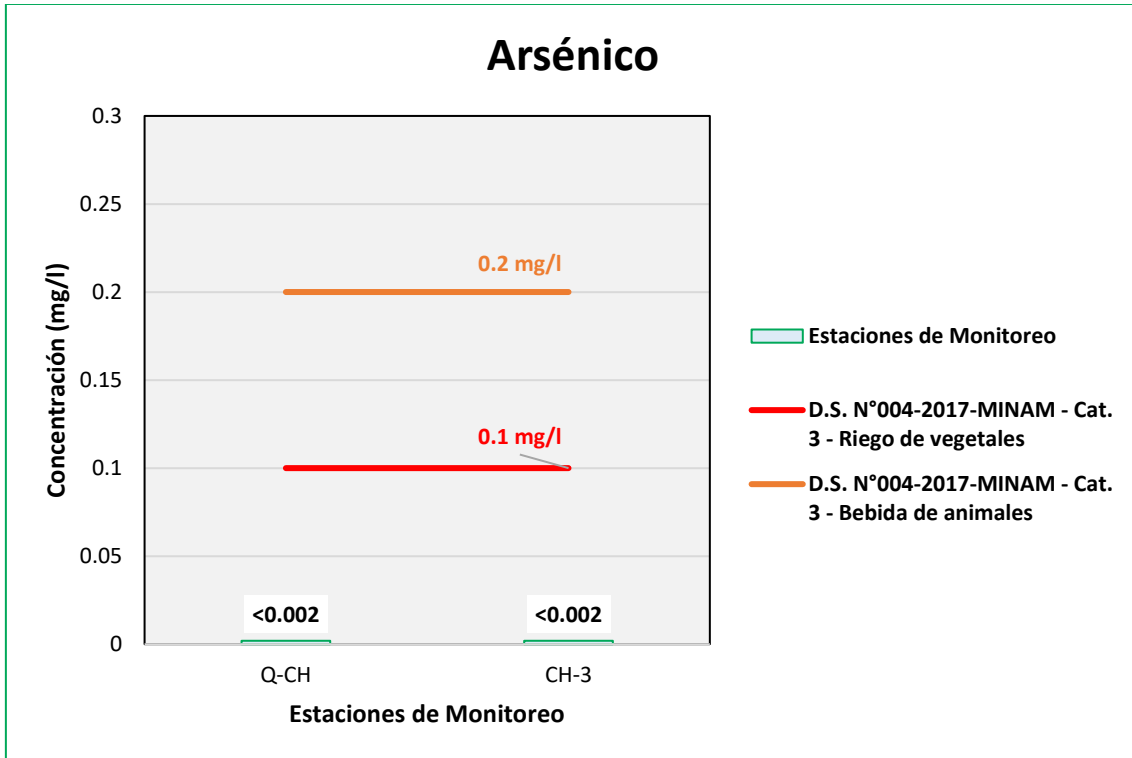
Figura 6.430. Resultados de Arsénico – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

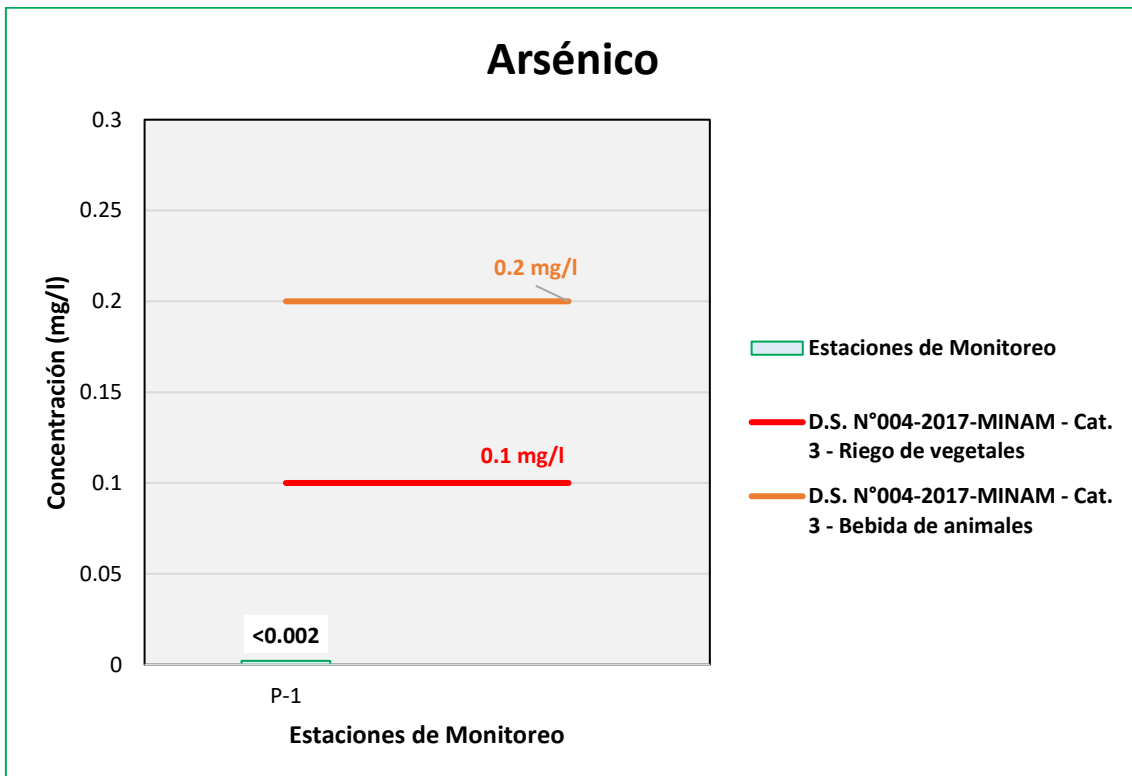
Figura 6.431. Resultados Arsénico – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

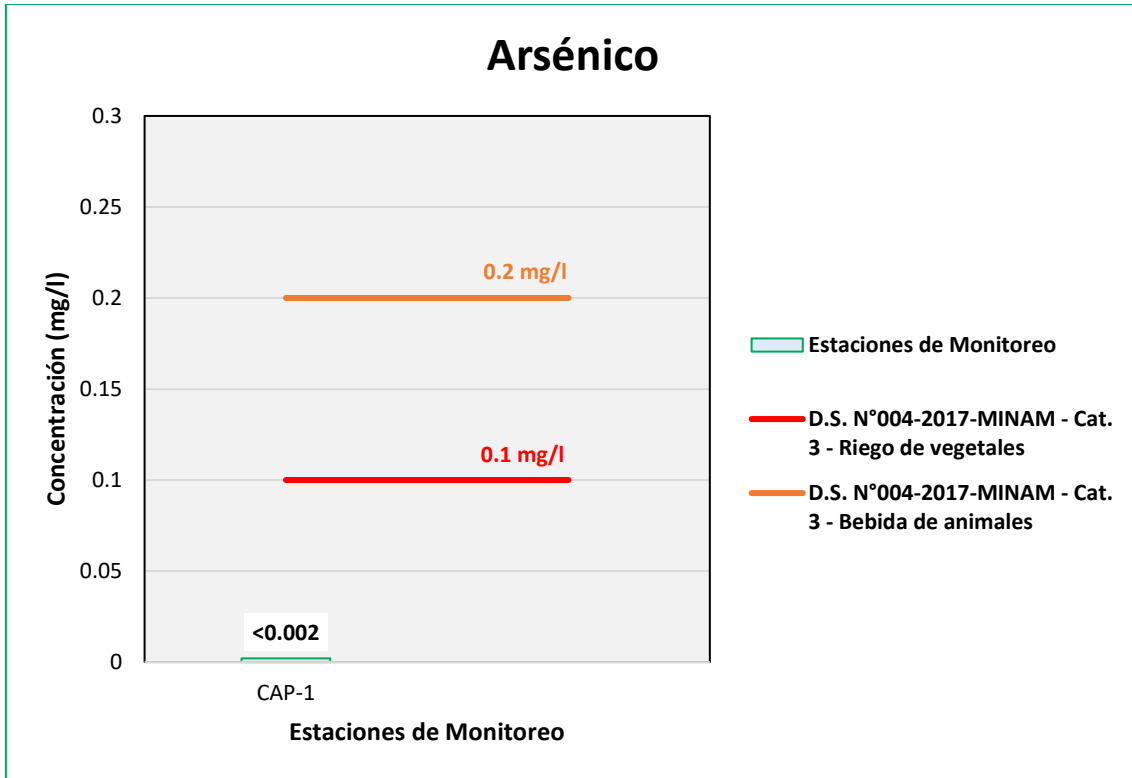
Figura 6.432. Resultados de Arsénico – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

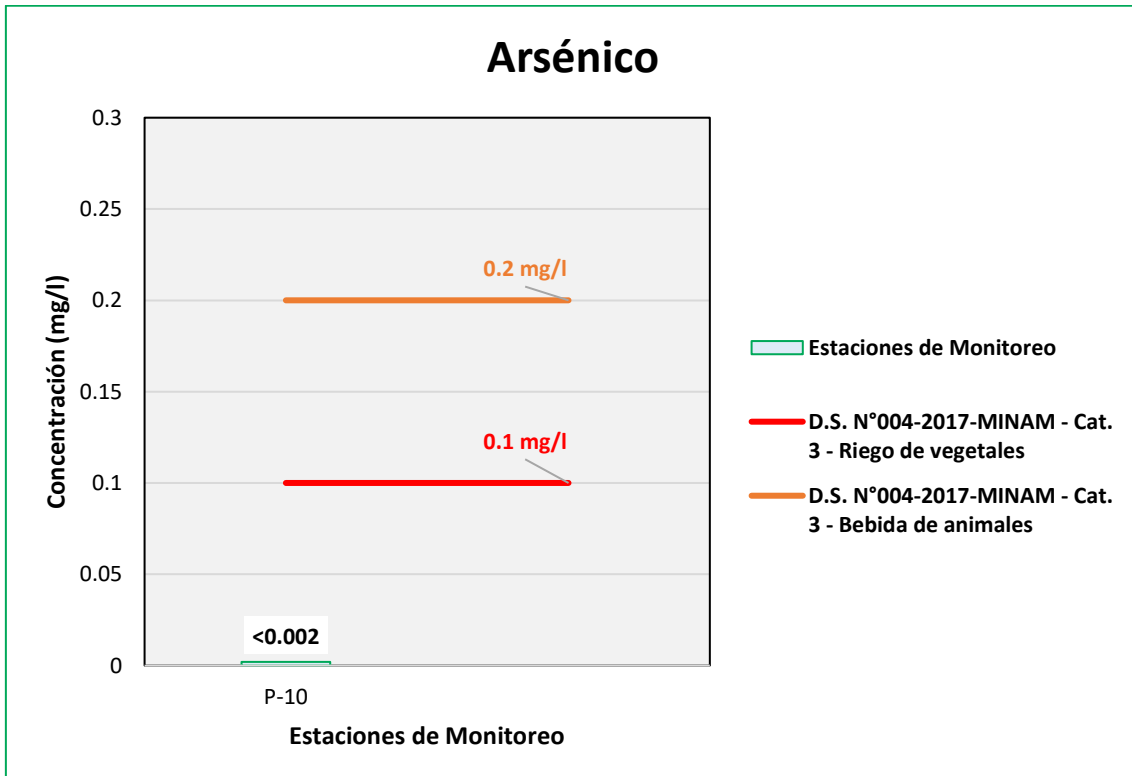
Figura 6.433. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.434. Resultados de Arsénico – Evaluación de la Qda Sarallénque



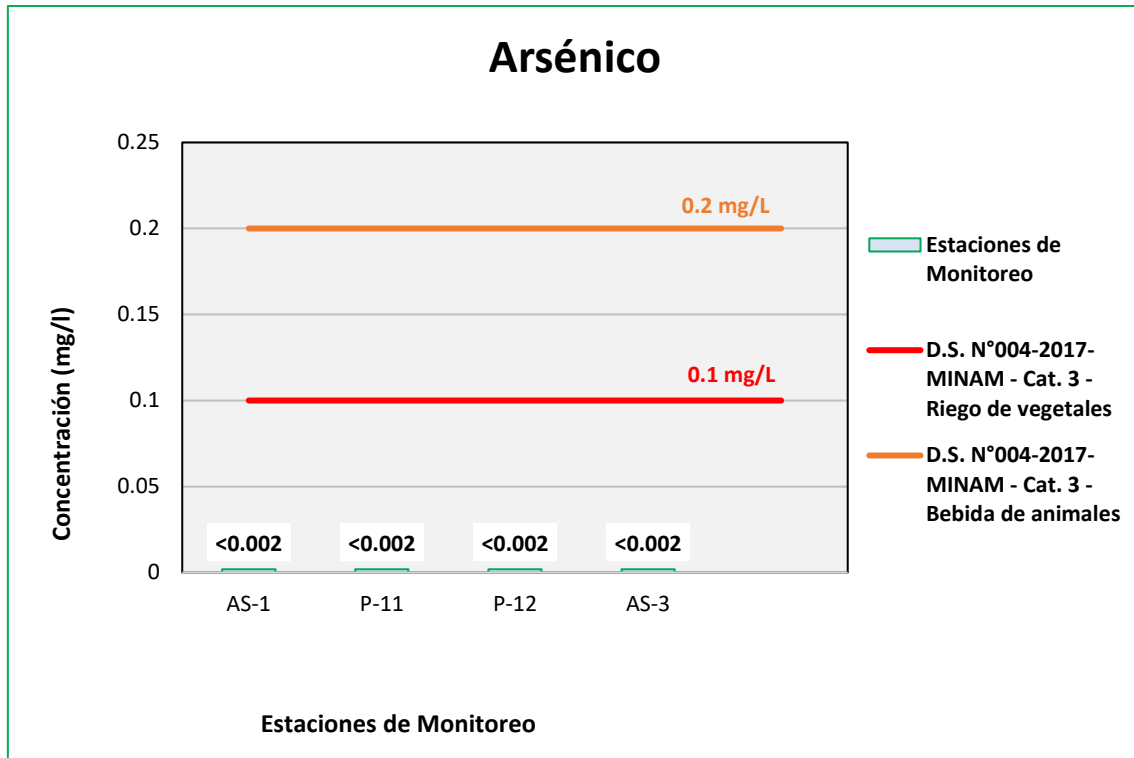
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.22 BARIO

Los valores de Bario (Ba) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ba = 0,7 mg/L).

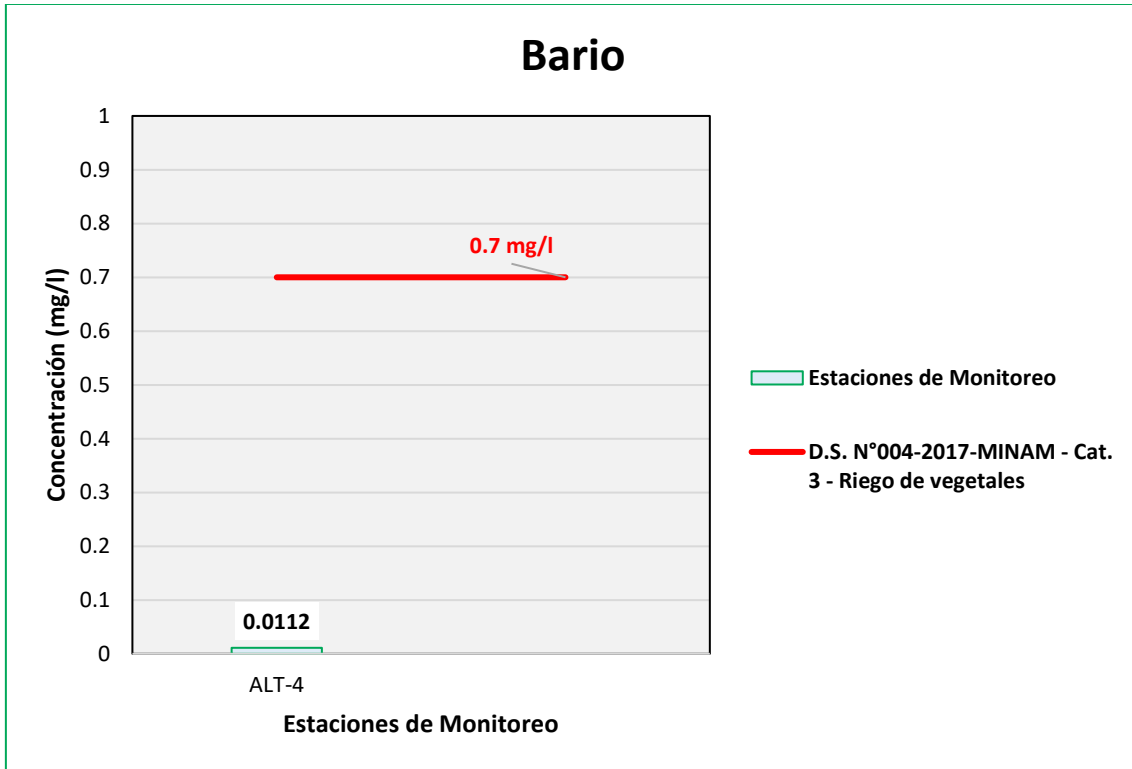
Figura 6.435. Resultados de Bario – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

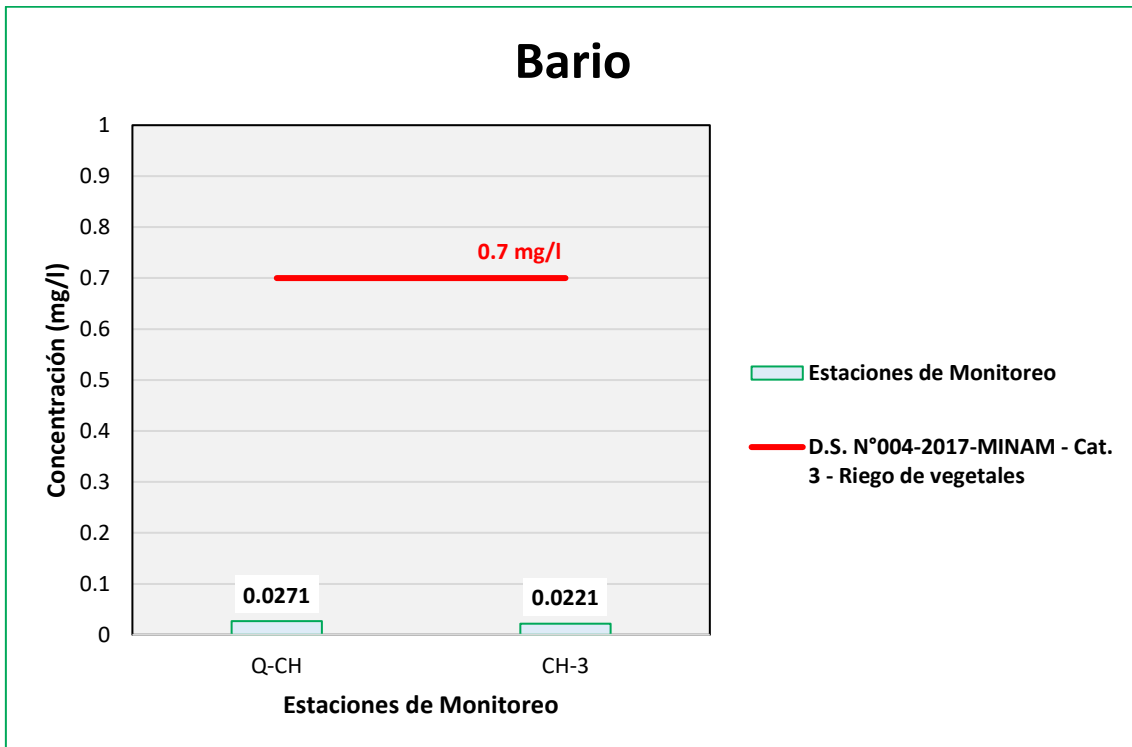
Figura 6.436. Resultados de Bario – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

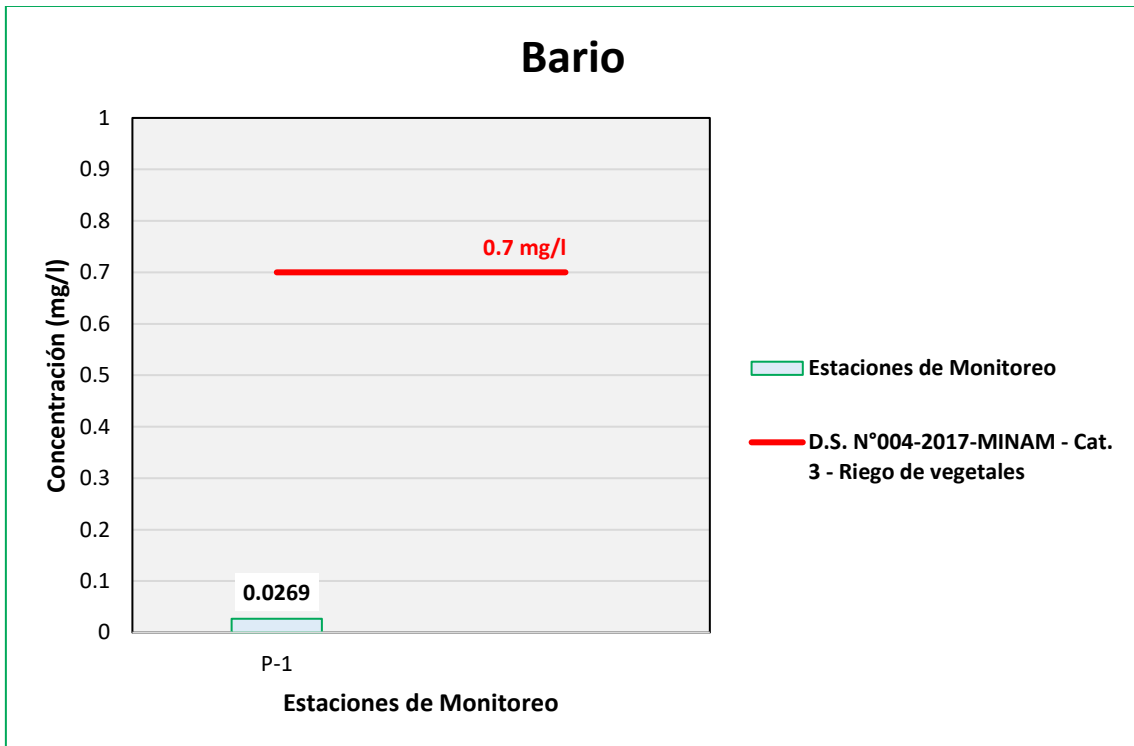
Figura 6.437. Resultados de Bario – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

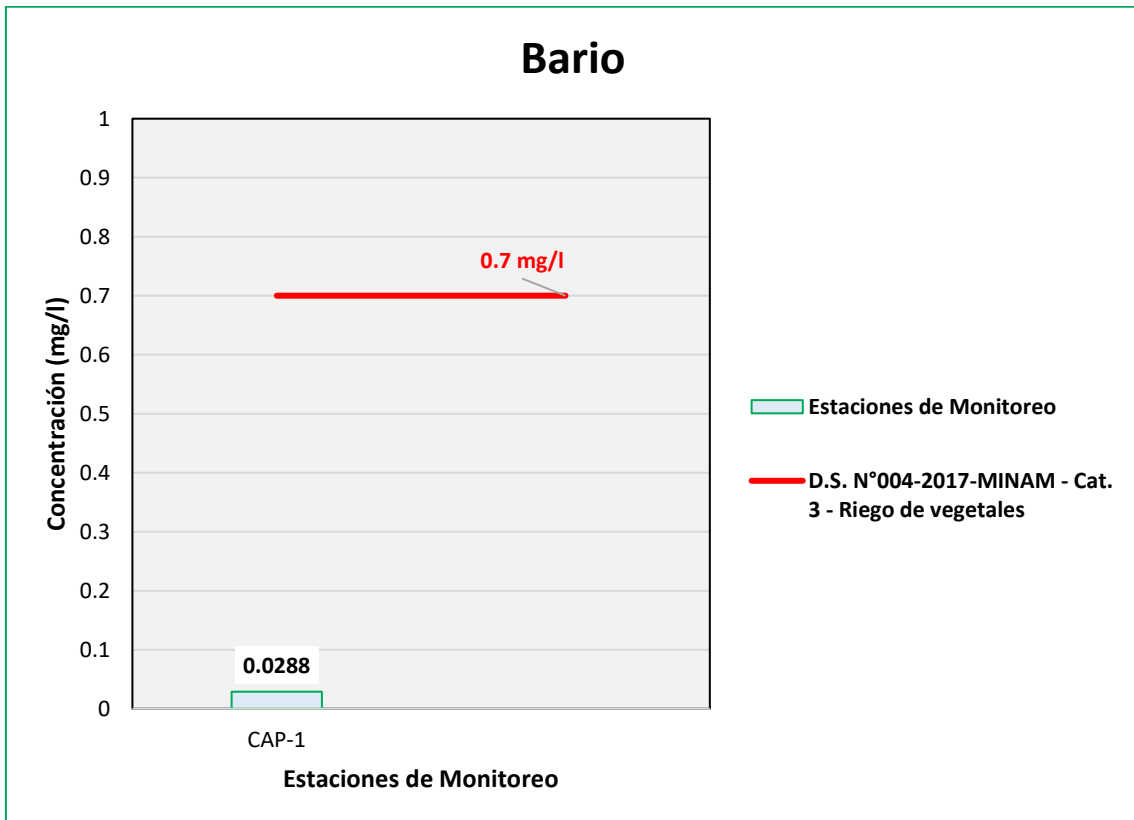
Figura 6.438. Resultados de Bario – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

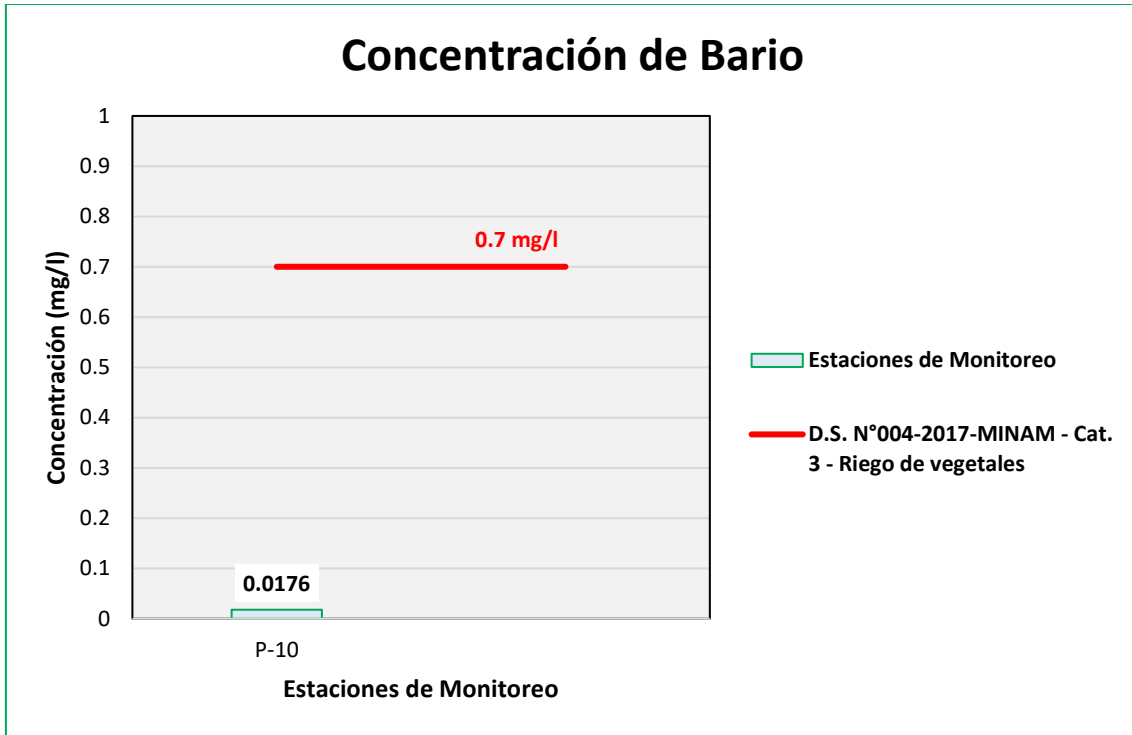
Figura 6.439. Resultados de Bario – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.440. Resultados de Bario – Evaluación de la Qda Sarallenneque



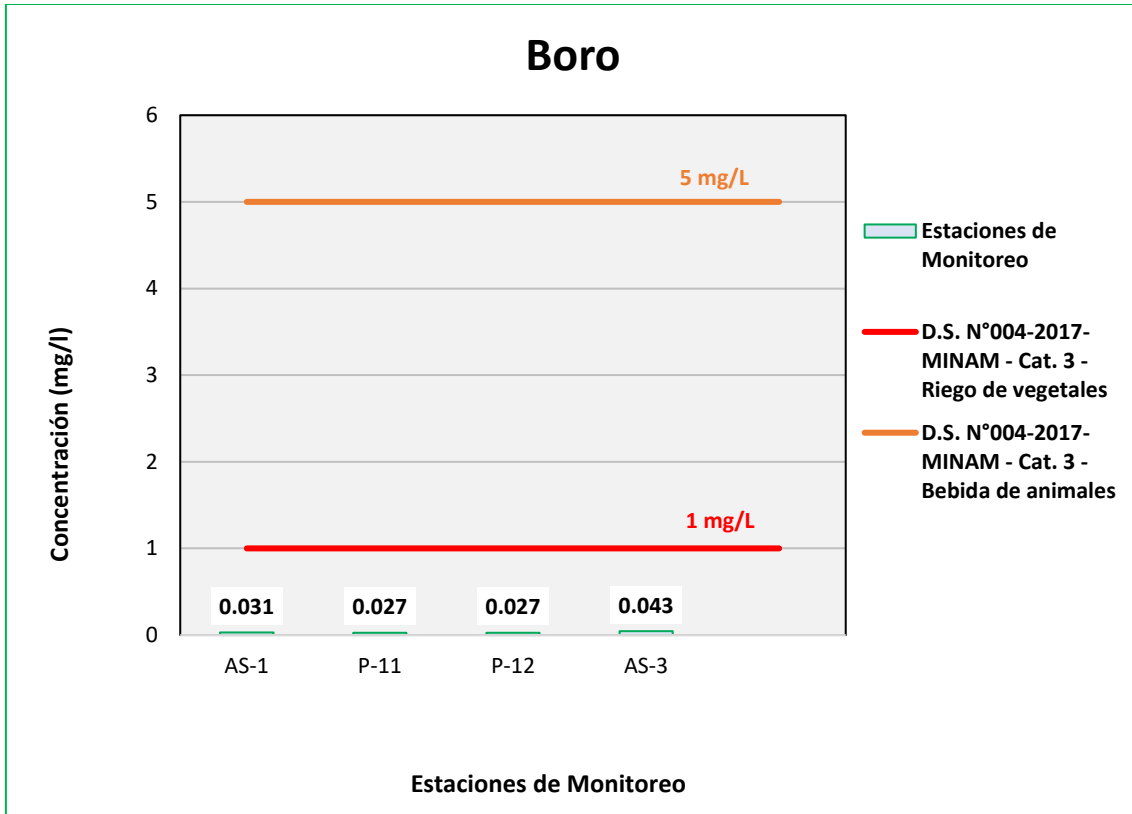
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.23 BORO

Los valores de Boro (B) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA B = 1 mg/L).

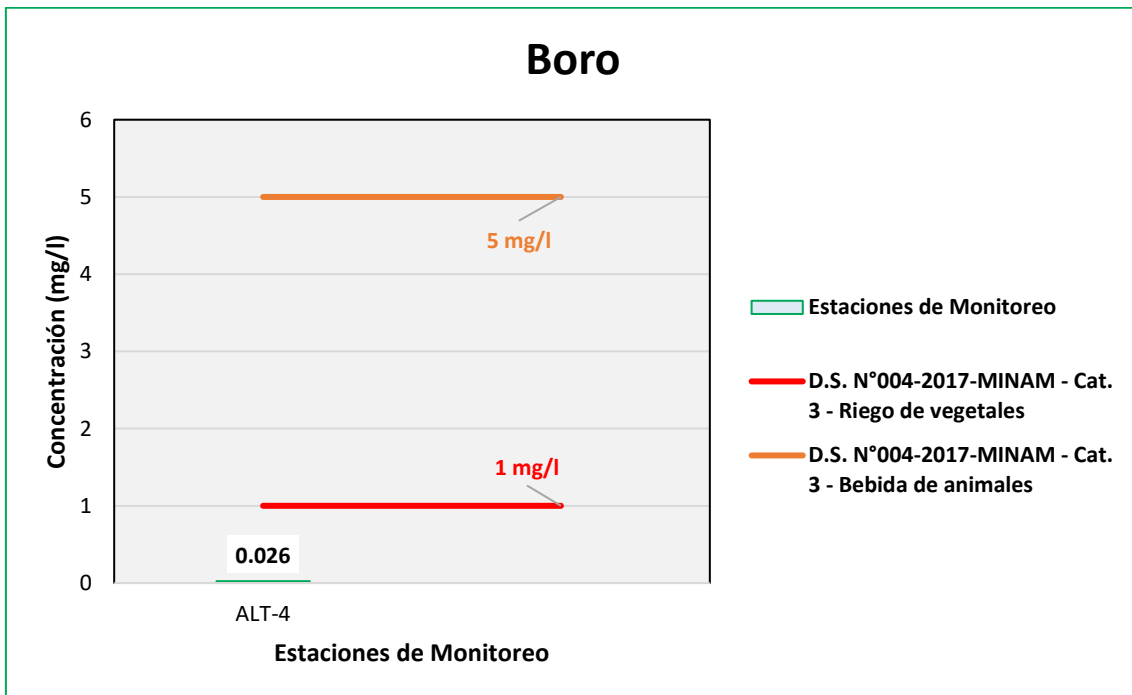
Figura 6.441. Resultados de Boro – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

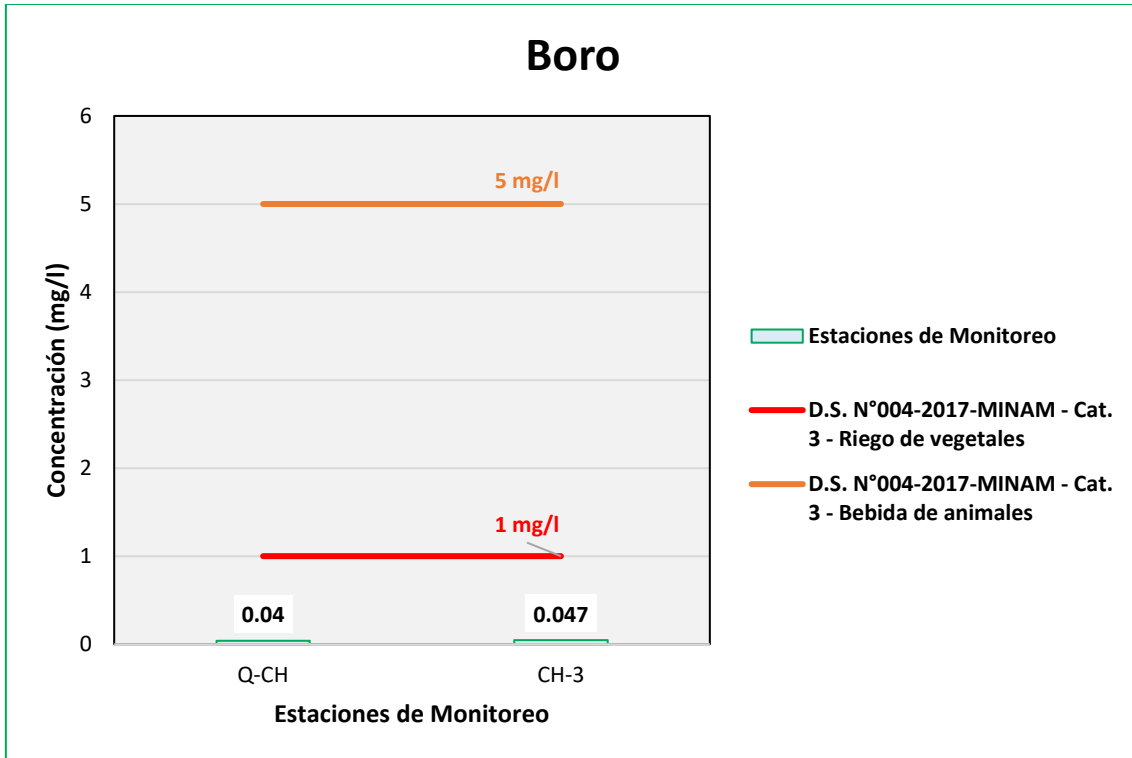
Figura 6.442. Resultados de Boro – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

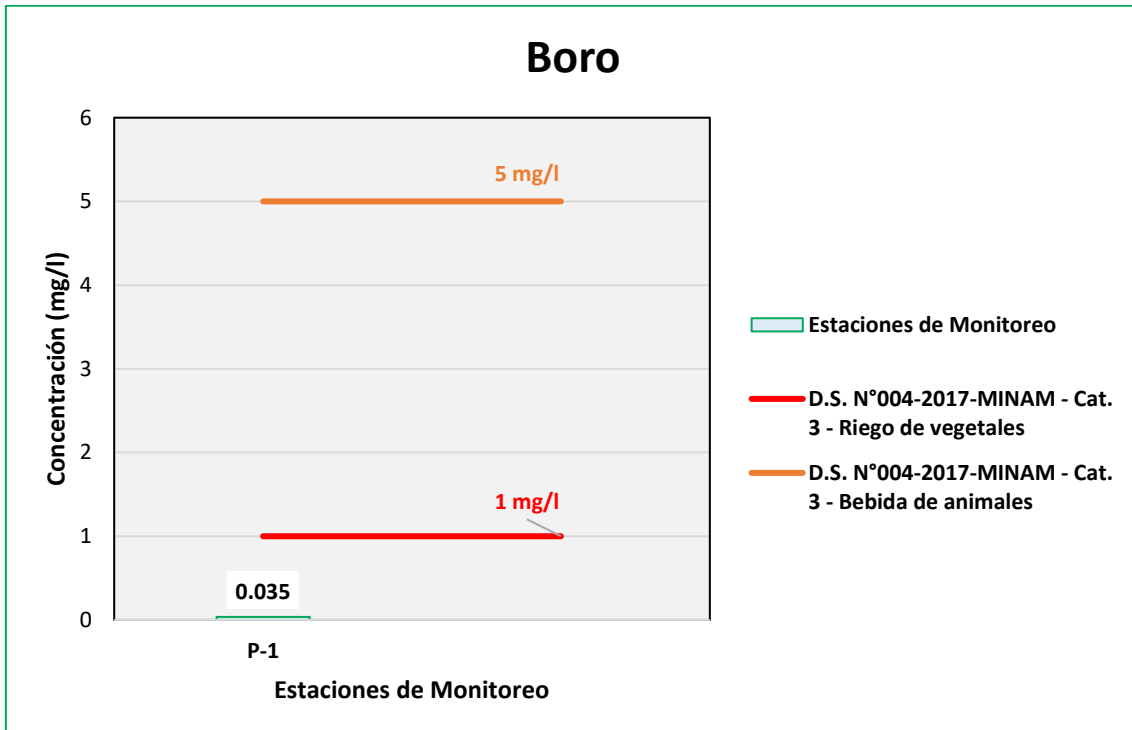
Figura 6.443. Resultados de Boro – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

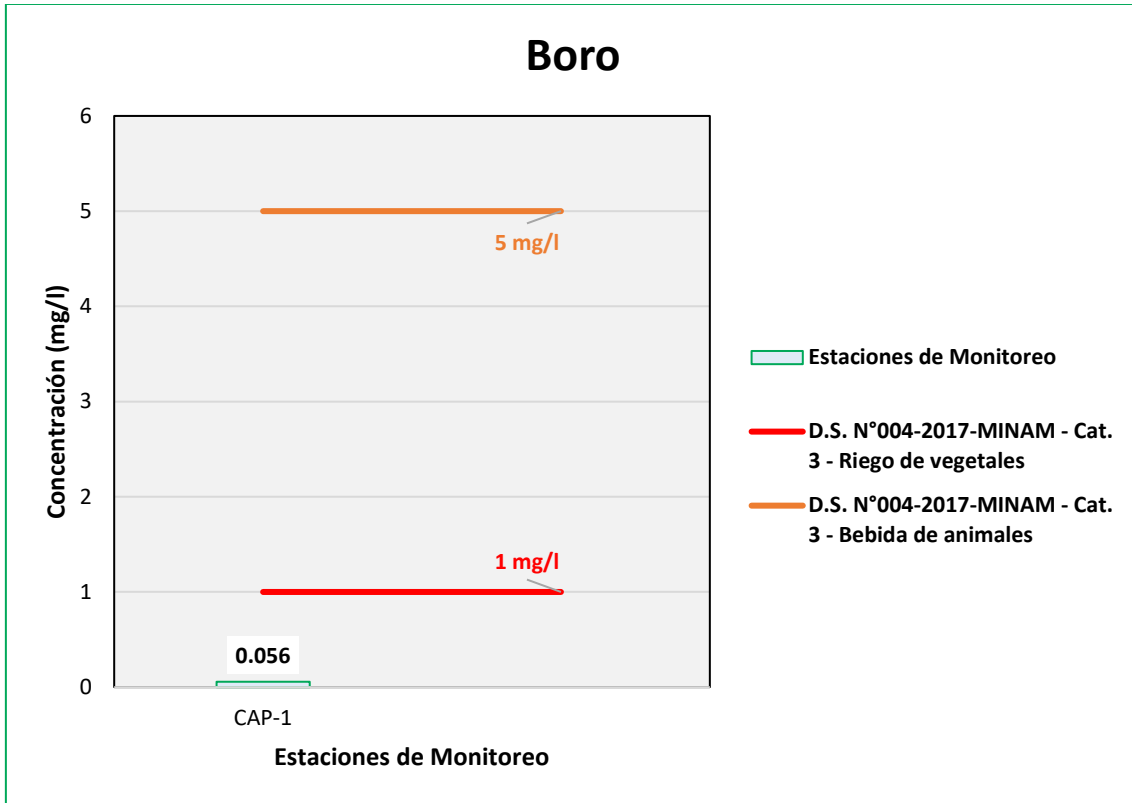
Figura 6.444. Resultados de Boro – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

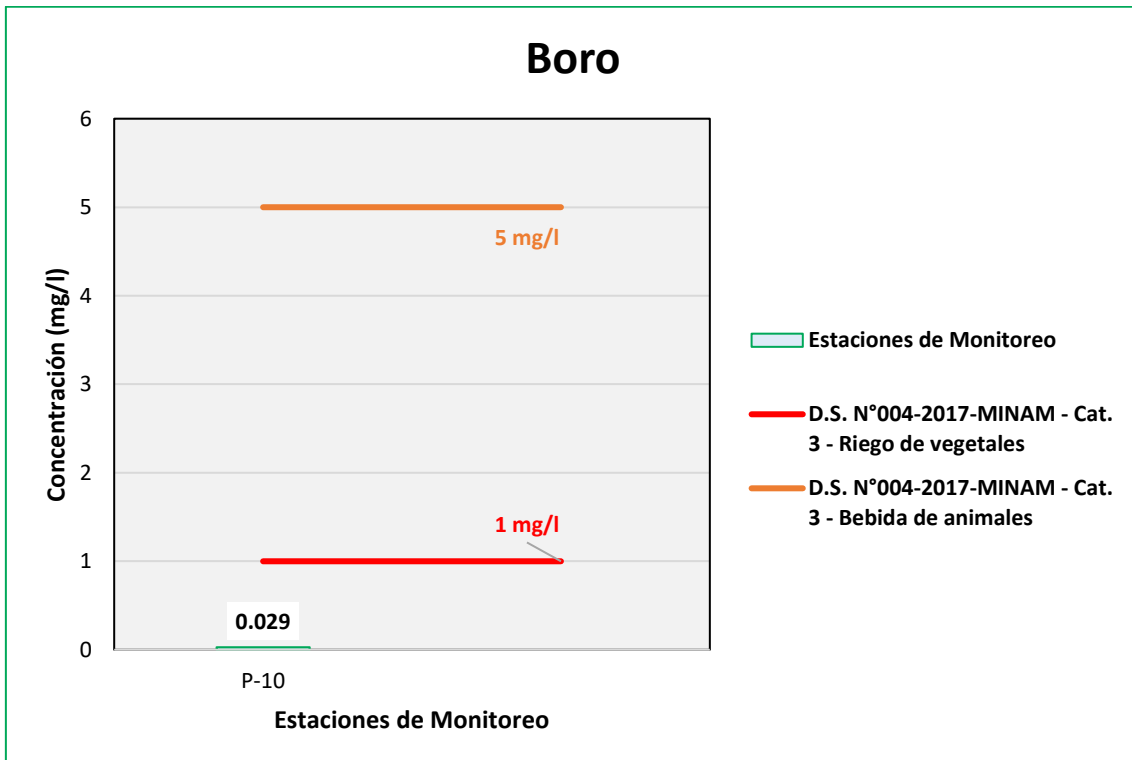
Figura 6.445. Resultados de Boro – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.446. Resultados de Boro – Evaluación de la Qda Sarallenque



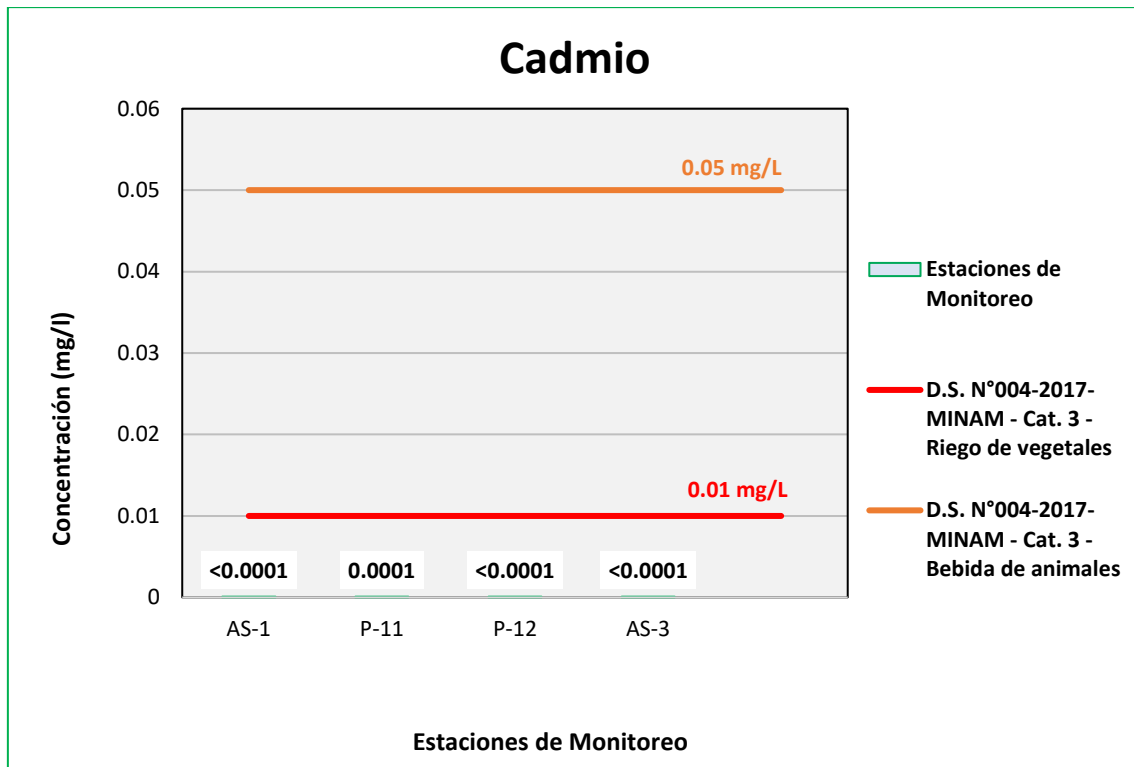
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.24 CADMIO

Los análisis de Cadmio procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cd = 0.01 mg/L).

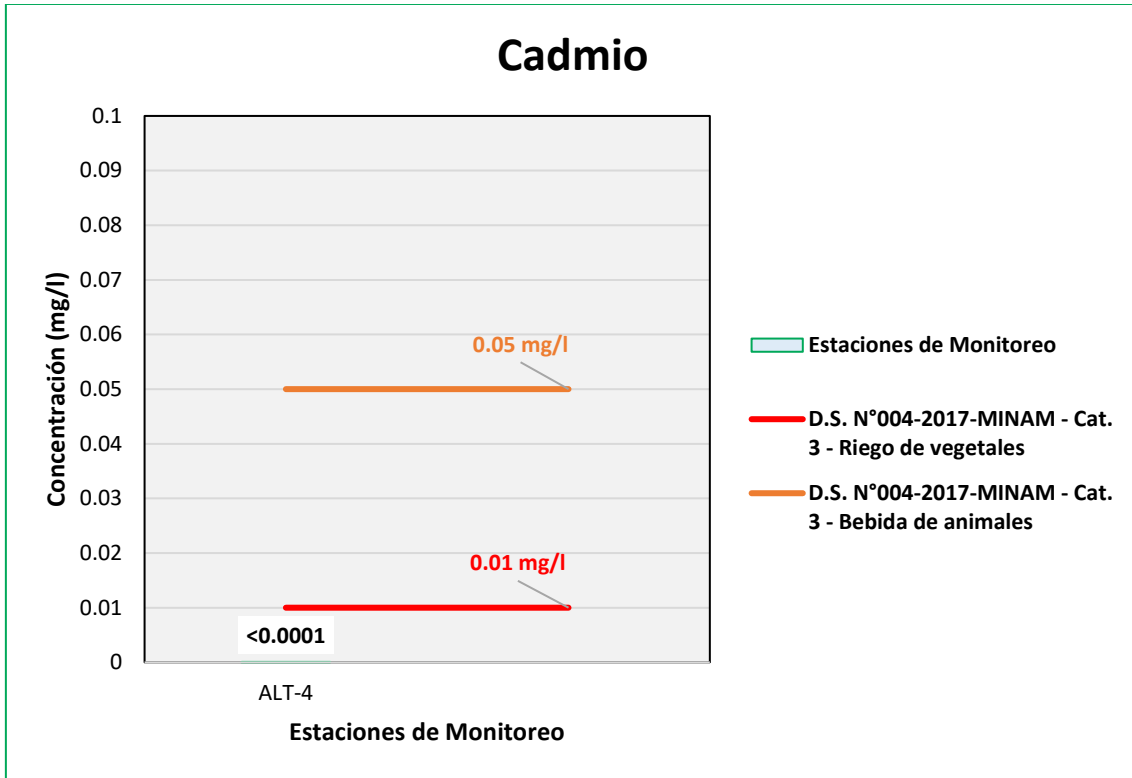
Figura 6.447. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

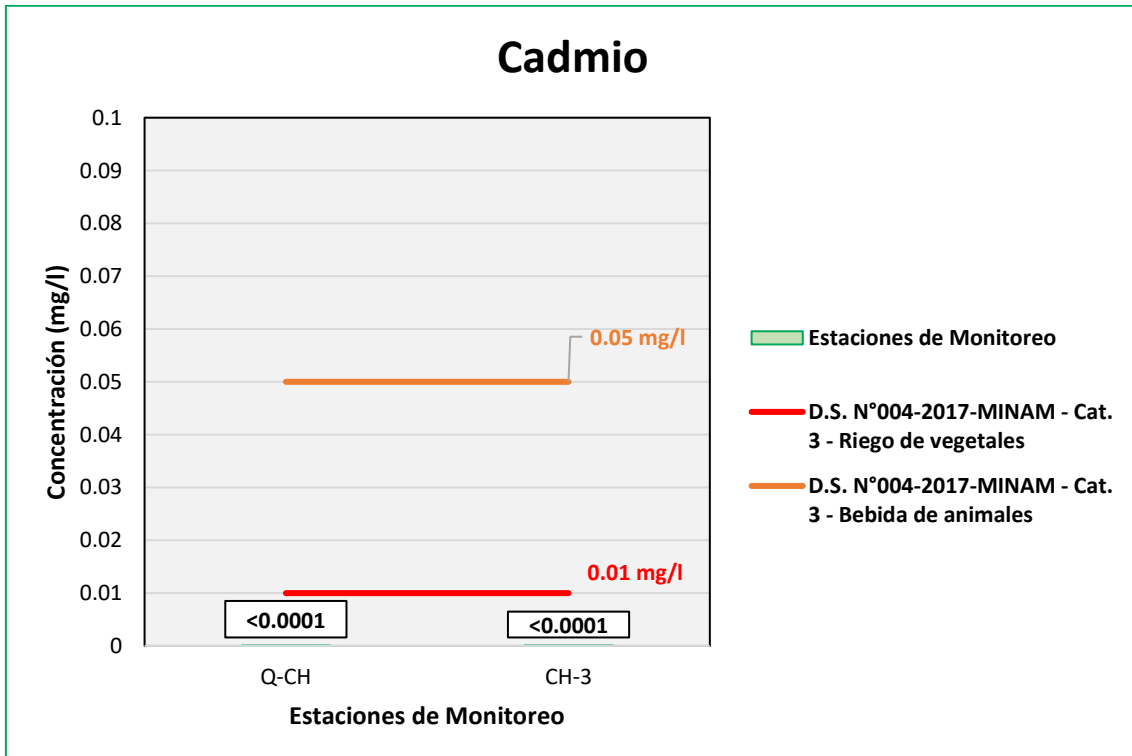
Figura 6.448. Resultados de Cadmio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

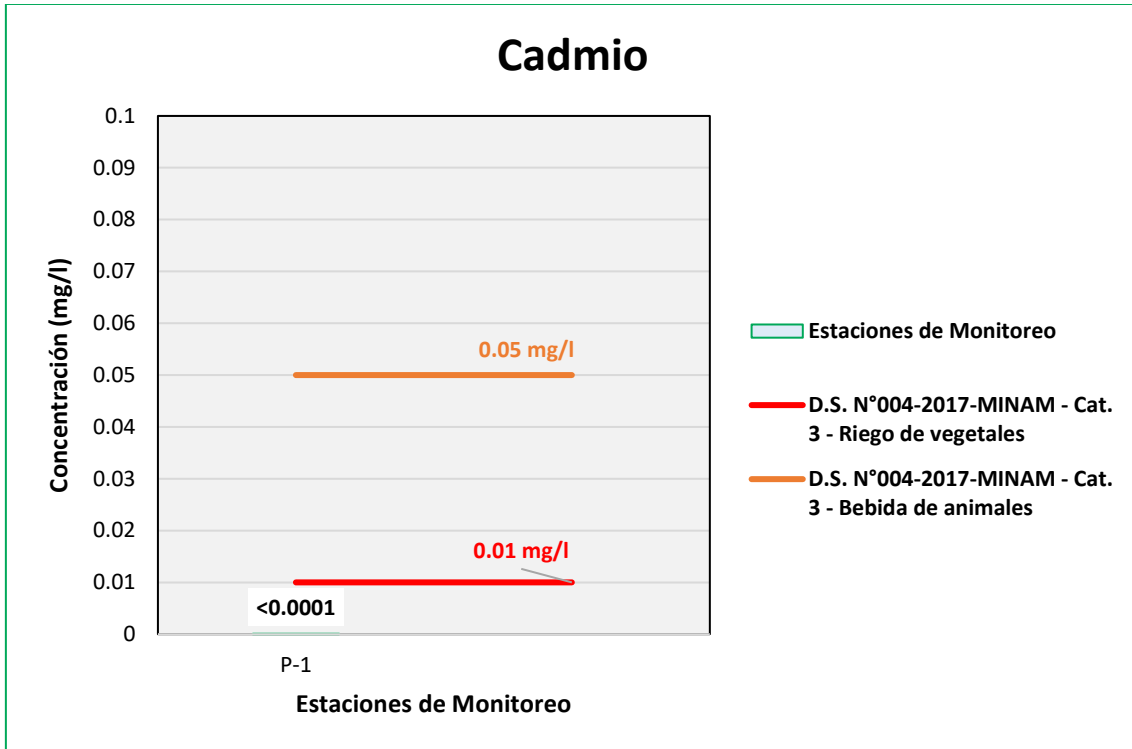
Figura 6.449. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

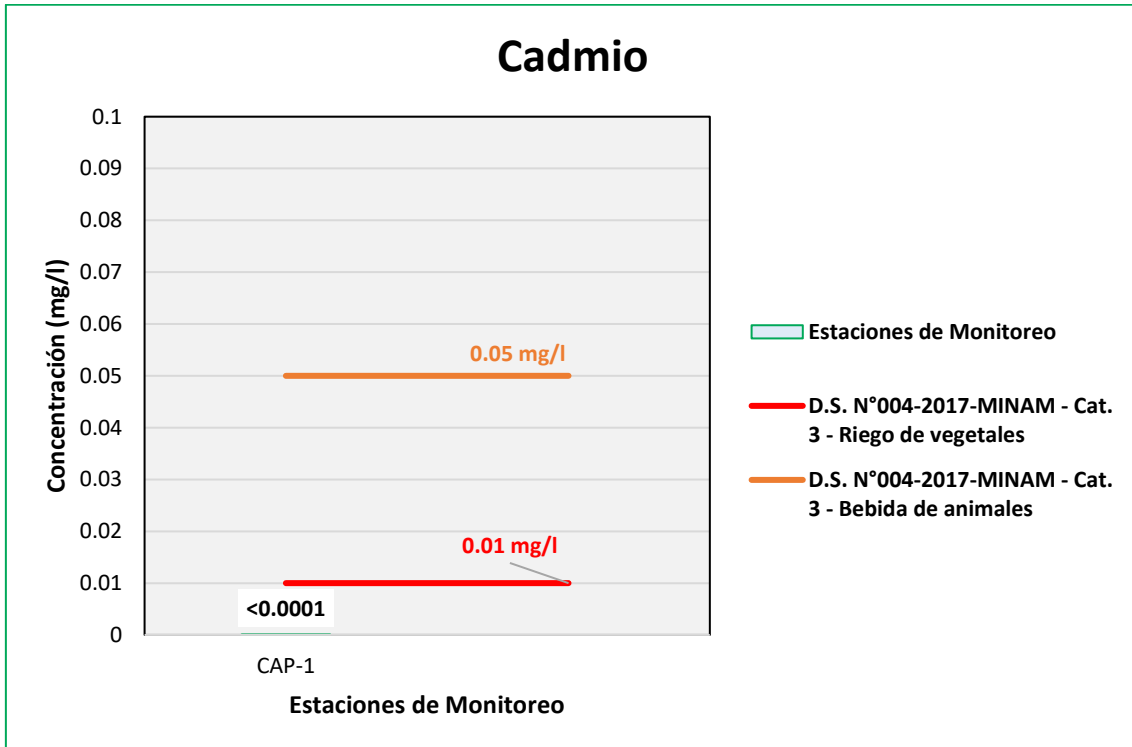
Figura 6.450. Resultados de Cadmio – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

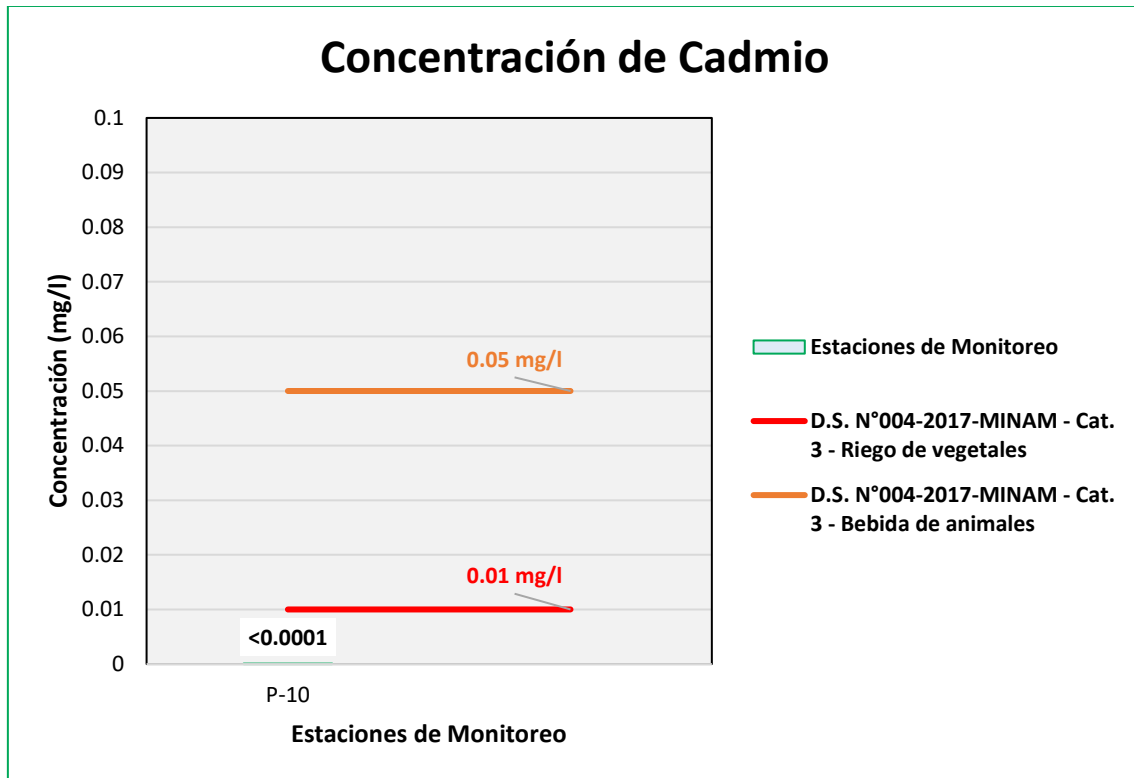
Figura 6.451. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.452. Resultados de Cadmio – Evaluación de la Qda Sarallenneque



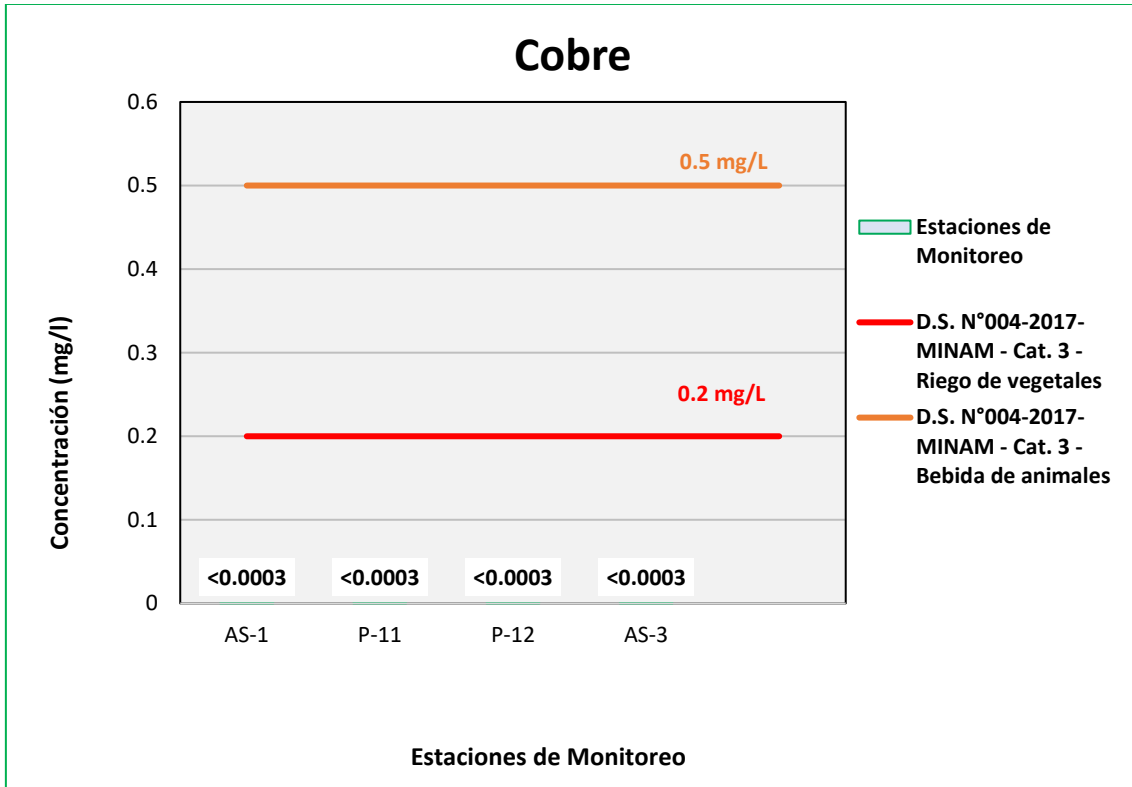
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.25 COBRE

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cu = 0,2 mg/L).

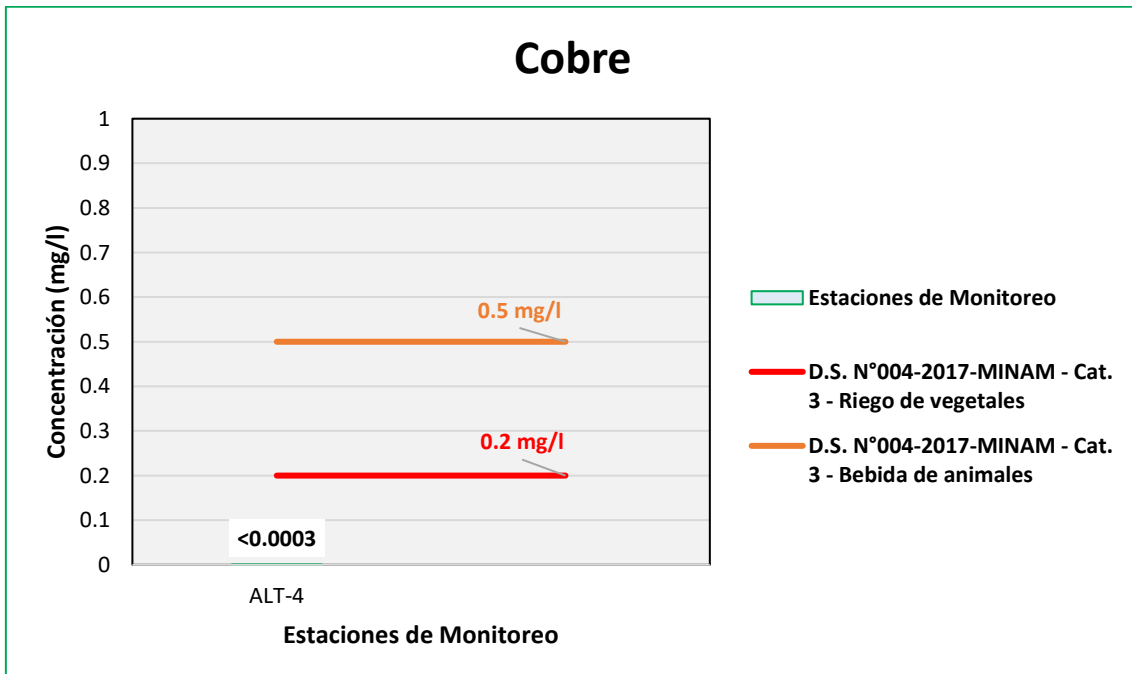
Figura 6.453. Resultados de Cobre – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

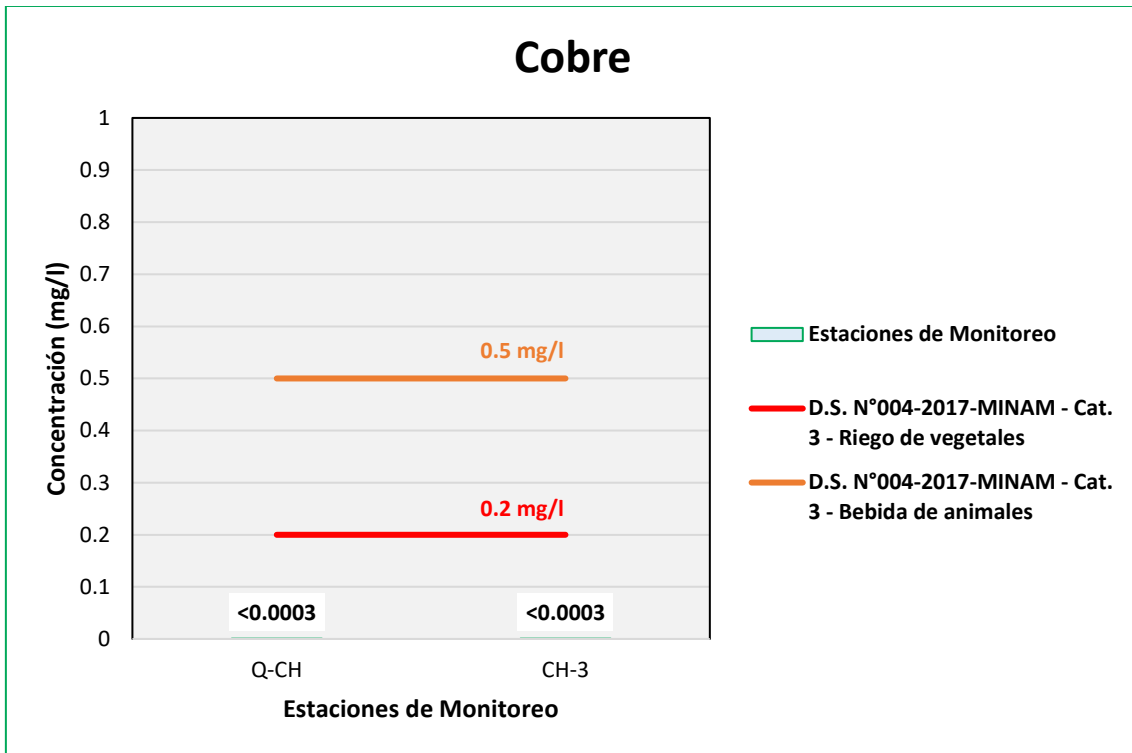
Figura 6.454. Resultados de Cobre – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

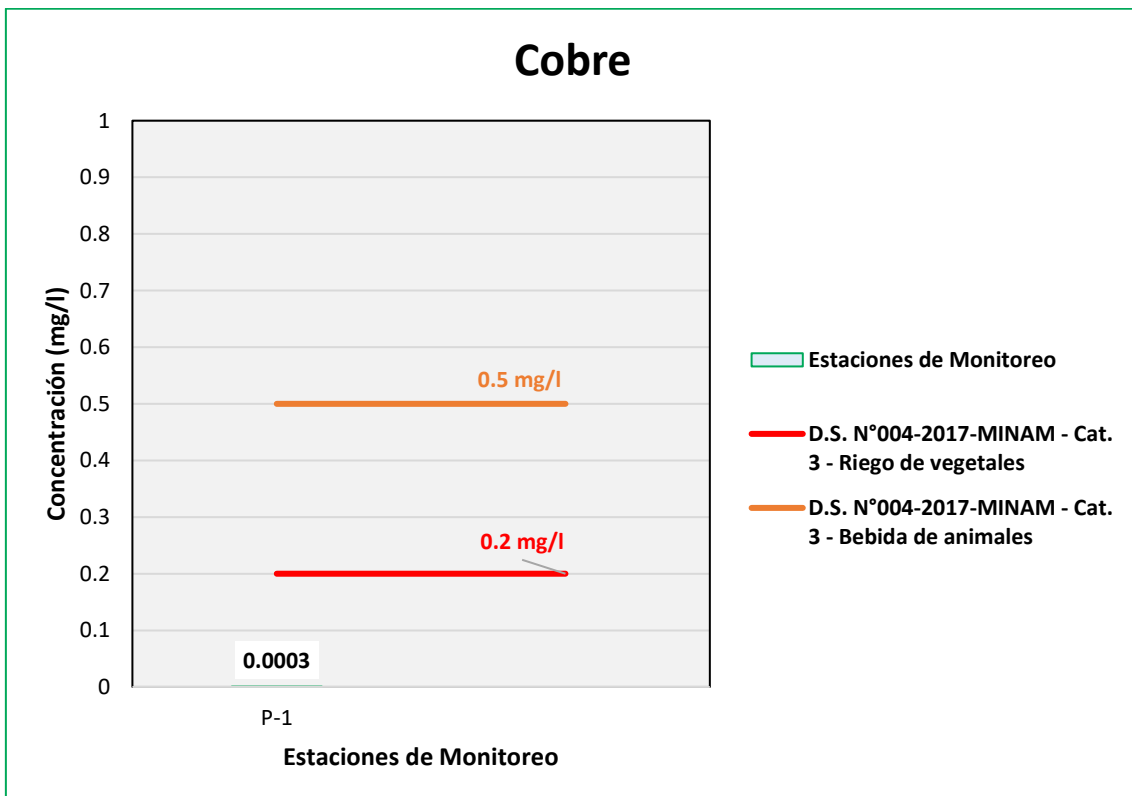
Figura 6.455. Resultados de Cobre – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.456. Resultados de Cobre – Evaluación de la Qda Millune



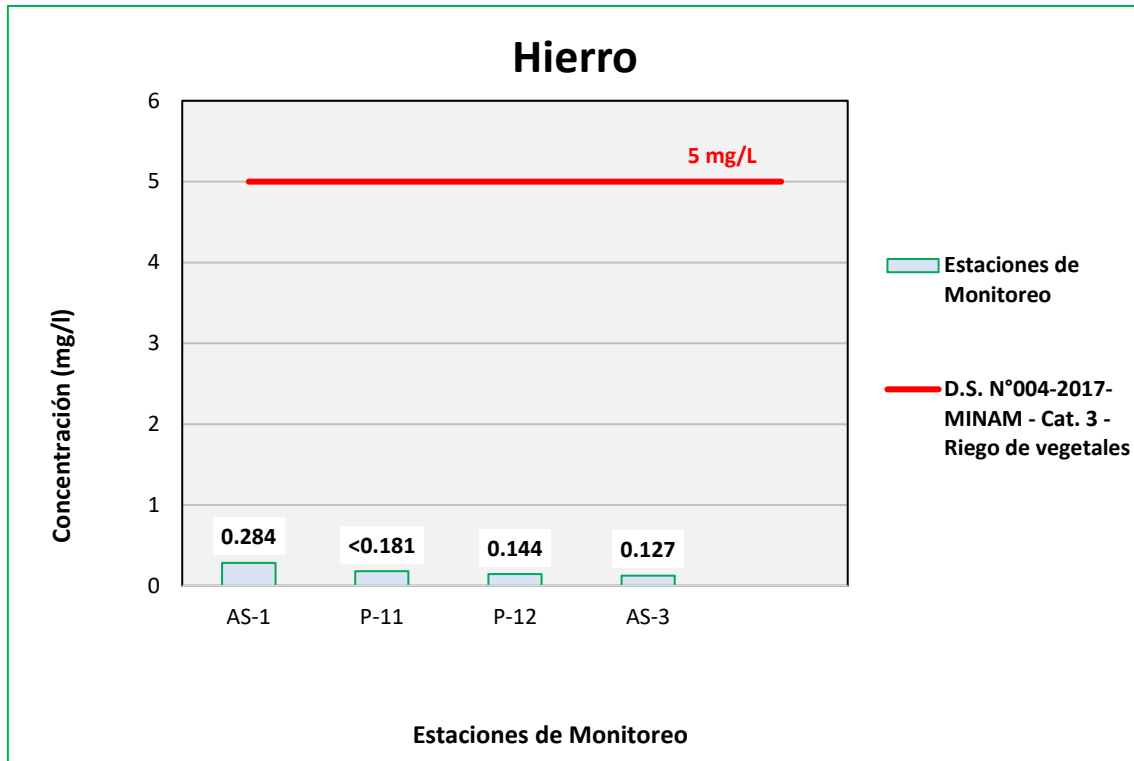
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.26 HIERRO

Los valores de hierro (Fe) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Fe = 5,0 mg/L).

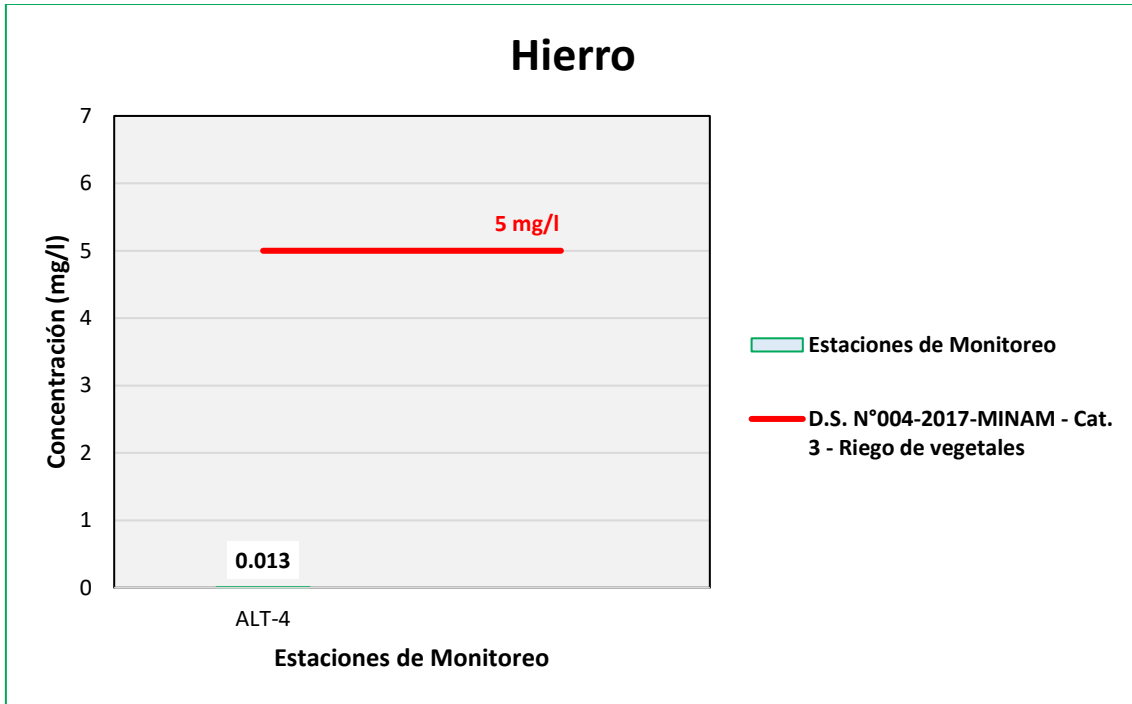
Figura 6.459. Resultados de Hierro – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

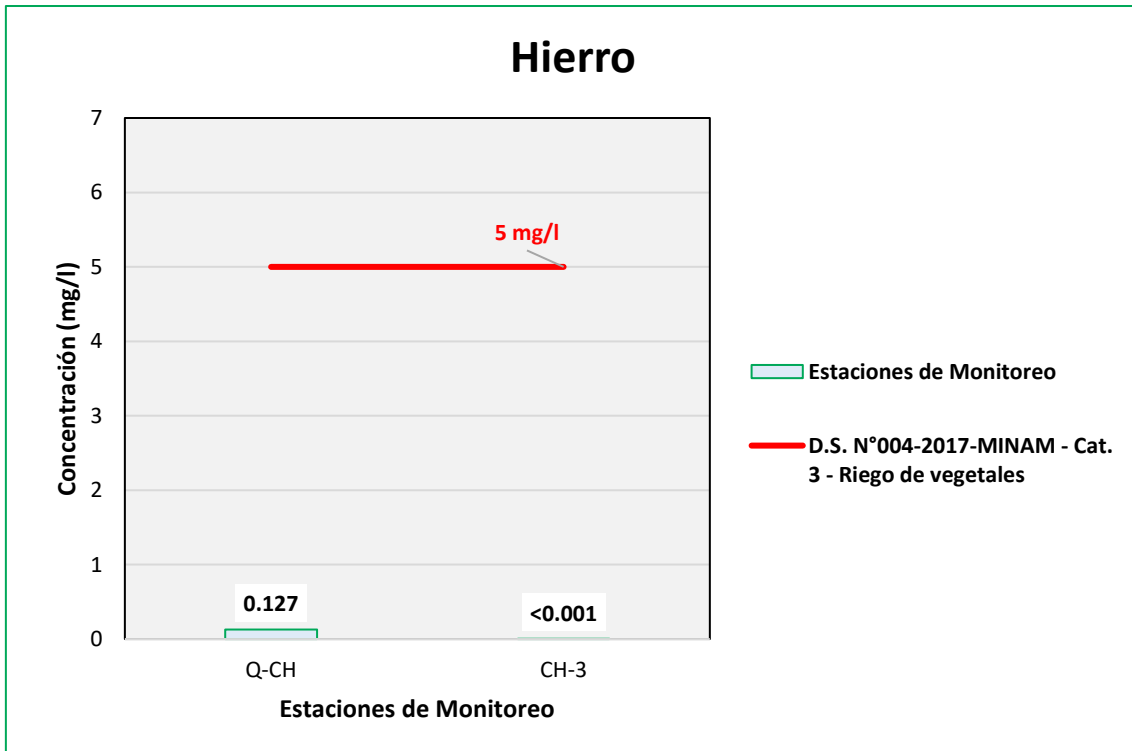
Figura 6.460. Resultados de Hierro – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

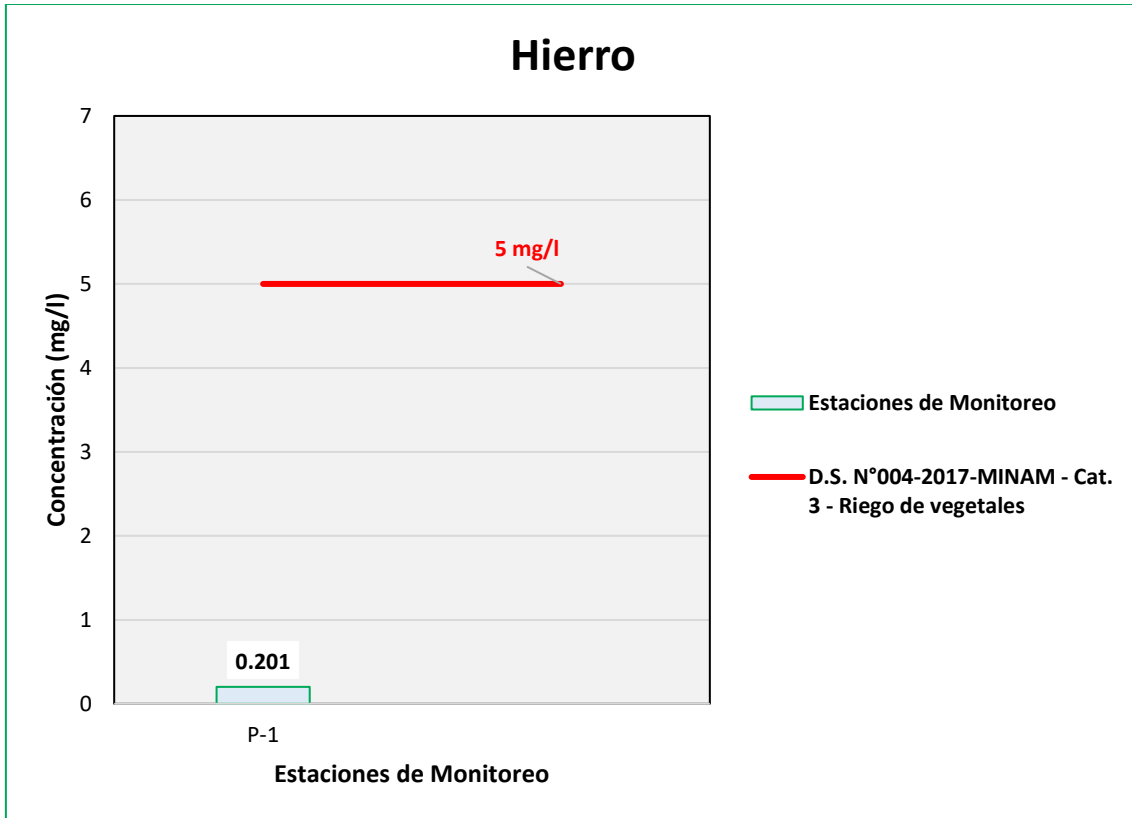
Figura 6.461. Resultados de Hierro – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

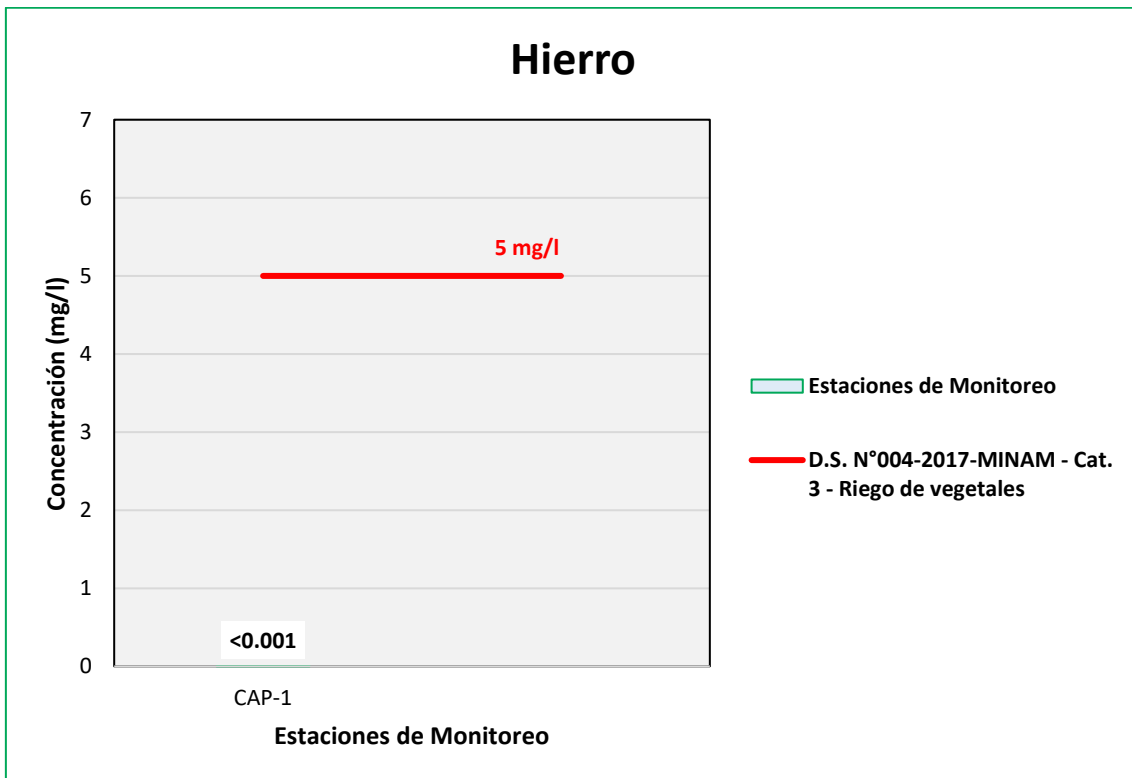
Figura 6.462. Resultados de Hierro – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

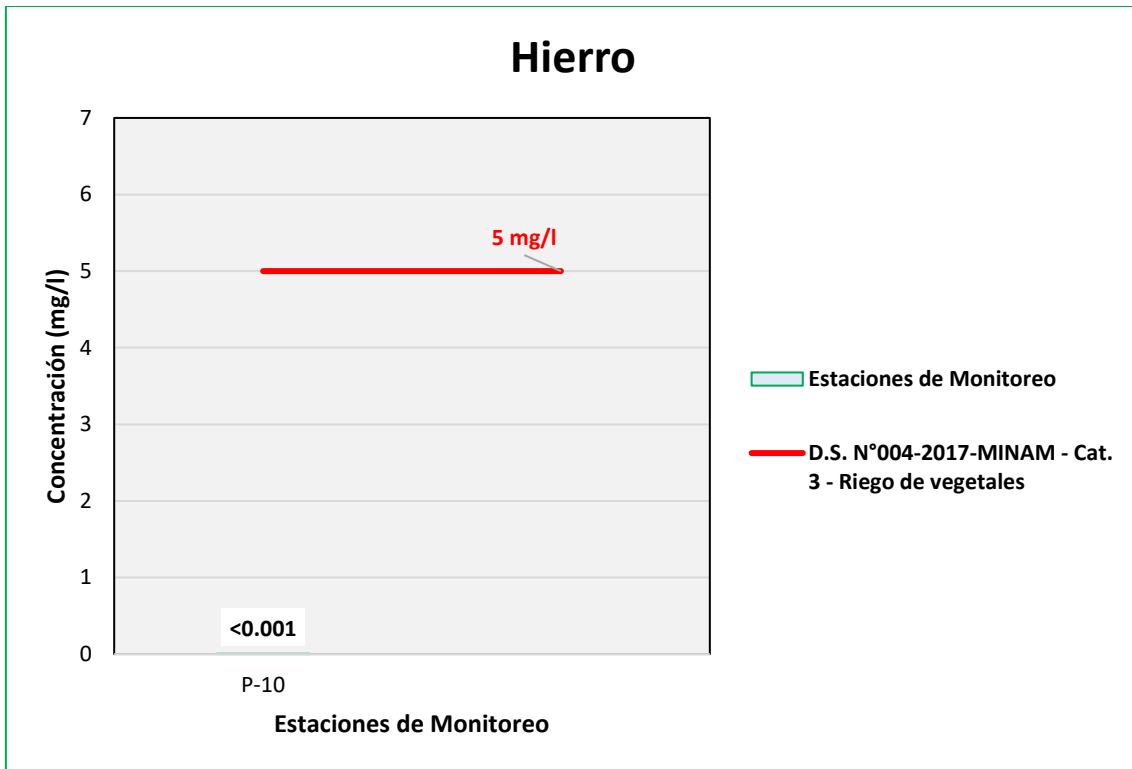
Figura 6.463. Resultados de Hierro – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.464. Resultados de Hierro – Evaluación de la Qda Sarallénque



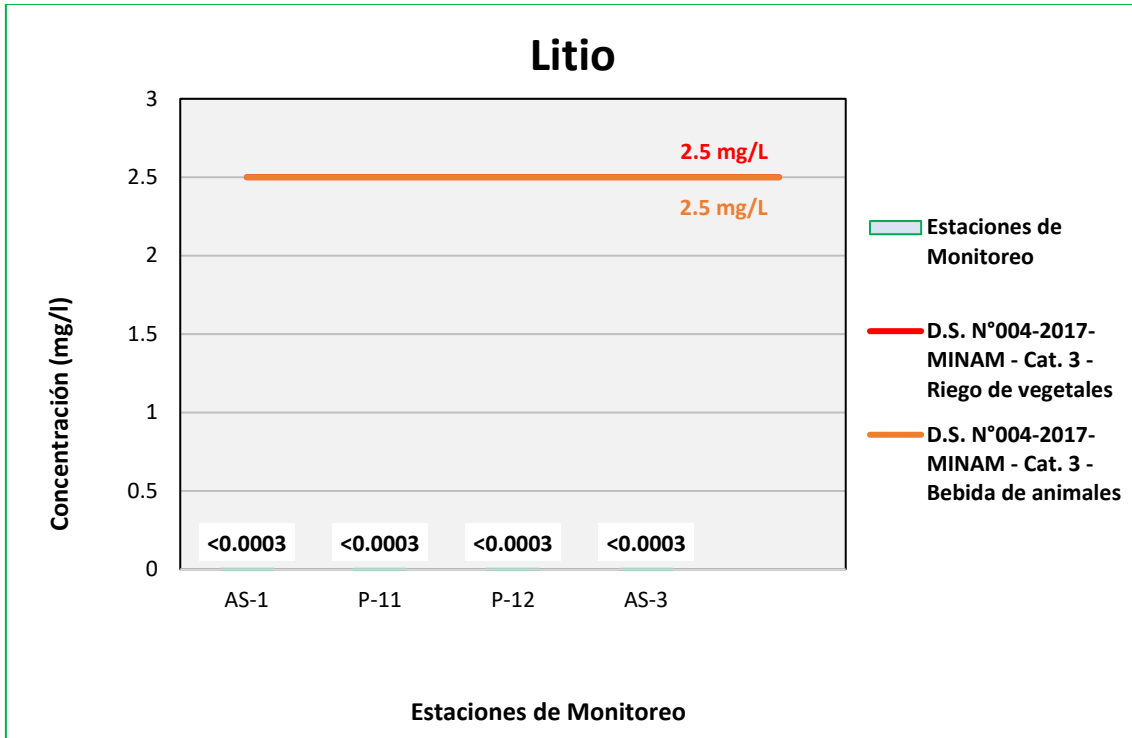
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.27 LITIO

Los valores de Litio (Li) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Li = 2,5 mg/L).

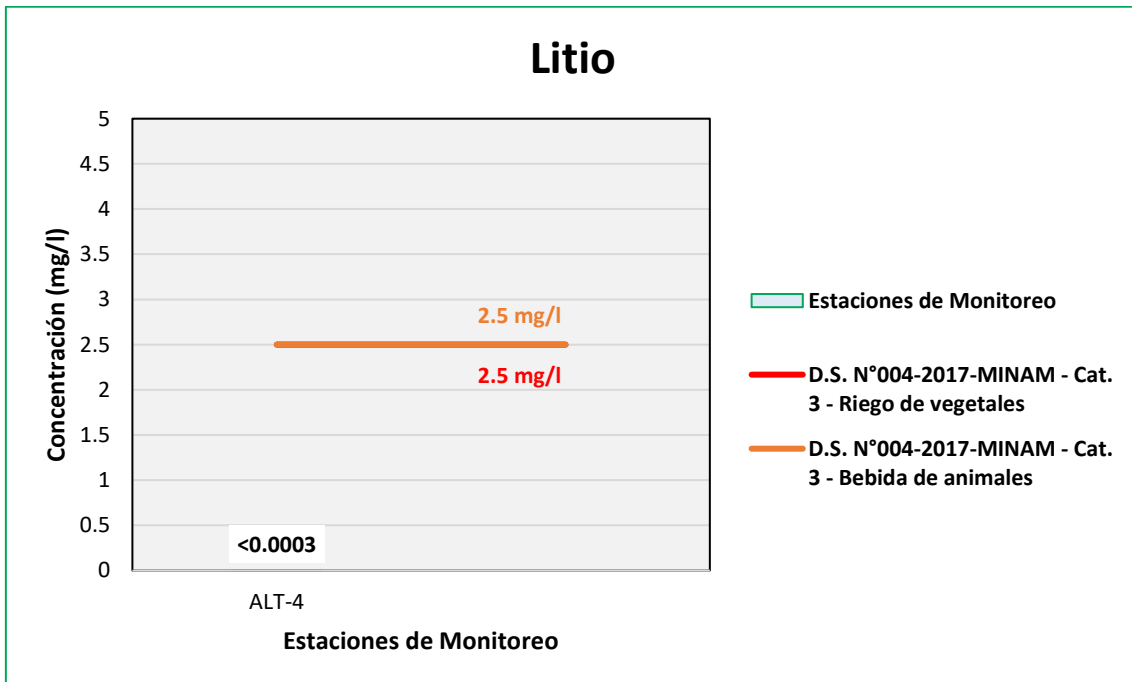
Figura 6.465. Resultados de Litio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

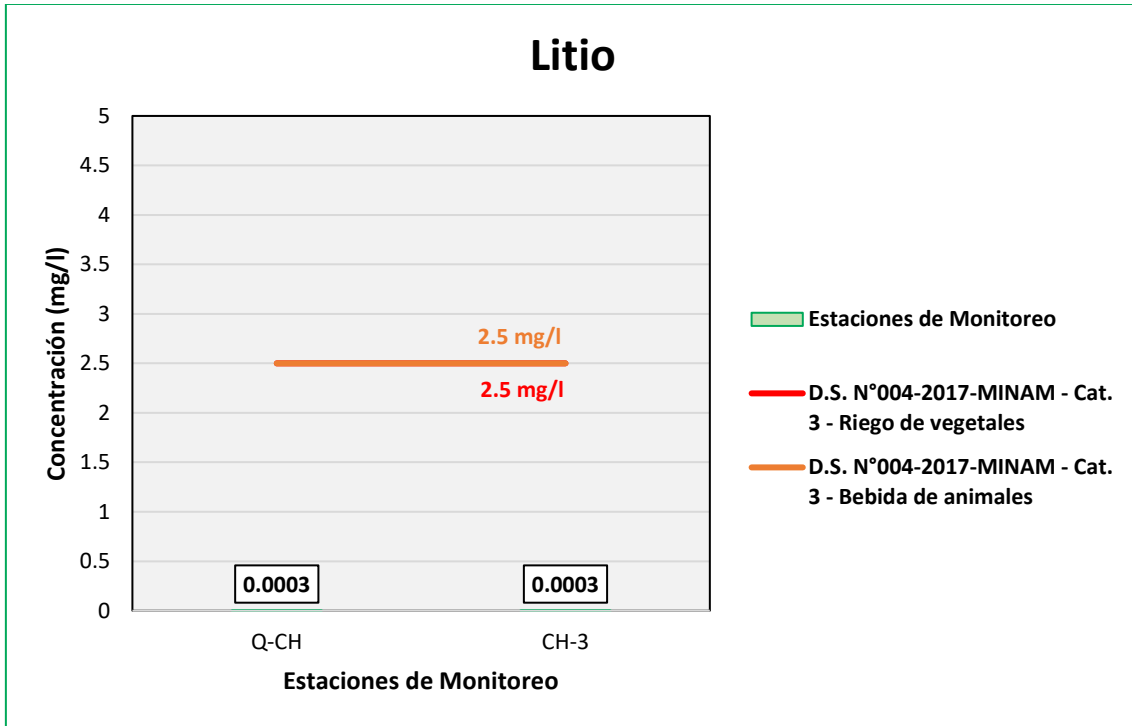
Figura 6.466. Resultados de Litio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

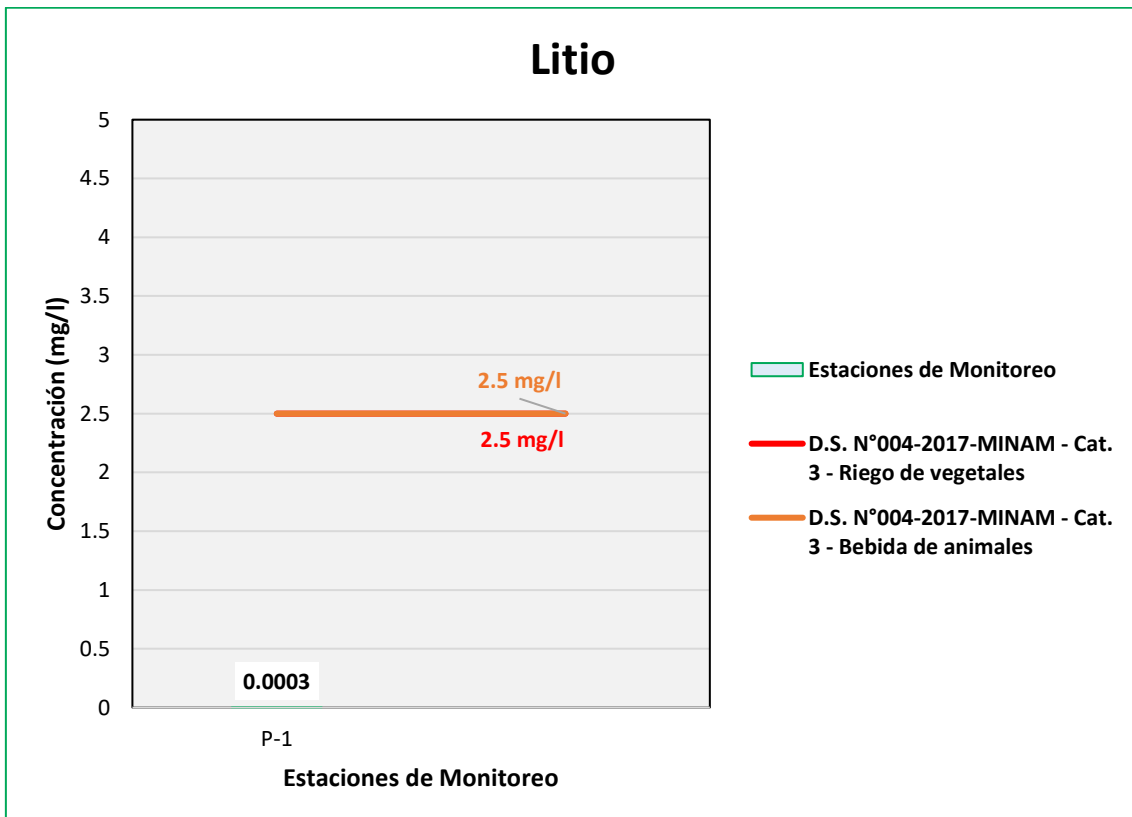
Figura 6.467. Resultados de Litio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

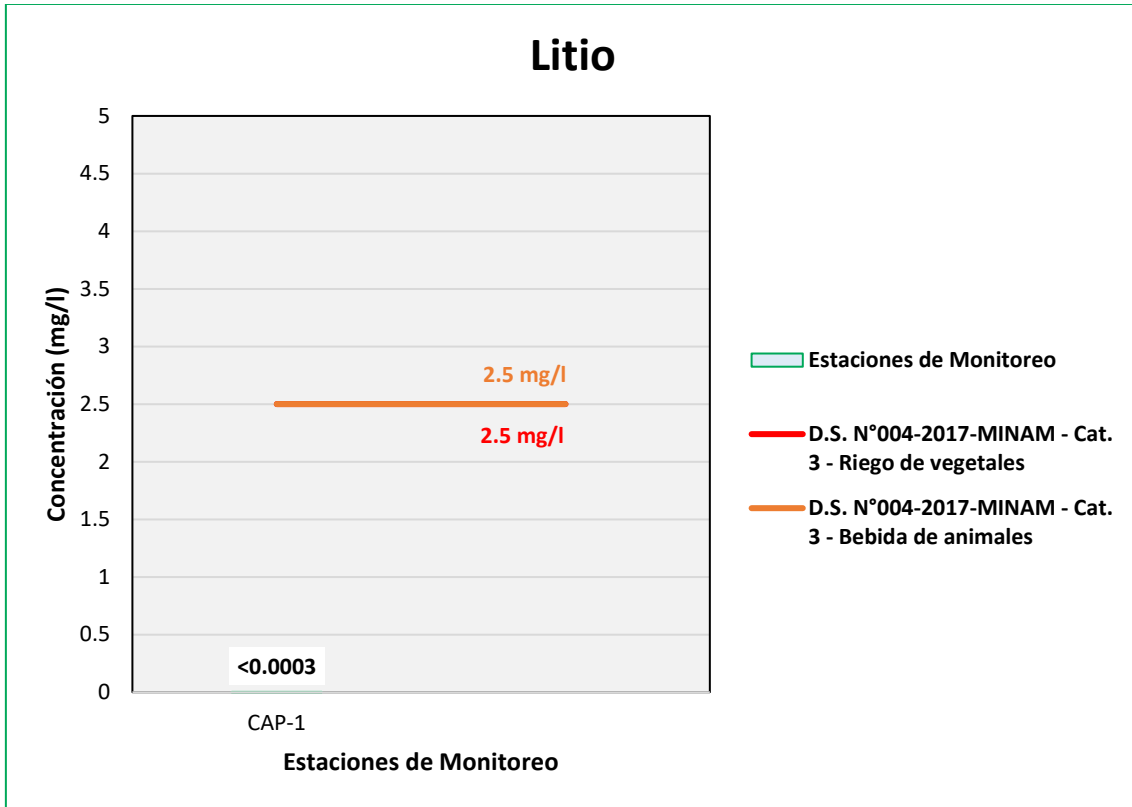
Figura 6.468. Resultados de Litio – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

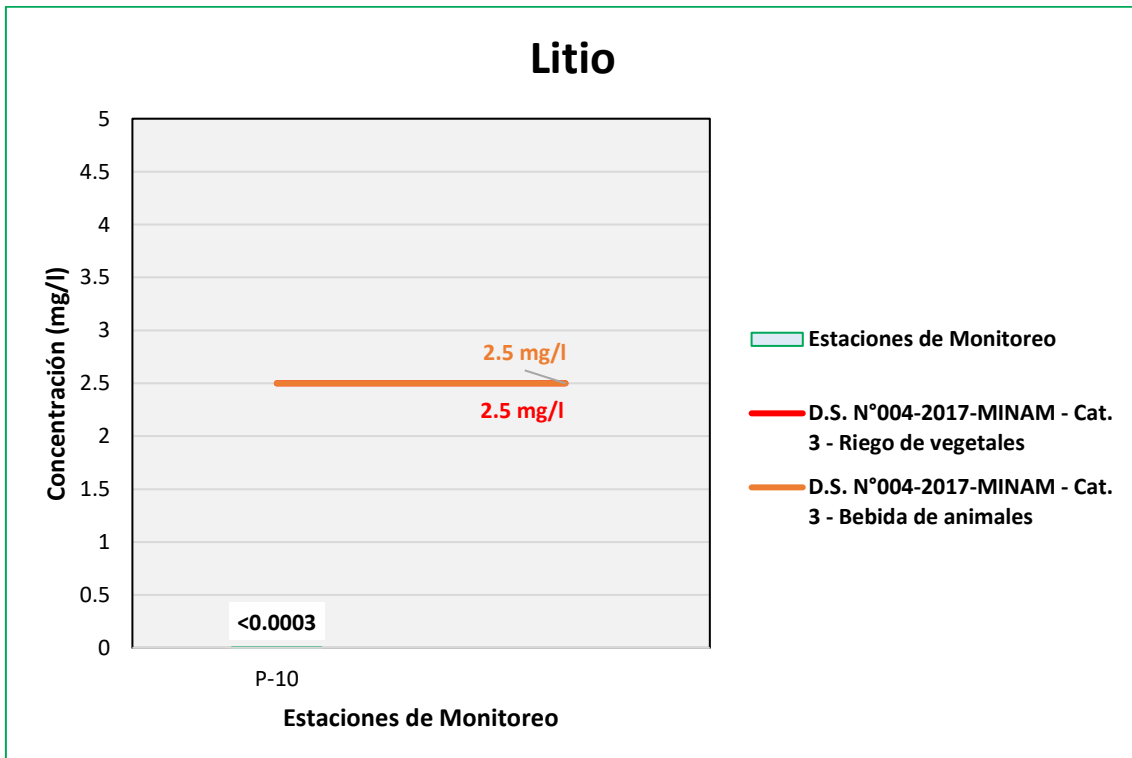
Figura 6.469. Resultados de Litio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.470. Resultados de Litio – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

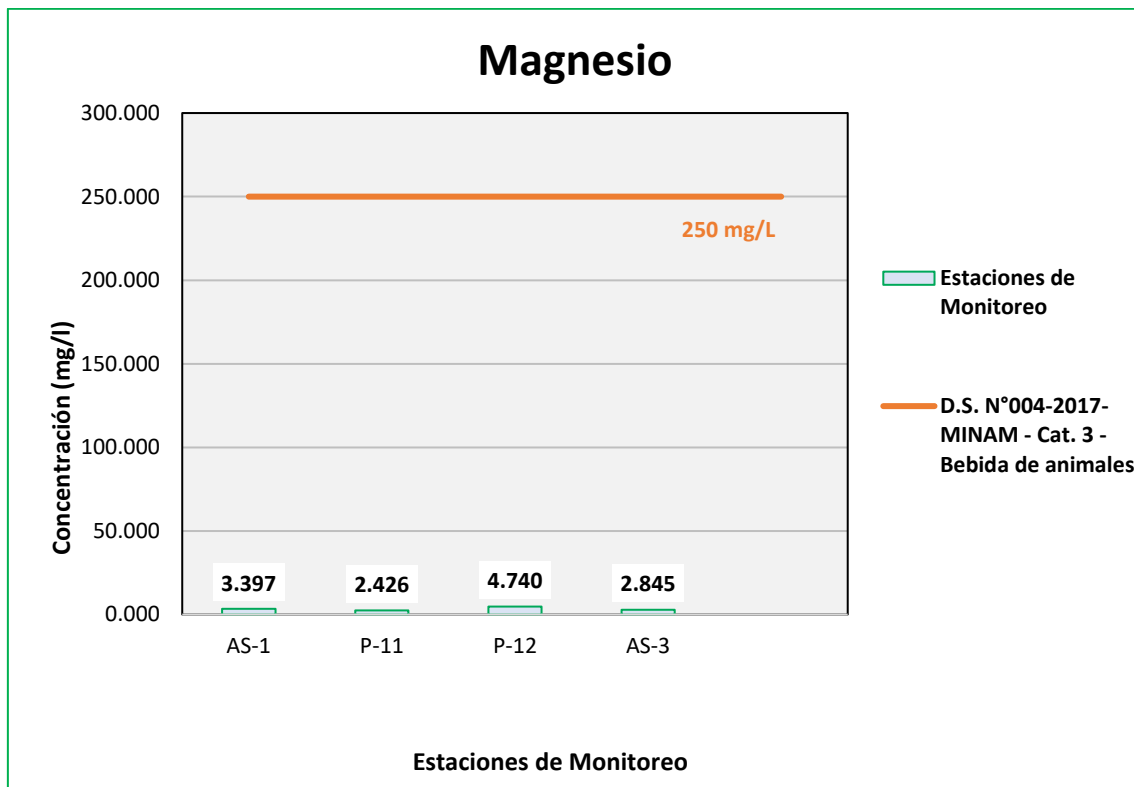
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.28 MAGNESIO

El magnesio (Mg) es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, representando un 2% de esta, así como también es el tercer elemento más abundante en las aguas de los cuerpos marino – costeros, encontrándose en la naturaleza en componentes orgánicos e inorgánicos.

Los valores de magnesio (Mg) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mg = 250 mg/L).

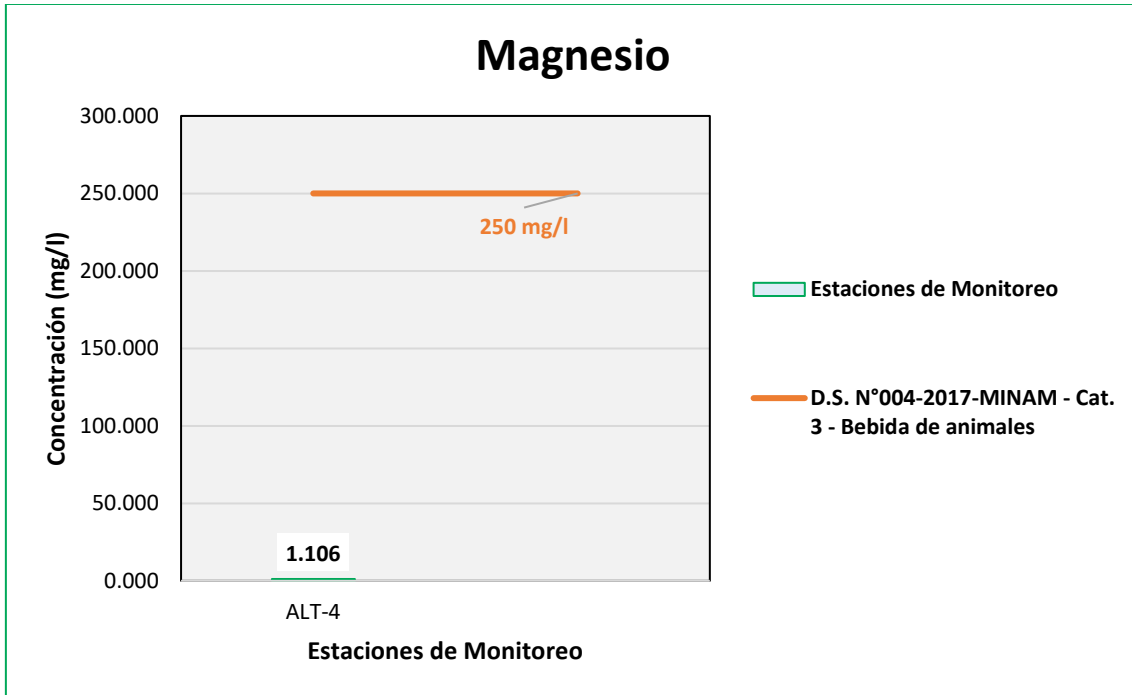
Figura 6.471. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

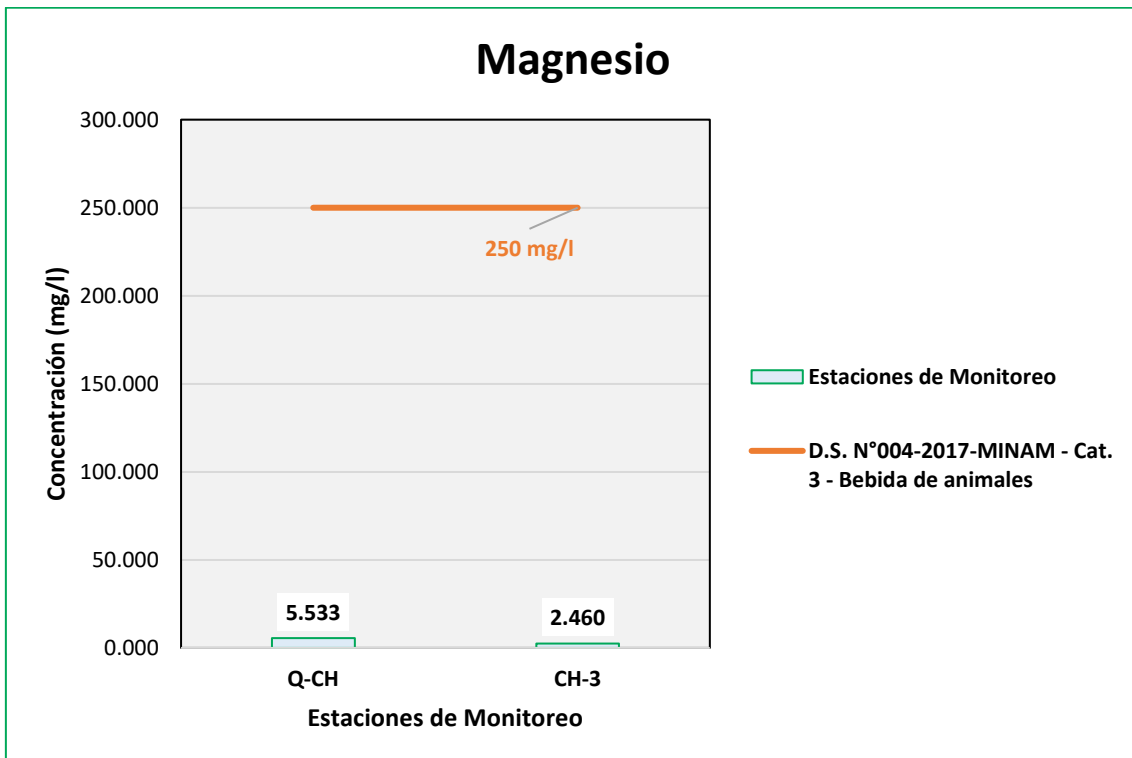
Figura 6.472. Resultados de Magnesio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

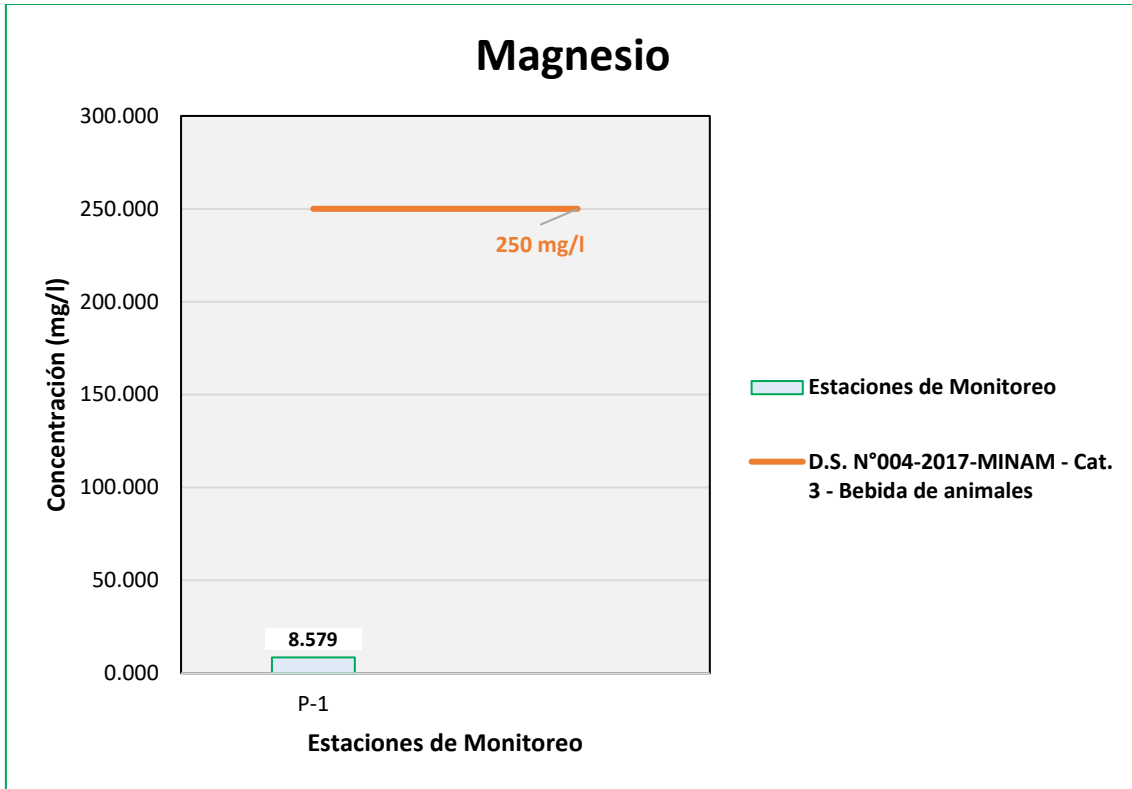
Figura 6.473. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

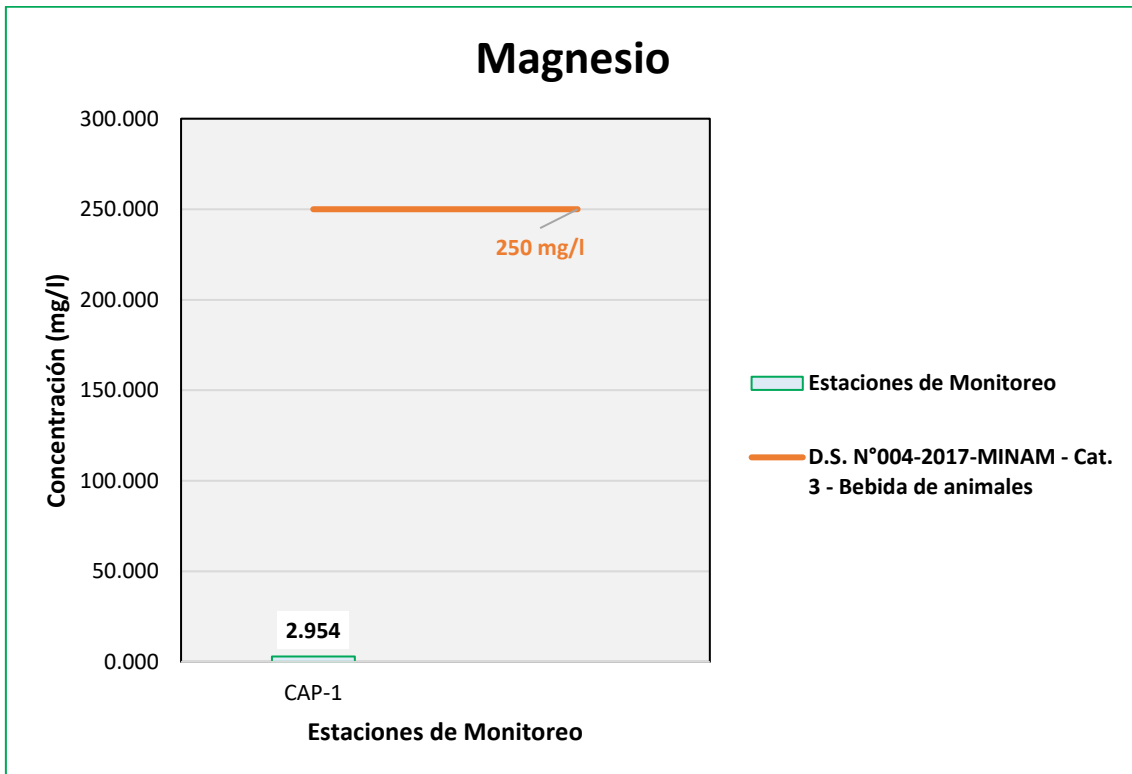
Figura 6.474. Resultados de Magnesio – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

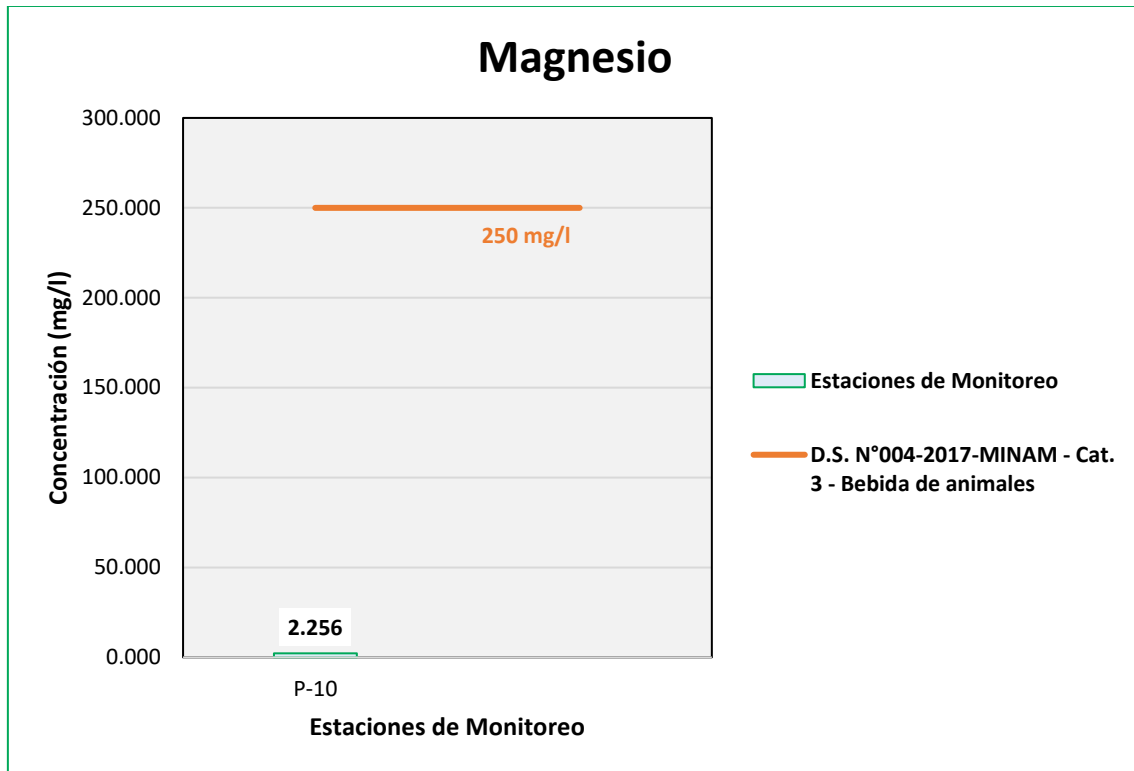
Figura 6.475. Resultados de Magnesio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.476. Resultados de Magnesio – Evaluación de la Qda Sarallenne



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

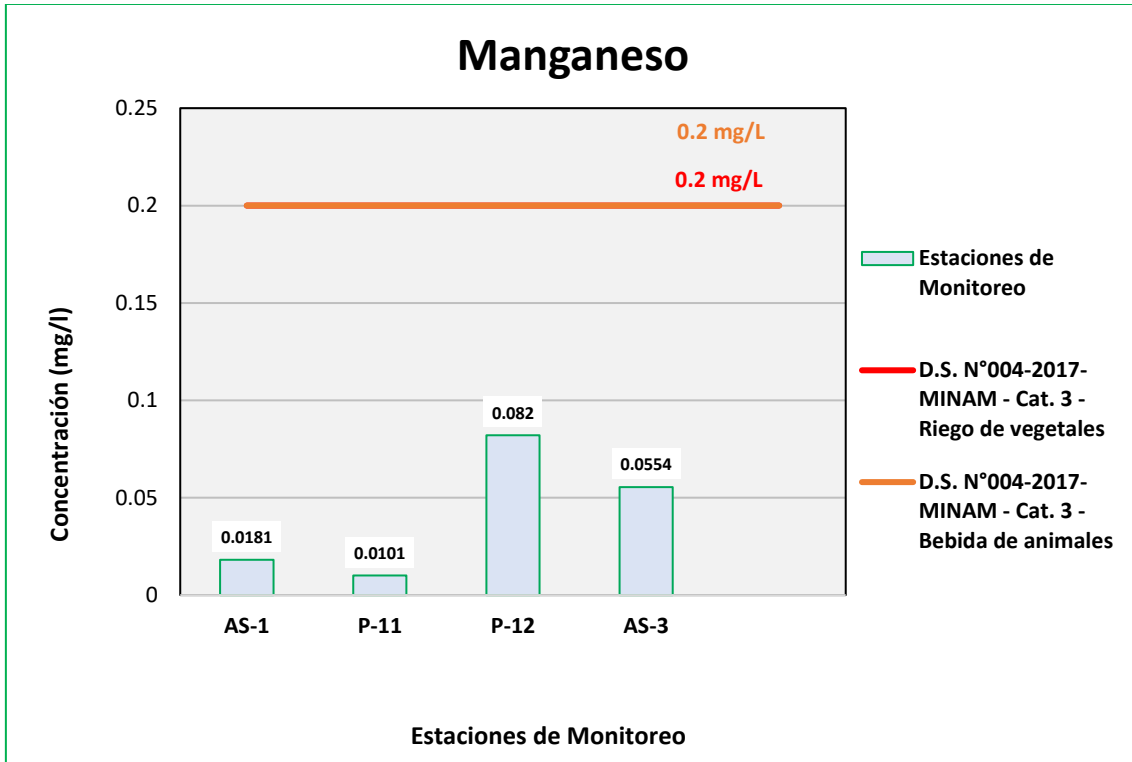
6.5.4.2.29 MANGANESO

El manganeso (Mn) es una sustancia natural que se encuentra en diversos tipos de rocas. El manganeso puro es un metal de color plateado; sin embargo, en la naturaleza no se le encuentra en forma pura, sino combinado con otras sustancias tales como oxígeno, azufre y cloro. El manganeso es un elemento traza necesario para mantener buena salud.

Los compuestos del manganeso (Mn) existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presentes en las partículas de polvo. Estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días.

Los valores de manganeso (Mn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Mn = 0,2 mg/L). No obstante, se observa que en los resultados del punto de monitoreo ubicado en la quebrada Millune (P-1) se encuentra superando el ECA para dicho elemento, principalmente, por las características de esta quebrada que, desde el registro de la línea base presentaba concentraciones elevadas en manganeso y aluminio producto de encontrarse en una zona altamente mineralizada naturalmente.

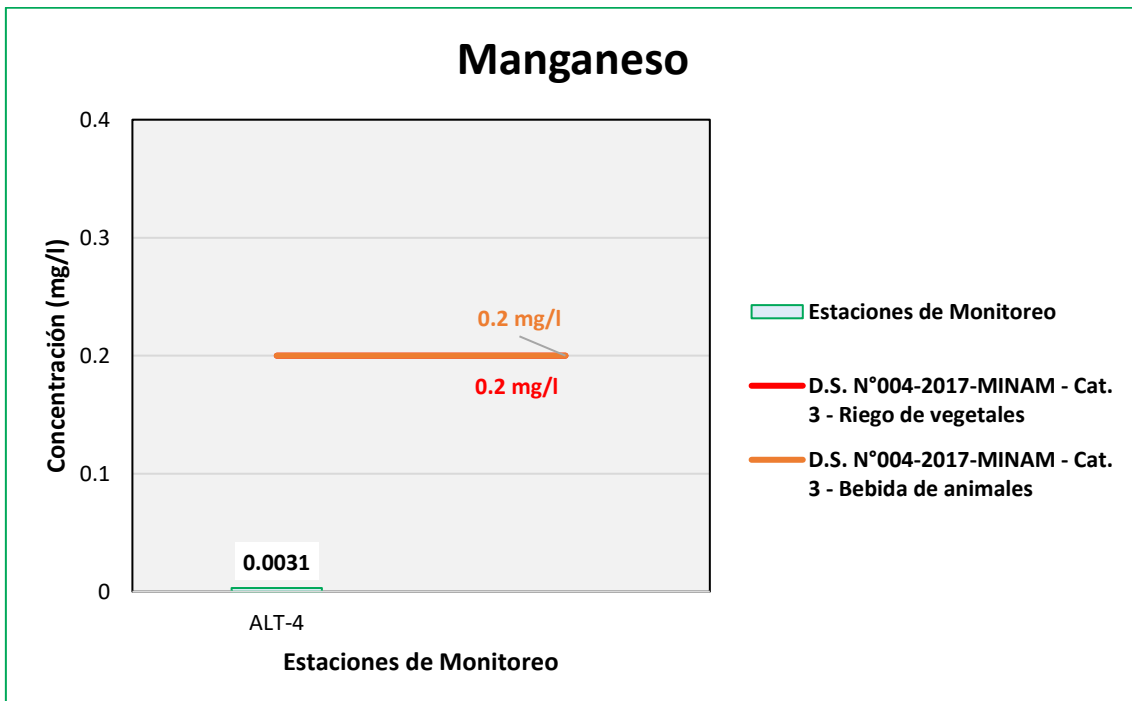
Figura 6.477. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

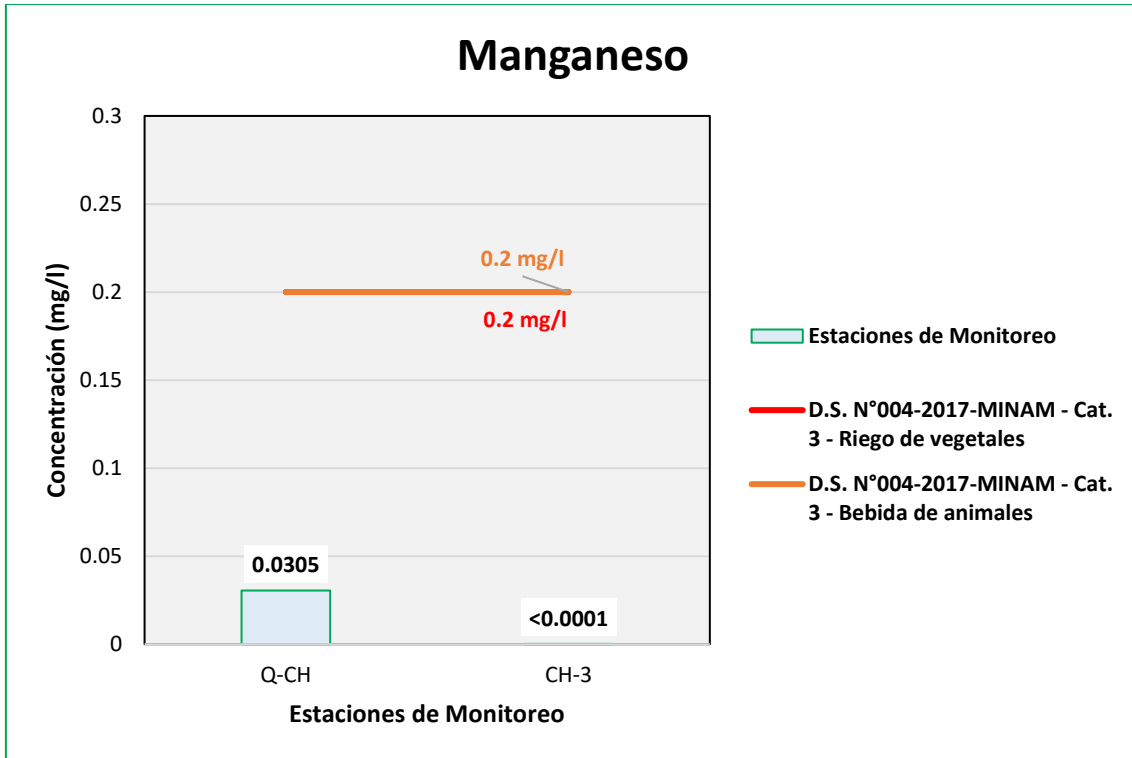
Figura 6.478. Resultados de Manganeso – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

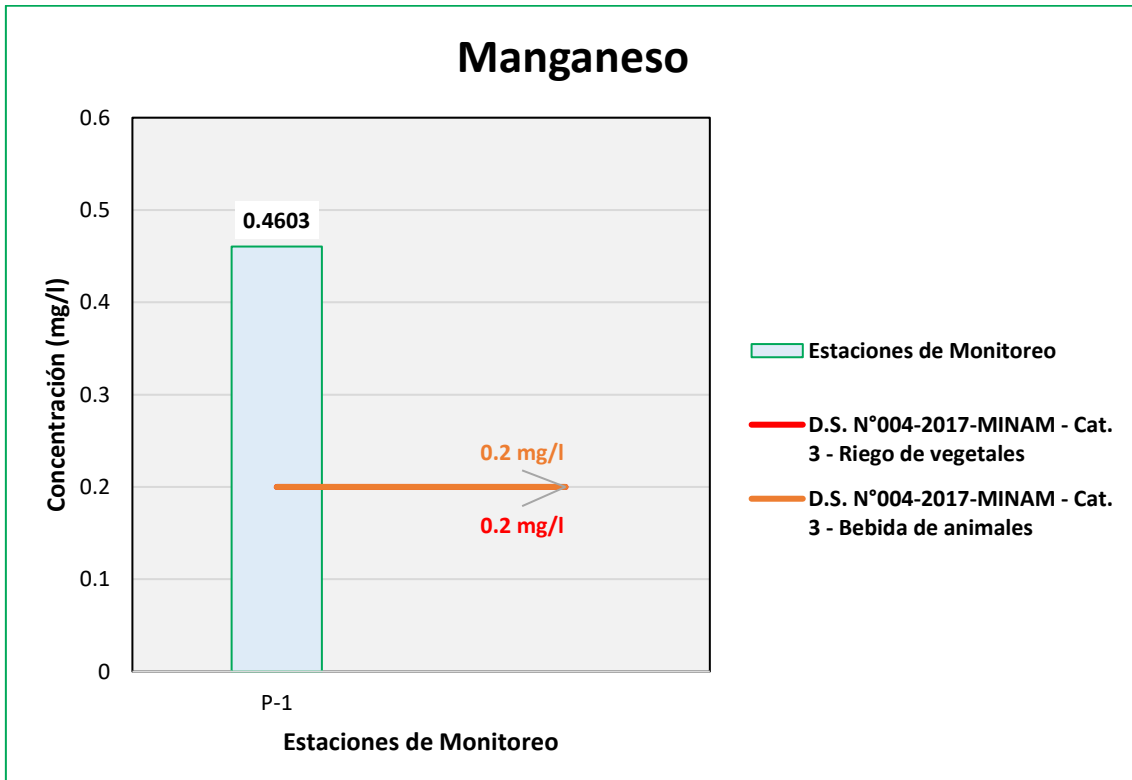
Figura 6.479. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

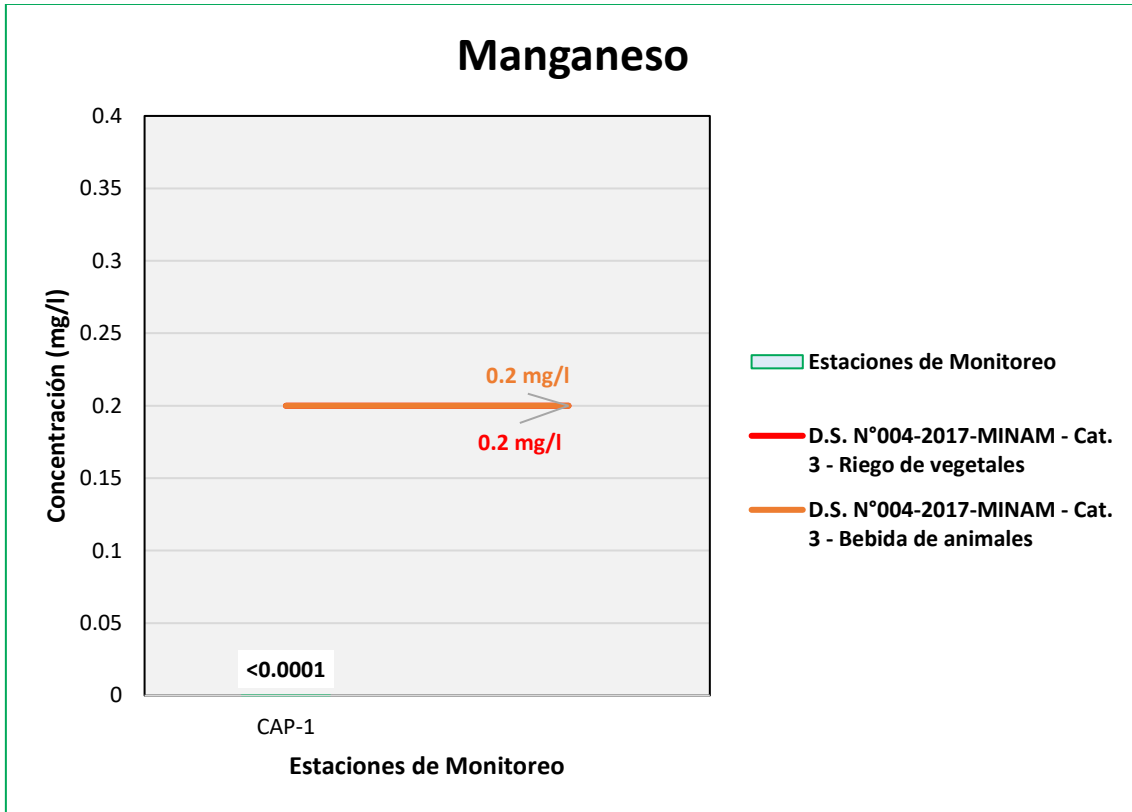
Figura 6.480. Resultados de Manganeso – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

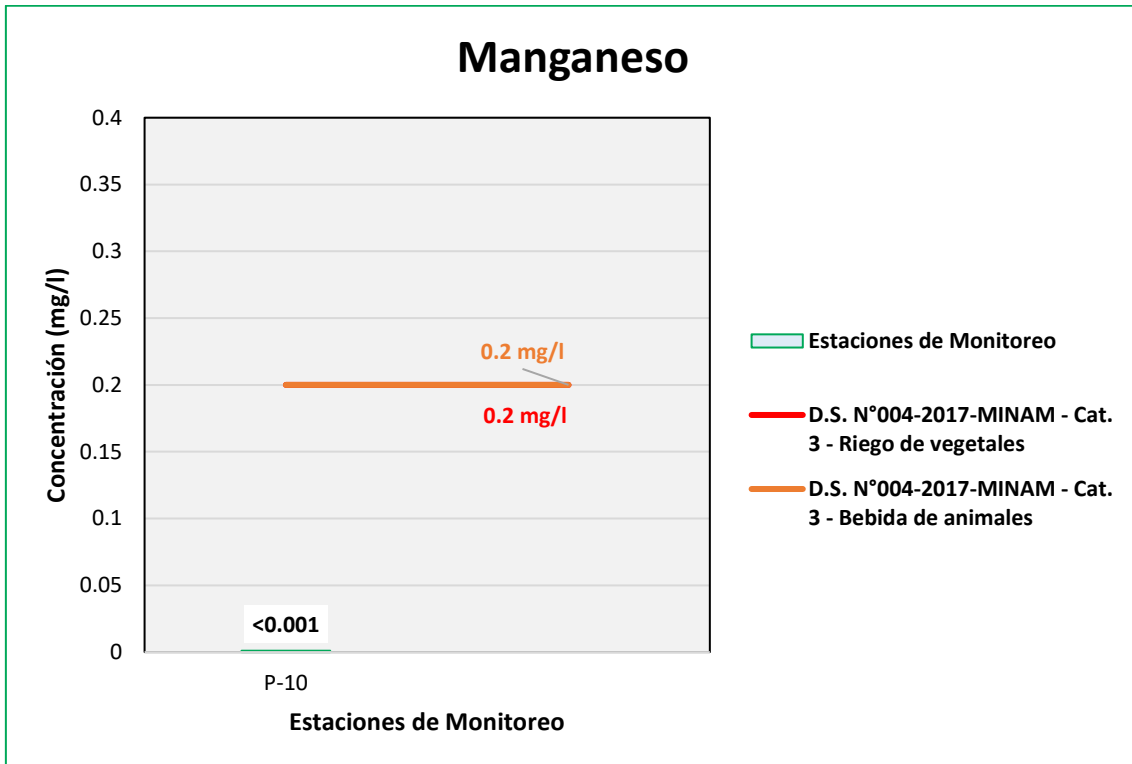
Figura 6.481. Resultados de Manganeso – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.482. Resultados de Manganeso – Evaluación de la Qda Sarallenne



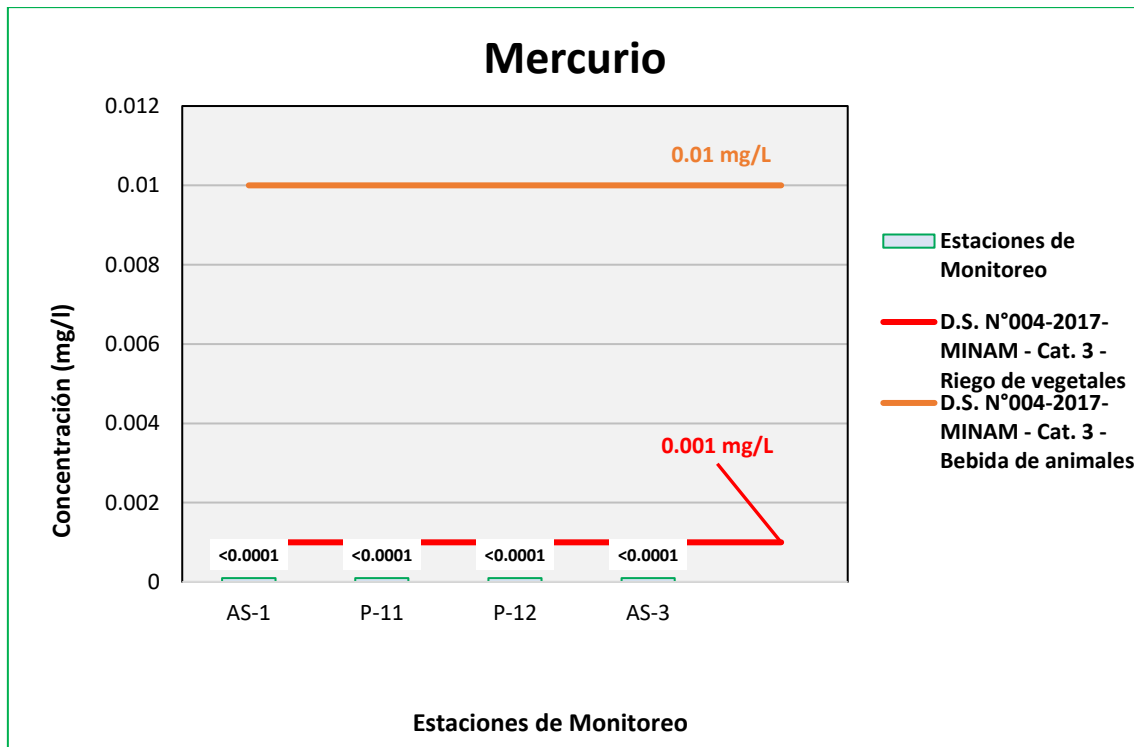
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.30 MERCURIO

Los análisis de Mercurio procedentes de los puntos de monitoreo en alta montaña arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Hg = 0,001 mg/L).

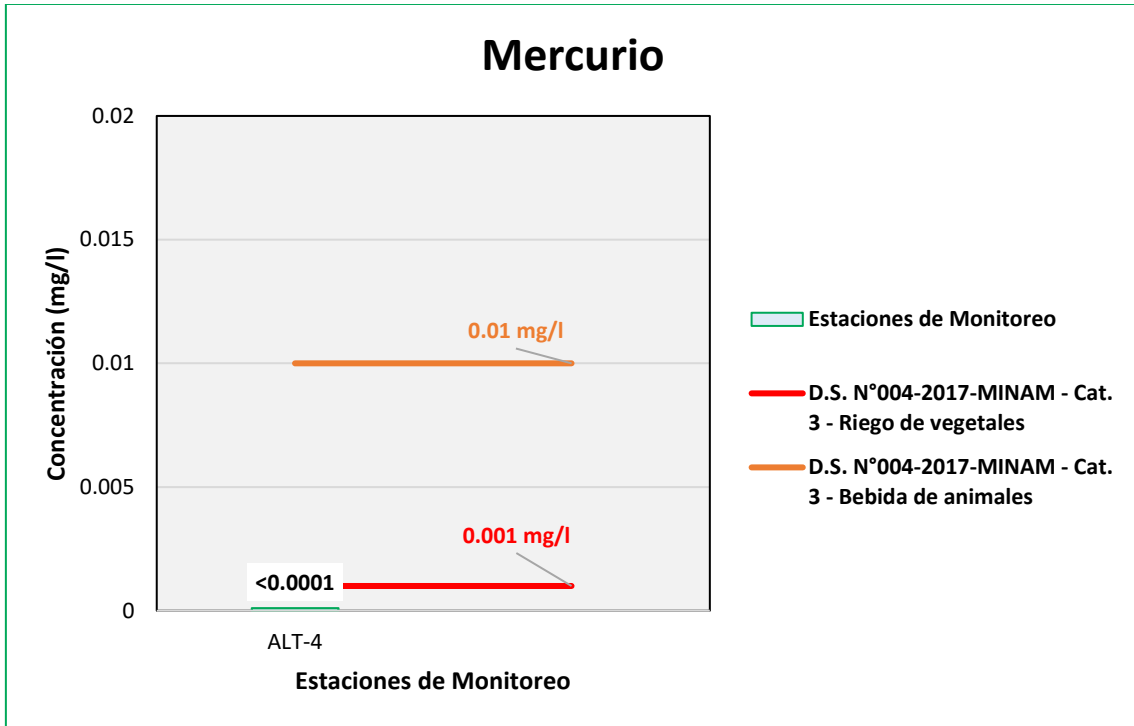
Figura 6.483. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

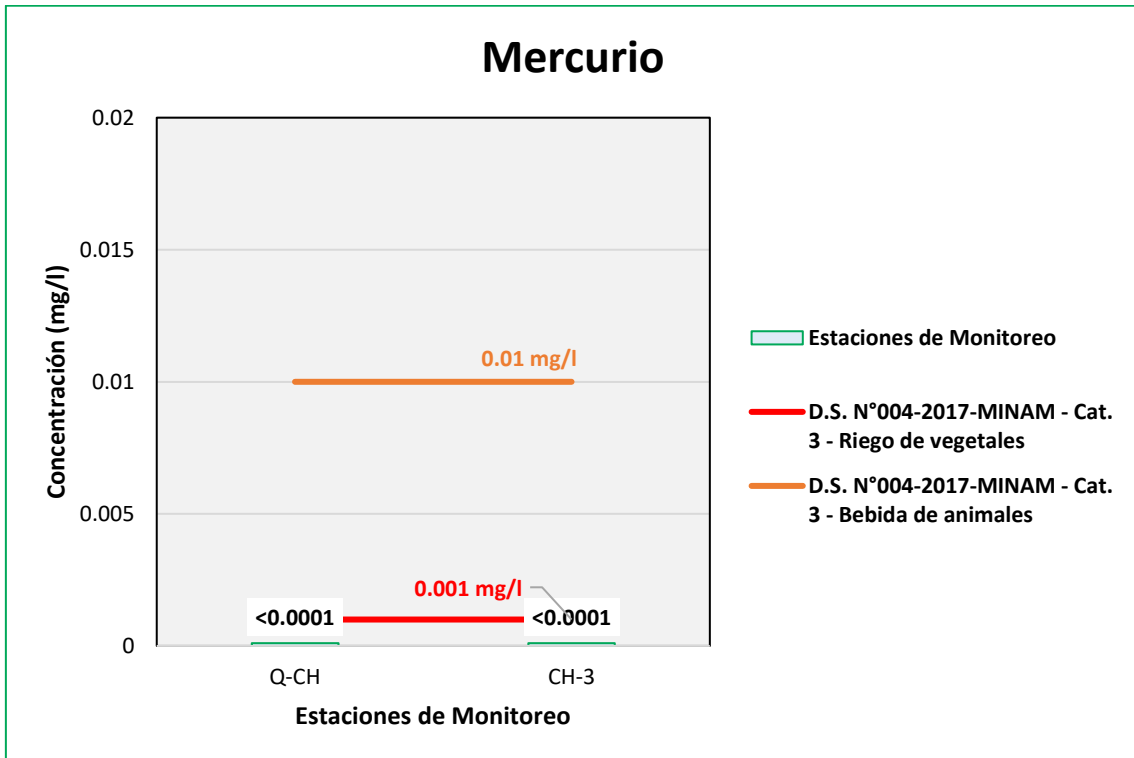
Figura 6.484. Resultados de Mercurio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

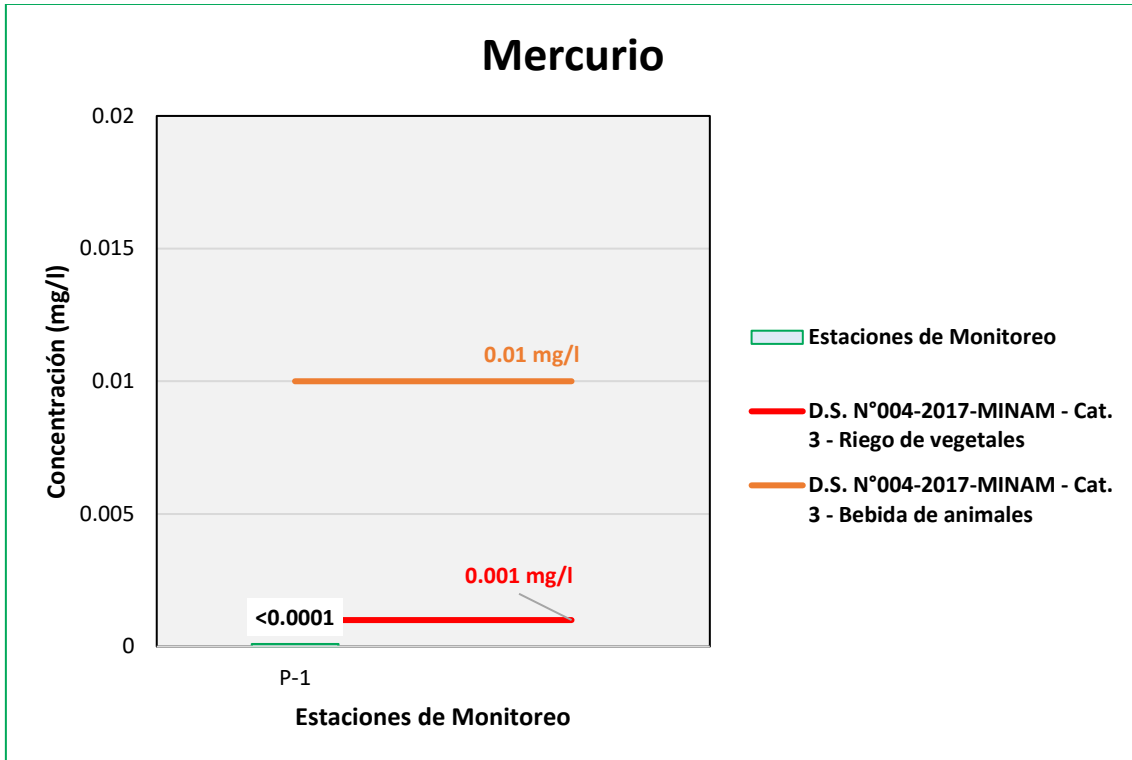
Figura 6.485. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

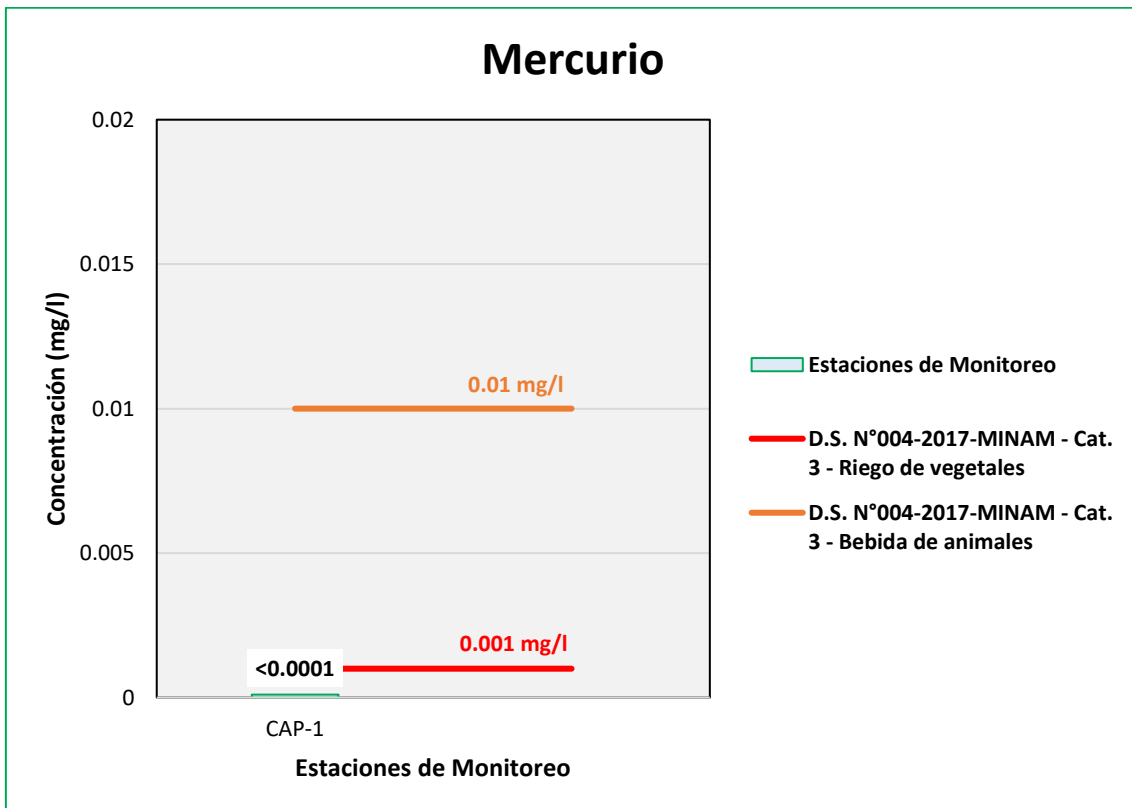
Figura 6.486. Resultados de Mercurio – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

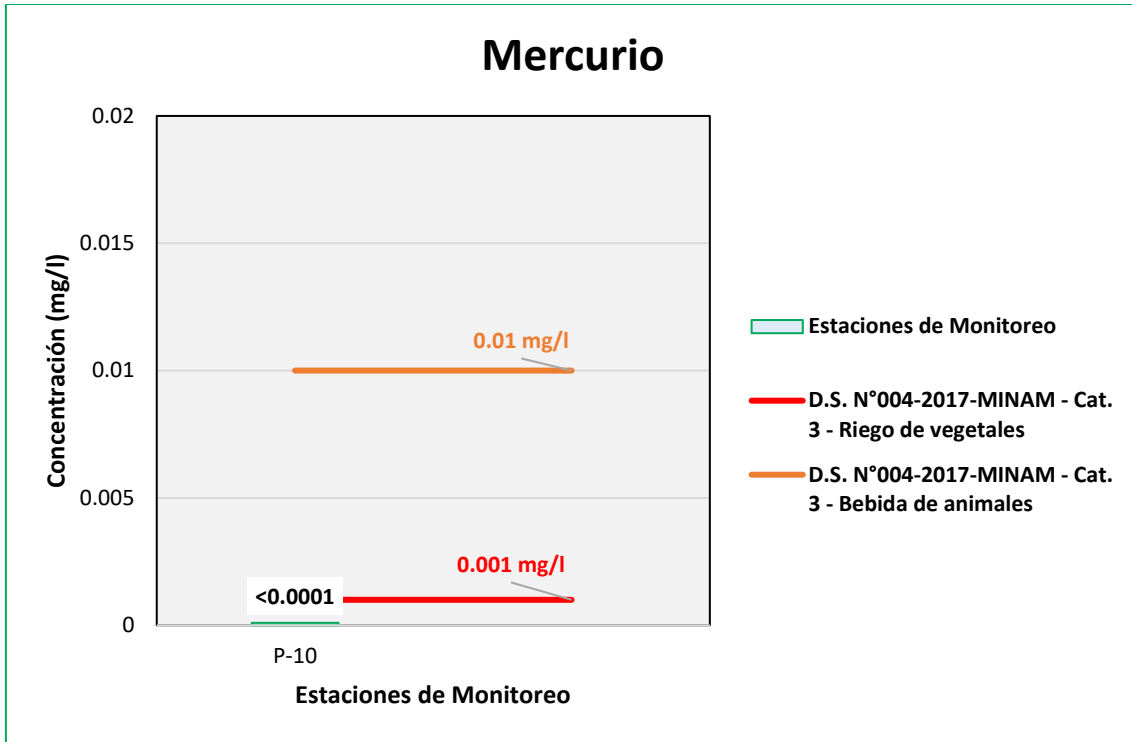
Figura 6.487. Resultados de Mercurio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.488. Resultados de Mercurio – Evaluación de la Qda Sarallengue



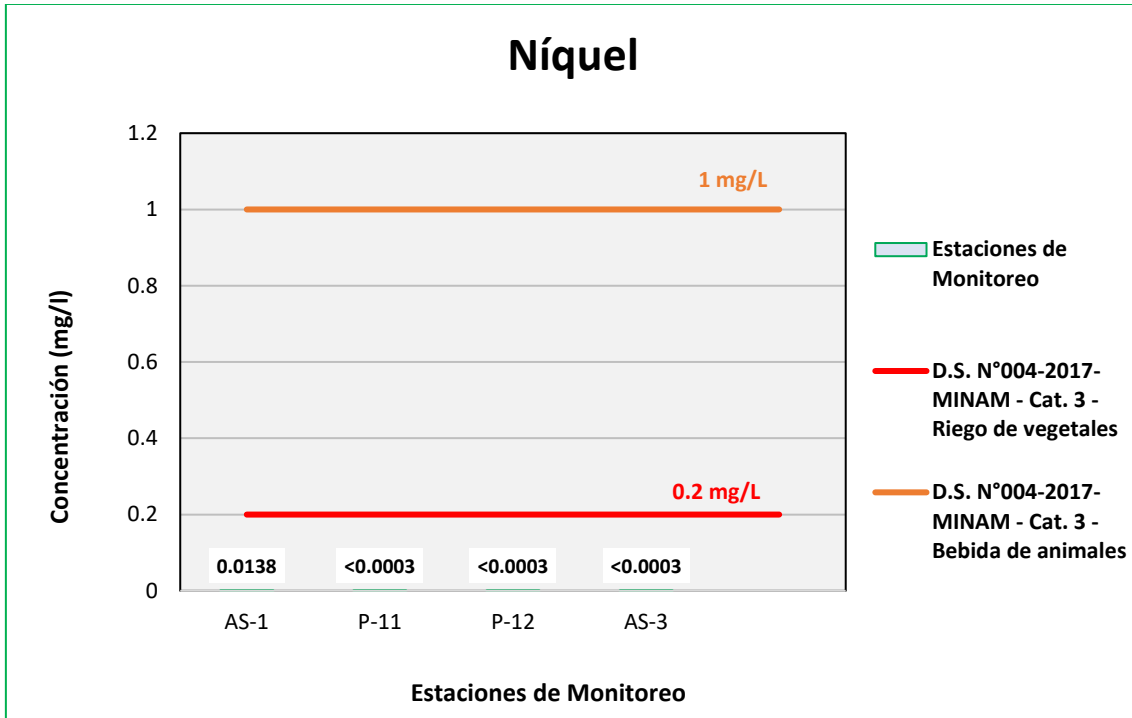
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.31 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ni = 0,2 mg/L).

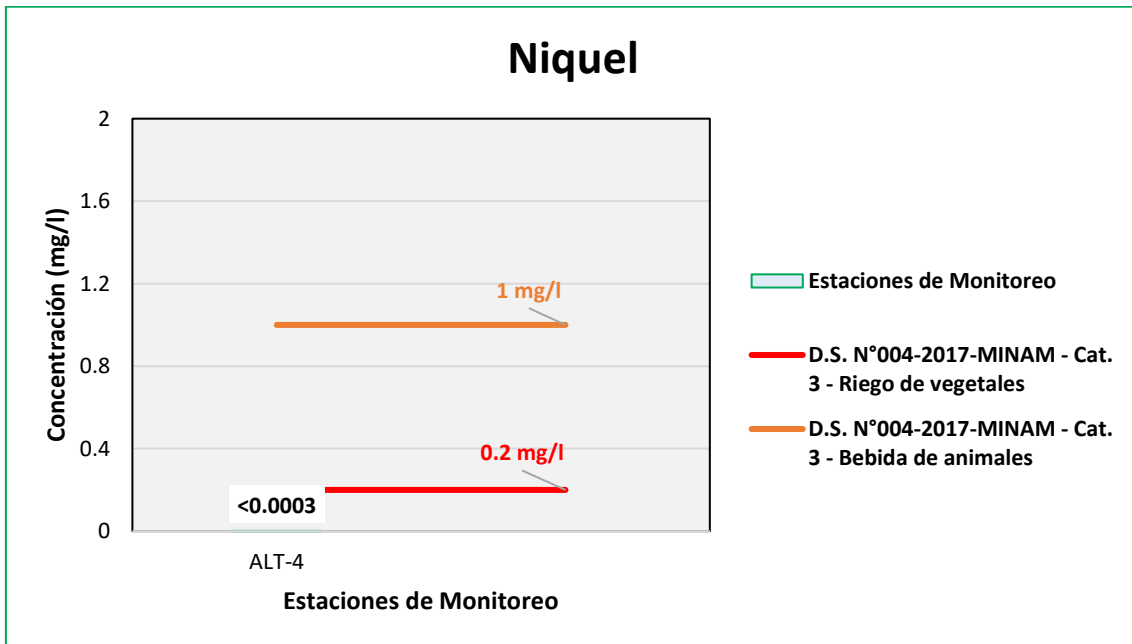
Figura 6.489. Resultados de Níquel – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

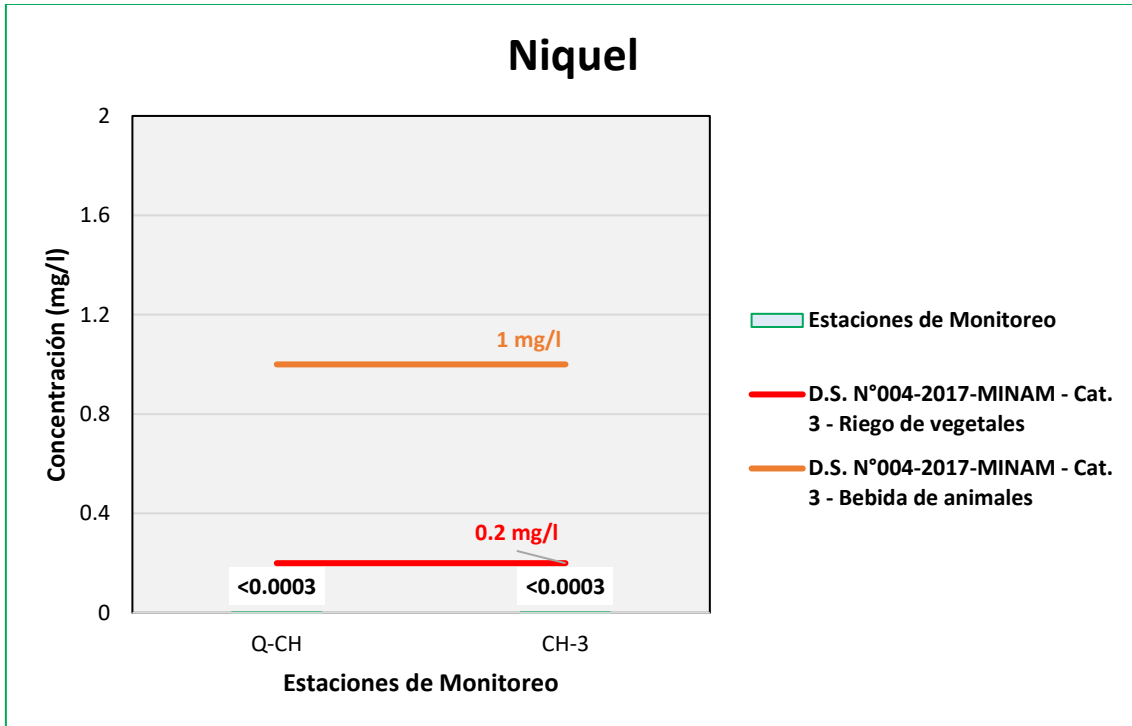
Figura 6.490. Resultados de Níquel – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

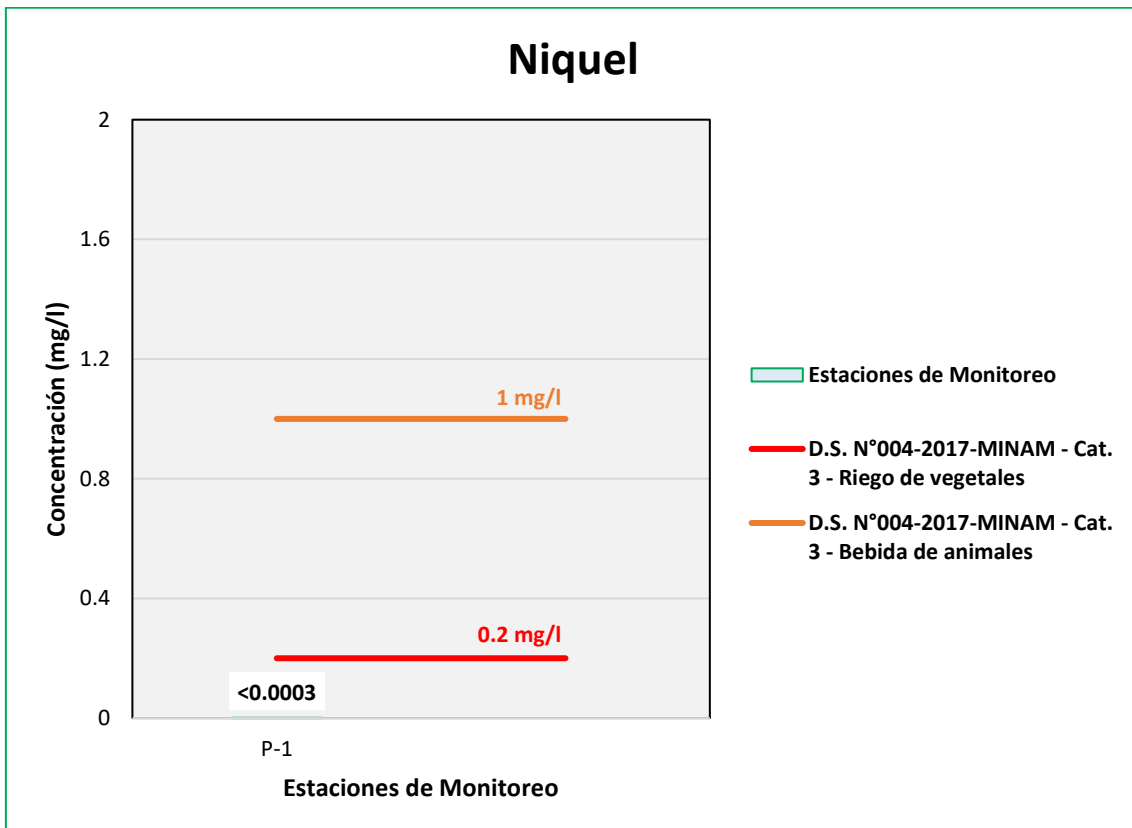
Figura 6.491. Resultados de Níquel – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

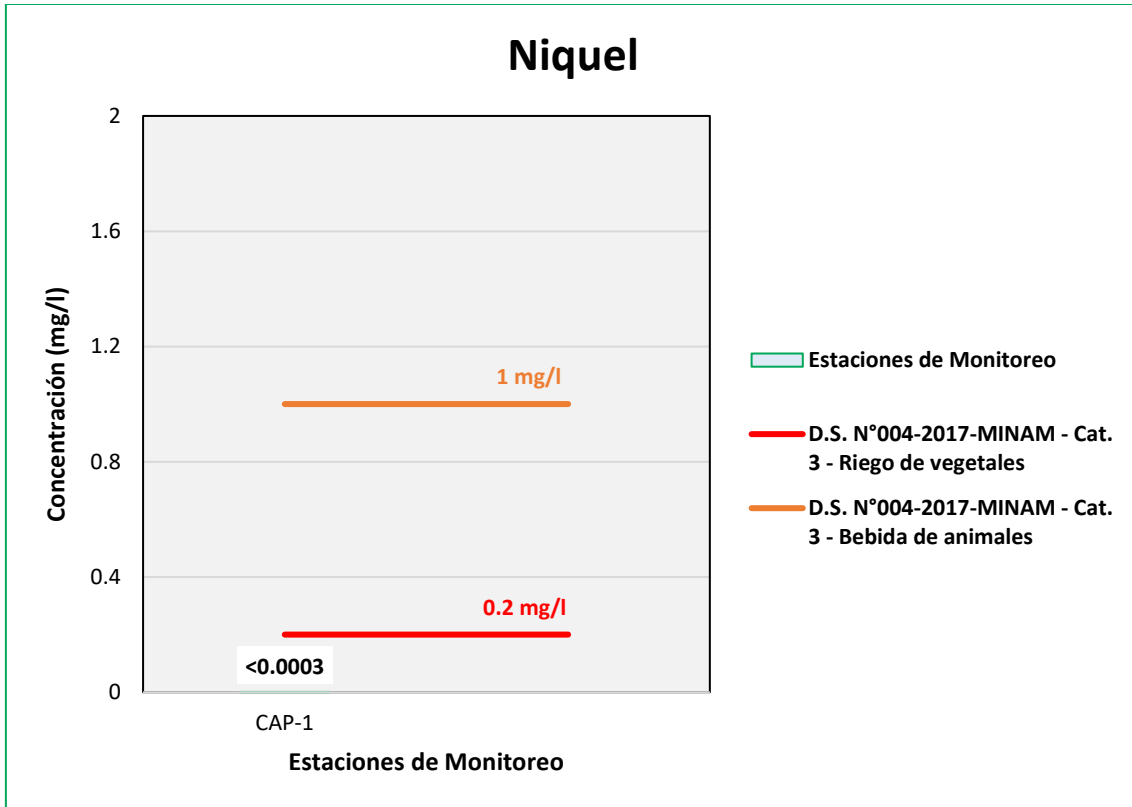
Figura 6.492. Resultados de Níquel – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

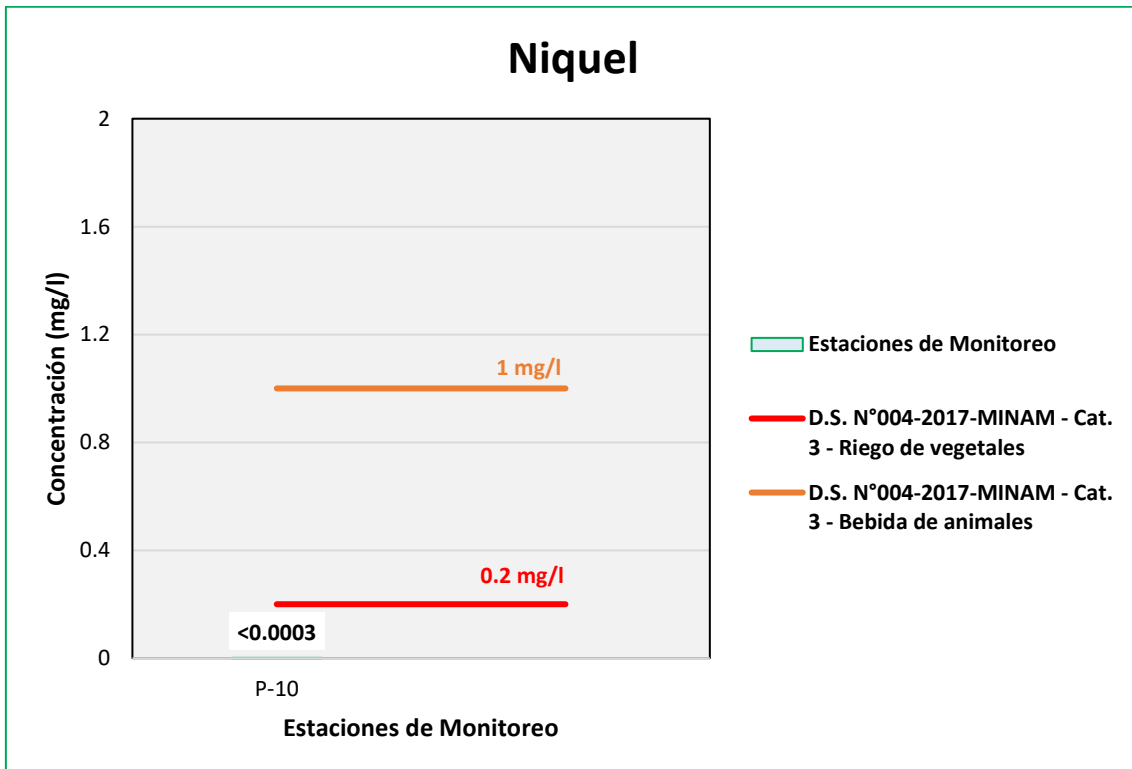
Figura 6.493. Resultados de Níquel – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.494. Resultados de Níquel – Evaluación de la Qda Sarallénque



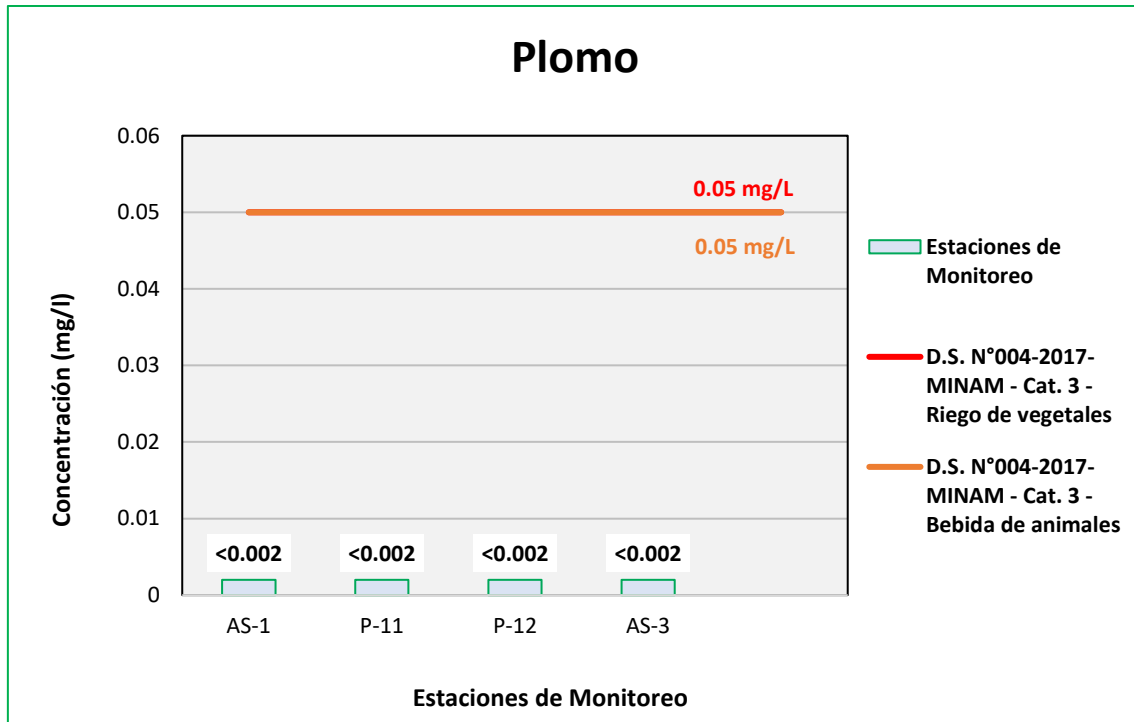
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.32 PLOMO

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de alta montaña se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Pb = 0,05 mg/L).

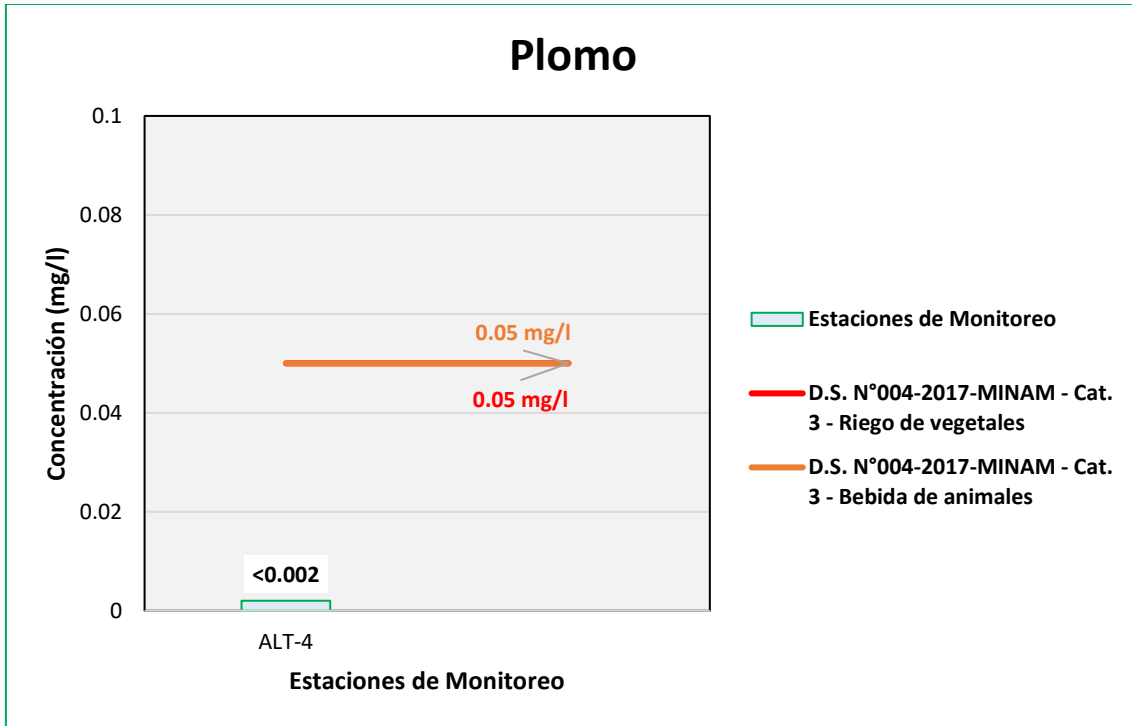
Figura 6.495. Resultados de Plomo – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

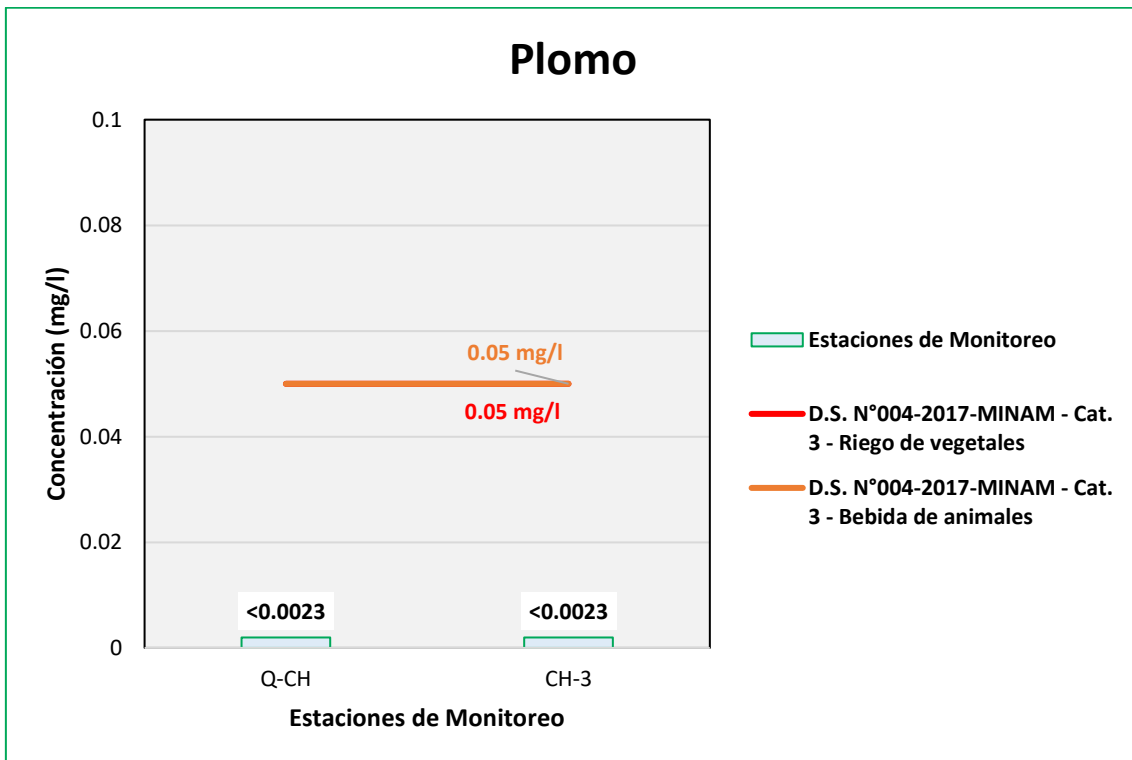
Figura 6.496. Resultados de Plomo – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

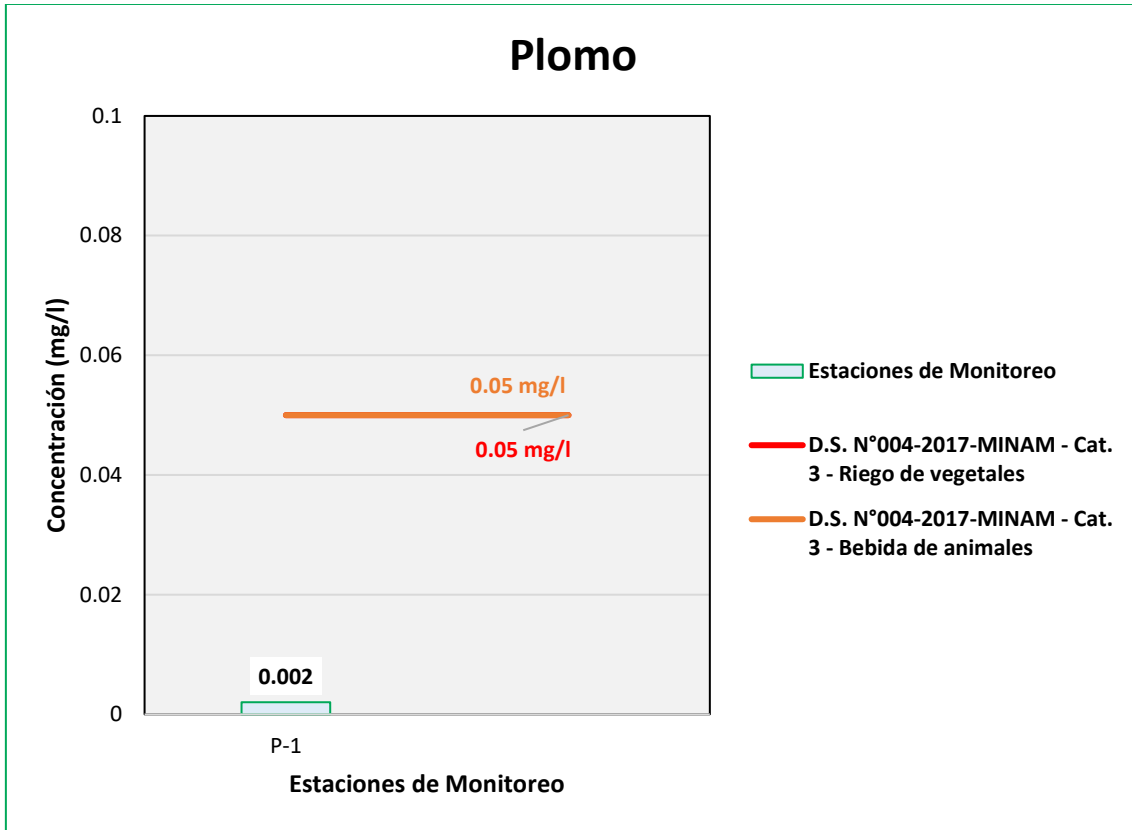
Figura 6.497. Resultados de Plomo – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

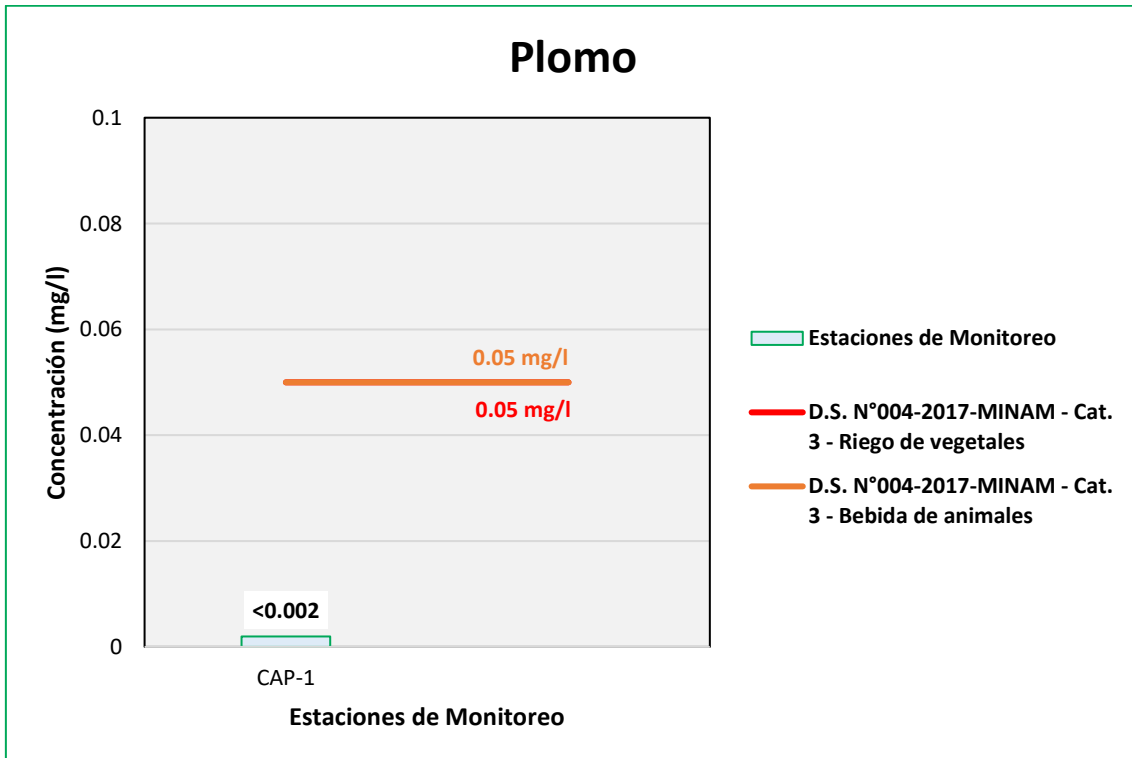
Figura 6.498. Resultados de Plomo – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

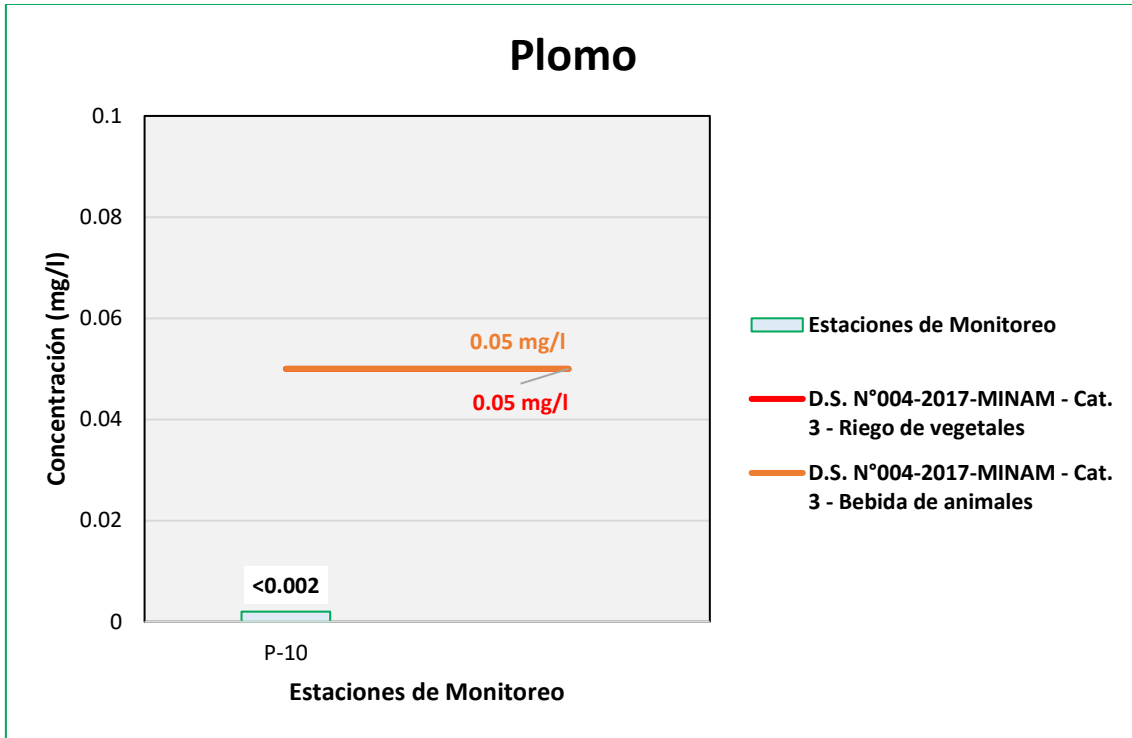
Figura 6.499. Resultados de Plomo – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.500. Resultados de Plomo – Evaluación de la Qda Sarallénque



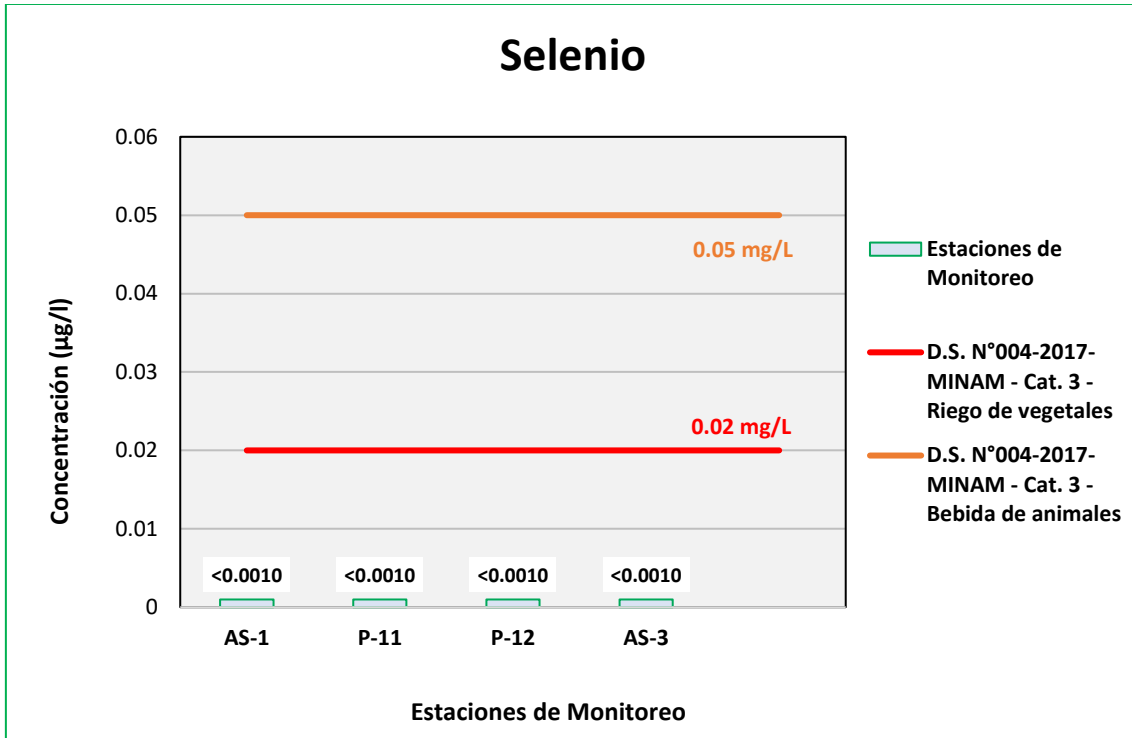
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.33 SELENIO

Los valores de selenio (Se) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Se = 0,02 mg/L).

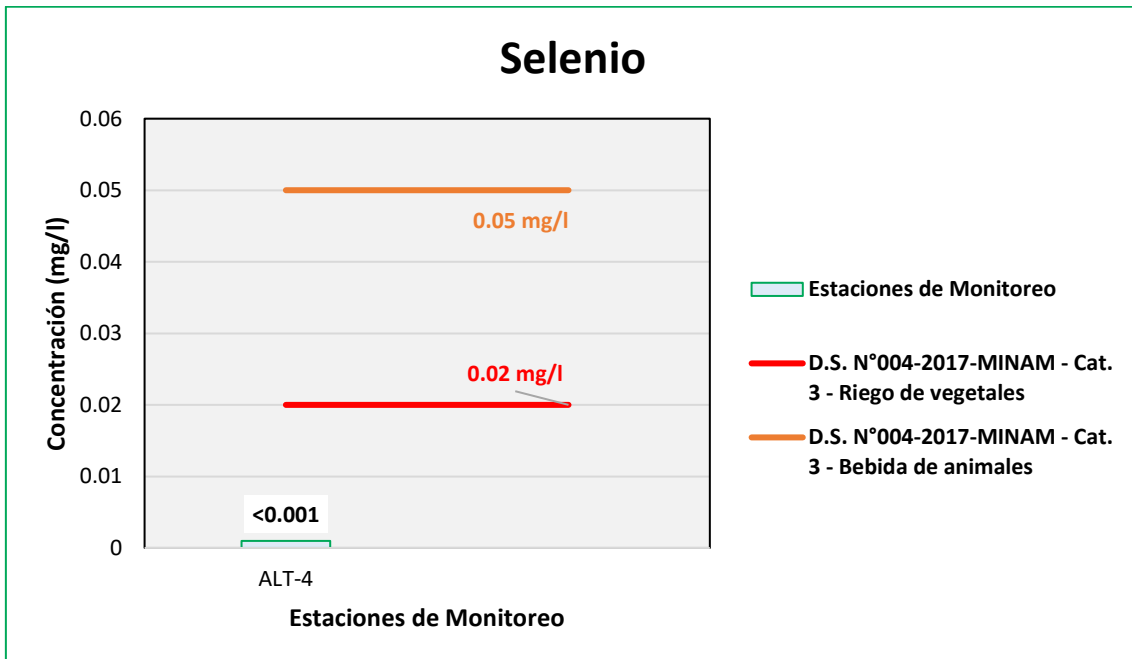
Figura 6.501. Resultados de Selenio – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

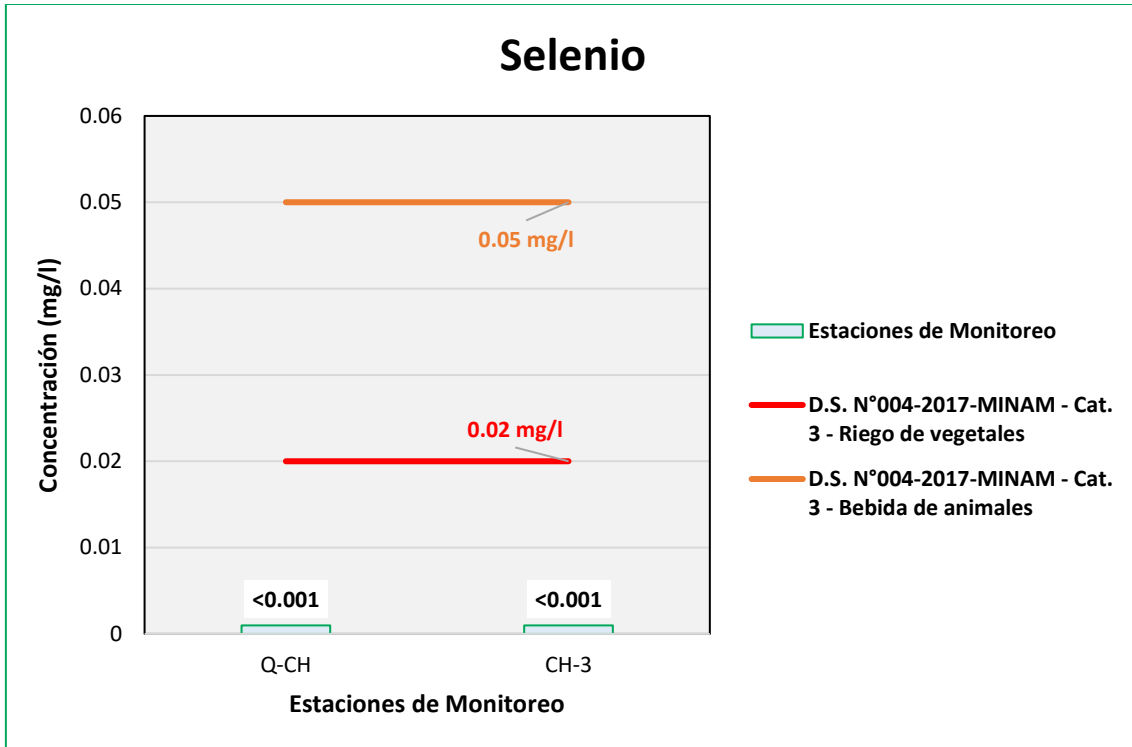
Figura 6.502. Resultados de Selenio – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

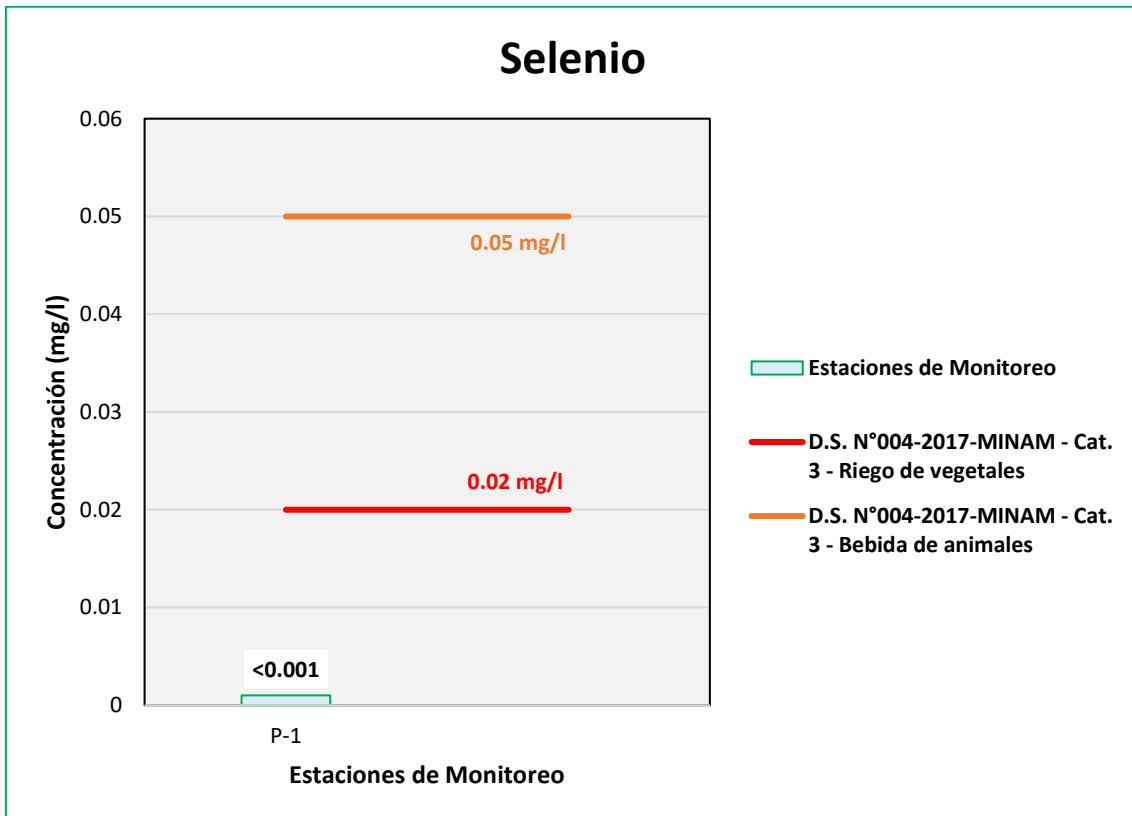
Figura 6.503. Resultados de Selenio – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

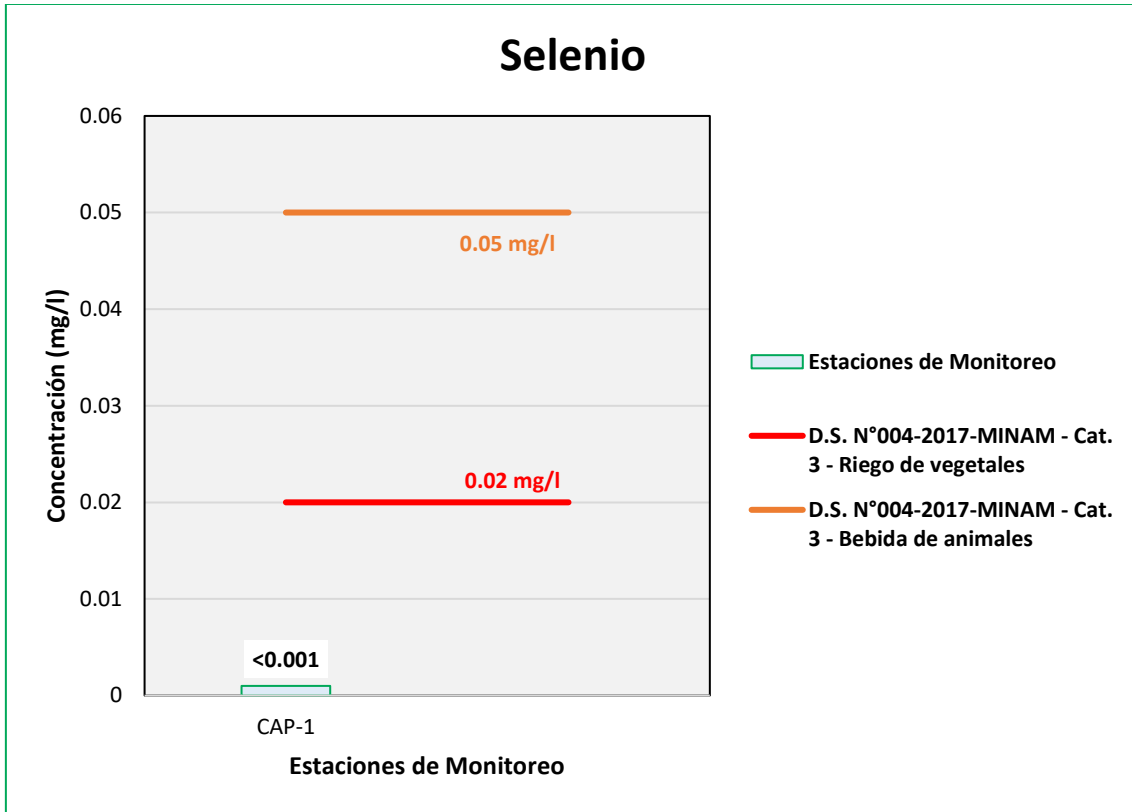
Figura 6.504. Resultados de Selenio – Evaluación de la Qda Millune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

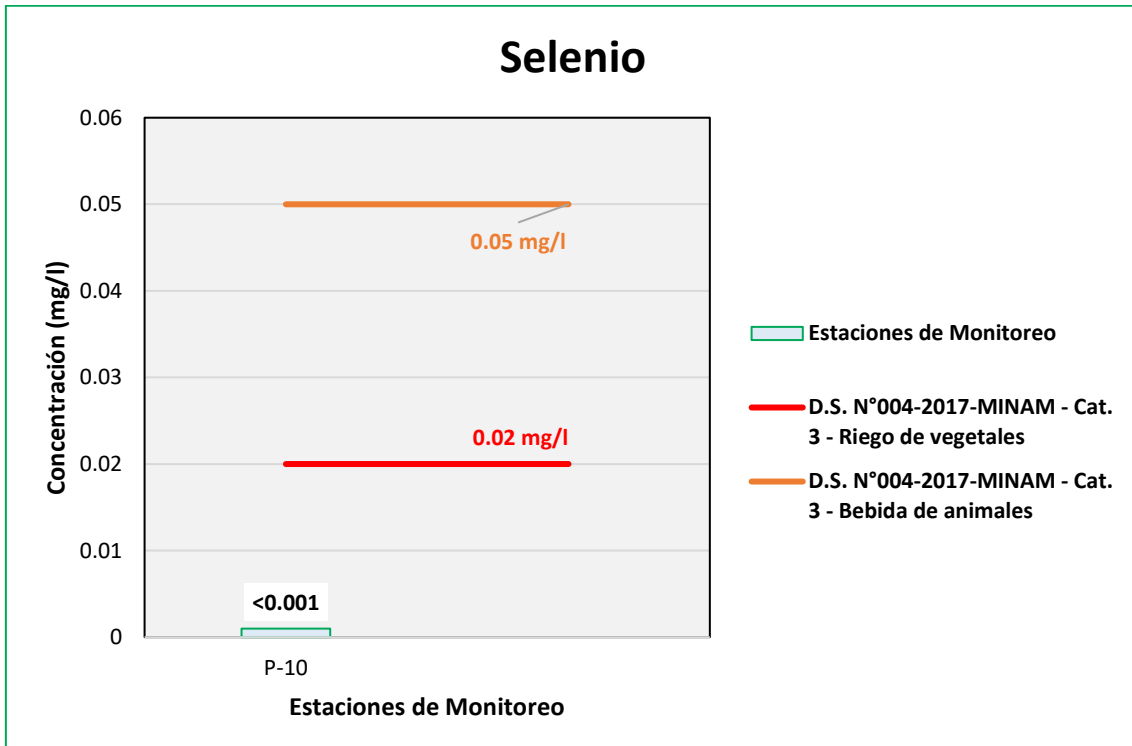
Figura 6.505. Resultados de Selenio – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.506. Resultados de Selenio – Evaluación de la Qda Sarallenne



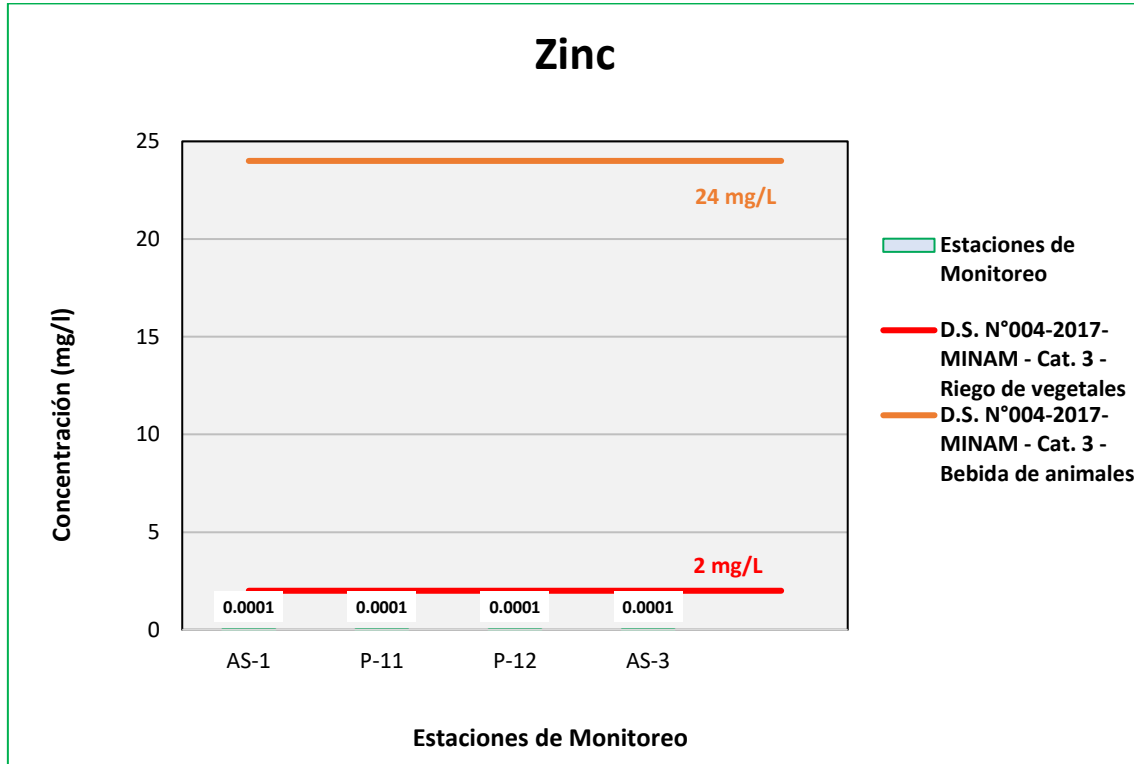
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.2.34 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Zn = 24.0 mg/L).

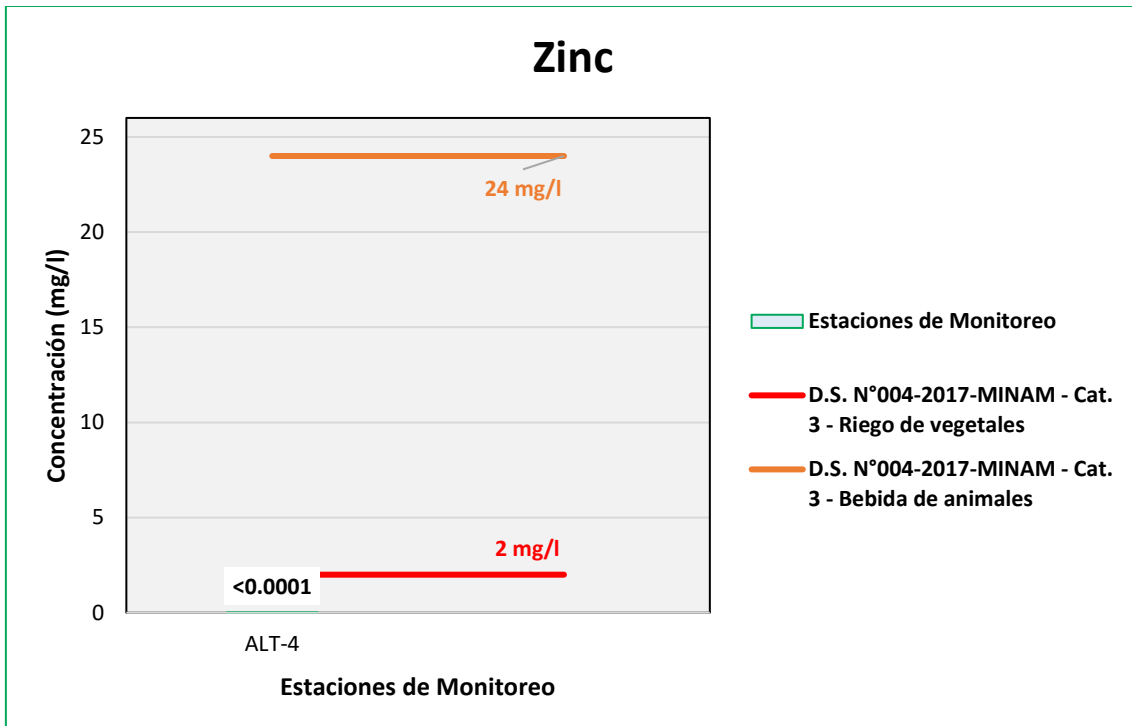
Figura 6.507. Resultados de Zinc – Evaluación del río Asana



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

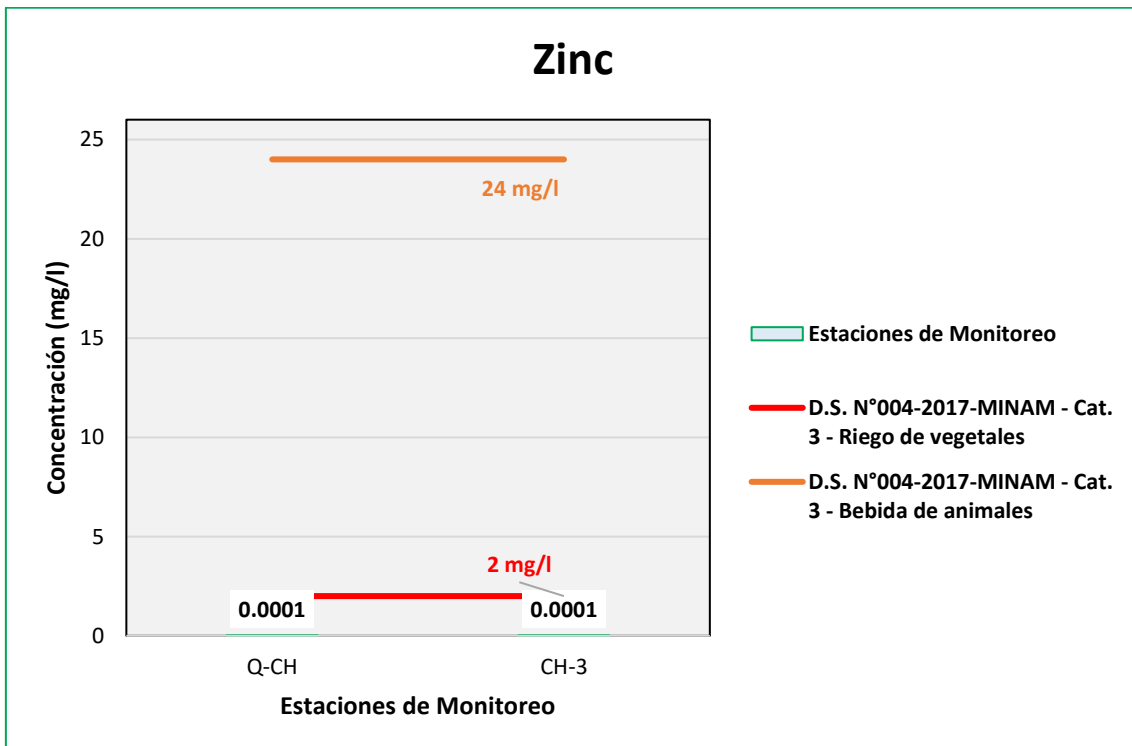
Figura 6.508. Resultados de Zinc – Evaluación de la Qda Altarani



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

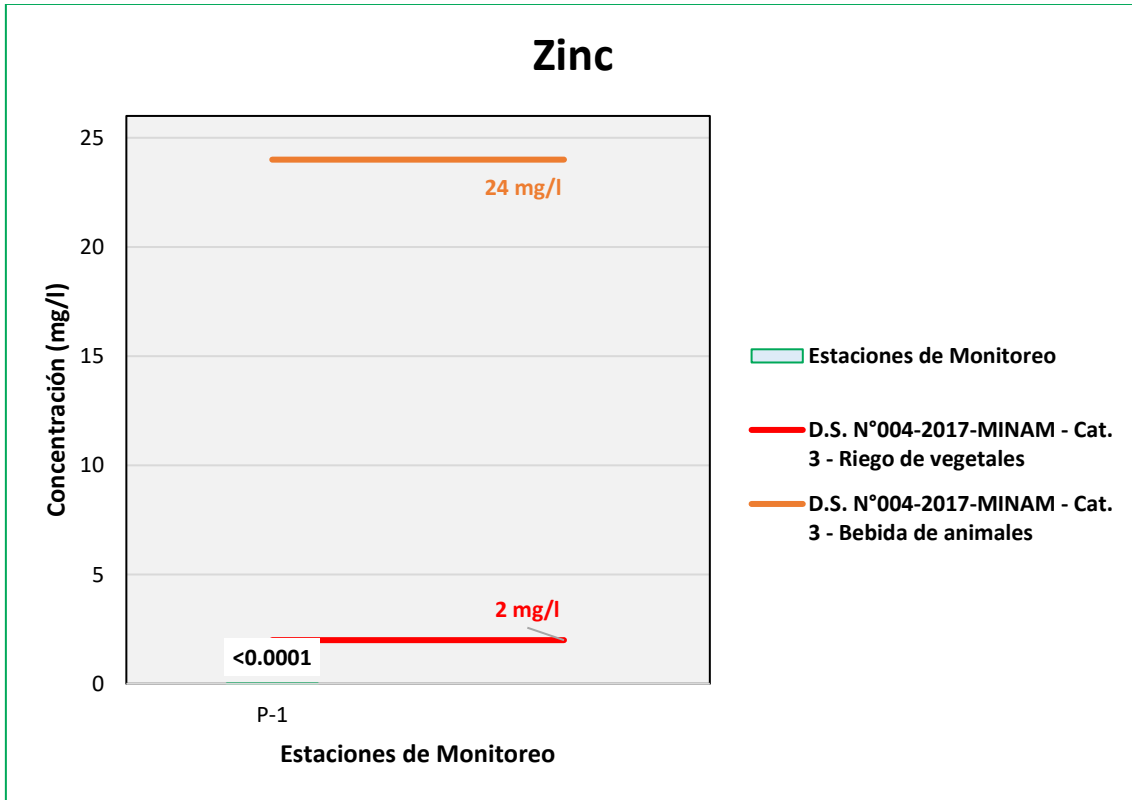
Figura 6.509. Resultados de Zinc – Evaluación del río Charaque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

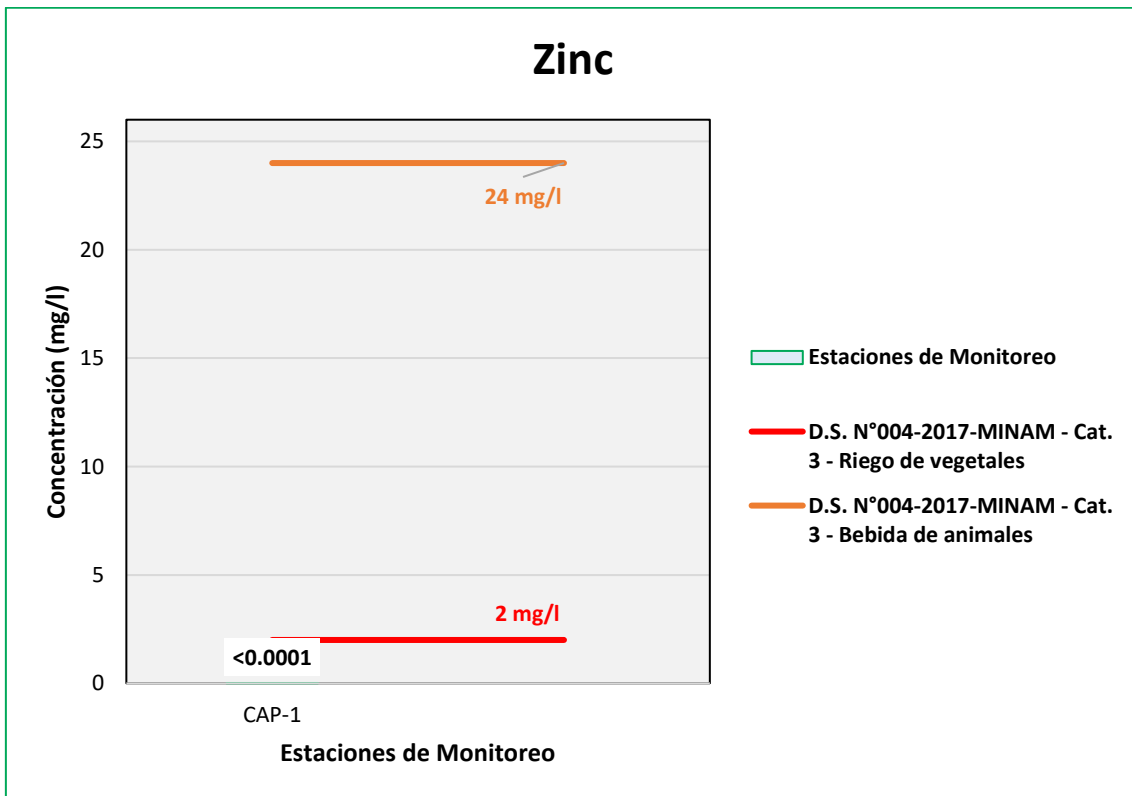
Figura 6.510. Resultados de Zinc – Evaluación de la Qda Milllune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

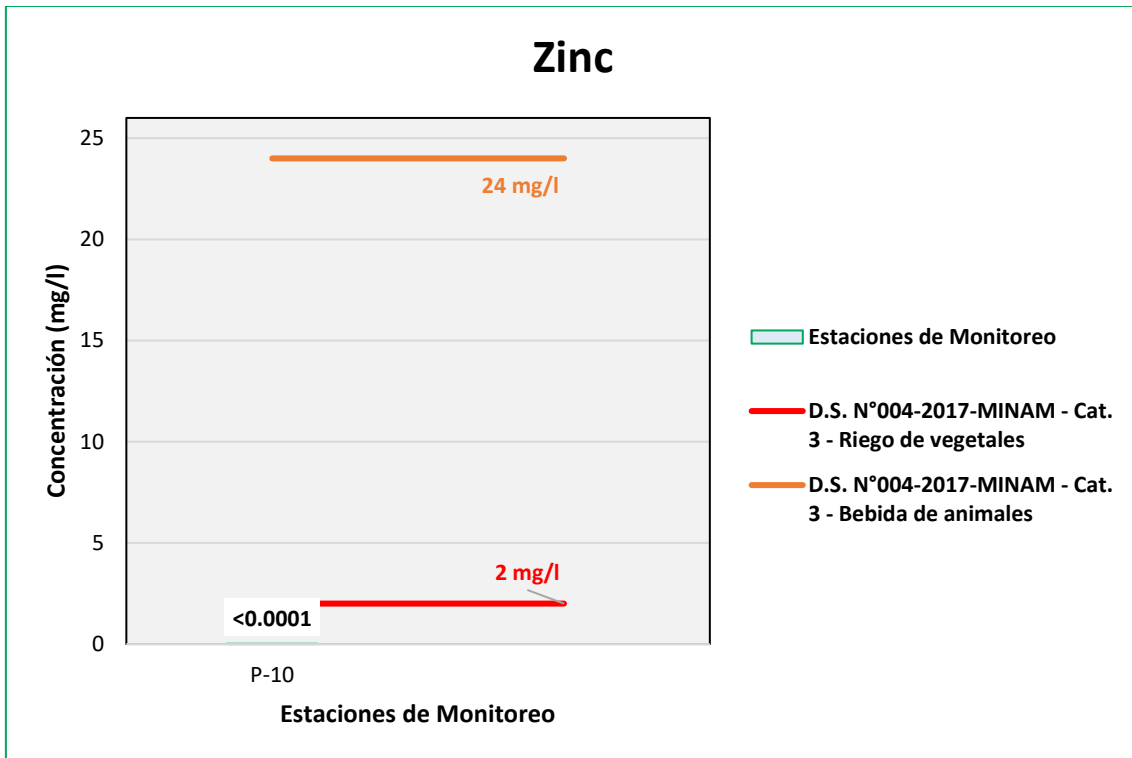
Figura 6.511. Resultados de Zinc – Evaluación del río Capillune



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.512. Resultados de Zinc – Evaluación de la Qda Sarallénque



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

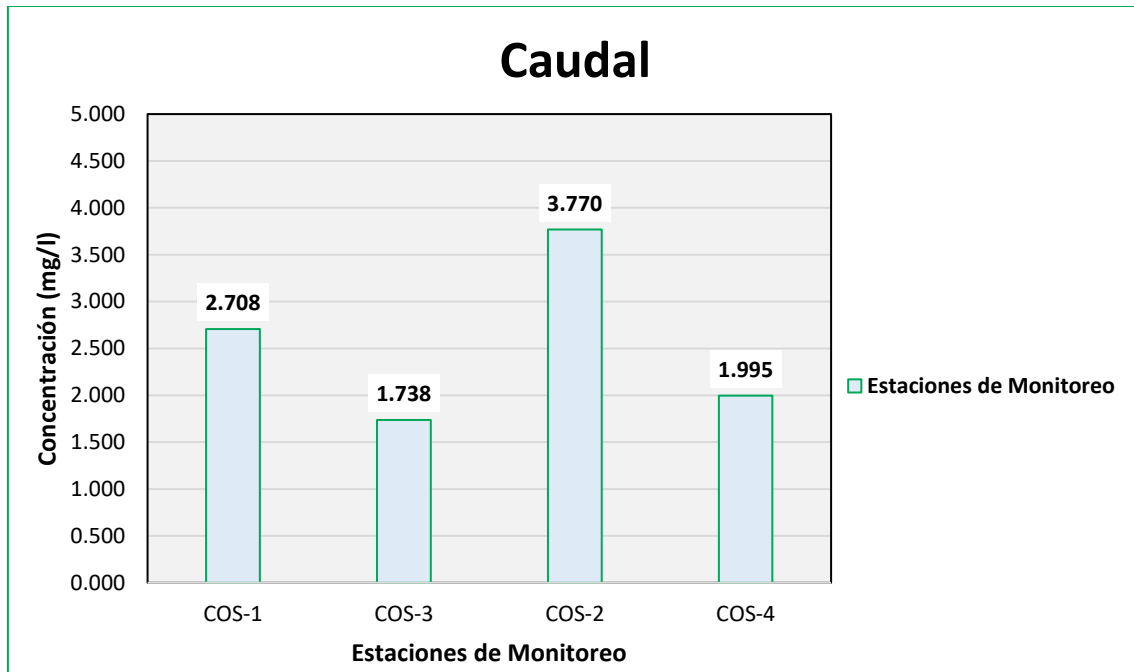
6.5.4.3 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL – ZONA DE MOQUEGUA

6.5.4.3.1 CAUDAL

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de caudal, presentados en las estaciones de monitoreo evaluadas, los cuales presentan los siguientes valores.

Para el río Coscore, se tiene que desde el punto aguas arriba COS-1 un caudal de 2.708 m³/s, conforme se va en dirección aguas abajo se aprecia que los puntos COS-3 y COS-4 tienen unos caudales de 1.738 m³/s y 1.905 m³/s, respectivamente, a comparación del punto aguas arriba en esa parte estos ríos se ve una disminución mínima de caudal pudiendo deberse a que reciben una utilización para la actividad agropecuaria y conforme se van dirigiendo aguas abajo, en el punto COS-2, se aprecia un aumento de caudal de 3.770 m³/s.

Figura 6.513. Resultados de Caudal – Evaluación del río Coscore

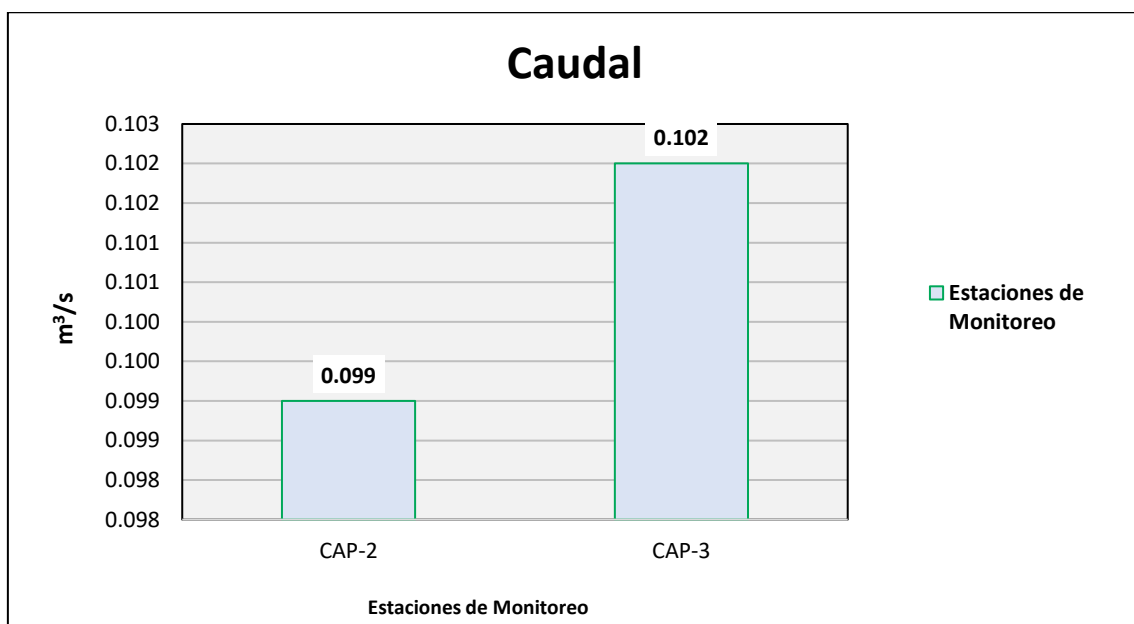


Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

En el río Huancanane se tienen dos puntos de monitoreo, el punto CAP-2 ubicado aguas arriba del río que presenta un caudal de 0.099 m³/s, y, el punto CAP-3 ubicado aguas abajo del río, el cual presenta un caudal de 0.102 m³/s, este último al encontrarse aguas abajo recibe aportantes de quebradas que incrementan su caudal. No obstante, los valores obtenidos son resultado de una temporada seca.

Figura 6.514. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Huancanane



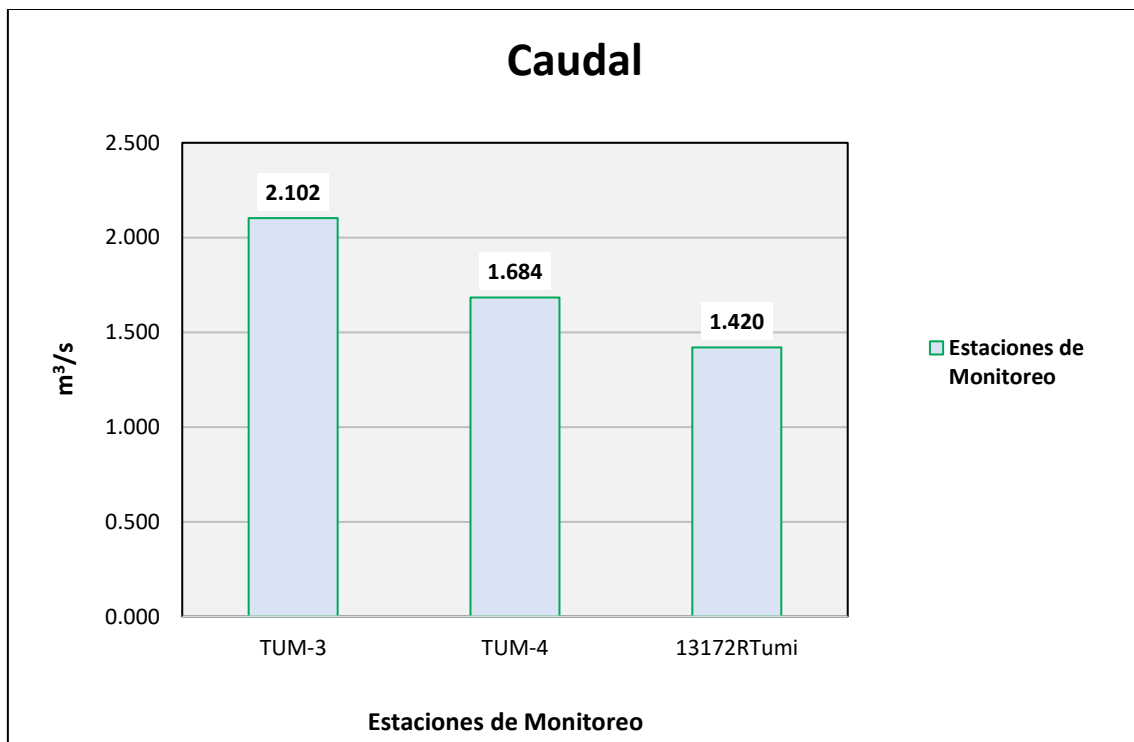
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Para el río Tumulaca tenemos que para el punto TUM-3 ubicado aguas arriba y para el punto TUM-4 ubicado a la altura del puente del mismo nombre del río, resultados de 2.102 m³/s y 1.681 m³/s, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RTumi se presenta un caudal de 1.420 m³/s. Esta diferencia entre aguas arriba y aguas abajo del río puede deberse principalmente a la actividad agropecuaria que se tiene en la parte baja del valle del río Tumulaca.

El mismo caso se puede observar al río Moquegua tenemos que para el punto MQ-3 ubicado aguas arriba y para el punto 13172RMoque1 ubicado a la mitad aproximada del río, resultados de 0.384 m³/s y 0.575 m³/s, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RMoque2 se presenta un caudal de 1.437 m³/s. Esta diferencia entre aguas arriba y aguas abajo del río puede deberse principalmente a la actividad agropecuaria mencionada en el anterior párrafo ya que el río Tumulaca conforme va descendiendo se convierte en el río Moquegua y es justamente en esta parte del valle donde se encuentra influenciado por la actividad agrícola y ganadera de la zona, los cuales hacen uso del cuerpo hídrico y conforme va dirigiéndose hacia la zona baja del río Moquegua se va disminuyendo esta presión que recibe el río teniendo como resultado una recuperación del caudal.

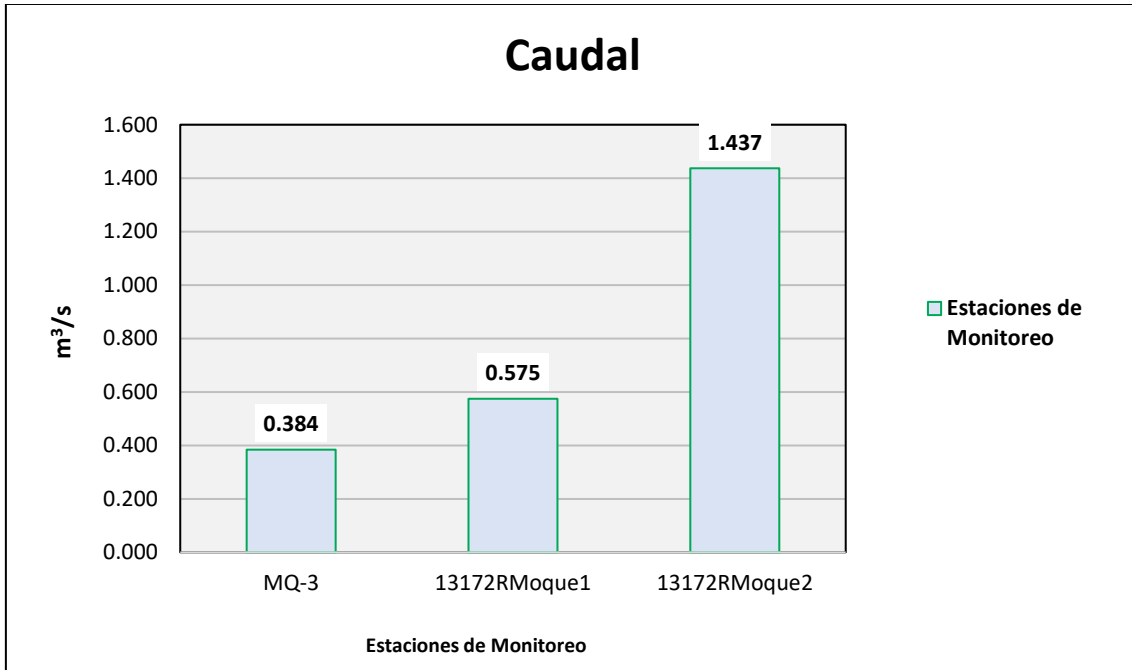
Figura 6.515. Resultados de Caudal – Evaluación del río Tumulaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

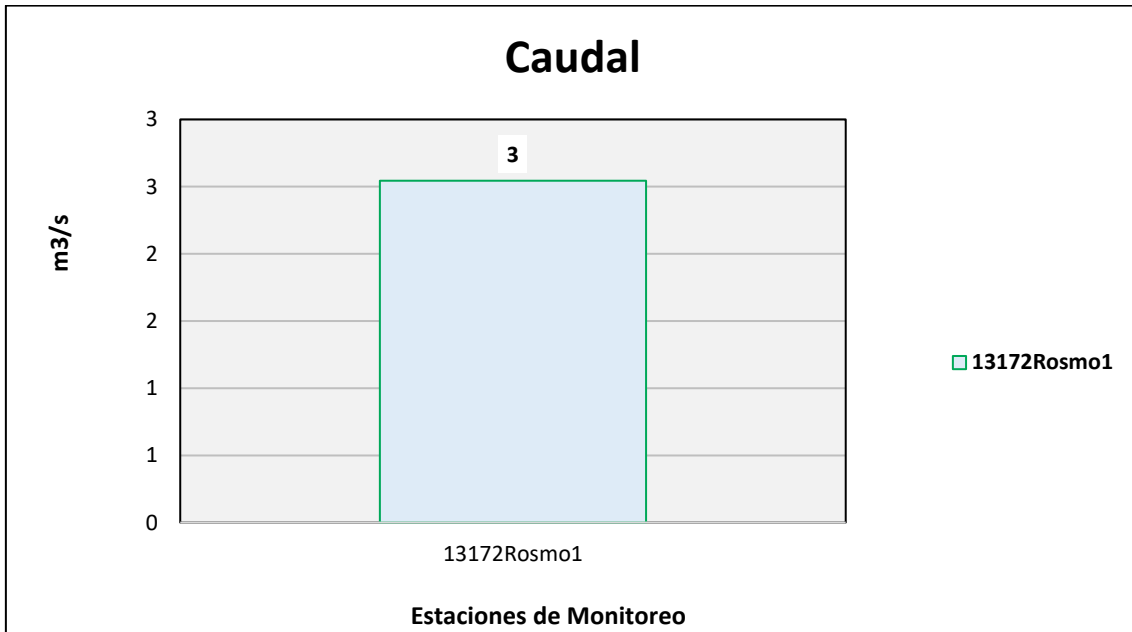
Figura 6.516. Resultados de Caudal – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.517. Resultados de Caudal – Evaluación del río Osmore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

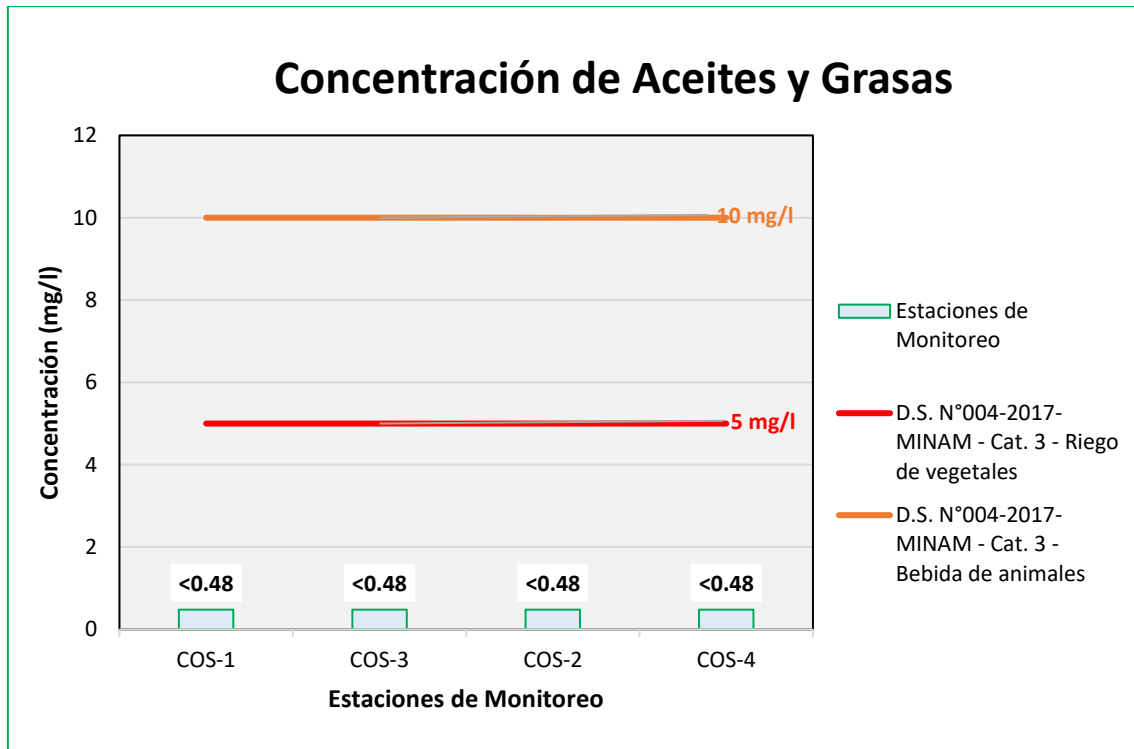
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.2 ACEITES Y GRASAS

Como se puede observar en las siguientes figuras líneas abajo, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de operaciones del proyecto minero Quellaveco se encuentran

por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA AyG = 5,0 mg/L).

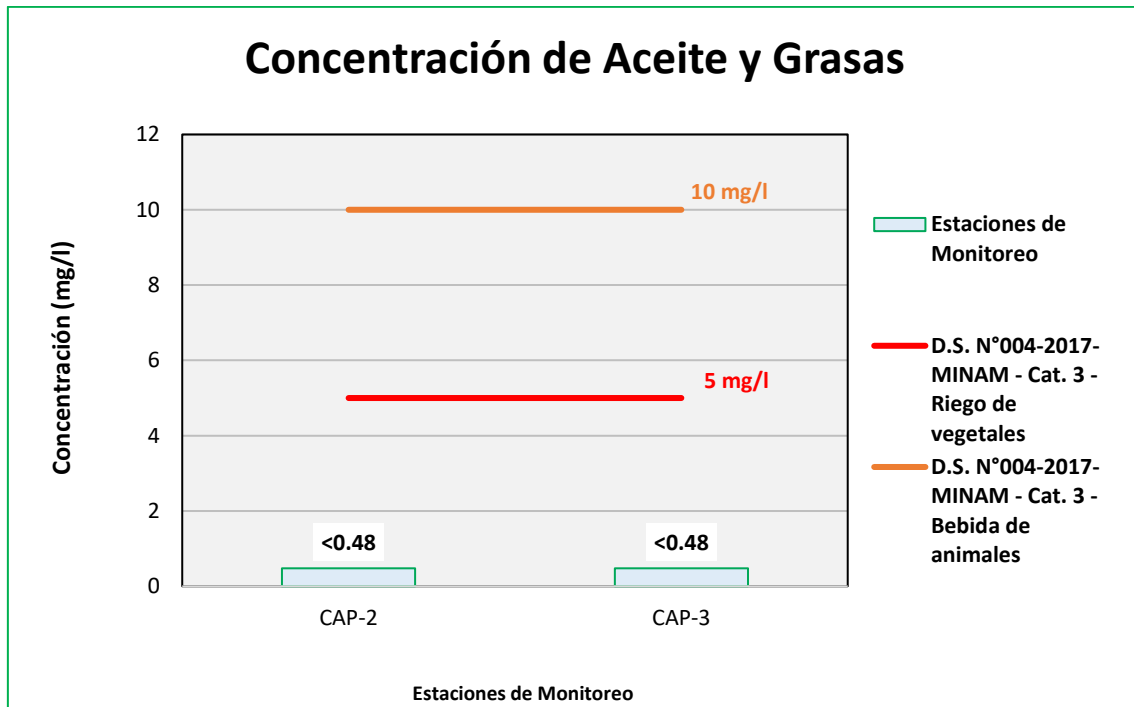
Figura 6.518. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

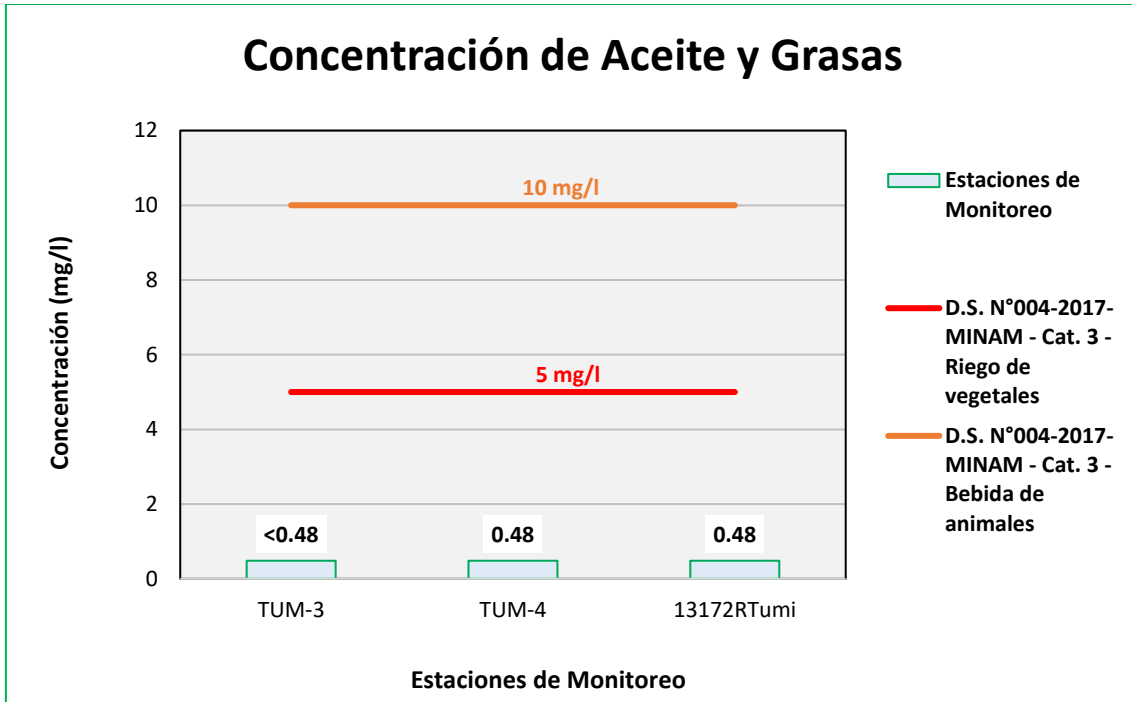
Figura 6.519. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

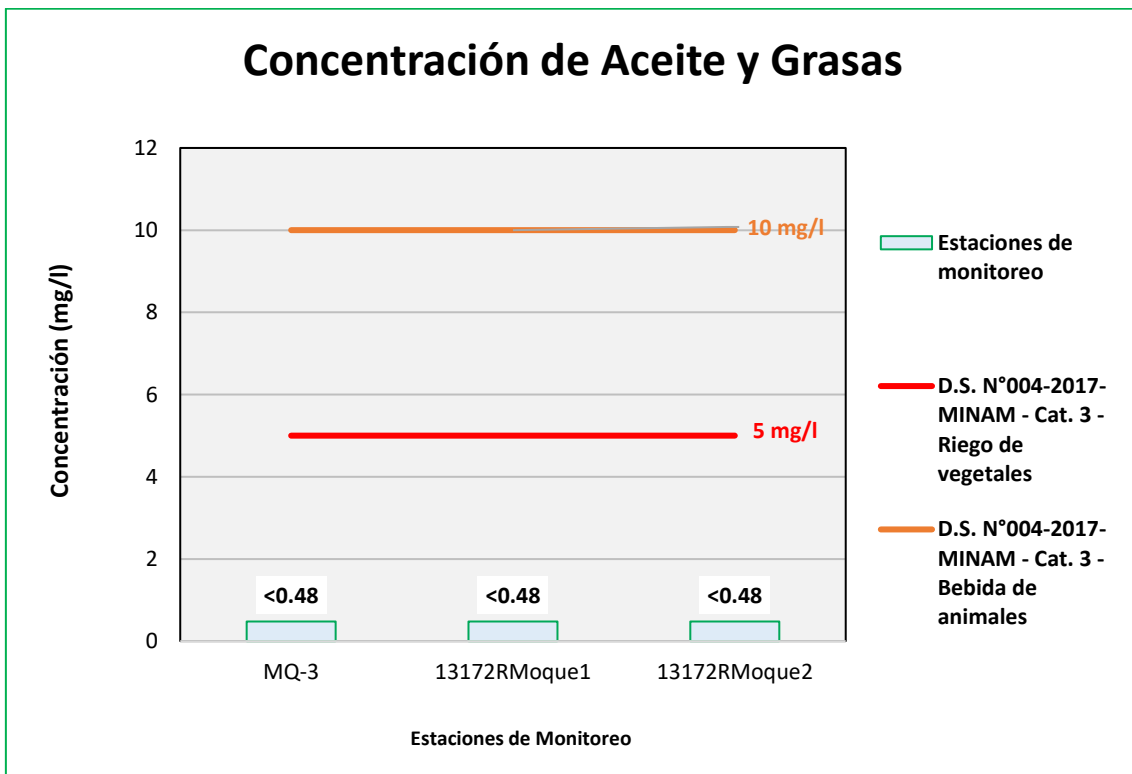
Figura 6.520. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

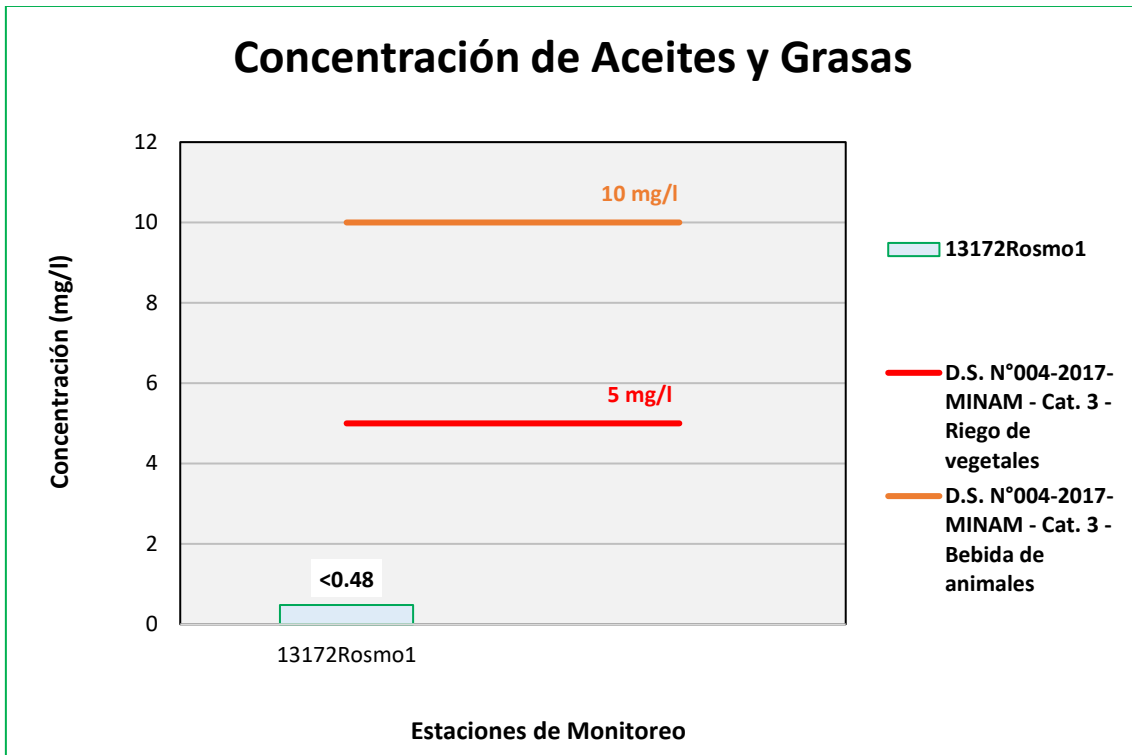
Figura 6.521. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.522. Resultados de Aceites y Grasas – Evaluación del río Osmore



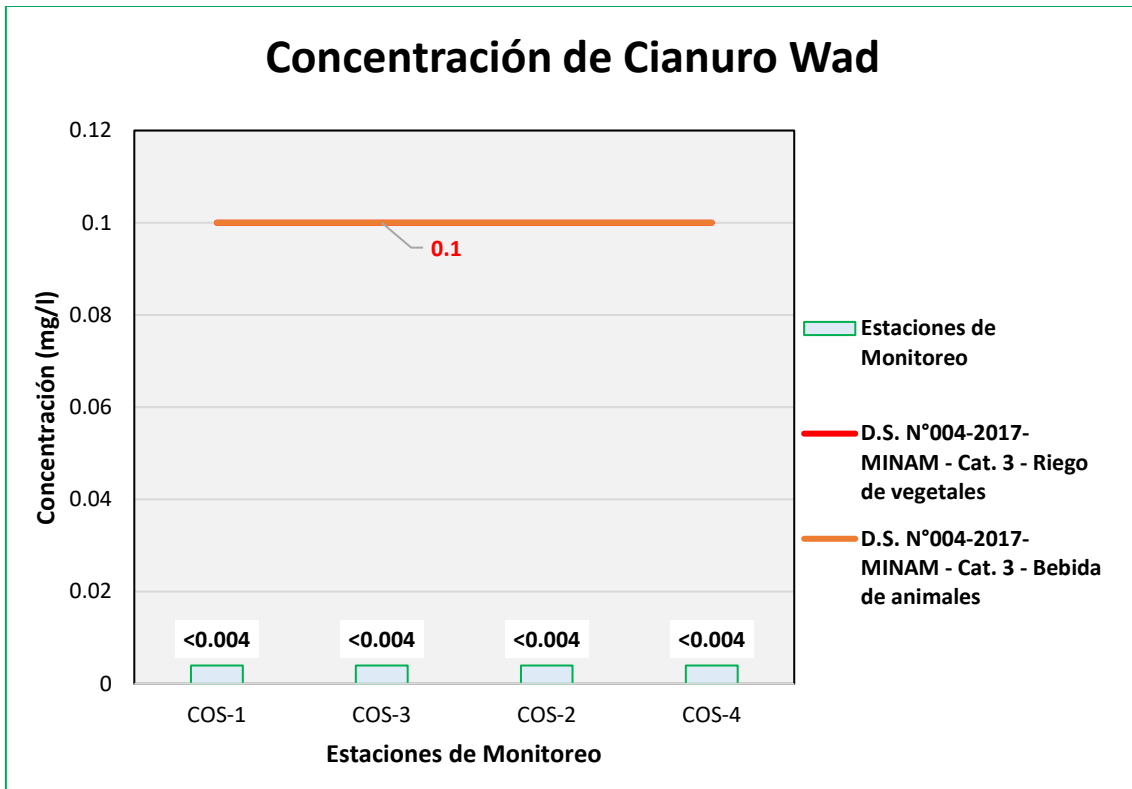
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.3 CIANURO WAD

Los análisis de Cianuro WAD procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cianuro WAD = 0,1 mg/L), pudiendo concluir que en las cuencas de dichos cuerpos de agua no hay indicios de presencia de la actividad aurífera.

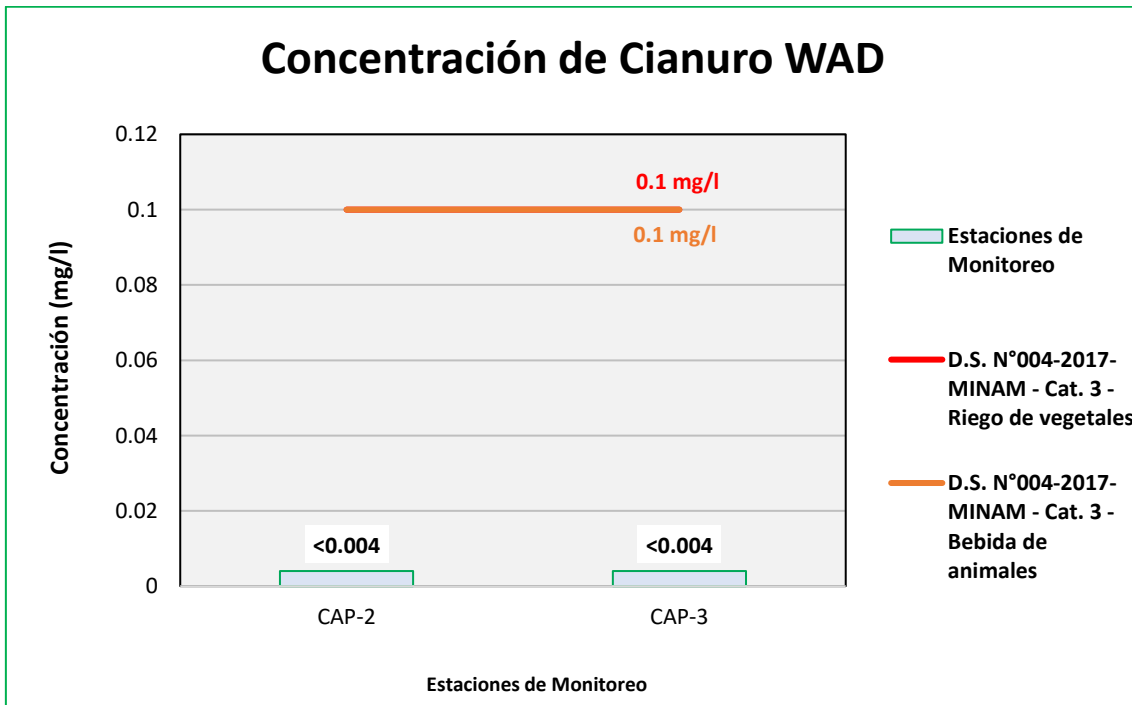
Figura 6.523. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

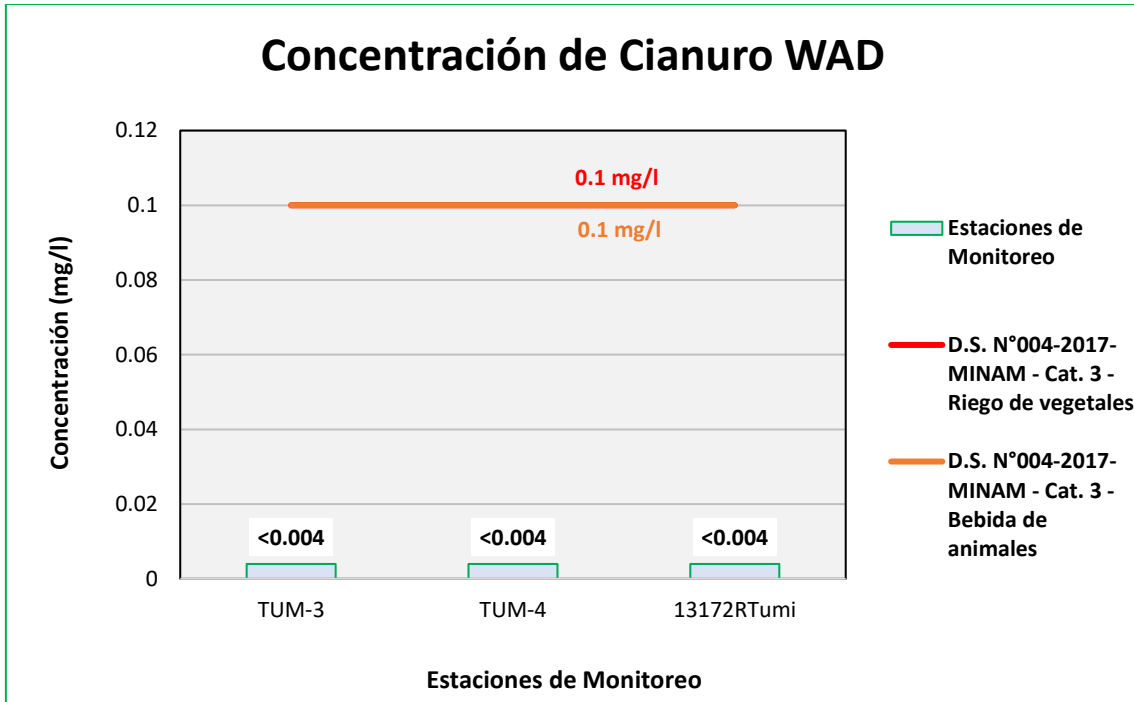
Figura 6.524. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

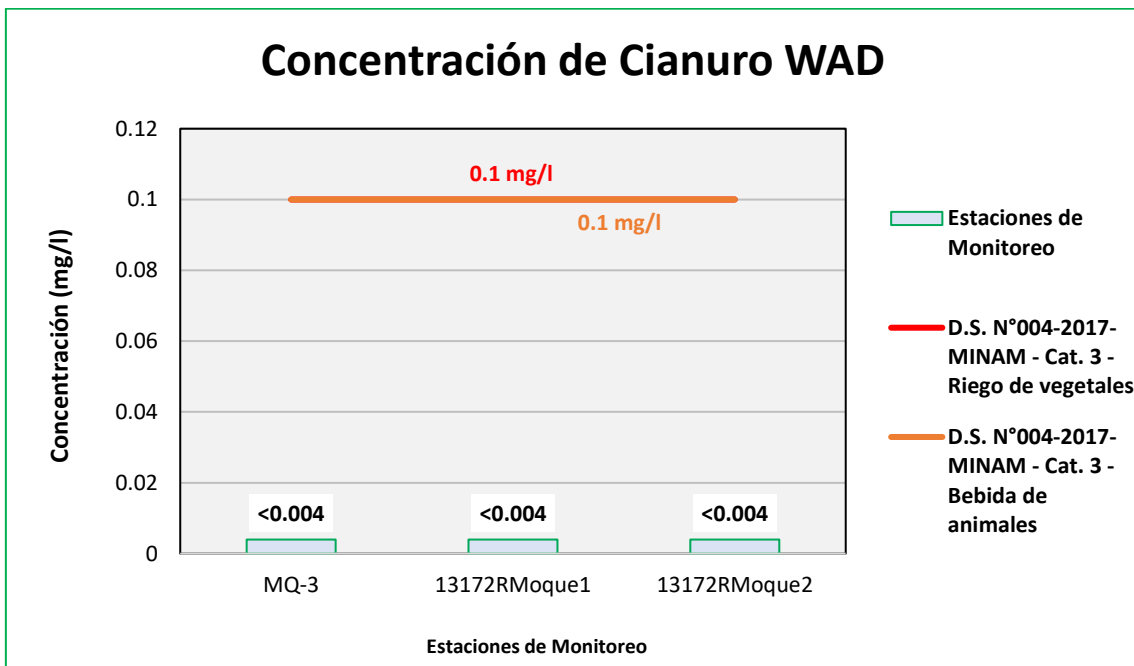
Figura 6.525. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

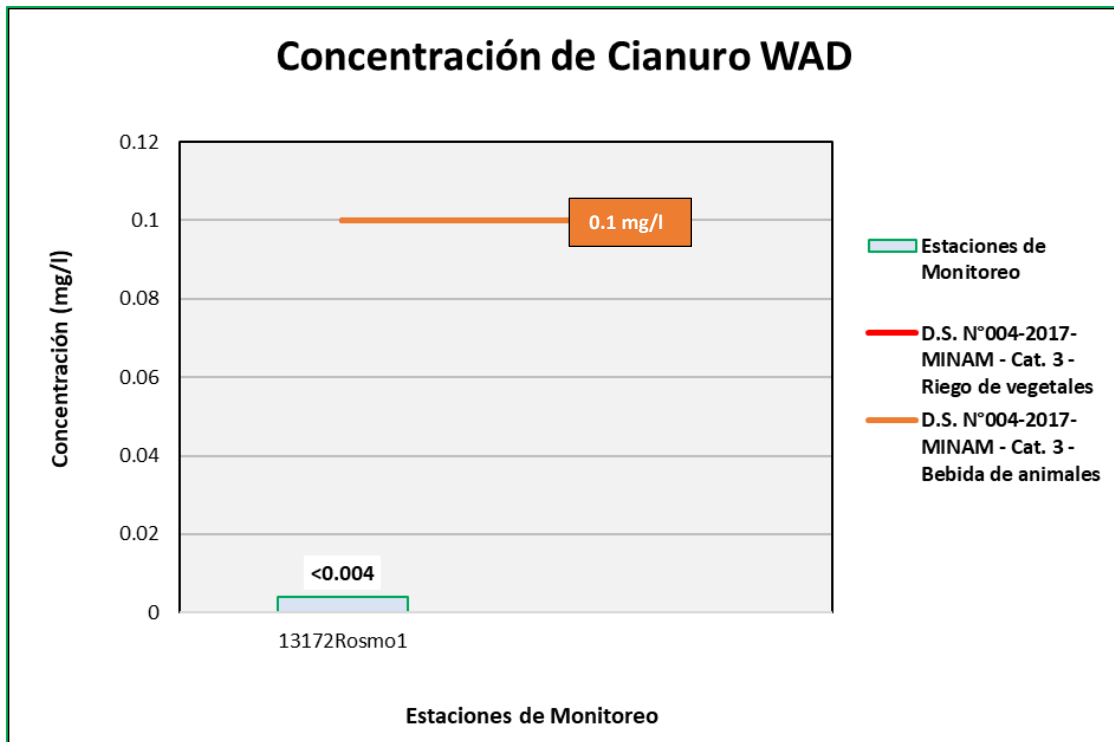
Figura 6.526. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.527. Resultados de Cianuro WAD – Evaluación del río Osmore



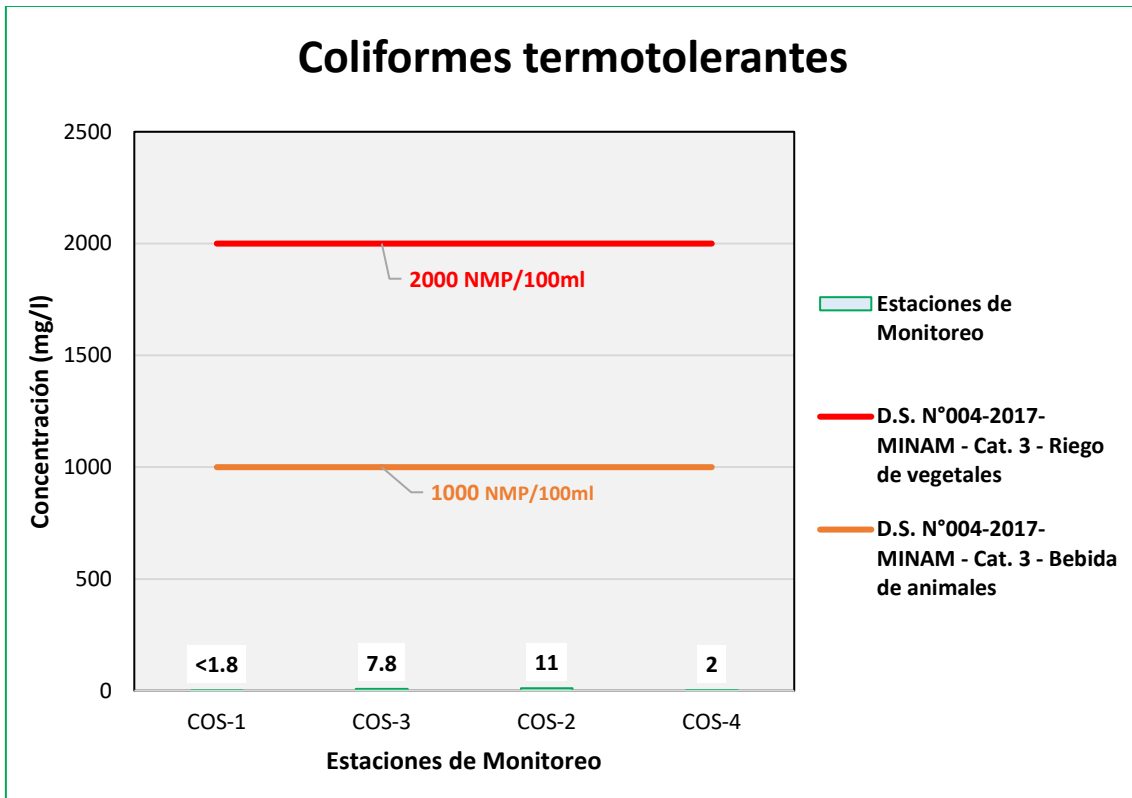
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Tal como se muestra en las siguientes figuras, los valores de Coliformes Termotolerantes se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Coliformes Termotolerantes = 1000 NMP/100ml), lo que evidencia que las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo no representan un peligro para la calidad del medio ambiente.

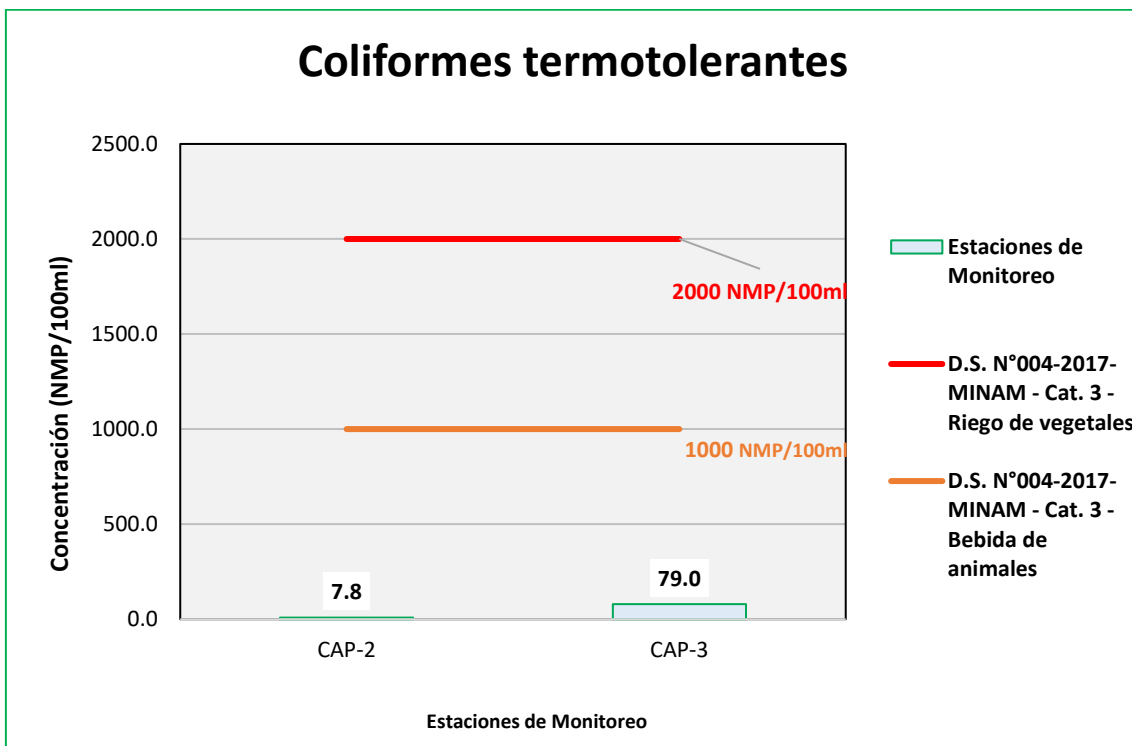
Figura 6.528. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

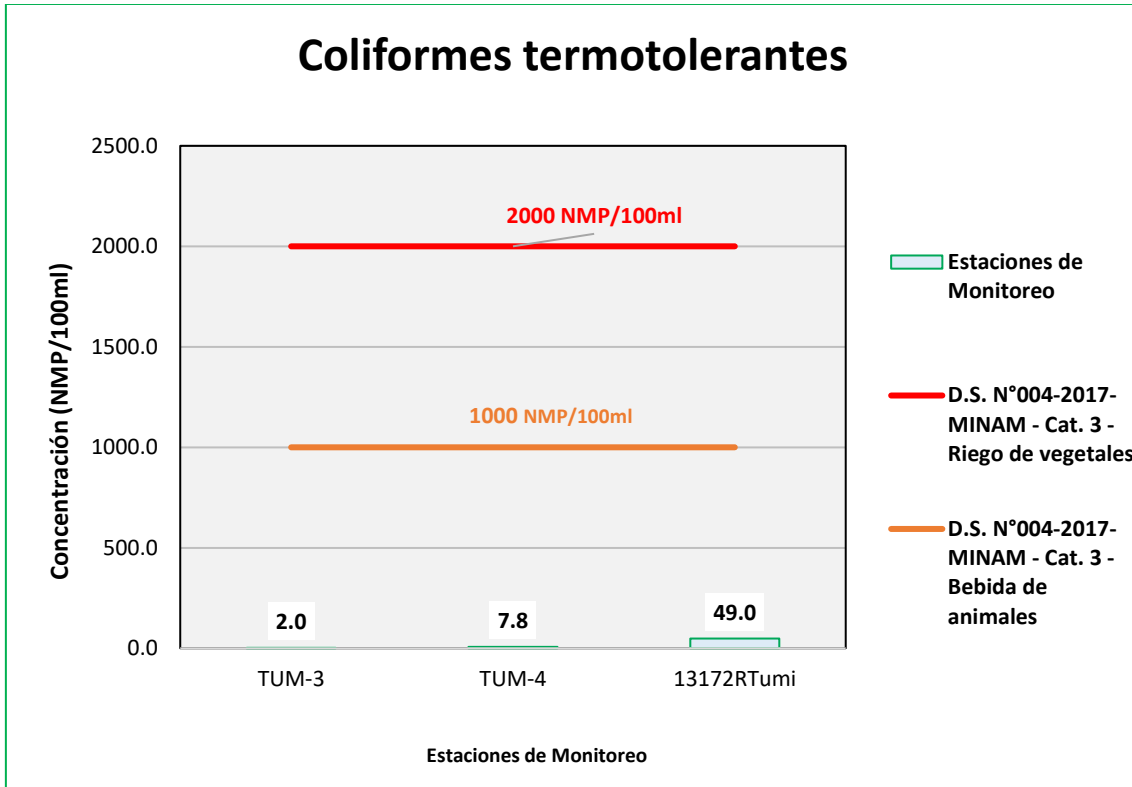
Figura 6.529. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

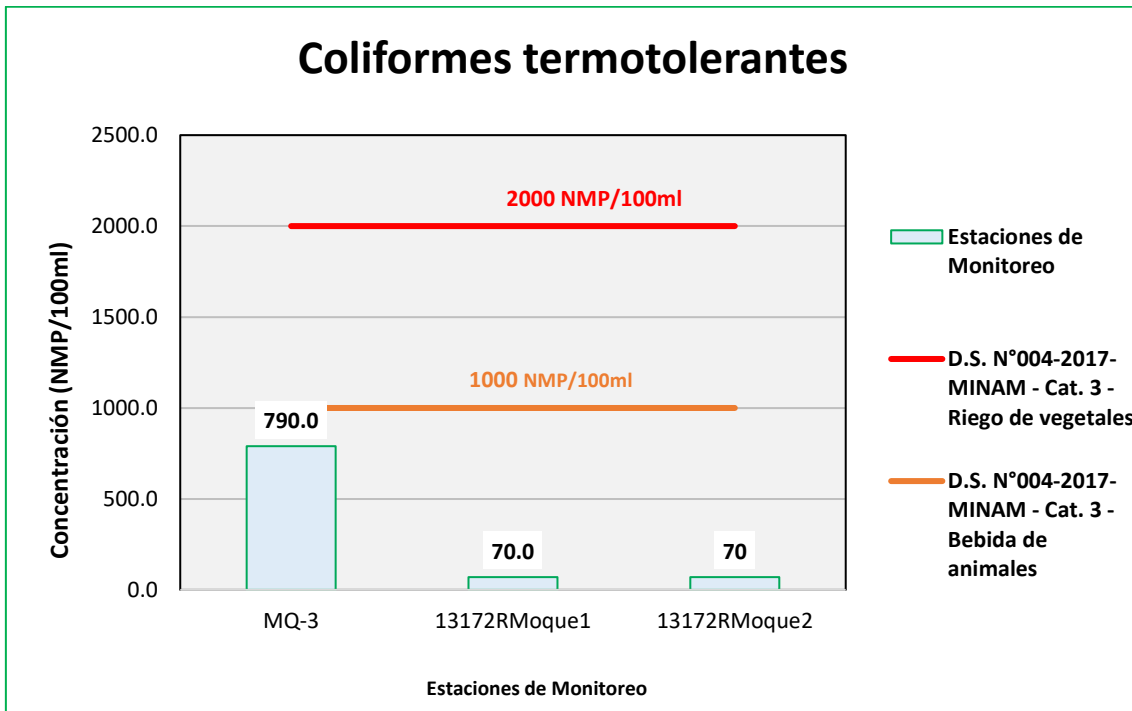
Figura 6.530. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

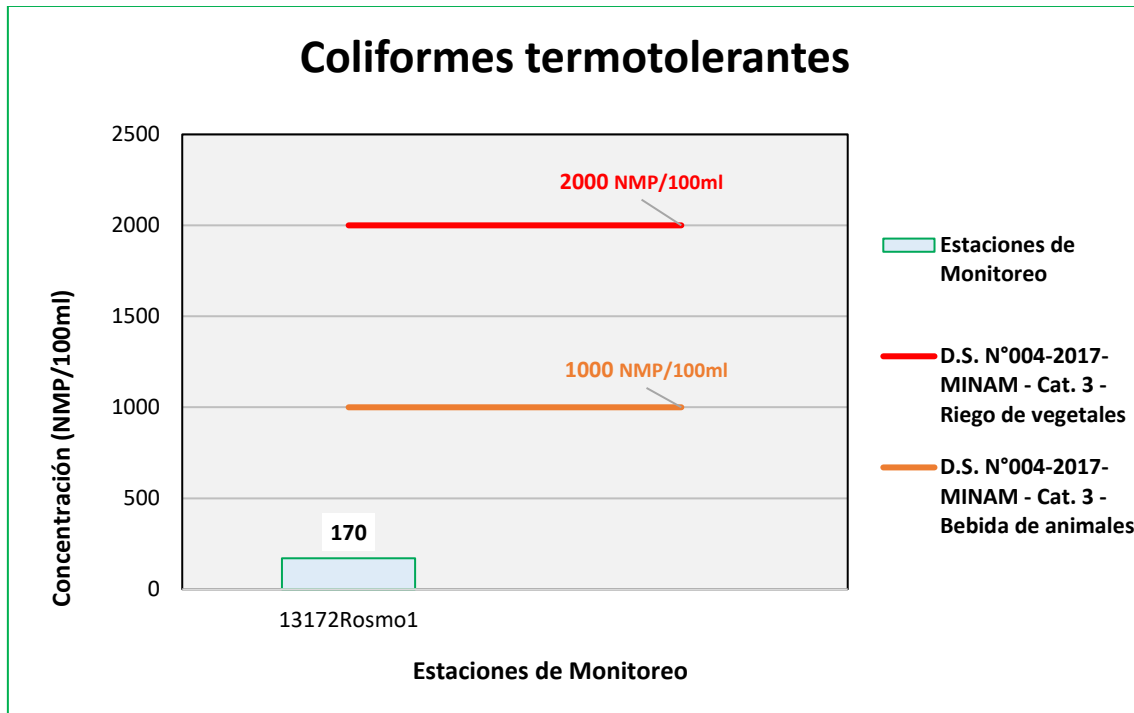
Figura 6.531. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.532. Resultados de Coliformes Termotolerantes – Evaluación del río Osmore



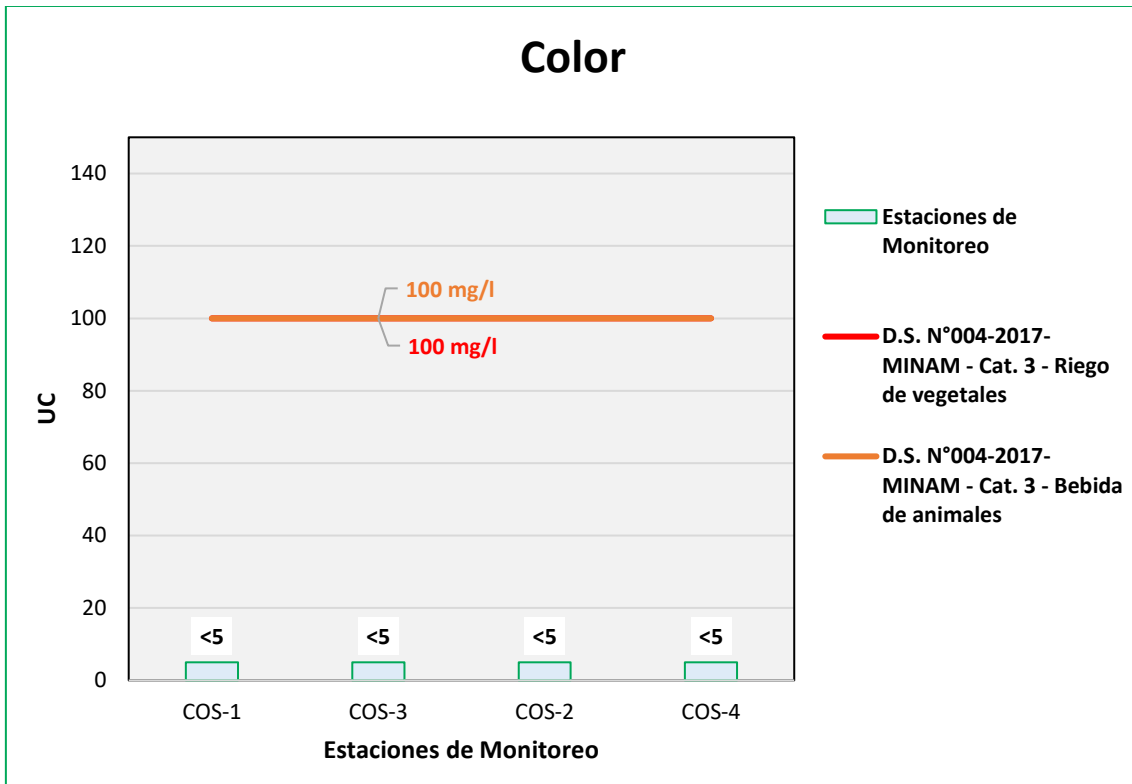
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.5 COLOR

La determinación de los resultados de Color procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de operaciones arroja valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<5 UC). Asimismo, dichos valores de Color se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Color = 100 UC).

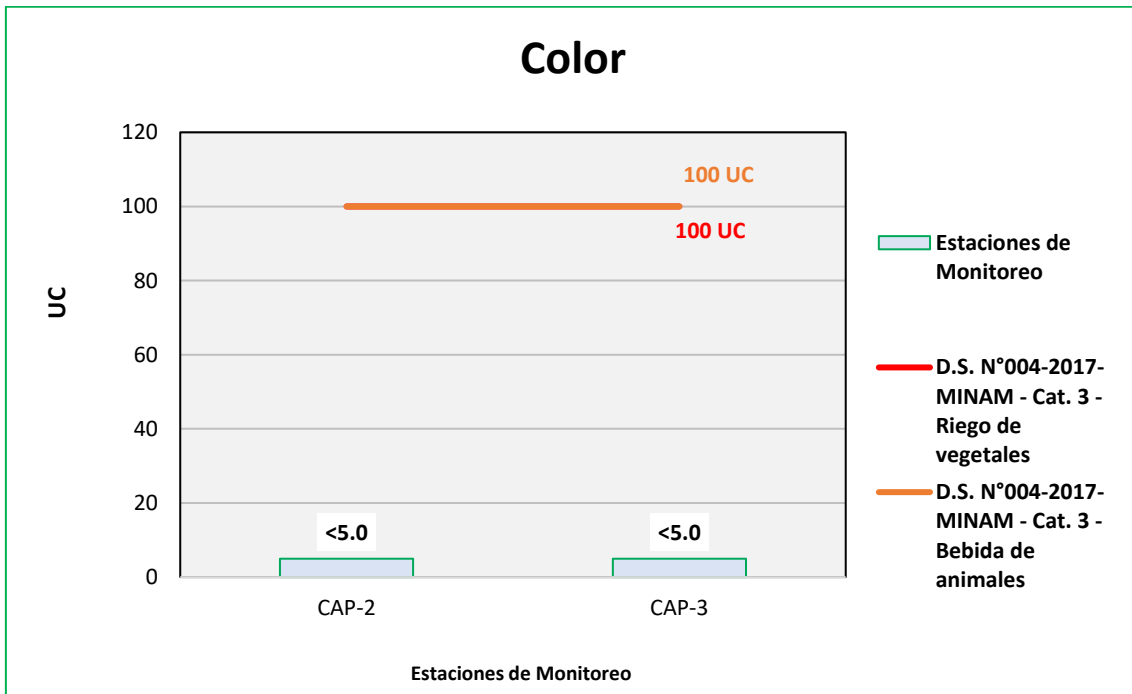
Figura 6.533. Resultados de Color – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

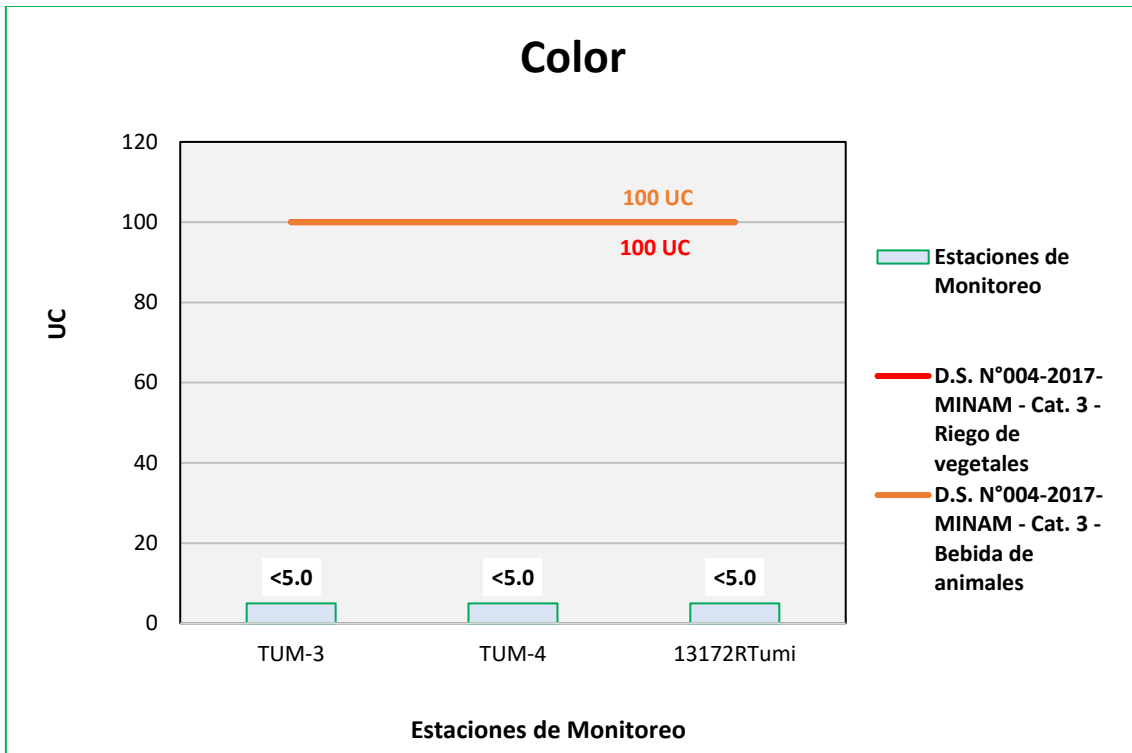
Figura 6.534. Resultados de Color – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

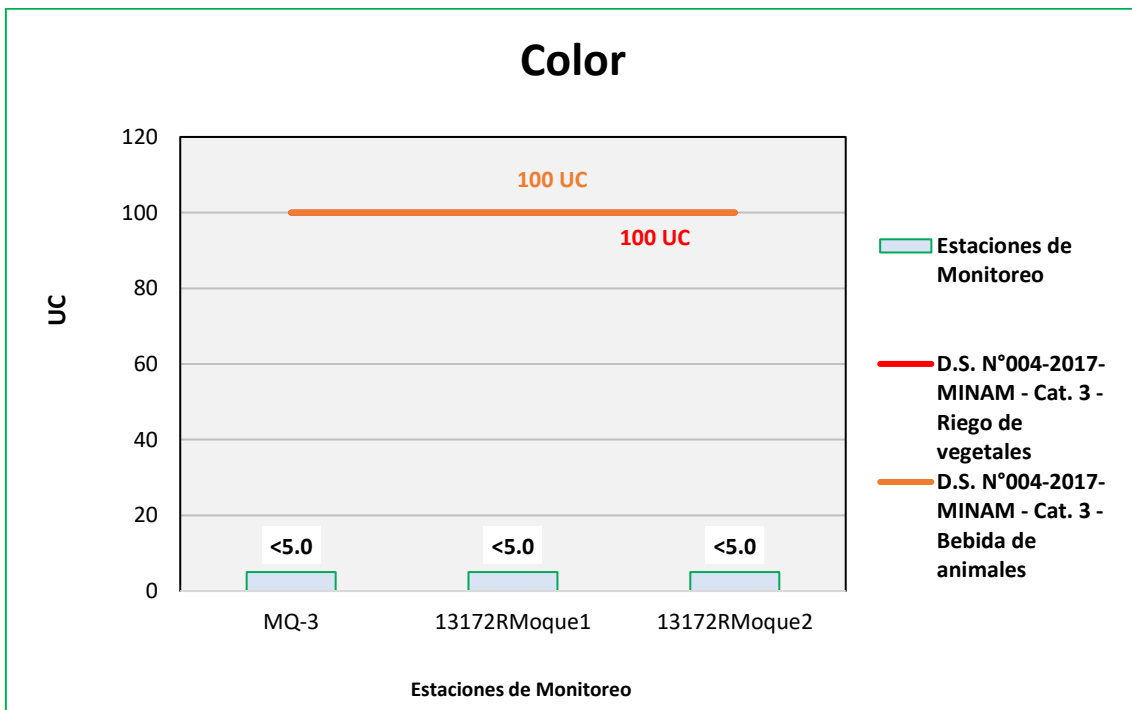
Figura 6.535. Resultados de Color – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

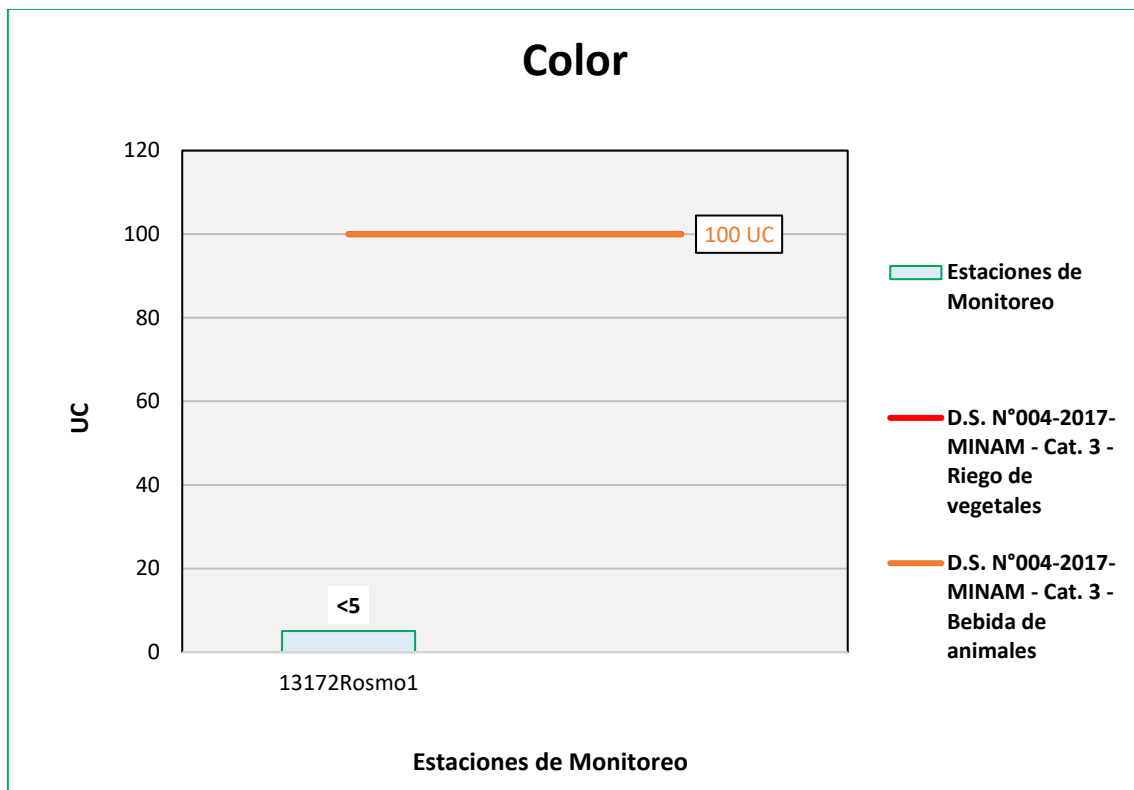
Figura 6.536. Resultados de Color – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.537. Resultados de Color – Evaluación del río Osmore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

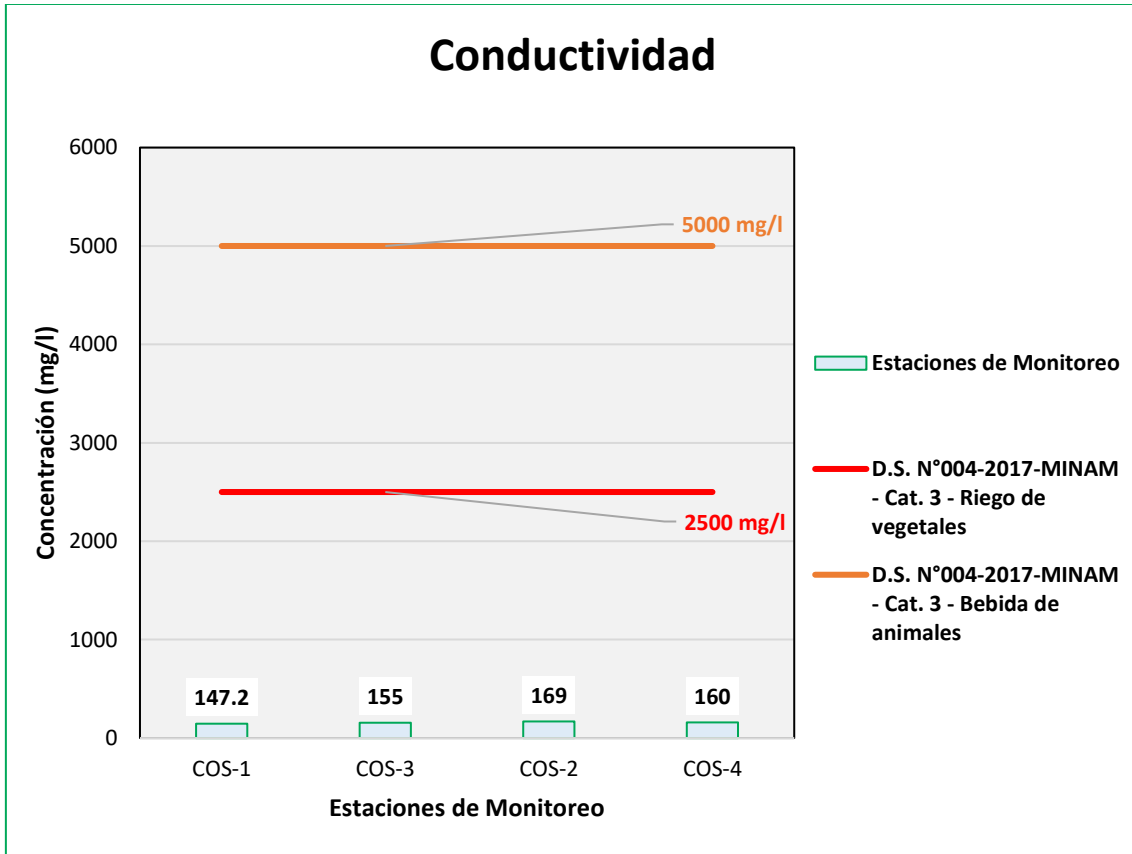
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.6 CONDUCTIVIDAD

Los resultados de Conductividad Eléctrica procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Conductividad Eléctrica = 2 500 μ S/cm).

Sin embargo, el punto de monitoreo 13172RMoque2, aguas abajo del río Moquegua, se encuentra superando el ECA para el parámetro Conductividad Eléctrica.

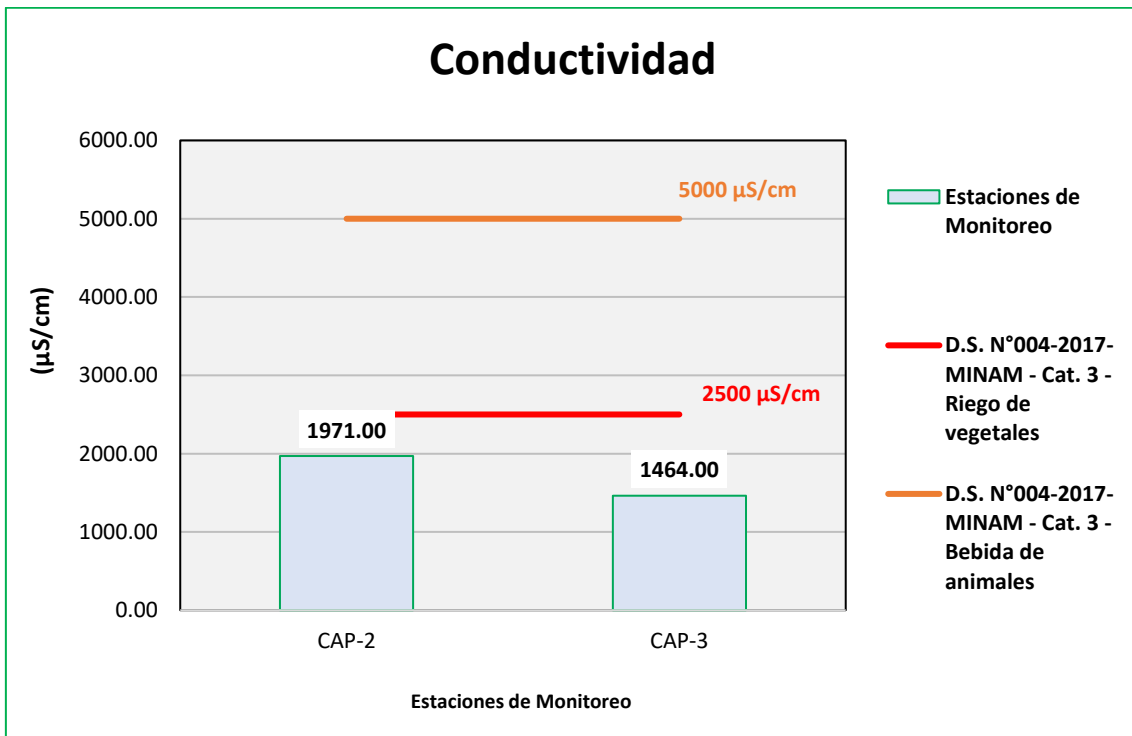
Figura 6.538. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

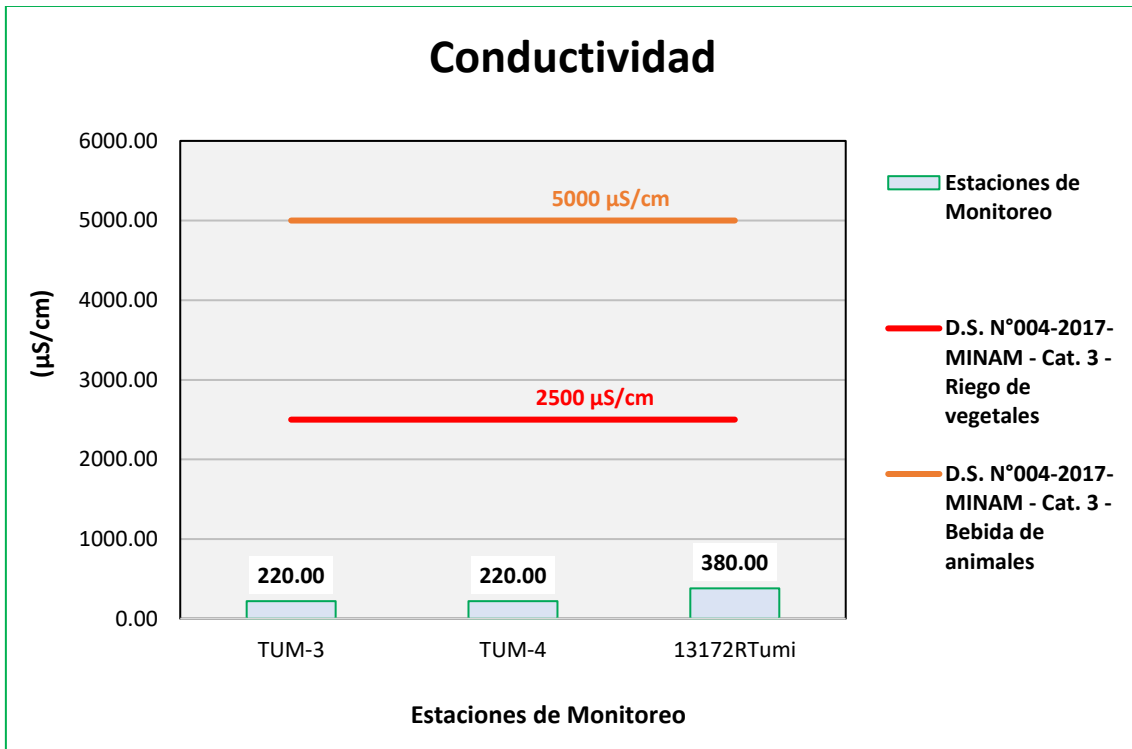
Figura 6.539. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

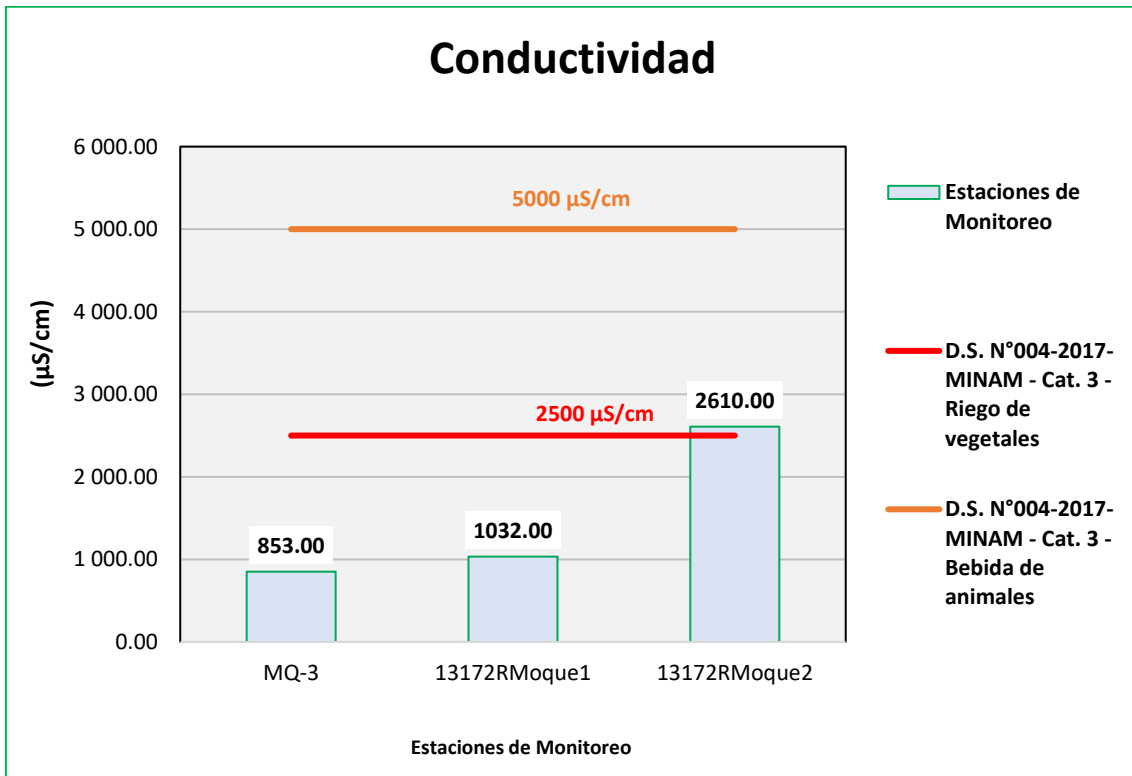
Figura 6.540. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

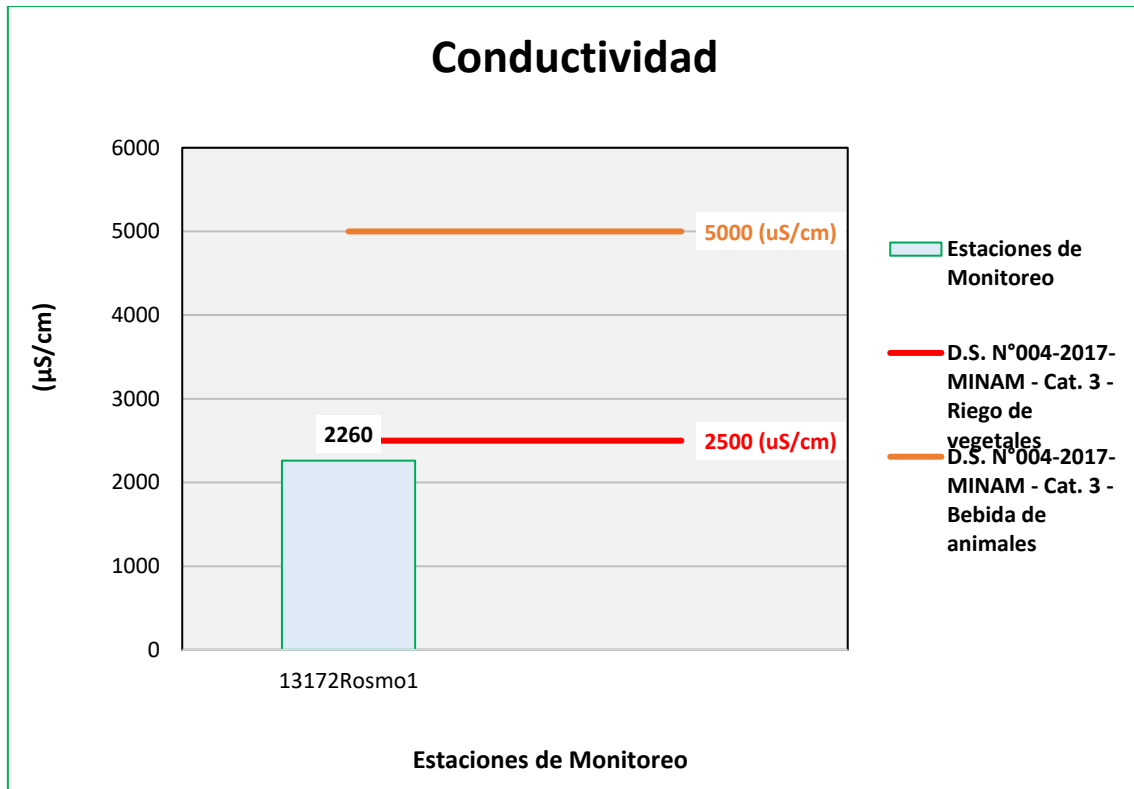
Figura 6.541. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.542. Resultados de Conductividad – Evaluación del río Osmore



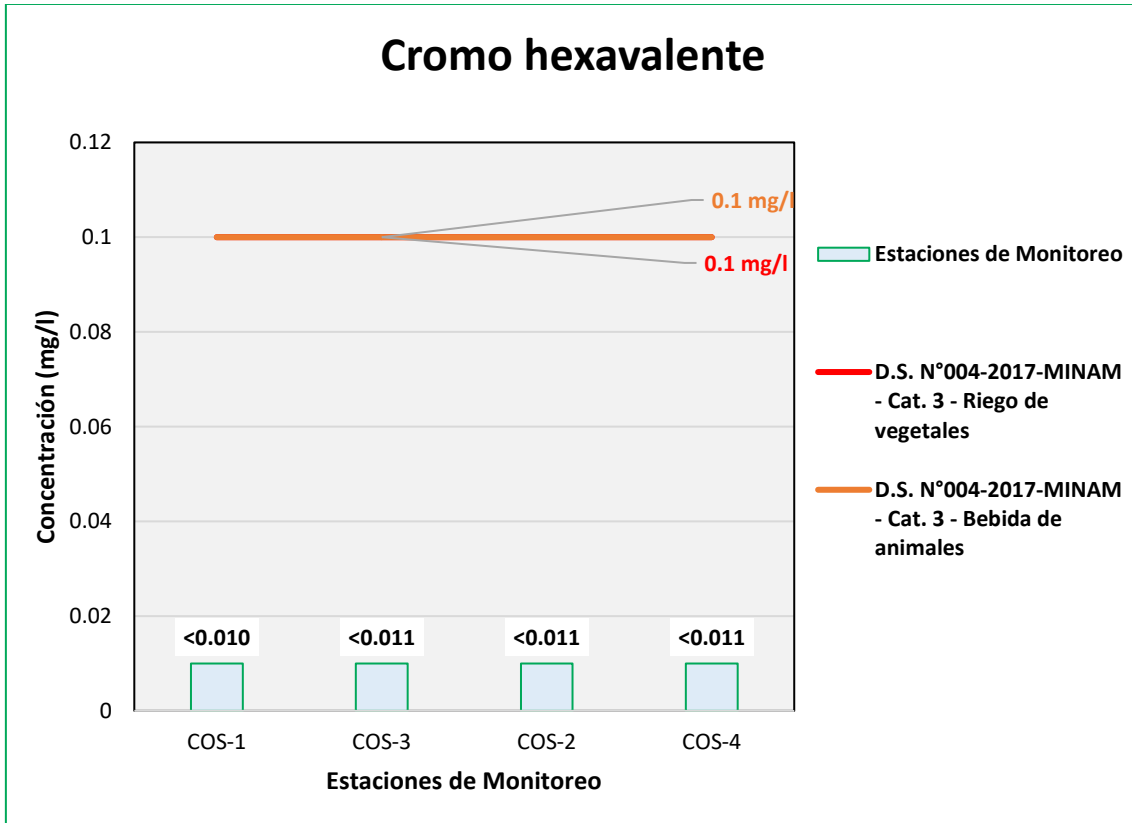
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.7 CROMO VI

Los resultados de Cromo VI procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cr VI = 0,1 mg/L).

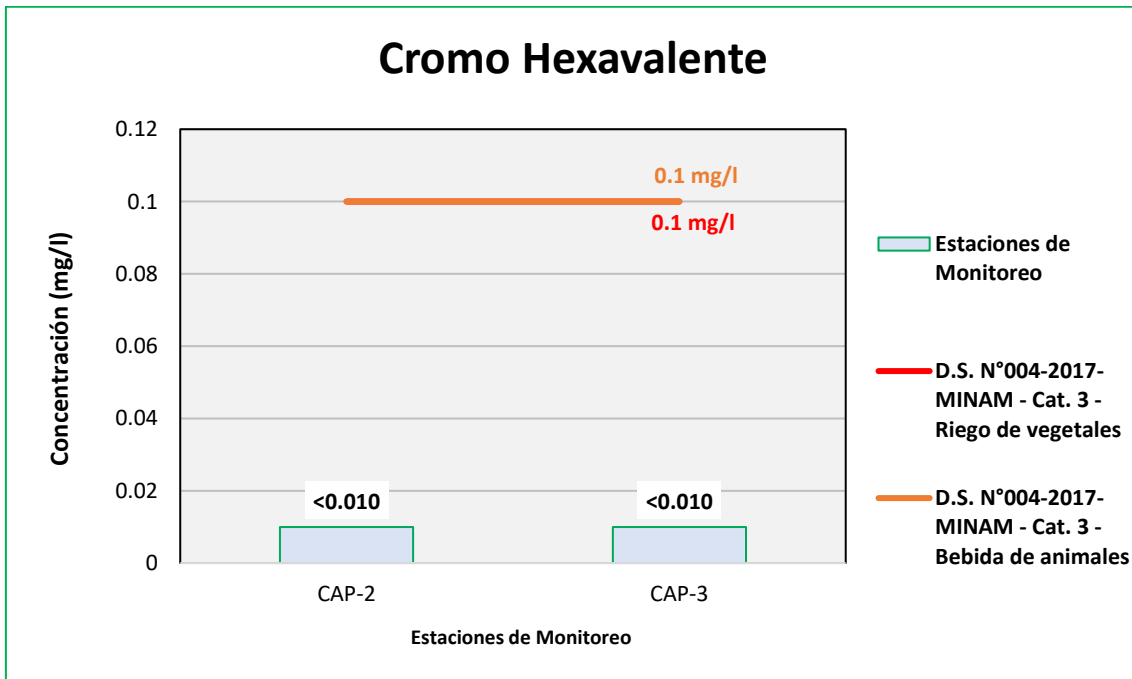
Figura 6.543. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

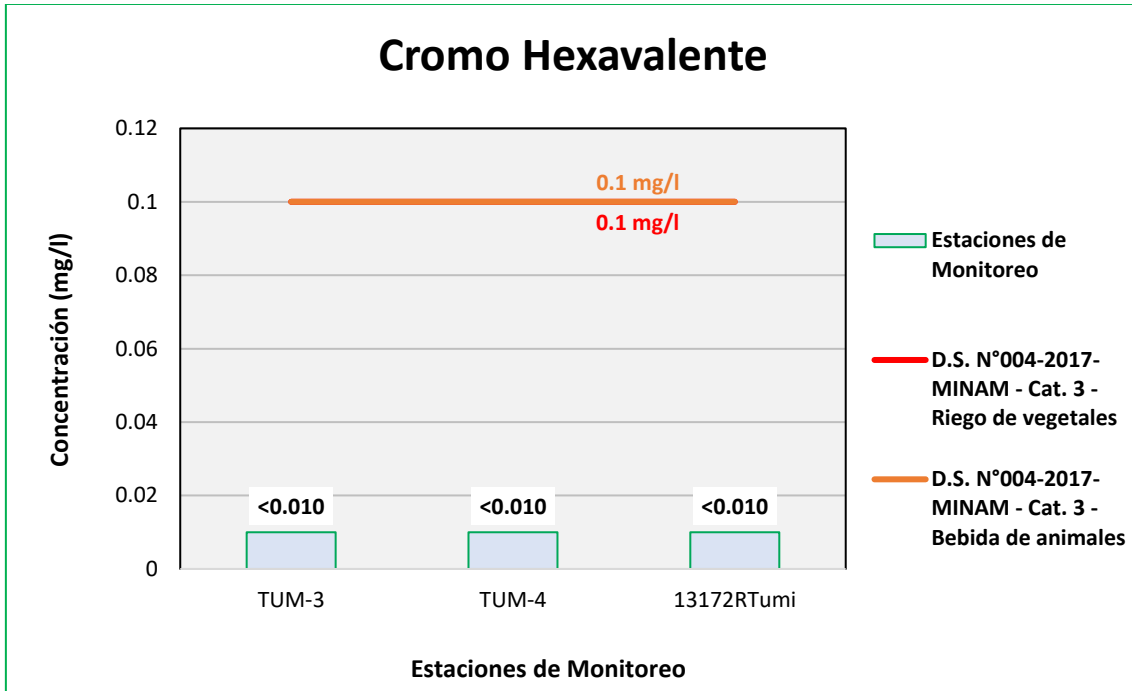
Figura 6.544. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

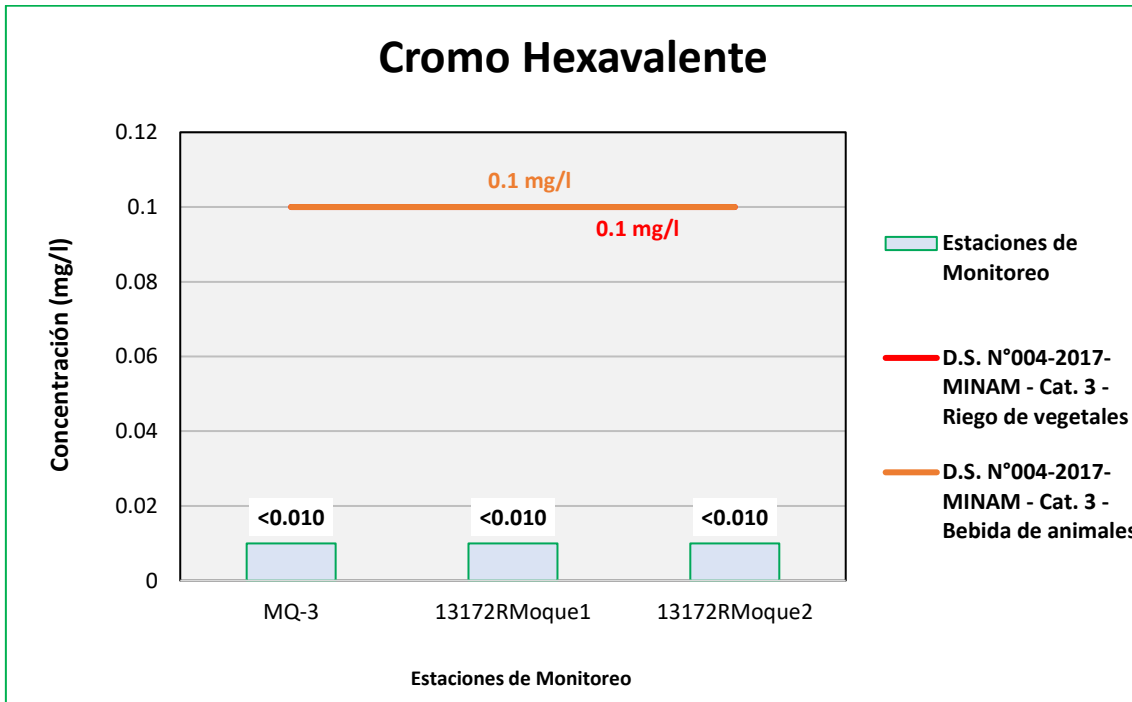
Figura 6.545. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

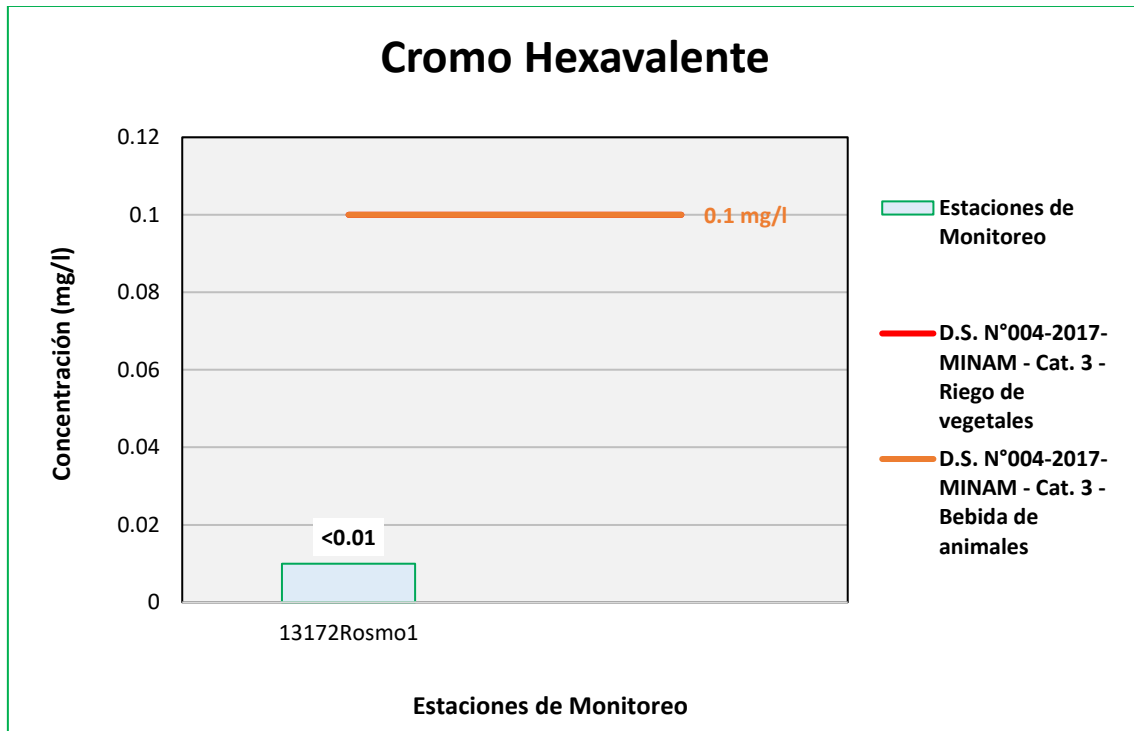
Figura 6.546. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.547. Resultados de Cromo VI – Evaluación del río Osmore



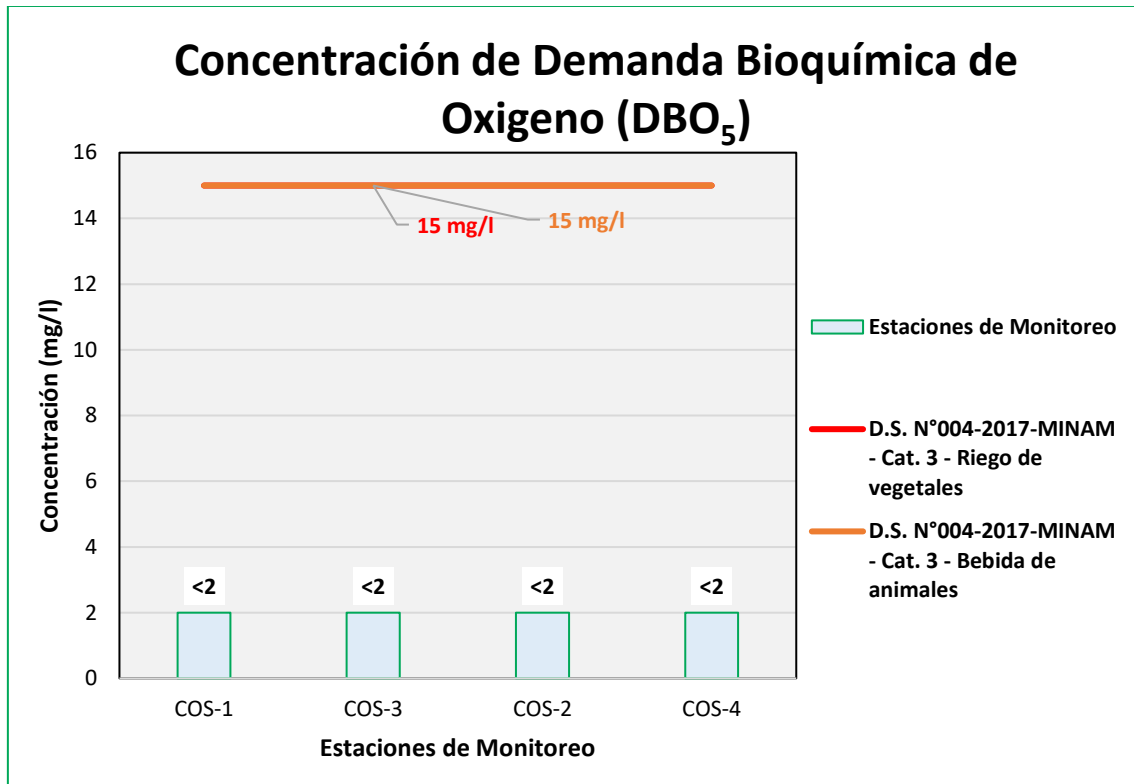
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.8 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

Los resultados de DBO₅ procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DBO₅ = 15 mg/L).

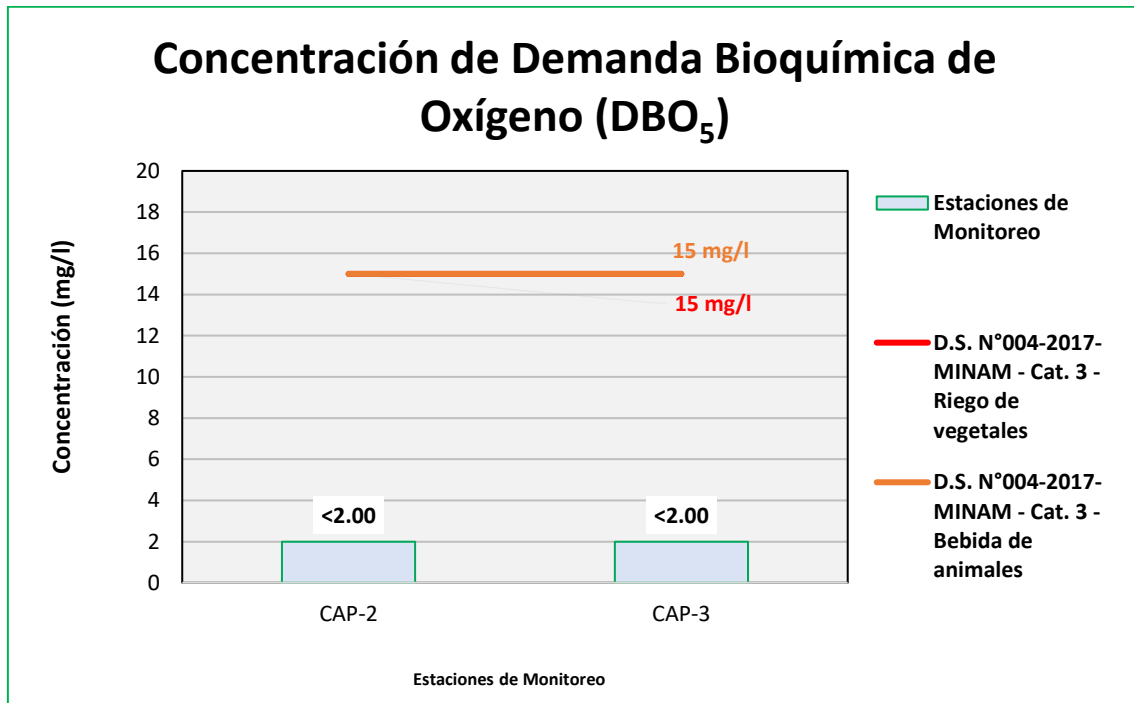
Figura 6.548. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

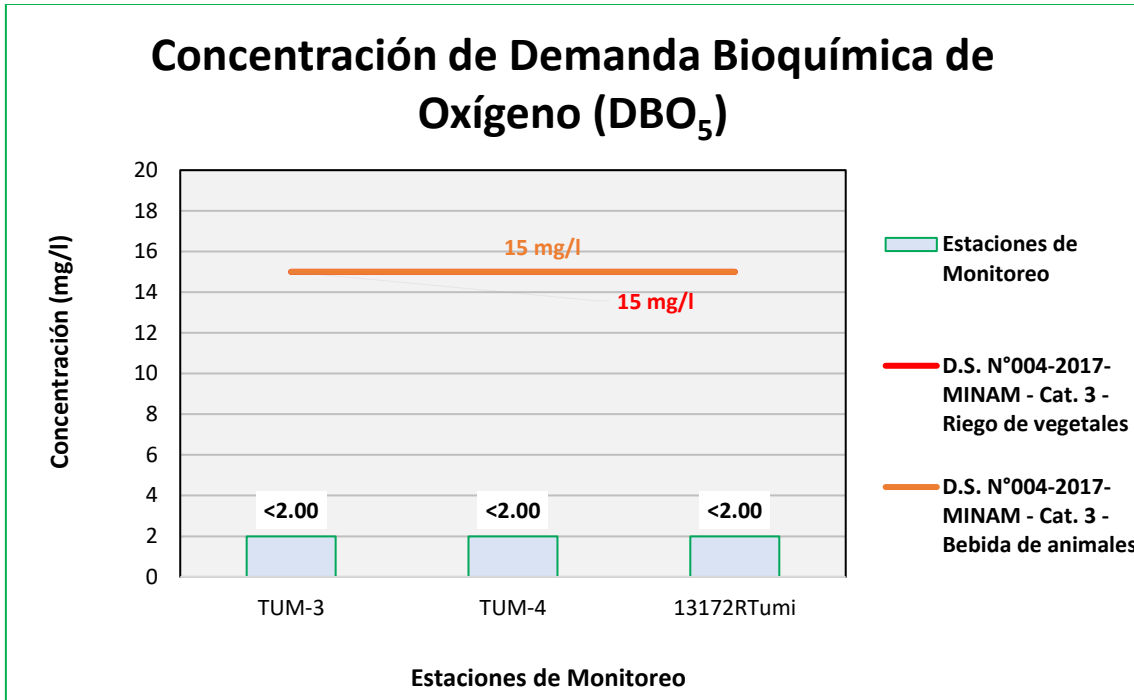
Figura 6.549. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

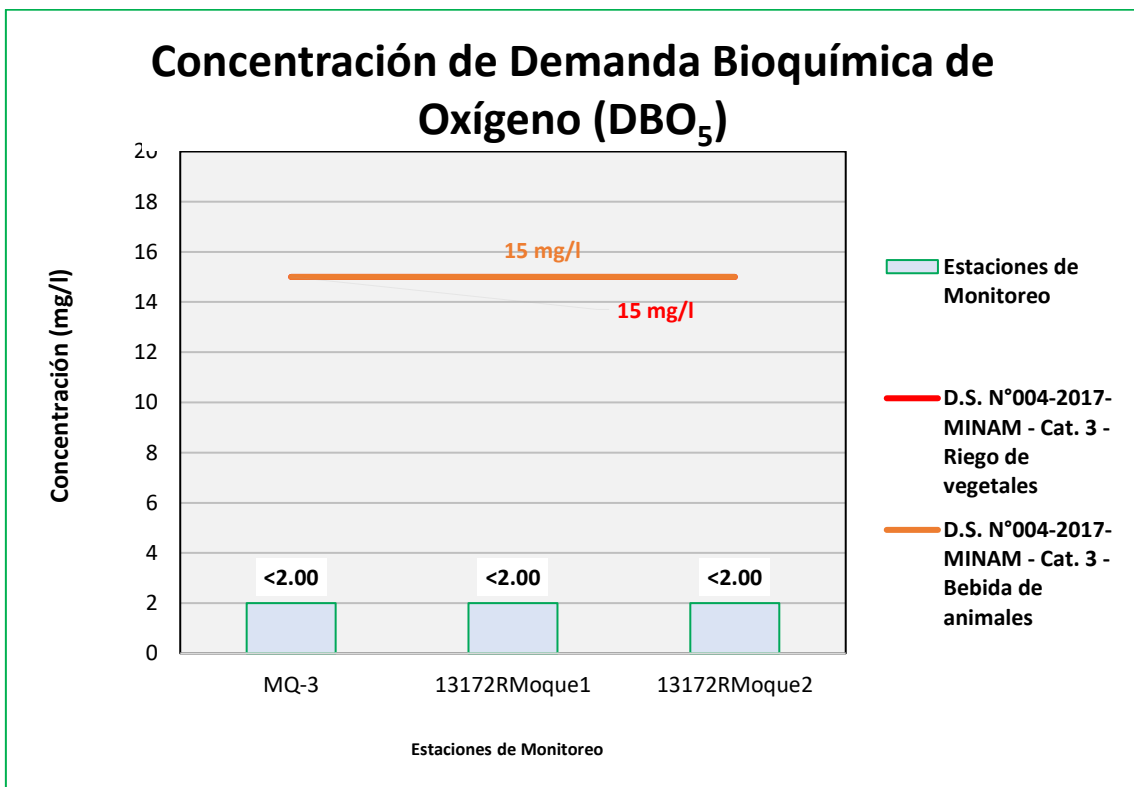
Figura 6.550. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

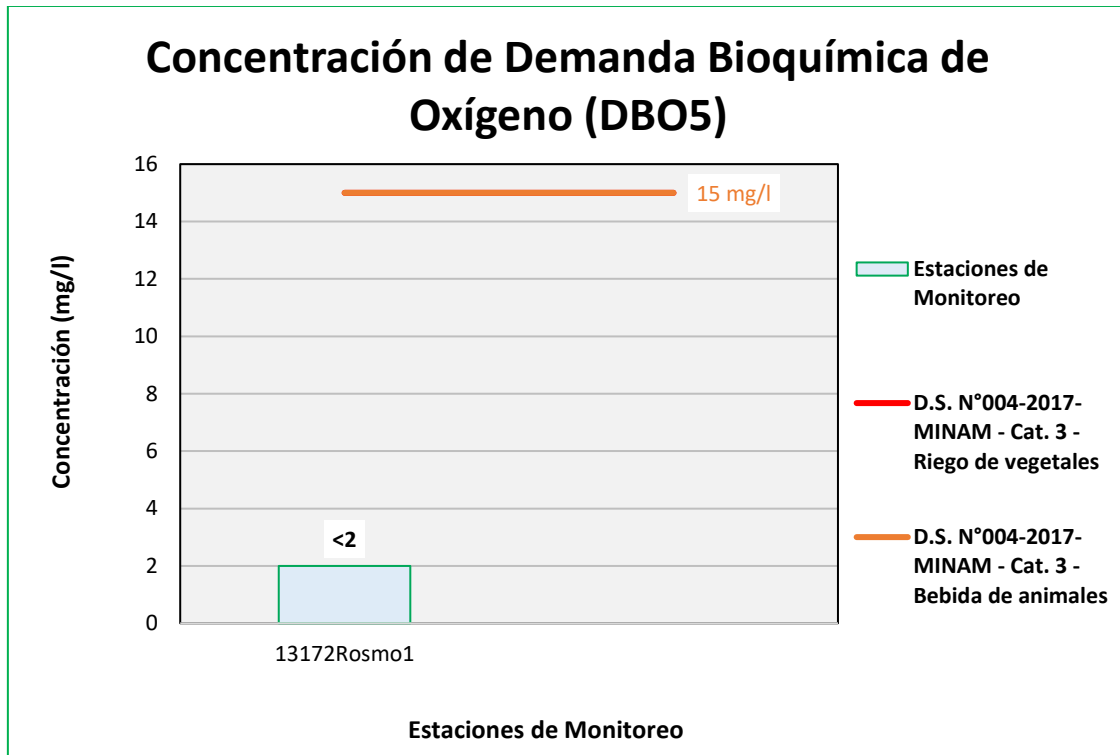
Figura 6.551. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.552. Resultados de DBO5 – Evaluación del río Osmore



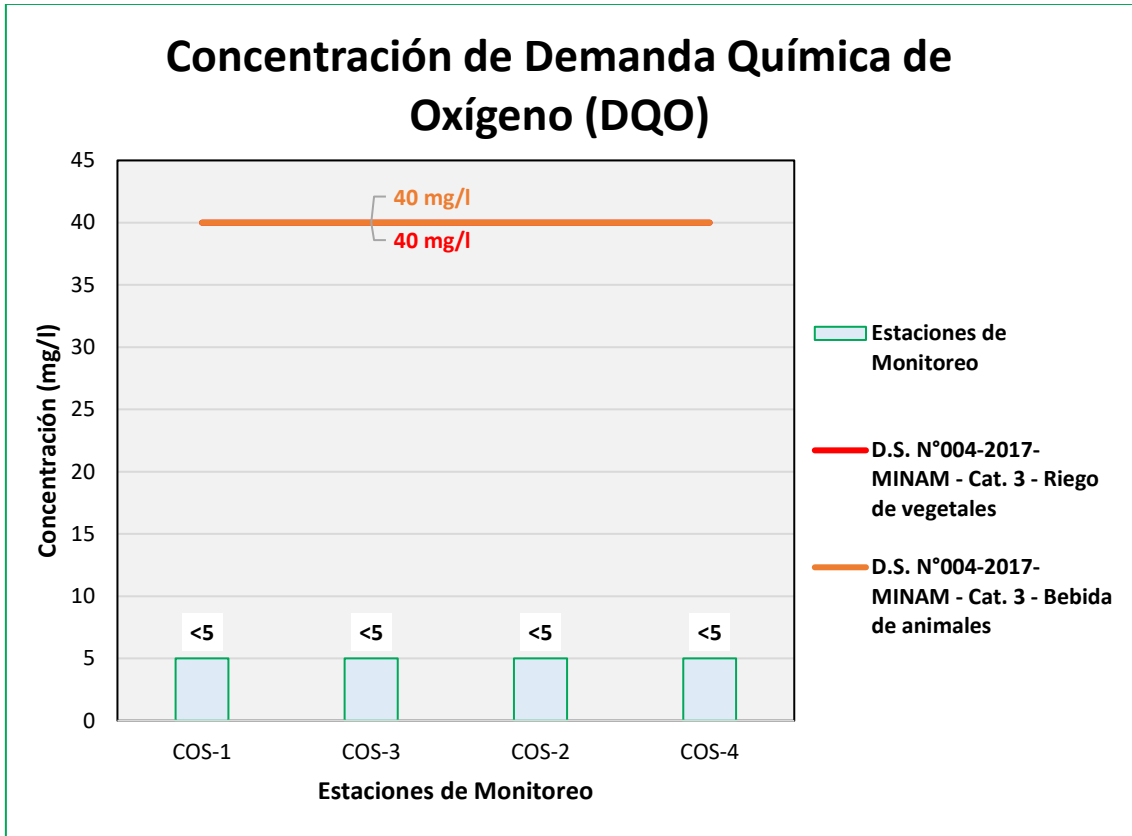
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.9 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Los resultados de DQO procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA DQO = 40 mg/L).

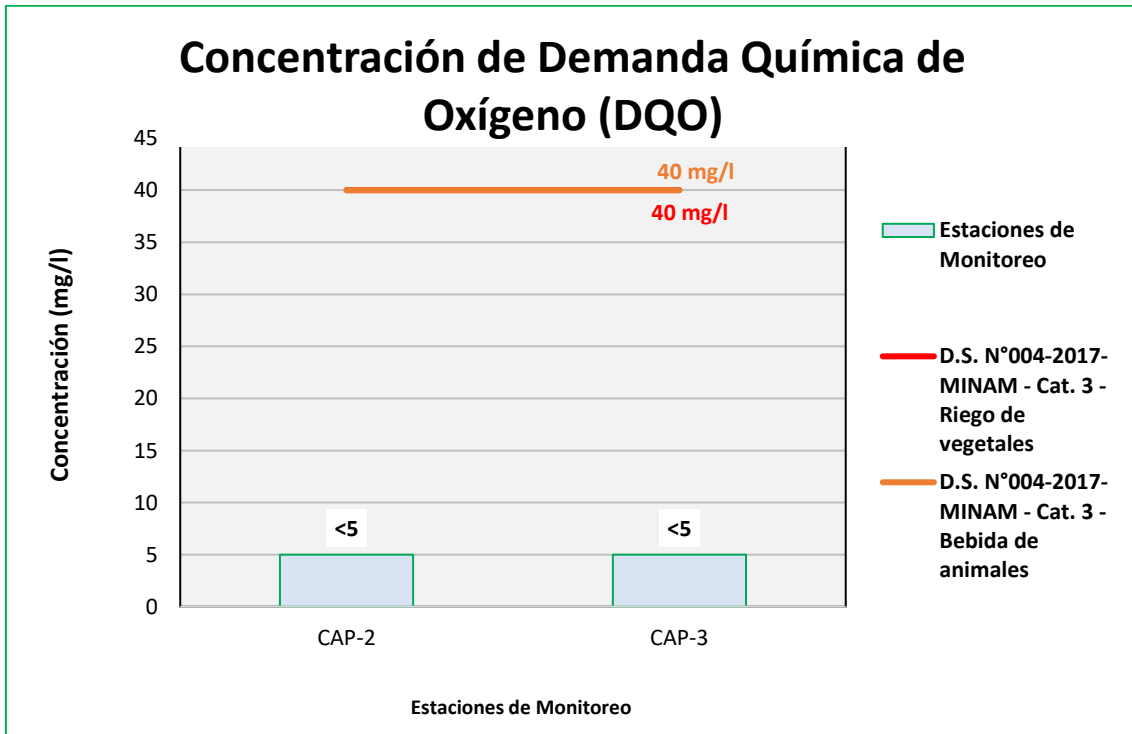
Figura 6.553. Resultados de DQO – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

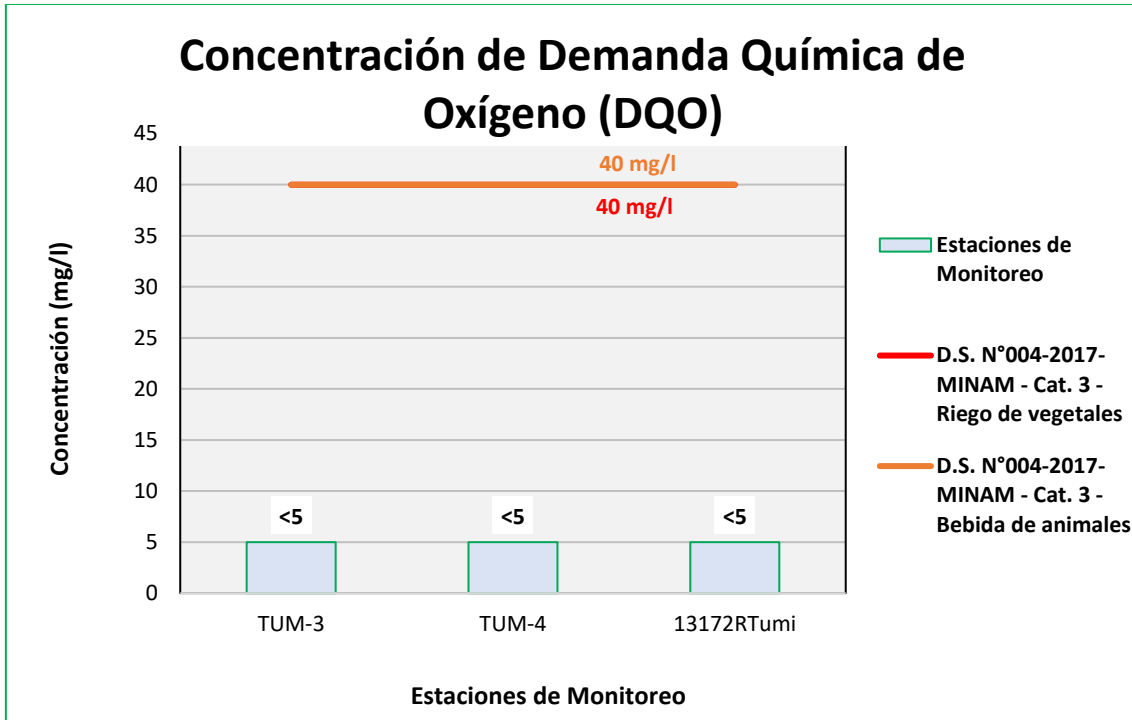
Figura 6.554. Resultados de DQO – Evaluación del río Huancañane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

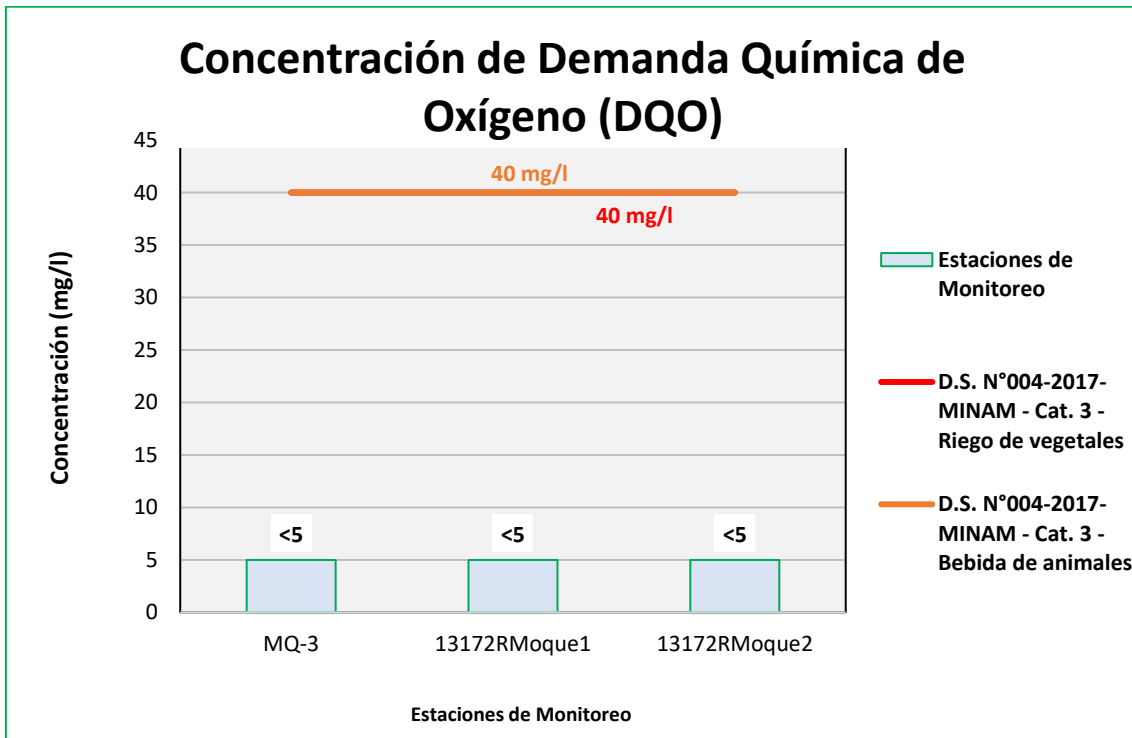
Figura 6.555. Resultados de DQO – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

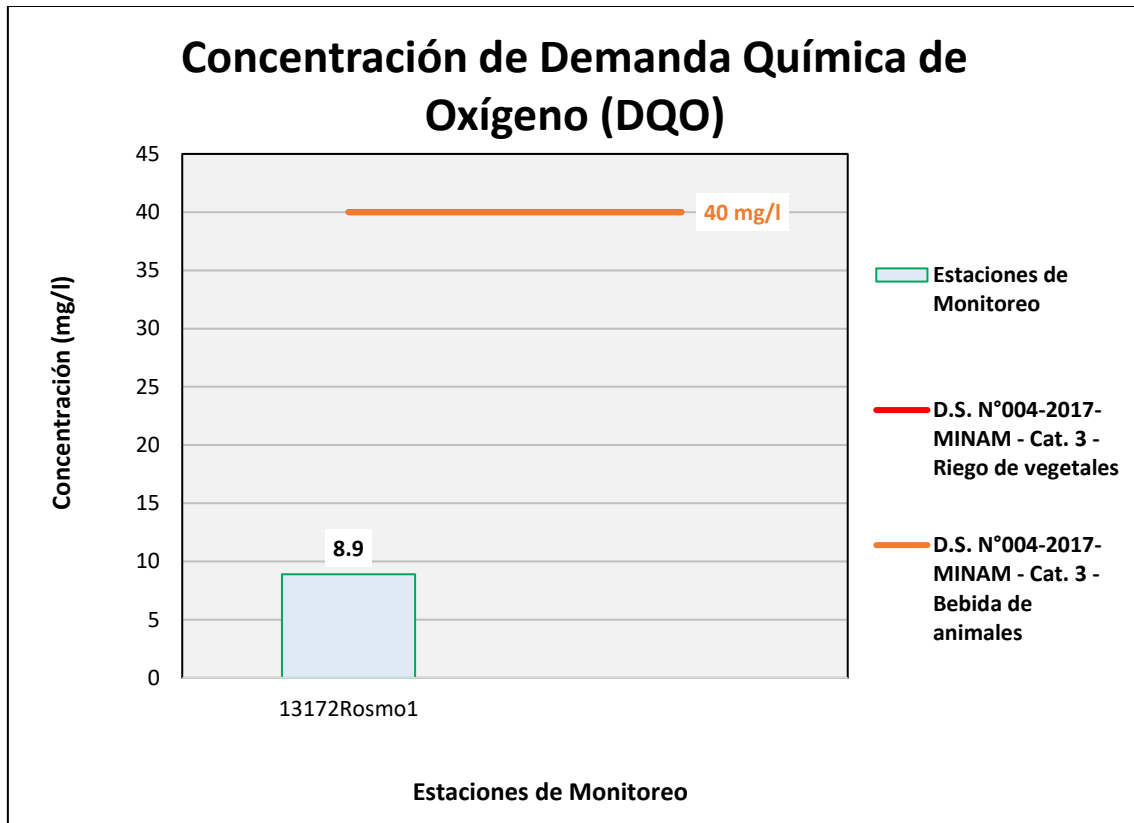
Figura 6.556. Resultados de DQO – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.557. Resultados de DQO – Evaluación del río Osmore



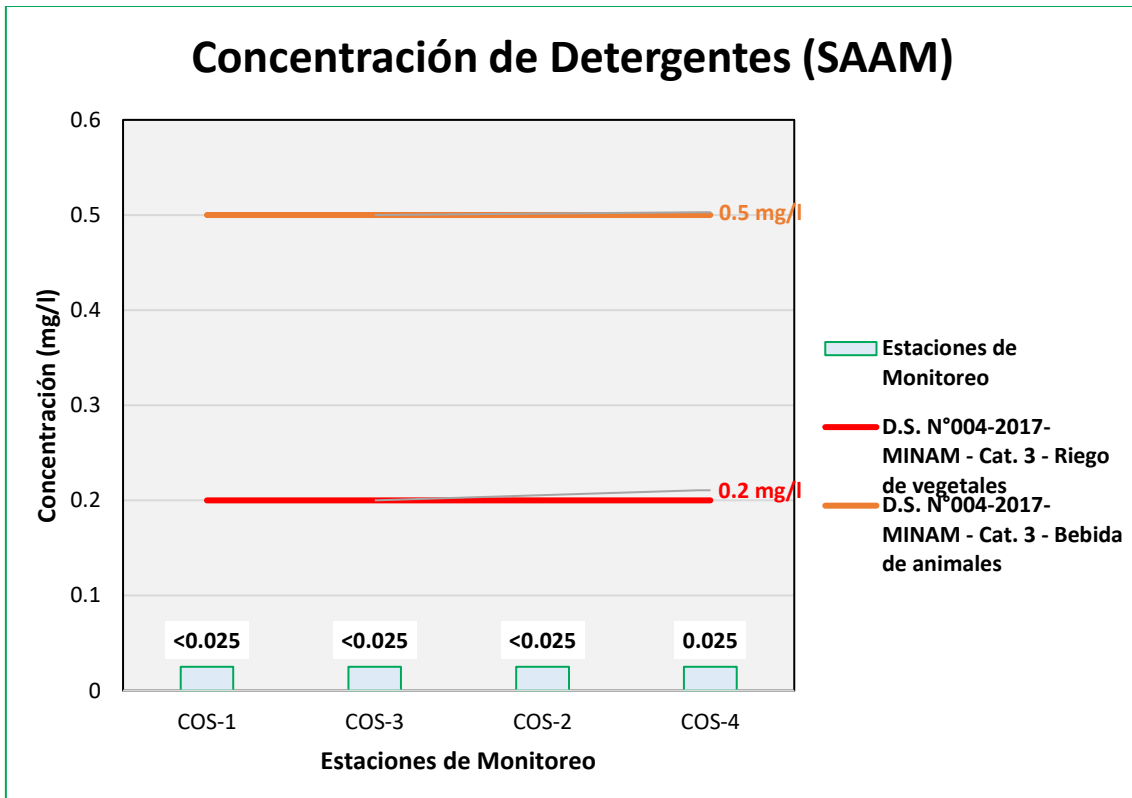
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.10 DETERGENTES (SAAM)

Los resultados de SAAM procedente de los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0,2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este elemento en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

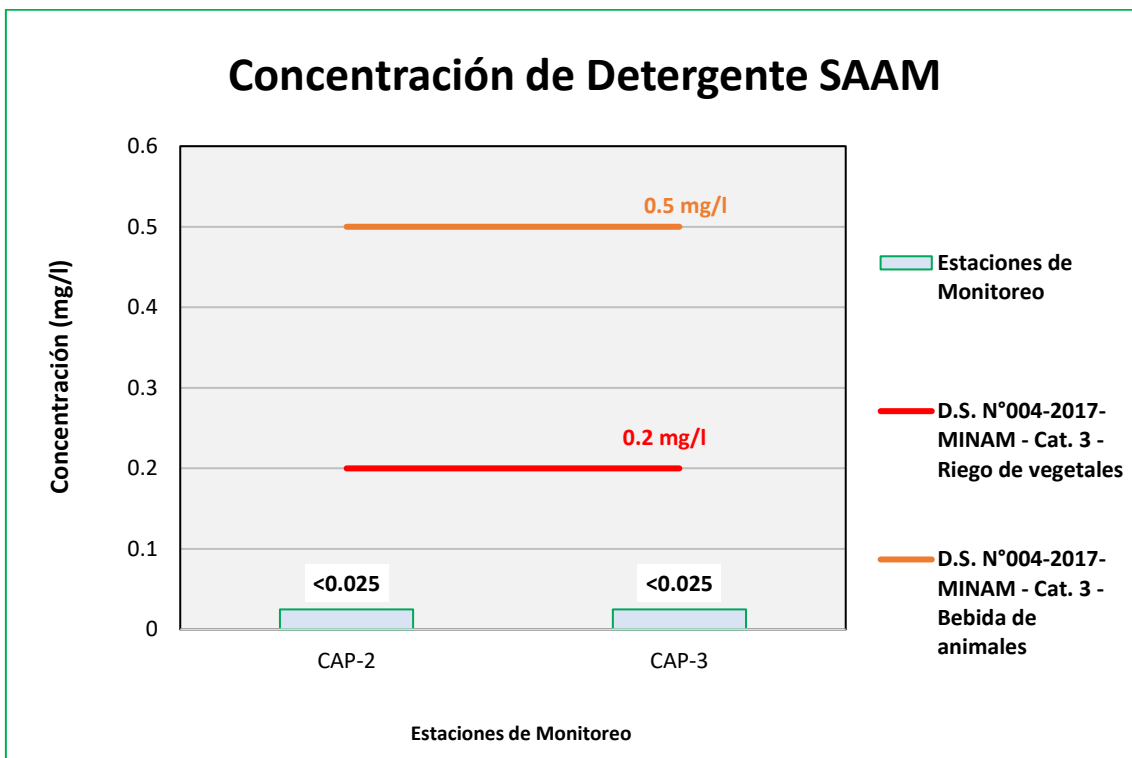
Figura 6.558. Resultados de SAAM – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

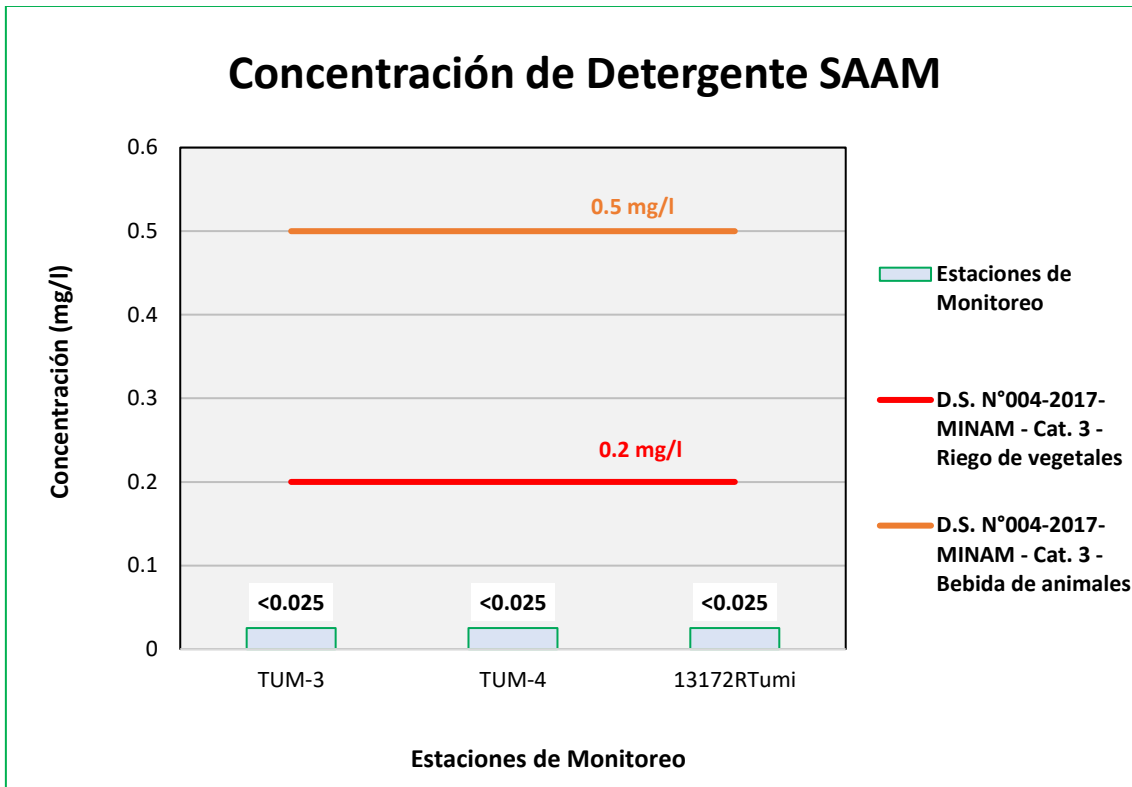
Figura 6.559. Resultados de SAAM – Evaluación del río Huanacanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

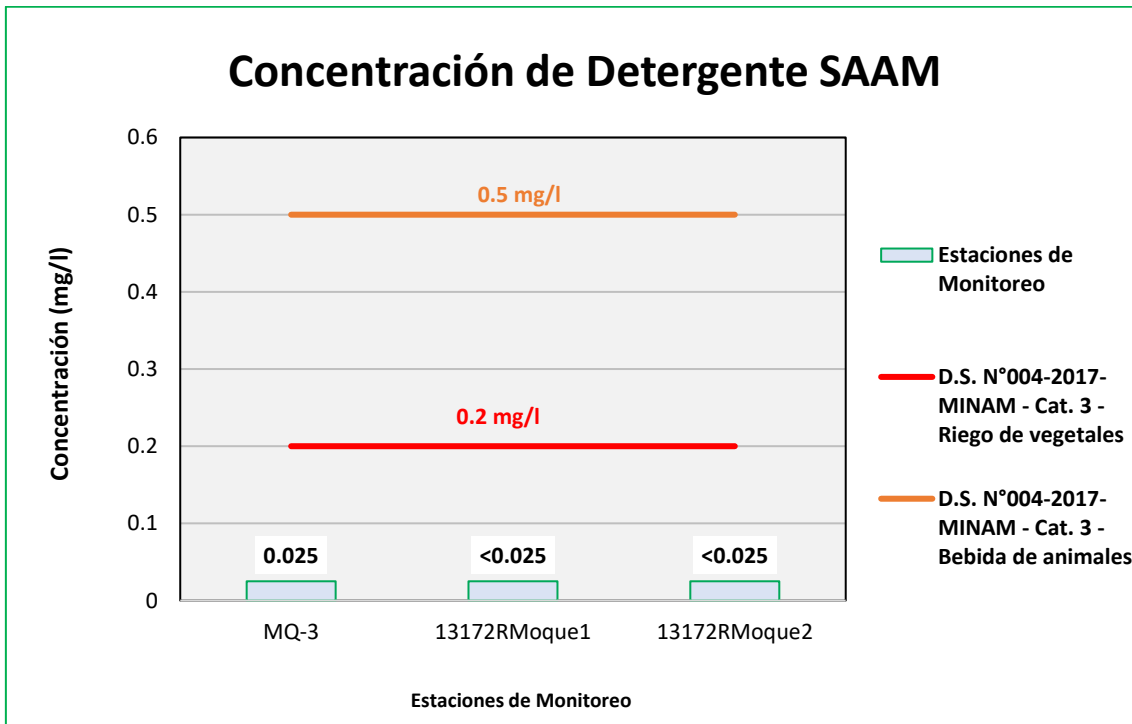
Figura 6.560. Resultados de SAAM – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

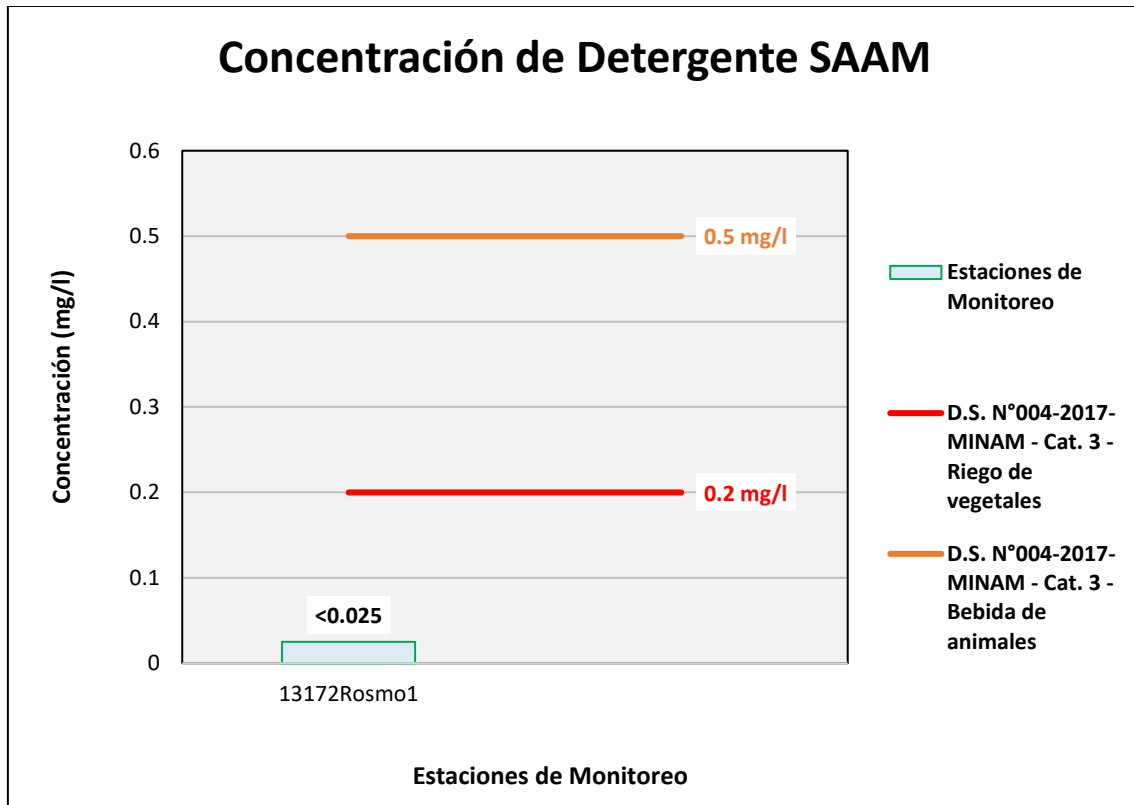
Figura 6.561. Resultados de SAAM – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.562. Resultados de SAAM – Evaluación del río Osmore



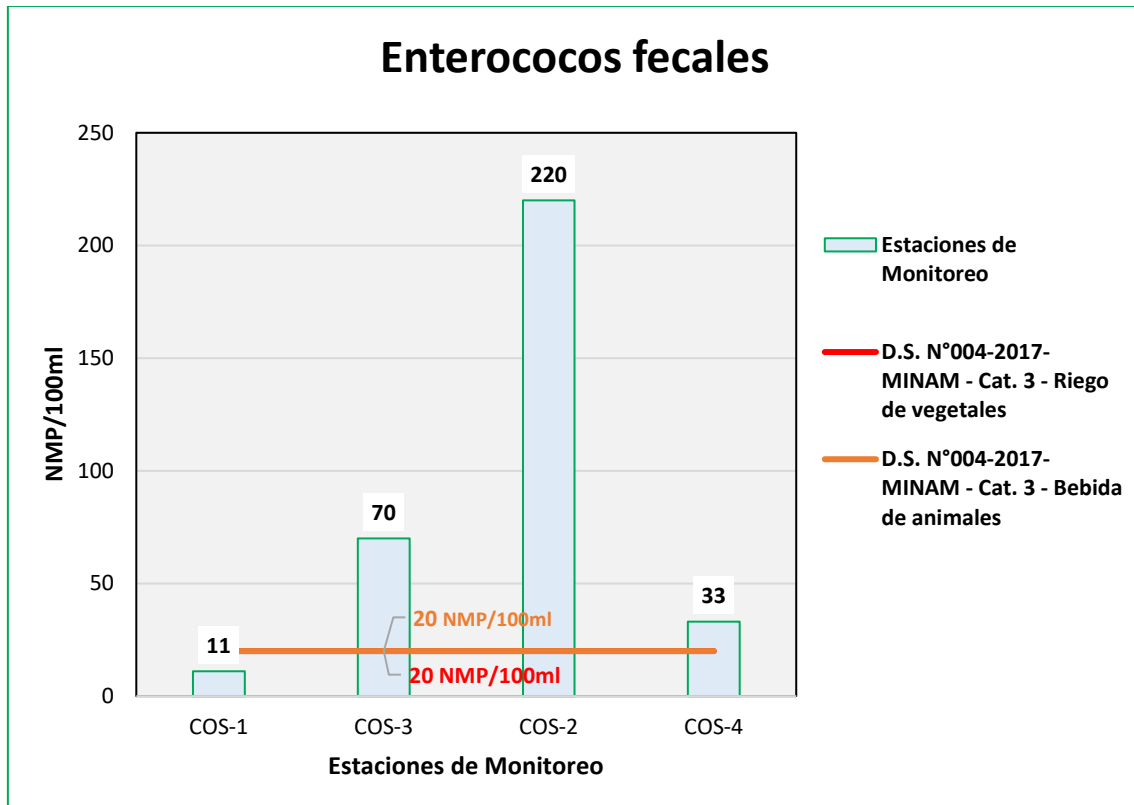
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.11 ENTEROCOCOS FECALES

Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Enterococos Fecales se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Enterococos Fecales = 20 NMP/100ml), lo que evidencia una ausencia de materia fecal o restos de excrementos en los cuerpos hídricos evaluados. Sin embargo, en las estaciones COS-2, COS-3 y COS-4 (río Coscore), CAP-2 y CAP-3 (río Huancanane), exceden la concentración de Enterococos fecales, debido a la presencia de materia fecal o de restos de excrementos de ganado rumiante.

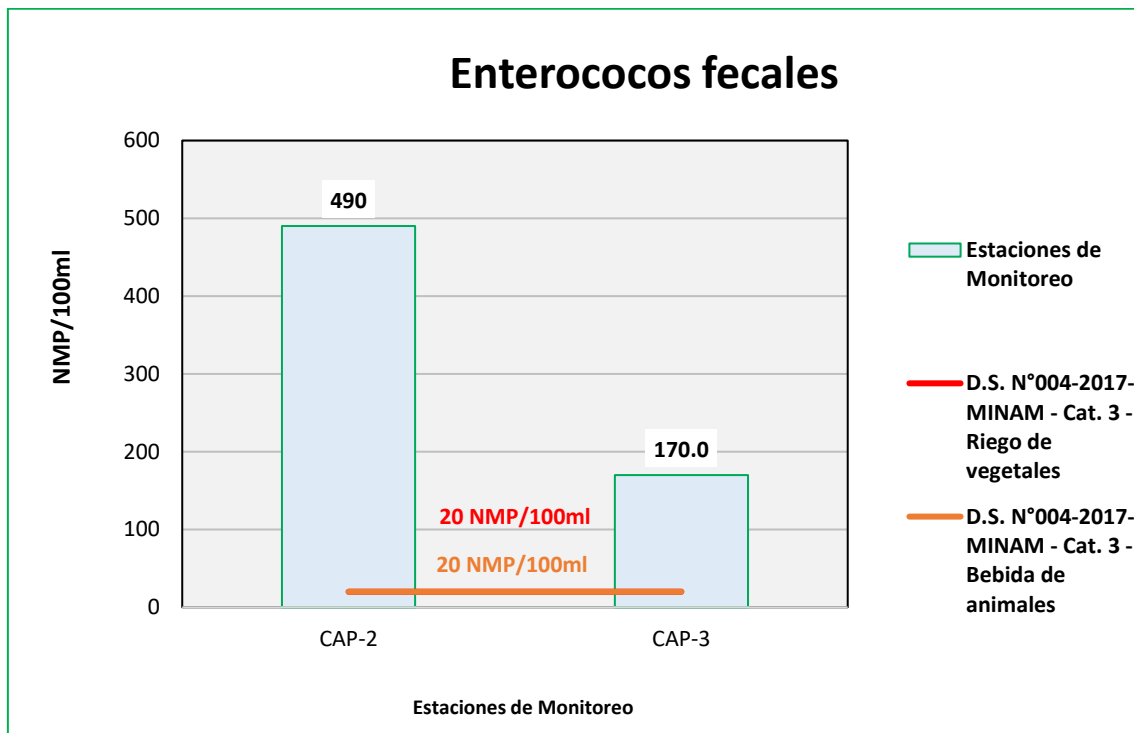
Figura 6.563. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

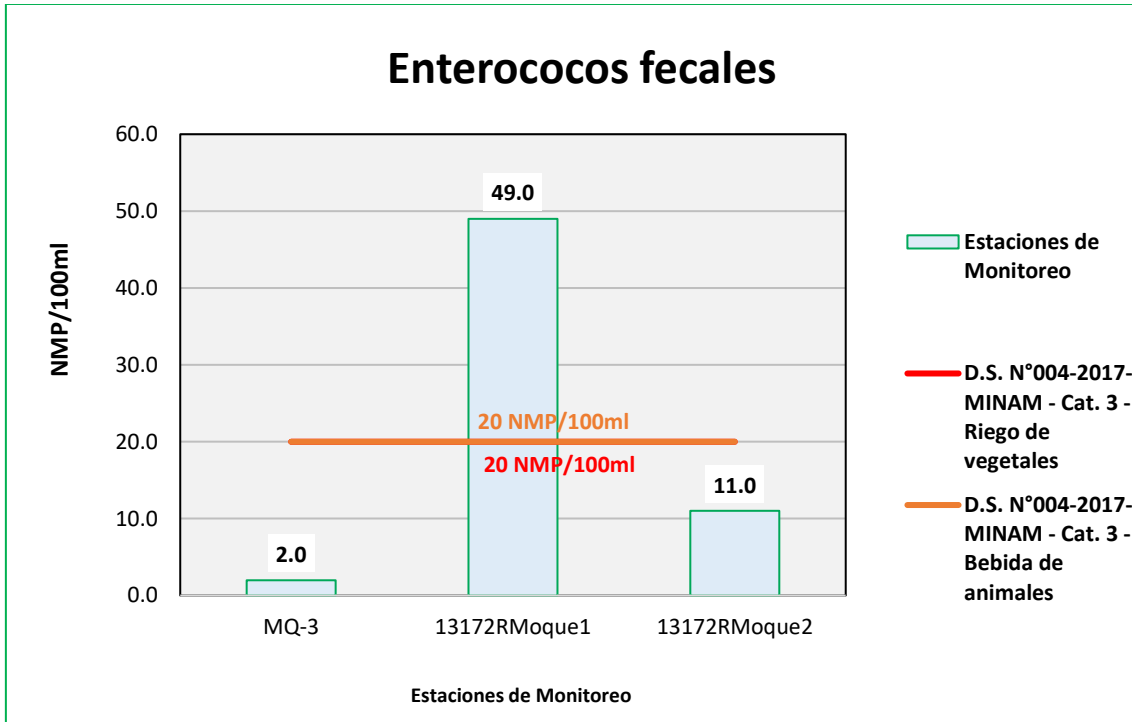
Figura 6.564. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

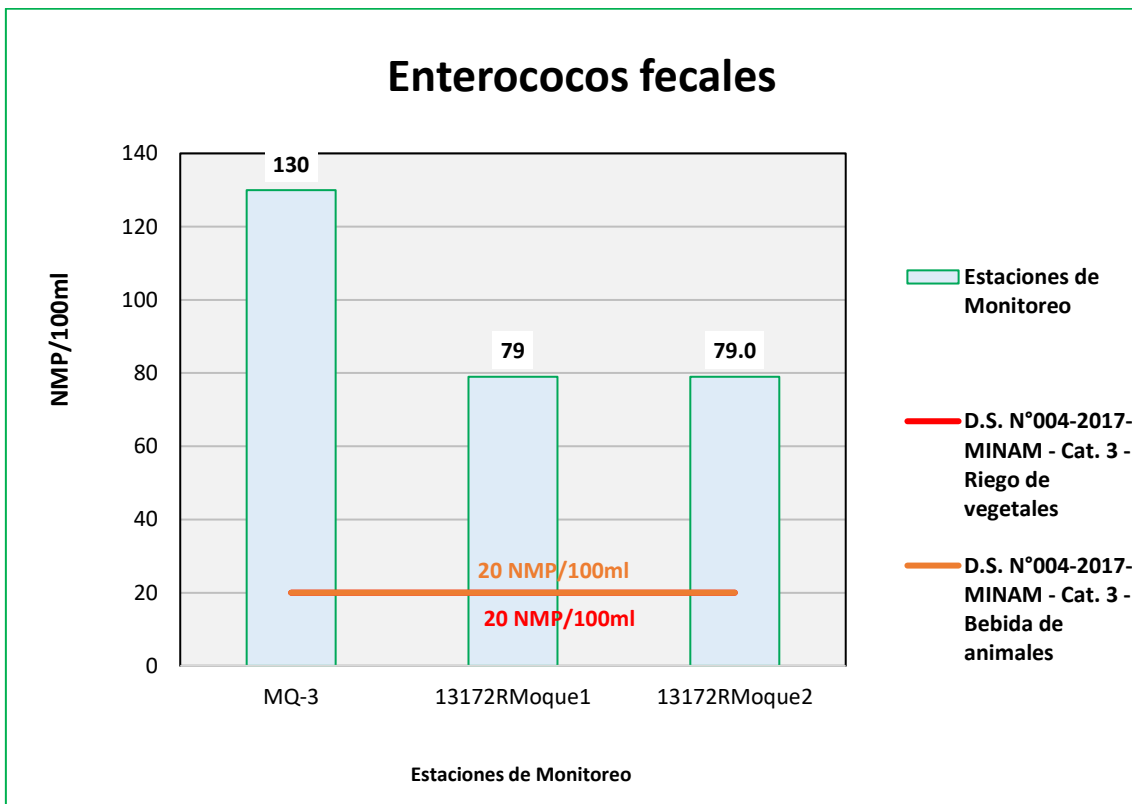
Figura 6.565. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

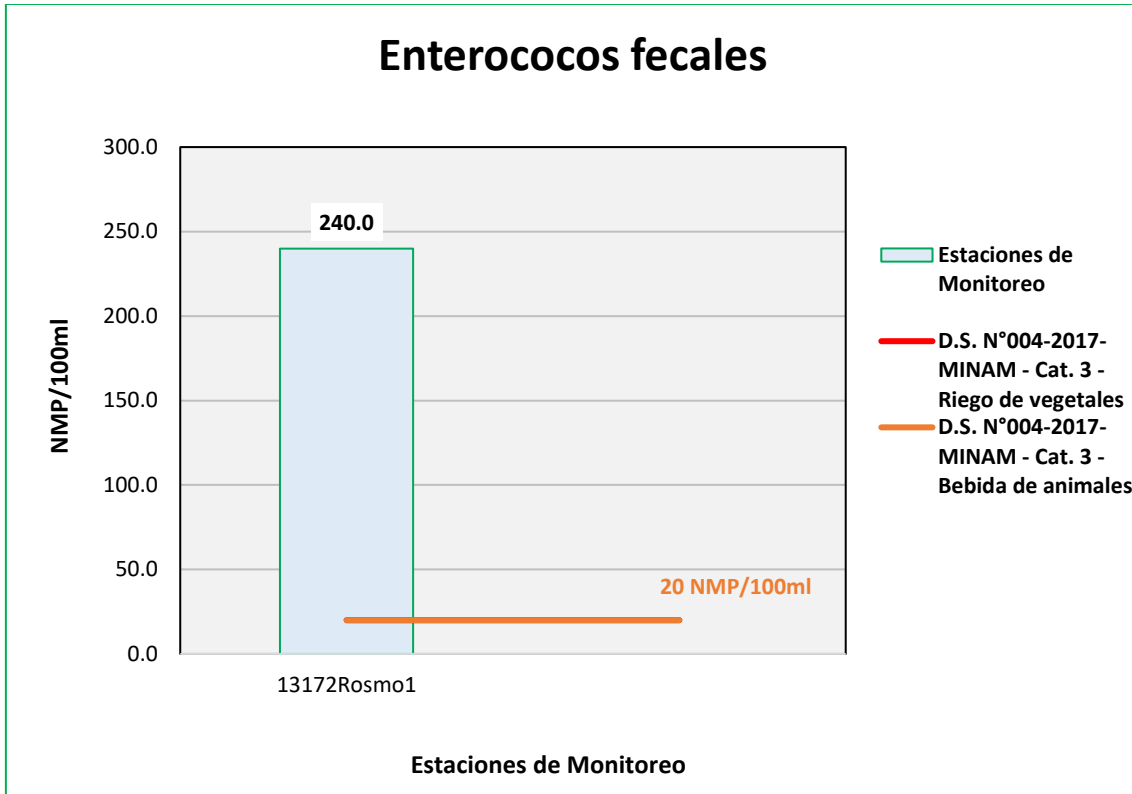
Figura 6.566. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.567. Resultados de Enterococos Fecales – Evaluación del río Osmore



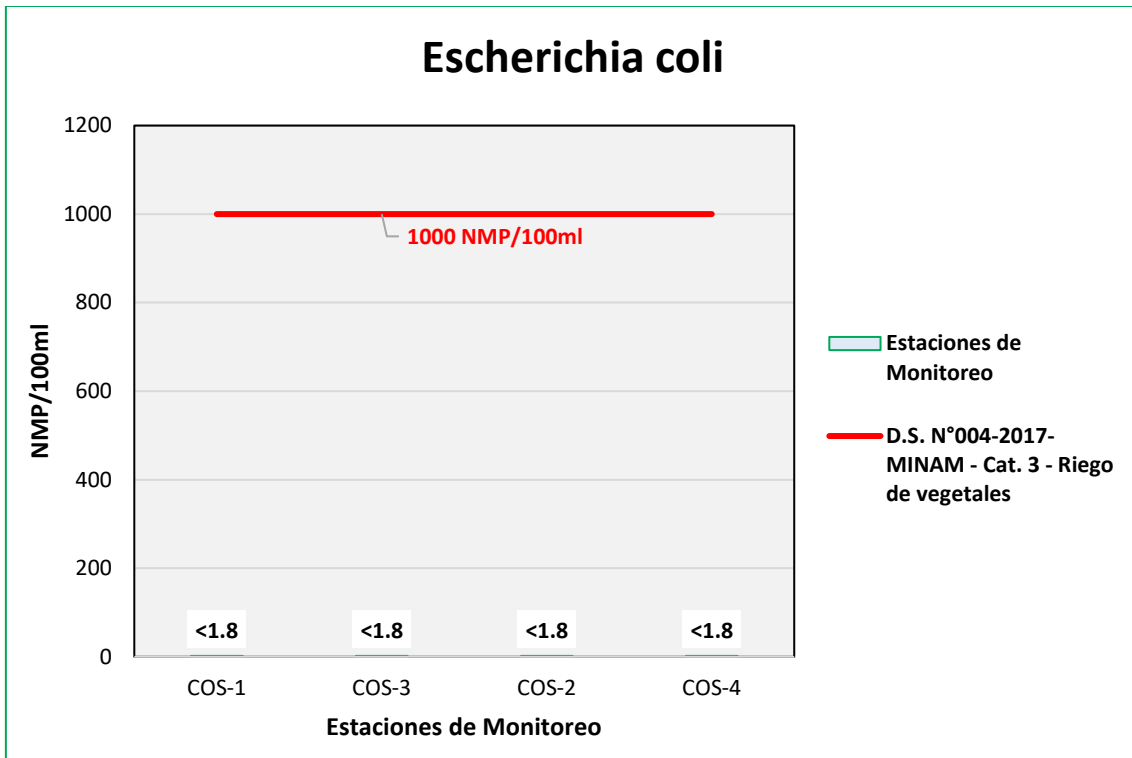
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.12 ESCHERICHIA COLI

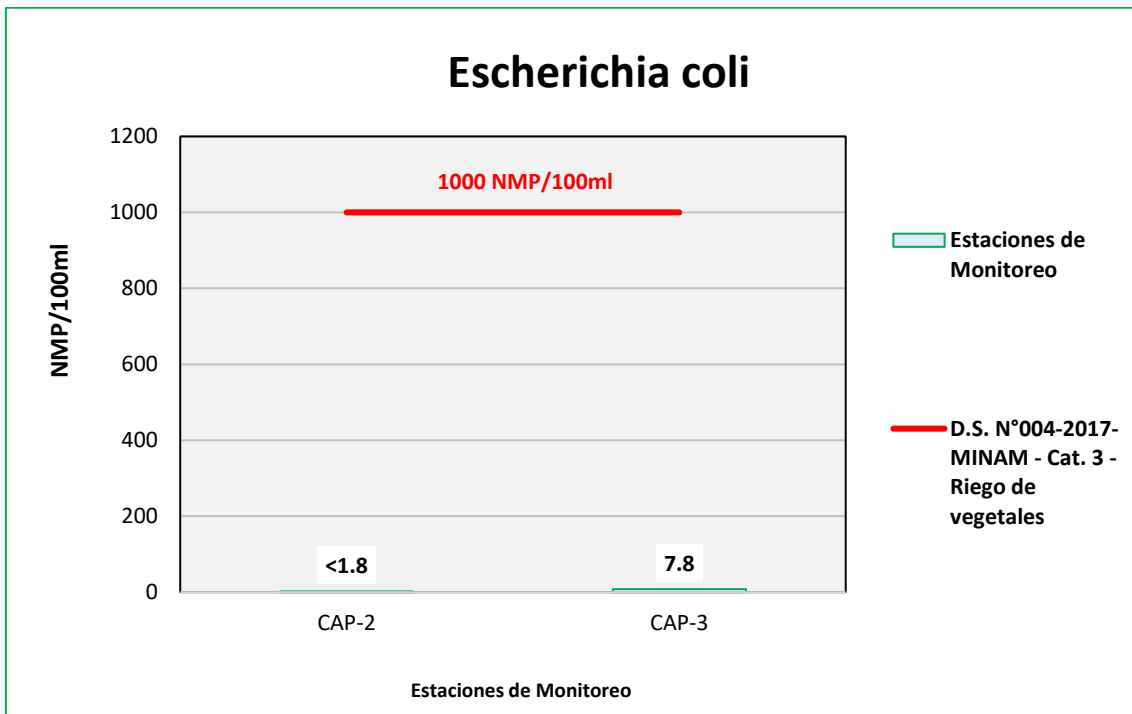
Tal como se muestra en la figura líneas abajo, los valores de Escherichia coli se encuentran muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Escherichia coli = 1 000 NMP/100ml), lo que evidencia una concentración tan baja que no representa una afectación al medio ambiente.

Figura 6.568. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Coscore



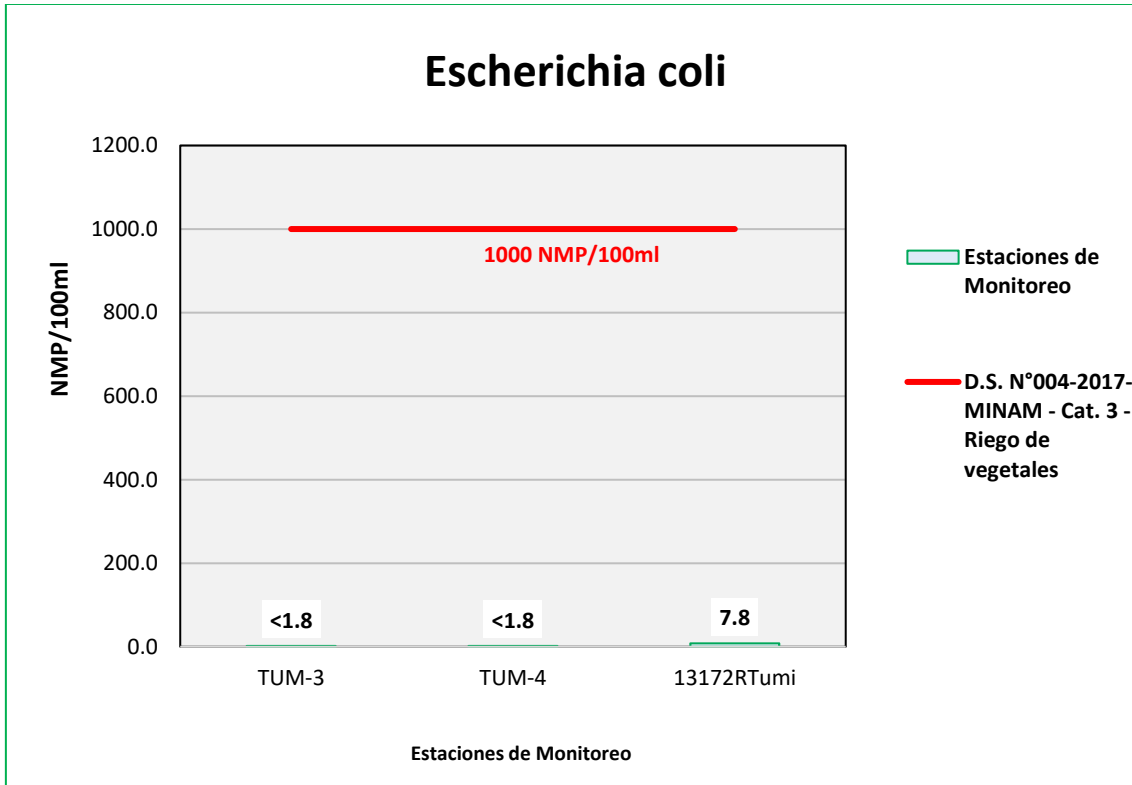
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.569. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

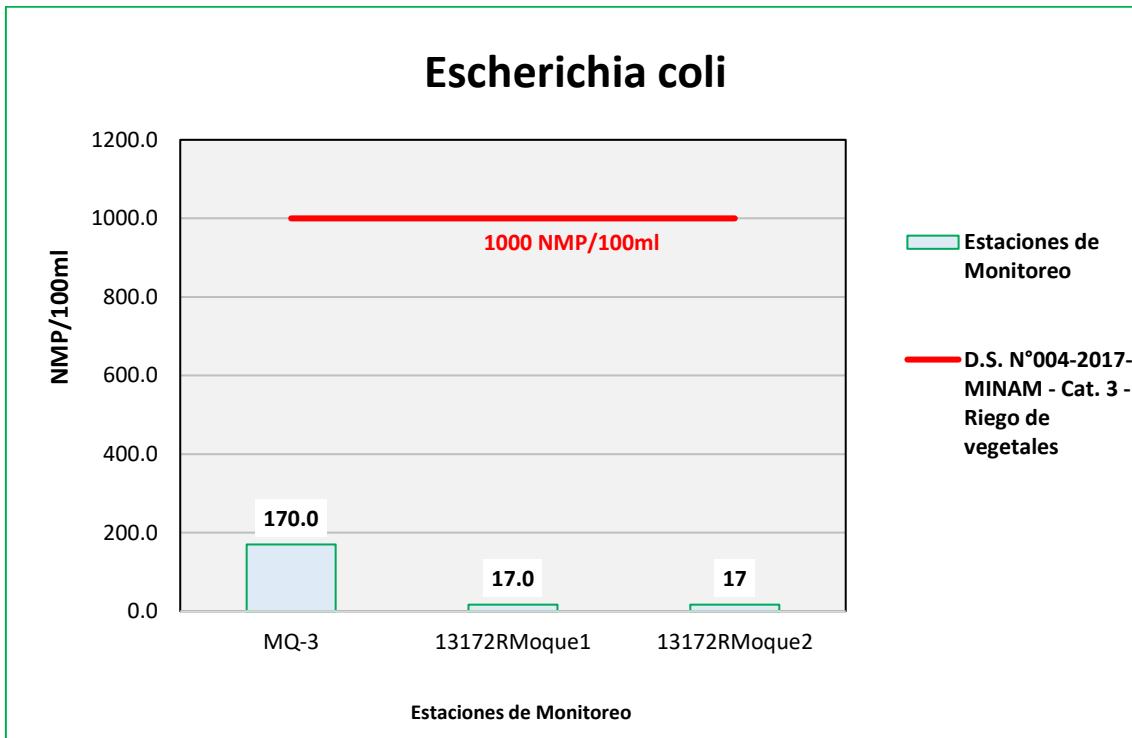
Figura 6.570. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

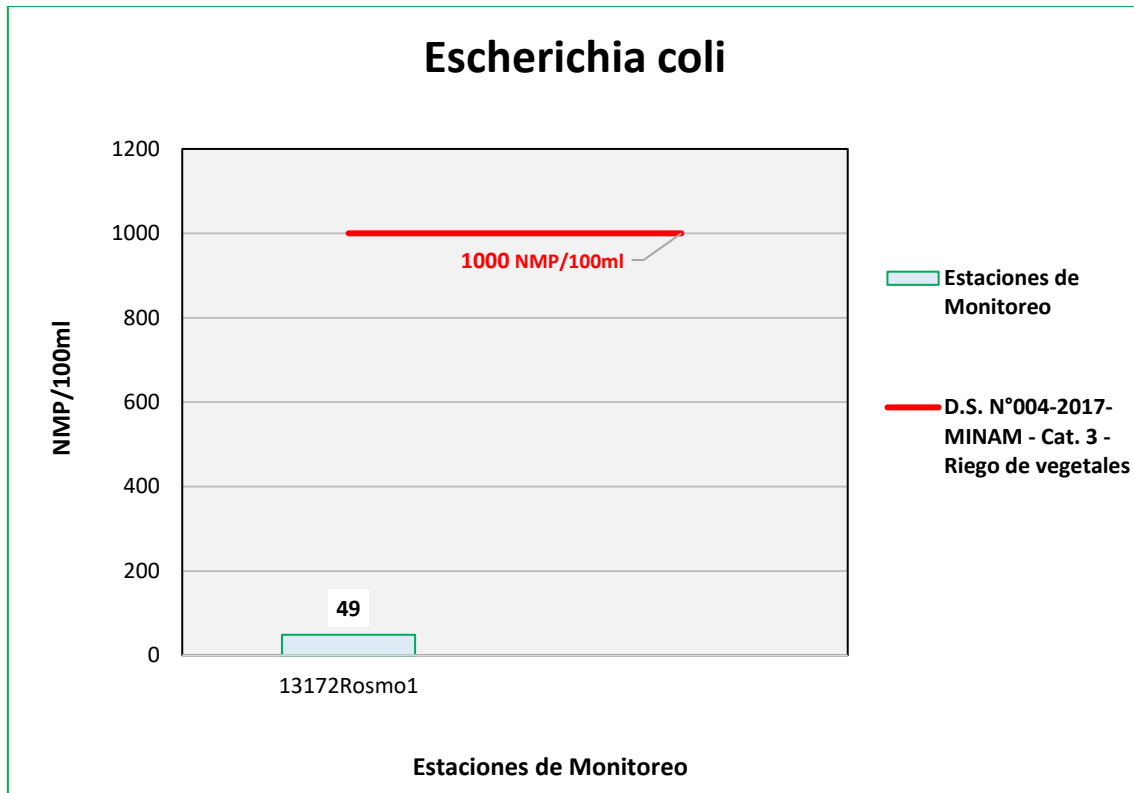
Figura 6.571. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.572. Resultados de Escherichia coli – Evaluación del río Osmore



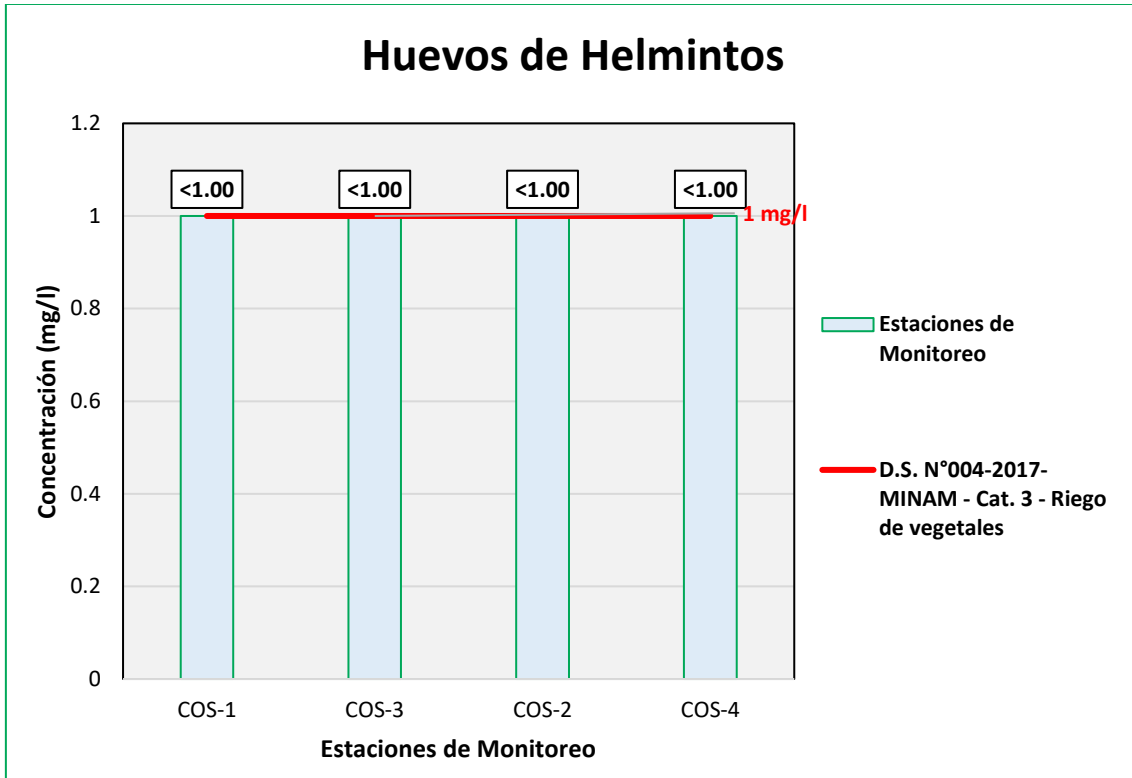
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.13 HUEVOS DE HELMINTOS

Los análisis de huevos de helmintos procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de Moquegua arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<1,0 Huevos/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Huevos de Helmintos = 1,0 NMP/100ml).

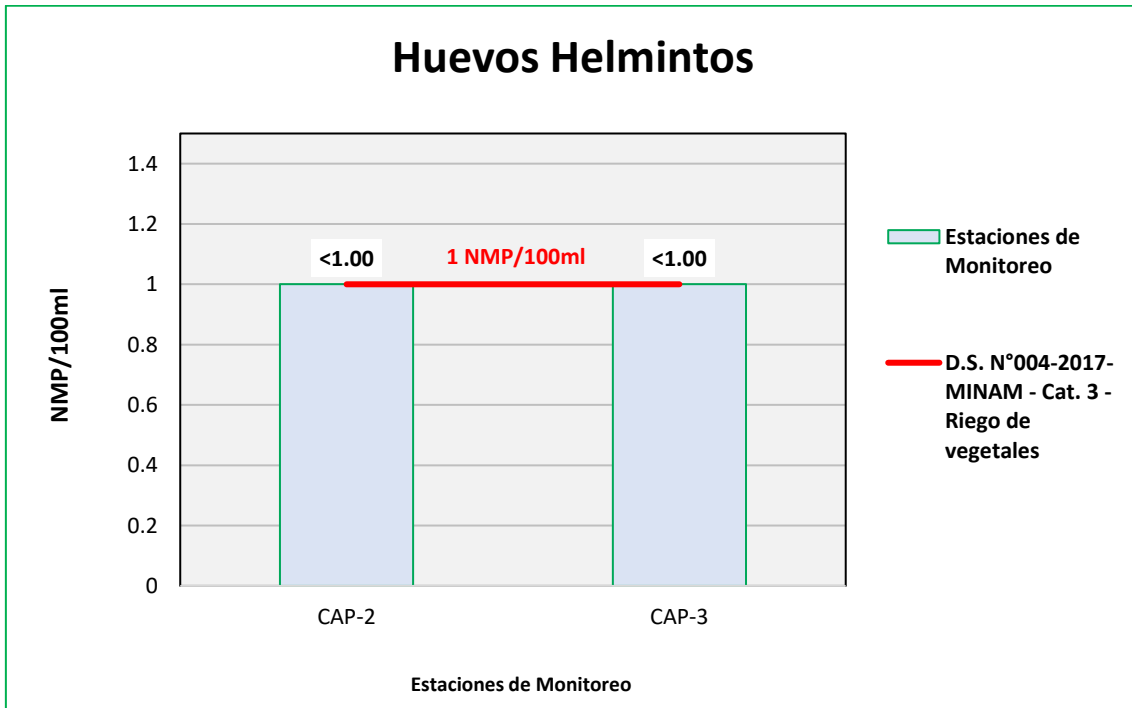
Figura 6.573. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.574. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

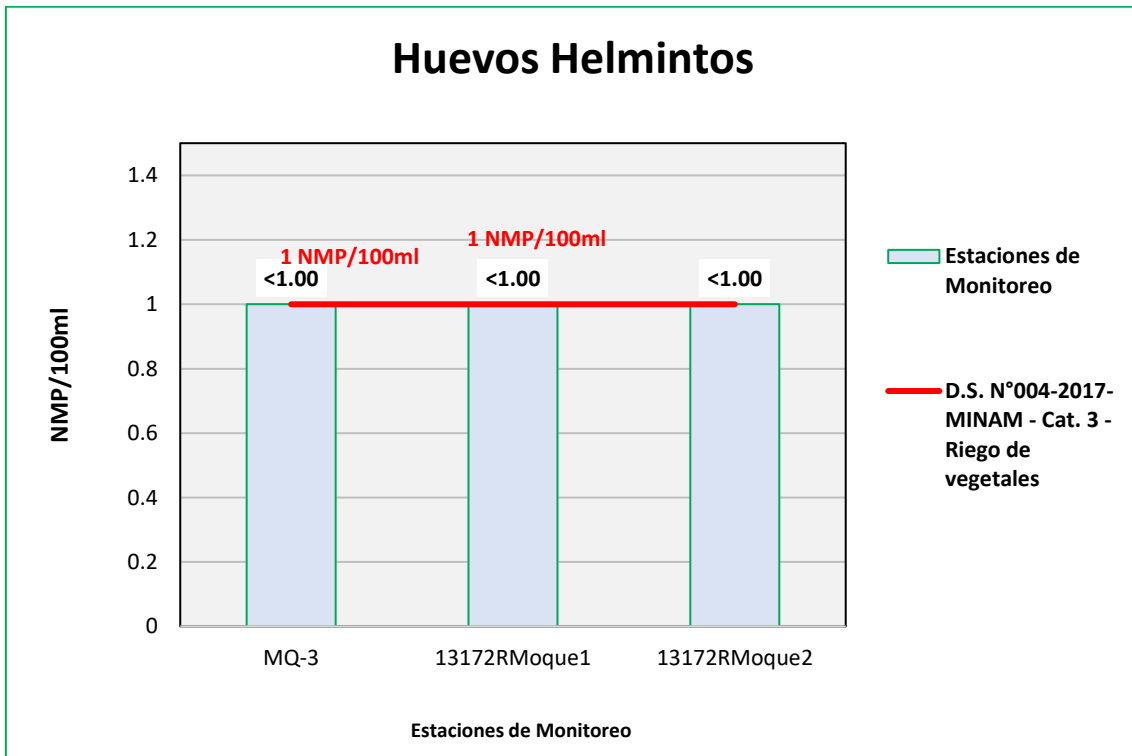
Figura 6.575. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

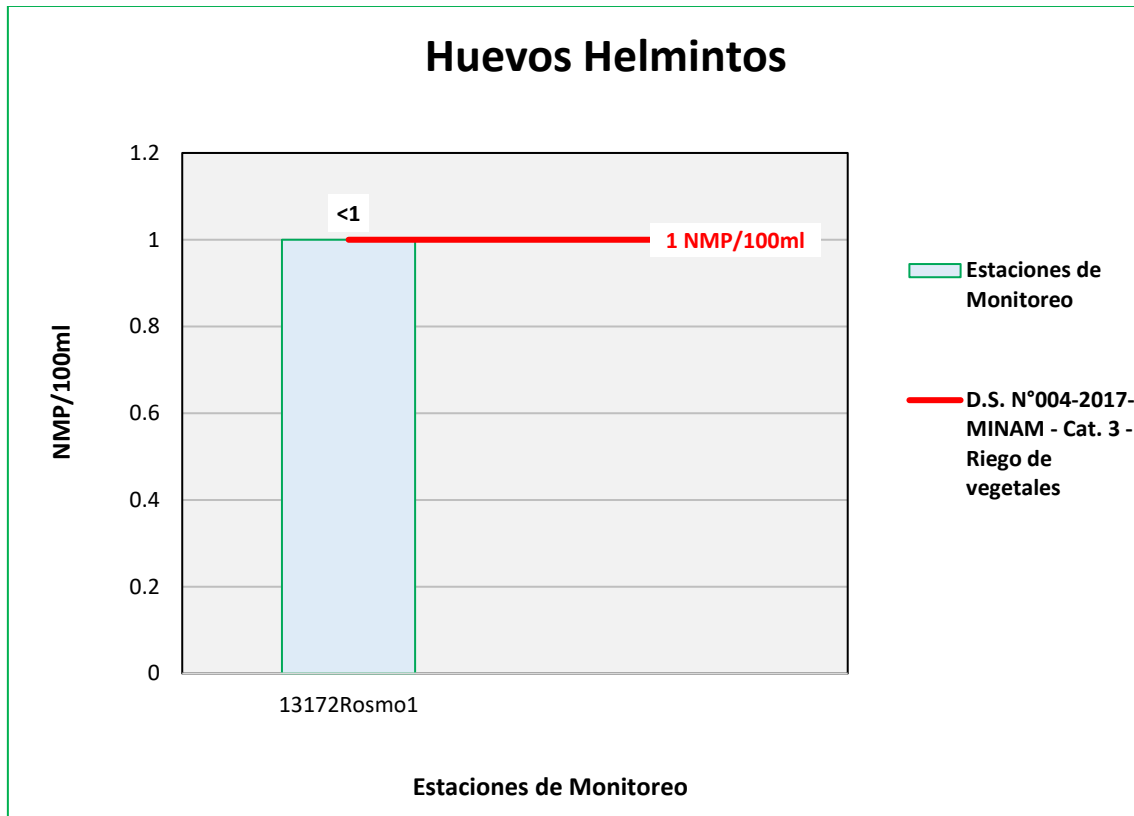
Figura 6.576. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.577. Resultados de Huevos de helmintos – Evaluación del río Osmore



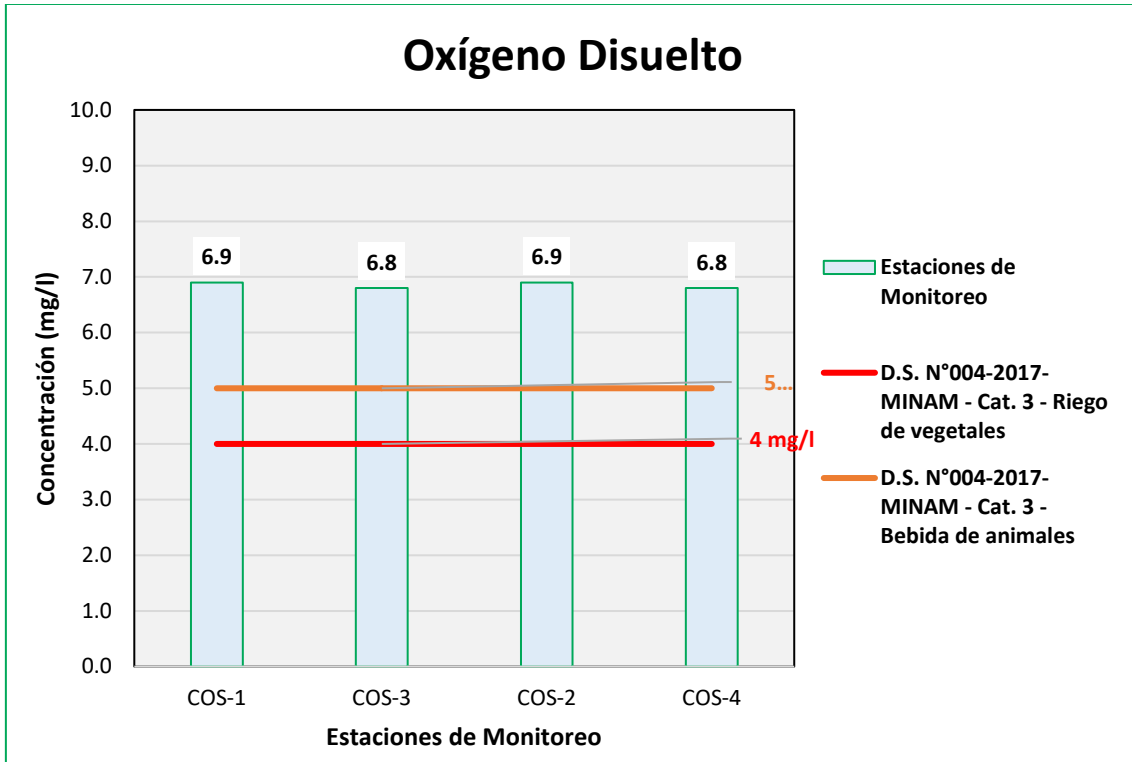
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.14 OXÍGENO DISUELTO

Este parámetro tiene una relevancia importante para los ecosistemas acuáticos, debido a que cuando su concentración es alta, es más probable que el entorno sea sano y estable, ya que permite mantener diversidad de organismos, mientras que, si su concentración es baja, esta no permite una correcta degradación de la materia orgánica, pudiendo producir a la larga un proceso de eutrofización en los cuerpos de agua.

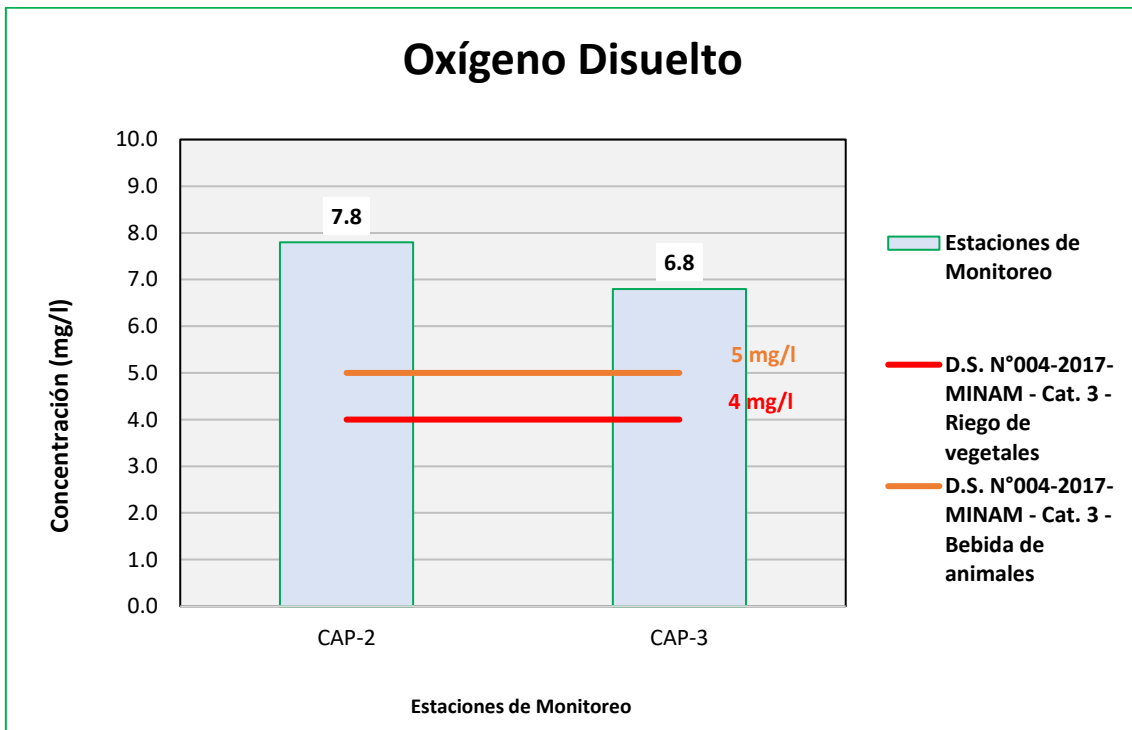
Figura 6.578. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

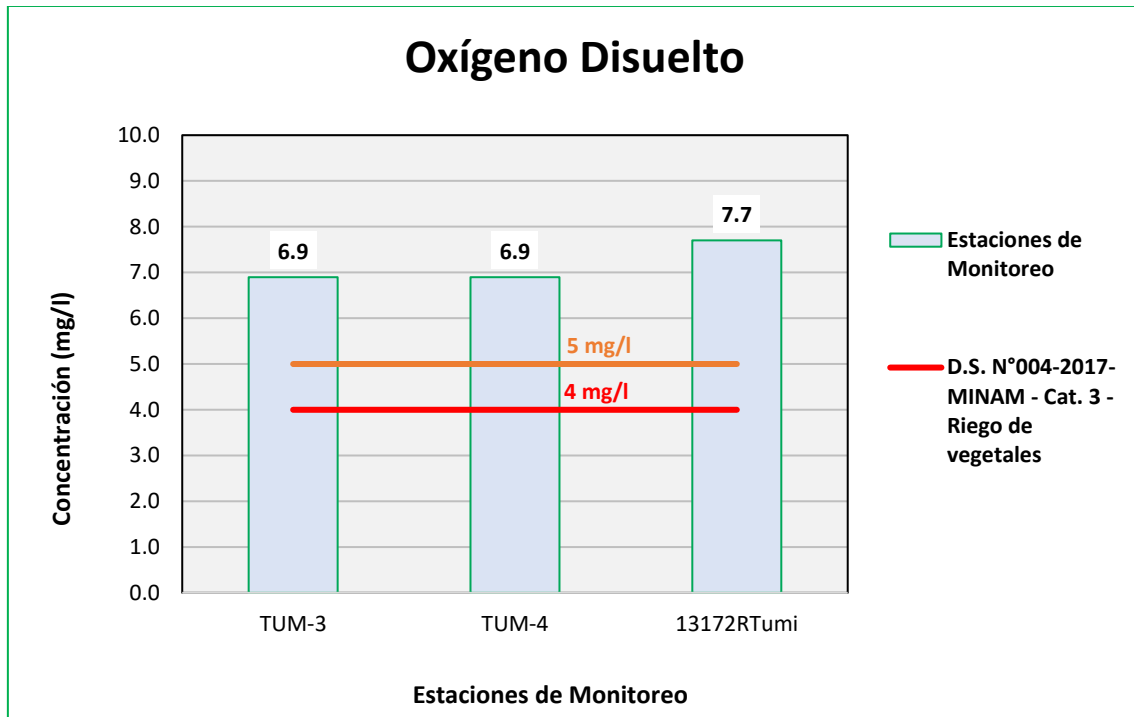
Figura 6.579. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

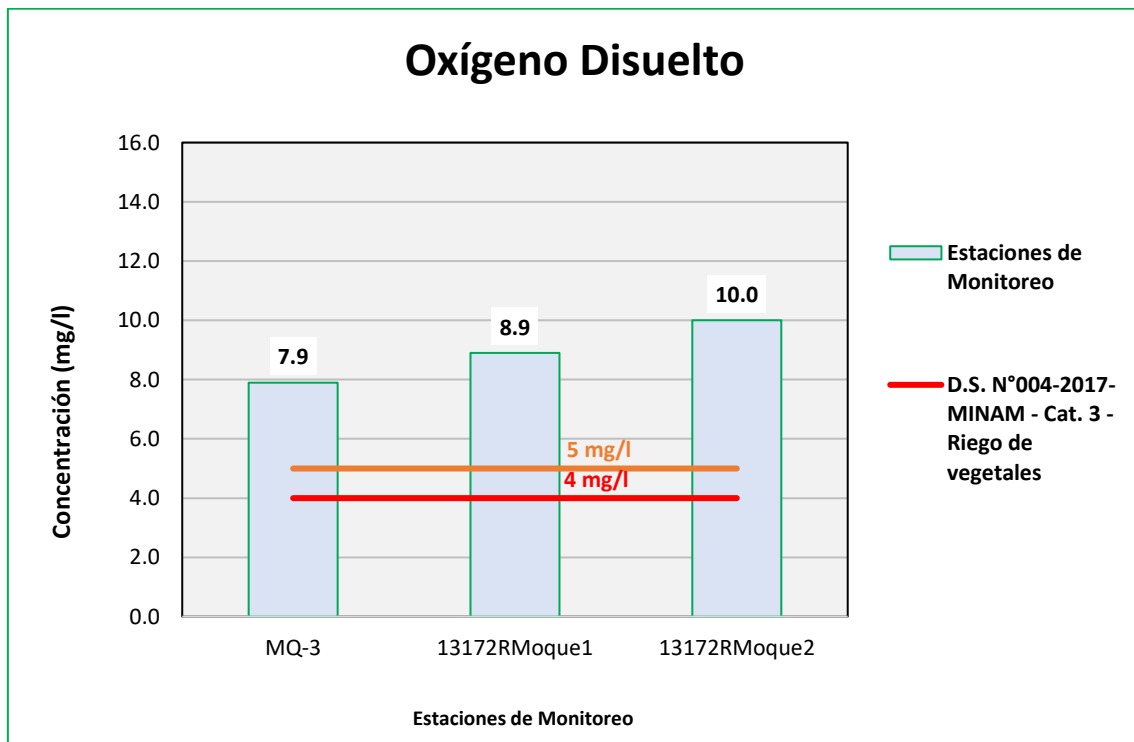
Figura 6.580. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

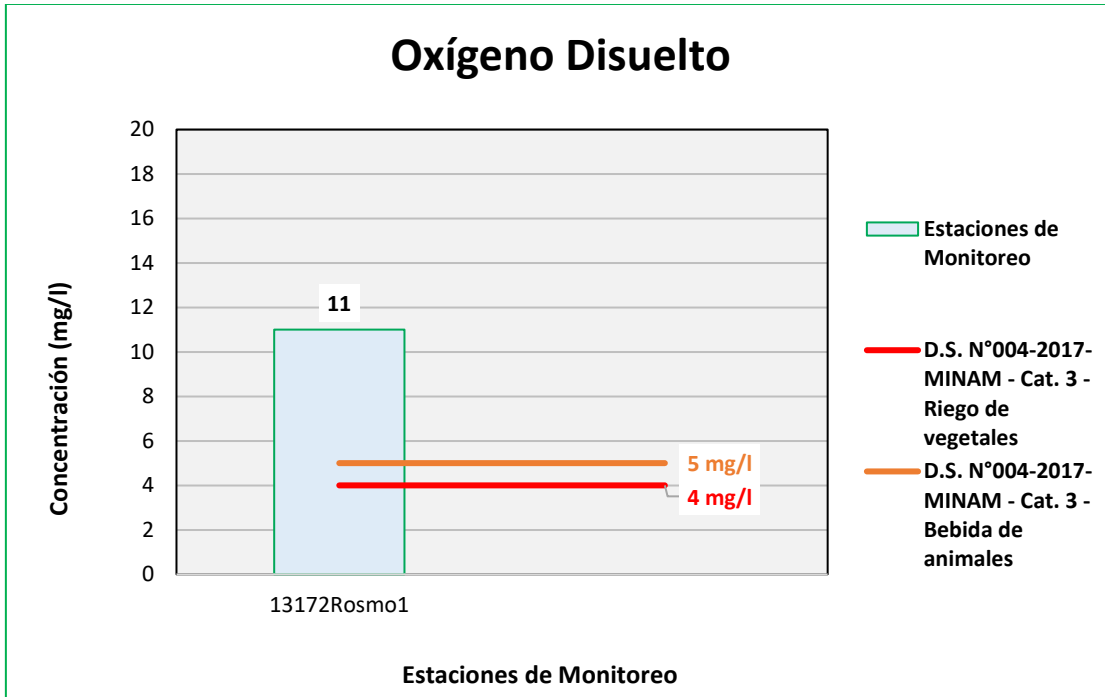
Figura 6.581. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.582. Resultados de Oxígeno Disuelto – Evaluación del río Osmore



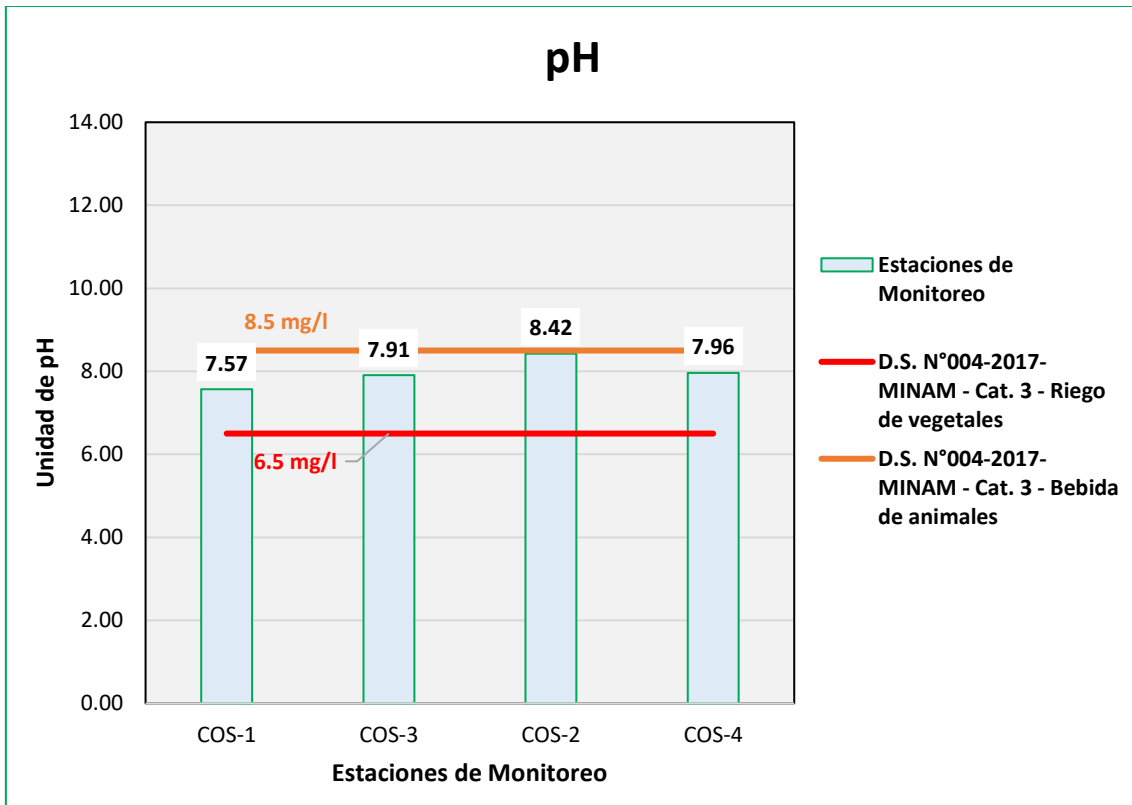
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.15 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

Tal como se muestra en las figuras líneas abajo, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA pH = 6,5 – 8,5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. No obstante, el punto de monitoreo P-1 presenta una tendencia de acidez producto de la mineralización de la quebrada Millune, lo cual hace que no esté cumpliendo con los ECA para Agua.

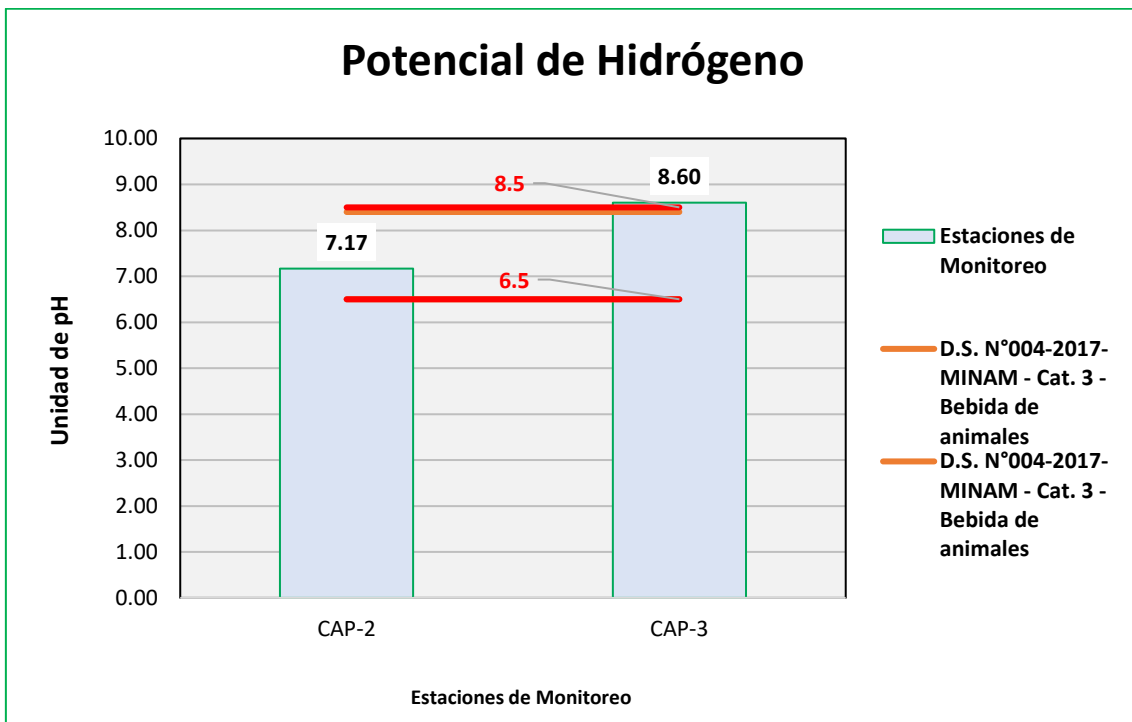
Figura 6.583. Resultados de pH – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

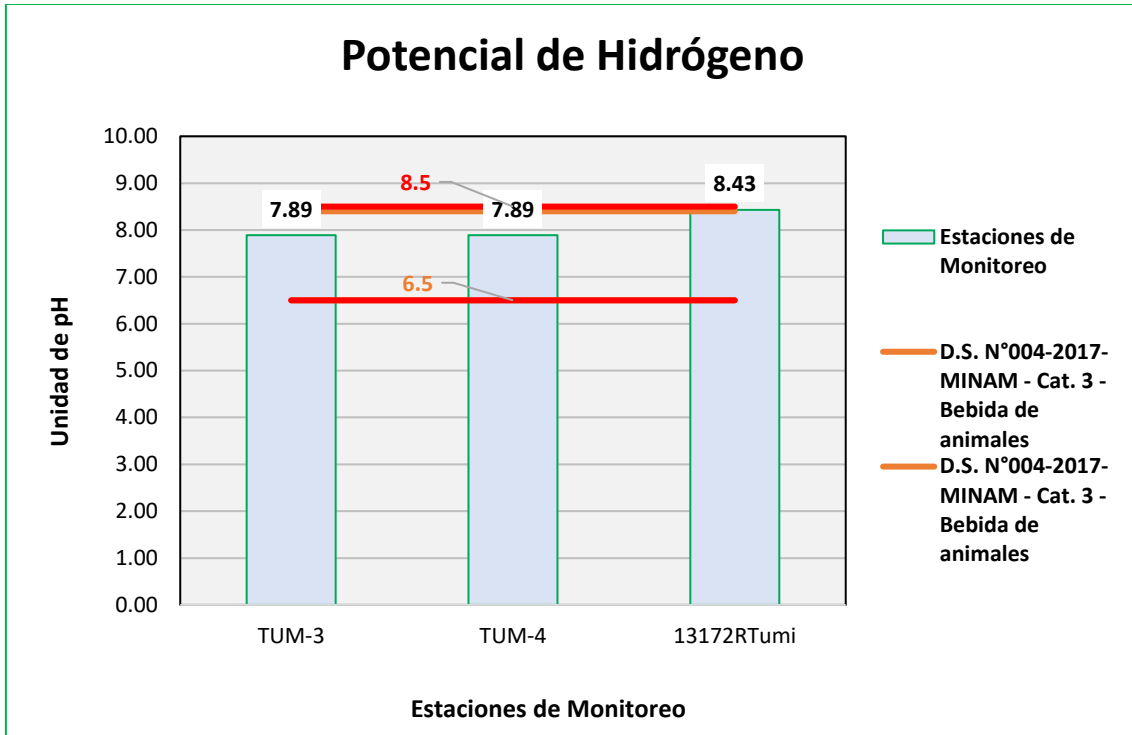
Figura 6.584. Resultados de pH – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

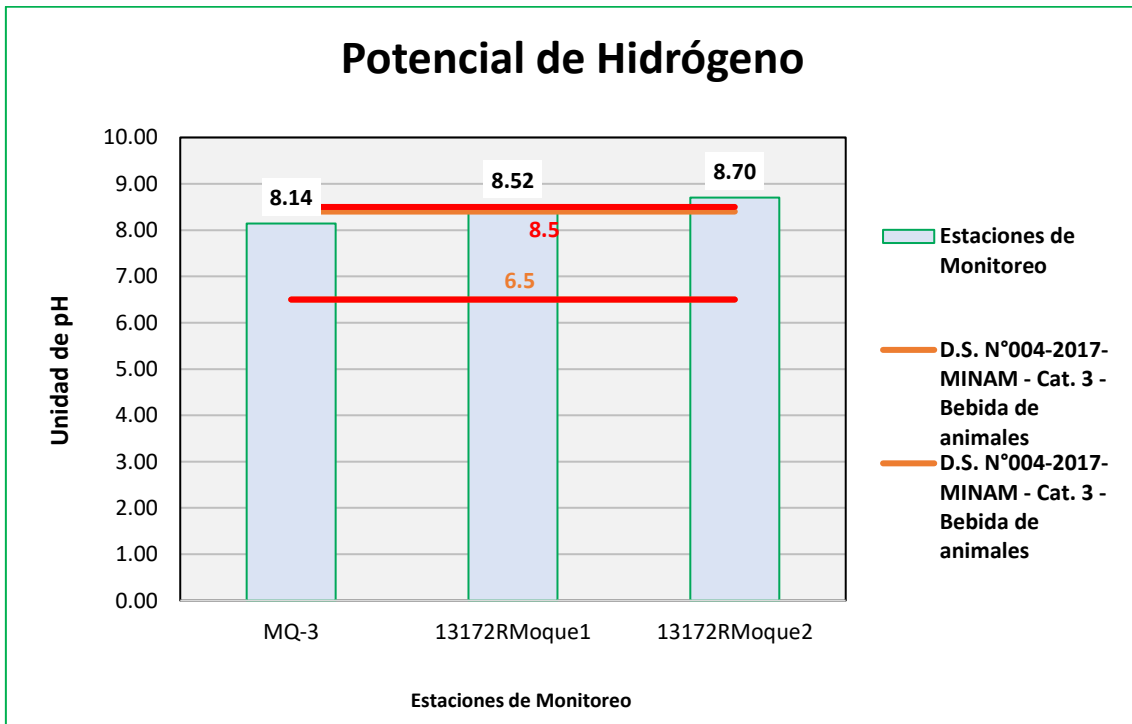
Figura 6.585. Resultados de pH – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

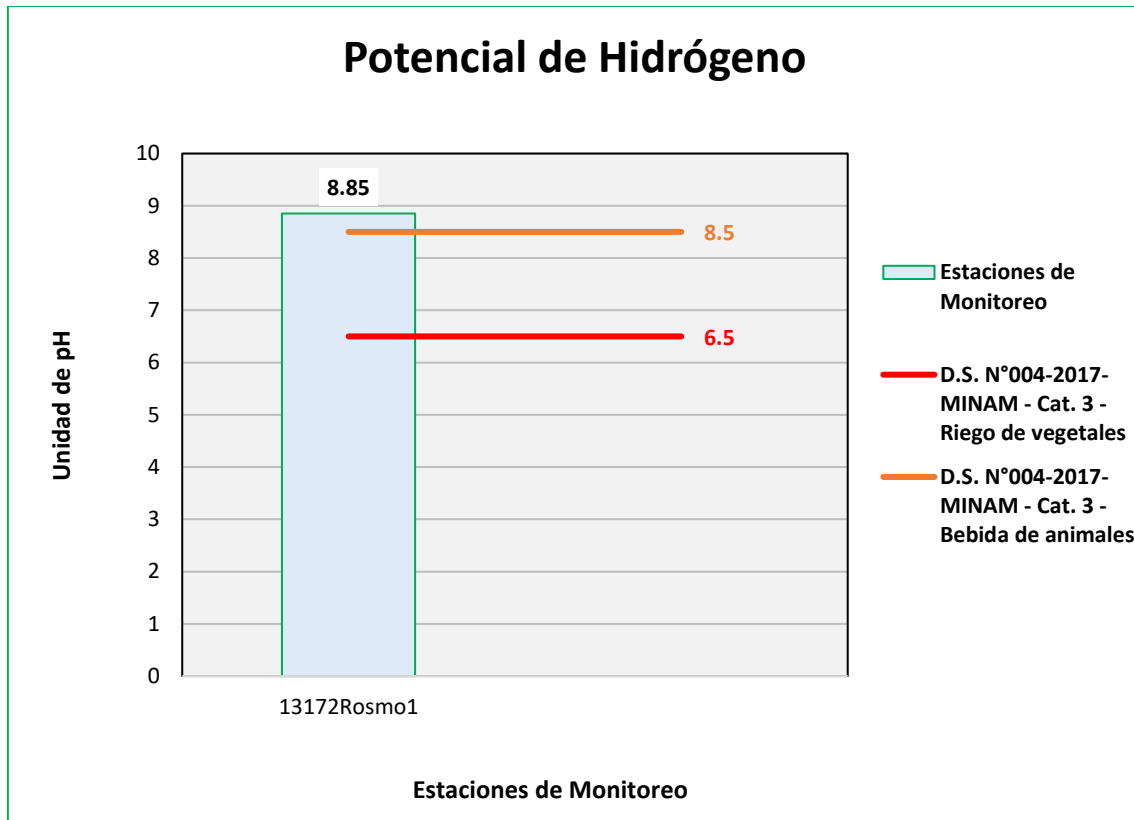
Figura 6.586. Resultados de pH – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.587. Resultados de pH – Evaluación del río Osmore



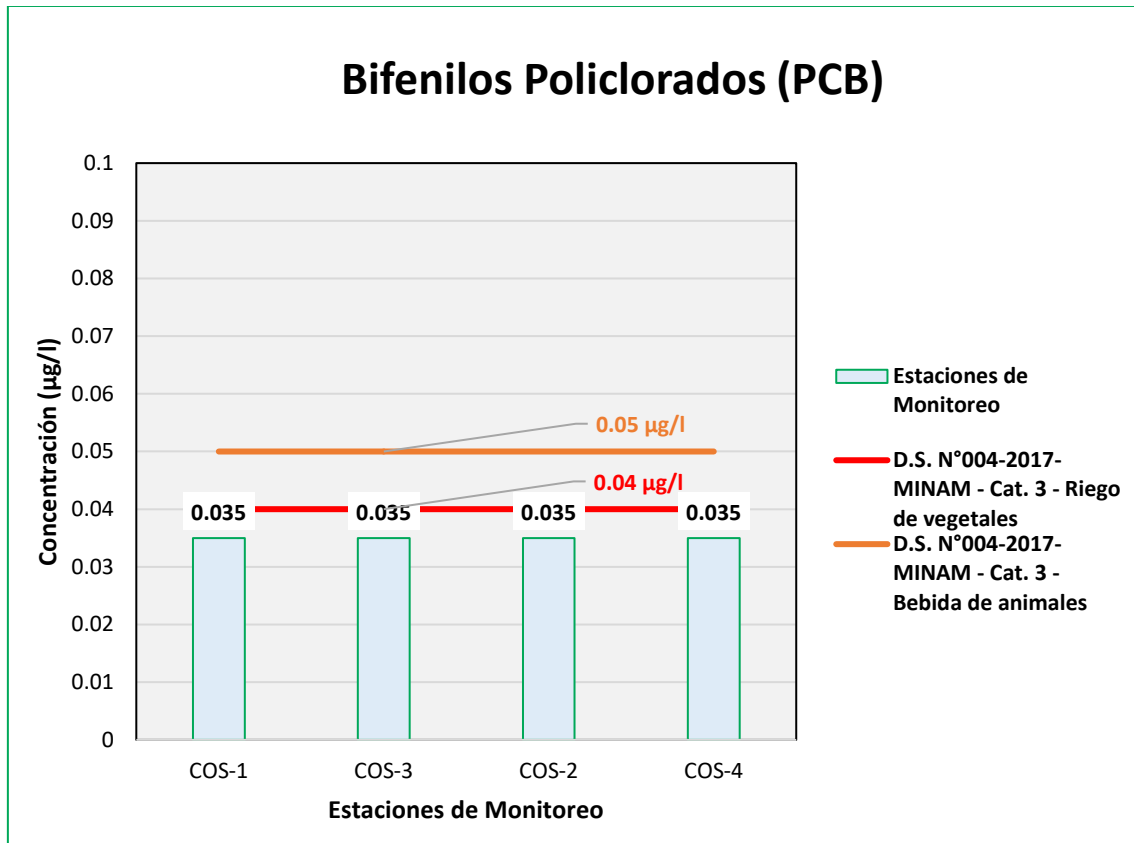
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.16 BIFENILOS POLICLORADOS

Los análisis de PCB procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de Moquegua arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,035 µg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA PCB = 0,040 µg/L).

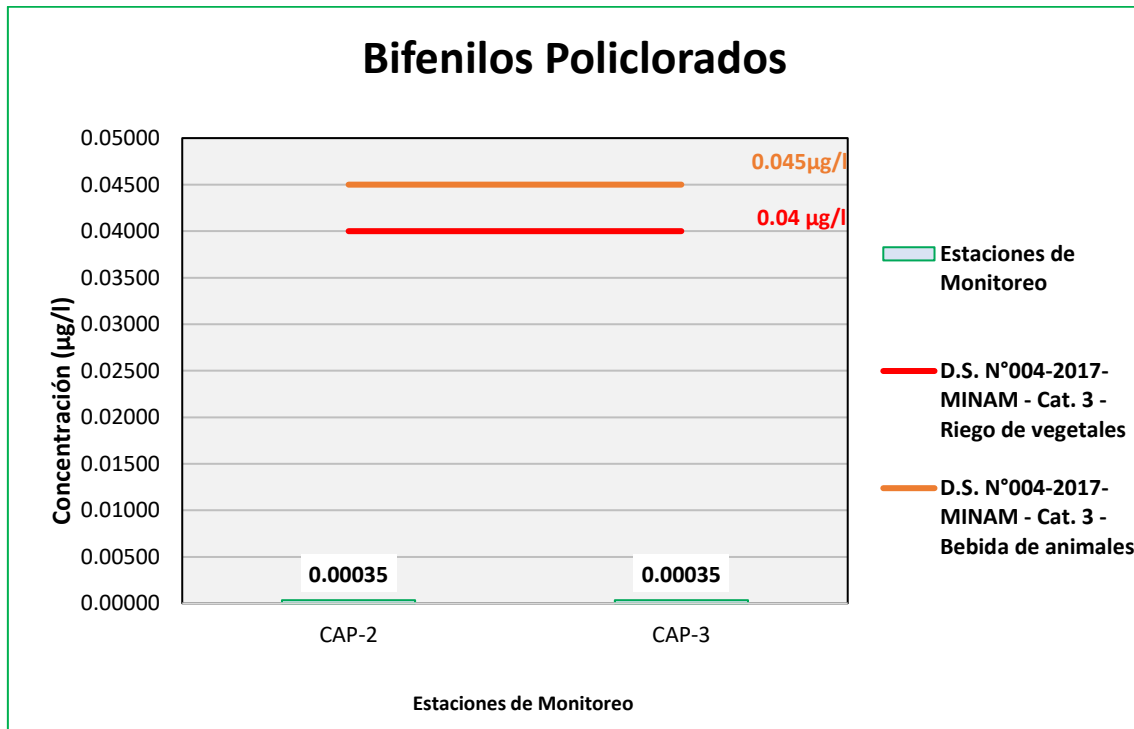
Figura 6.588. Resultados de PCB – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

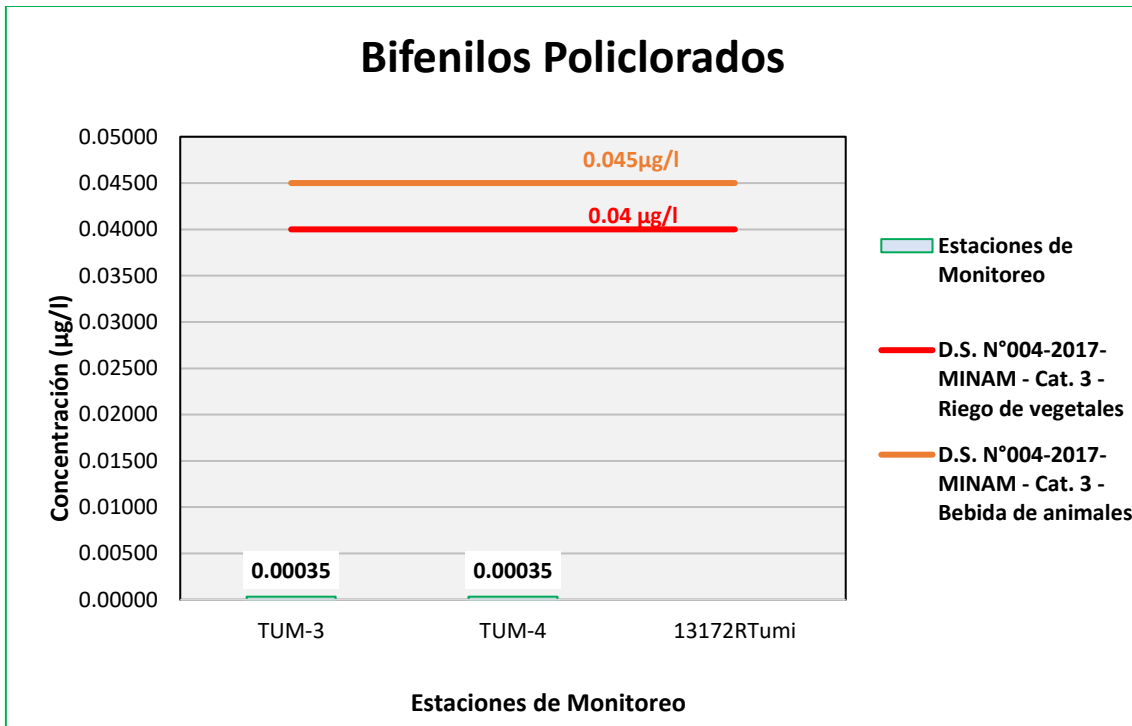
Figura 6.589. Resultados de PCB – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

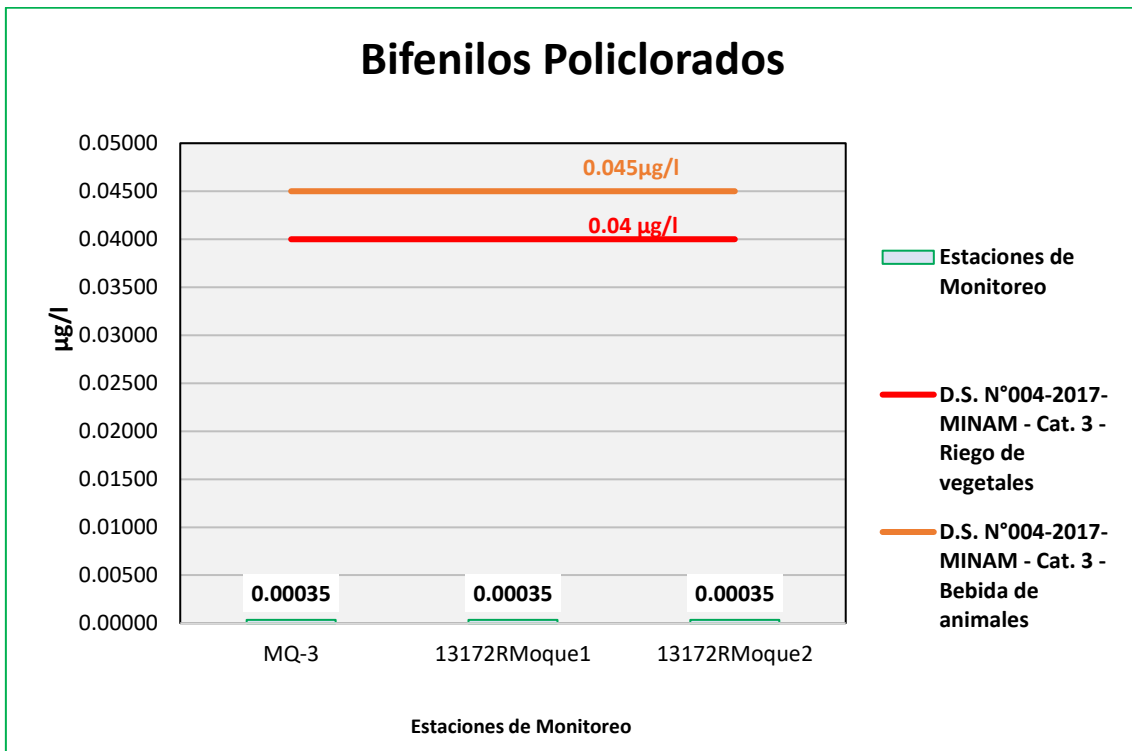
Figura 6.590. Resultados de PCB – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

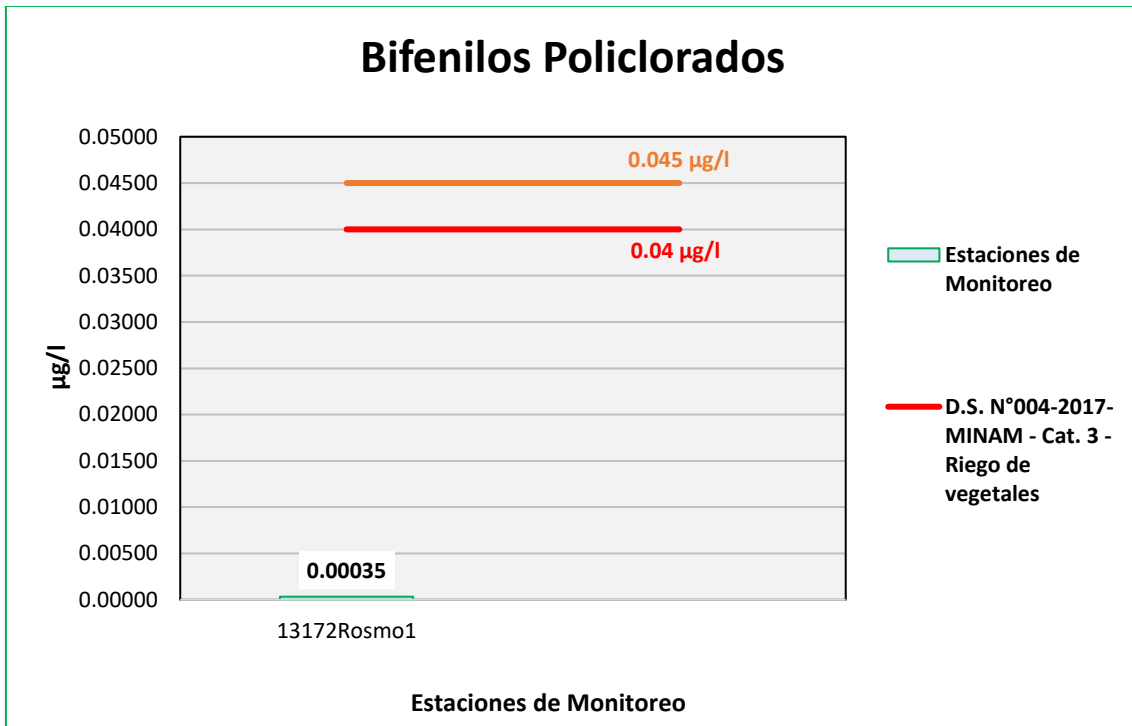
Figura 6.591. Resultados de PCB – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.592. Resultados de PCB – Evaluación del río Osmore



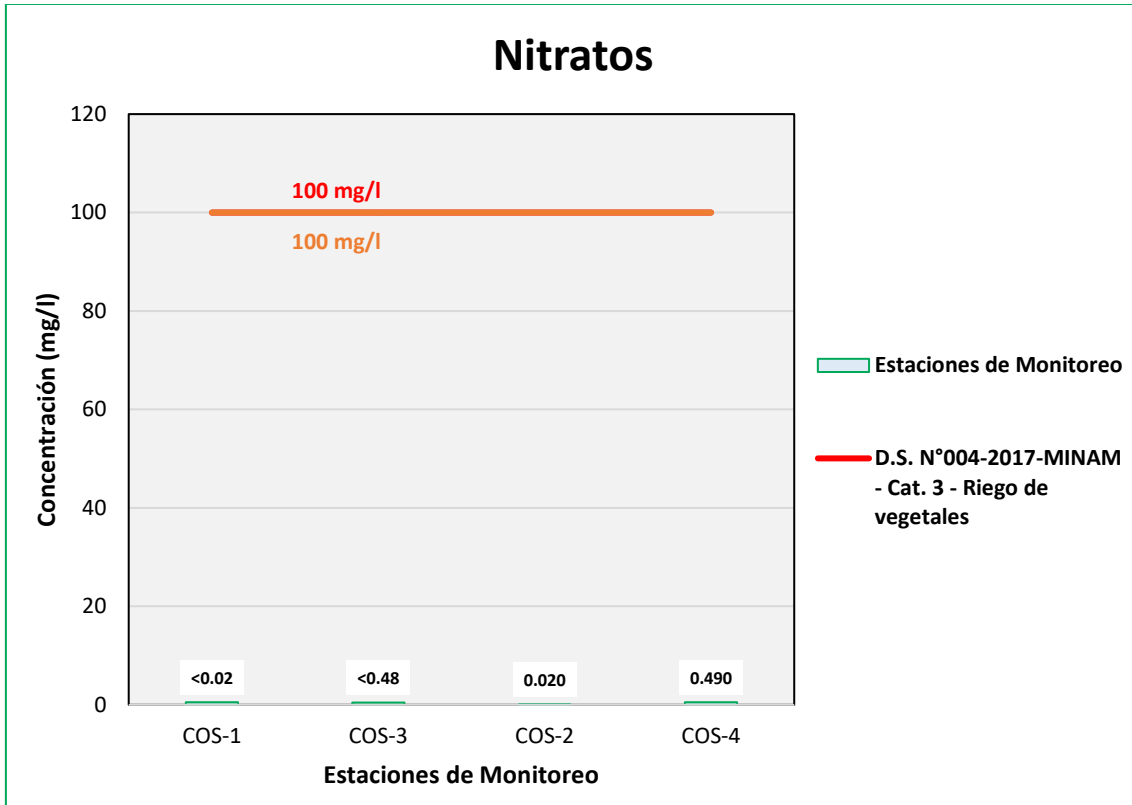
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.17 NITRATOS

Los valores de Nitratos obtenidos se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitratos = 100 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

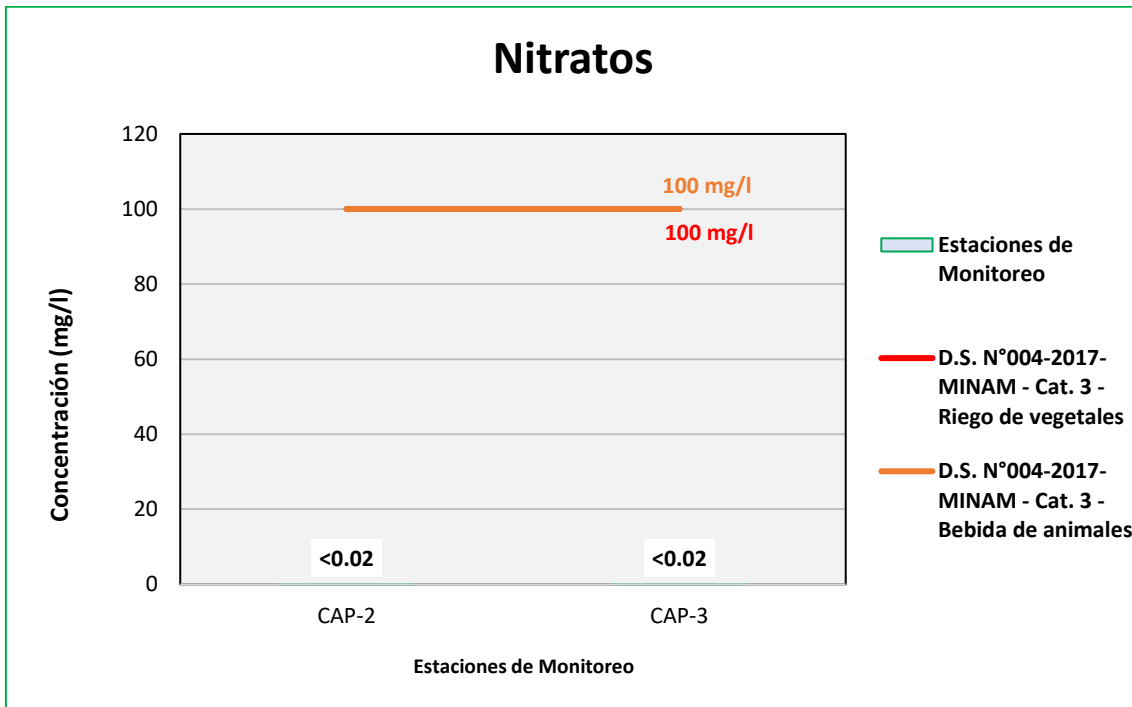
Figura 6.593. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

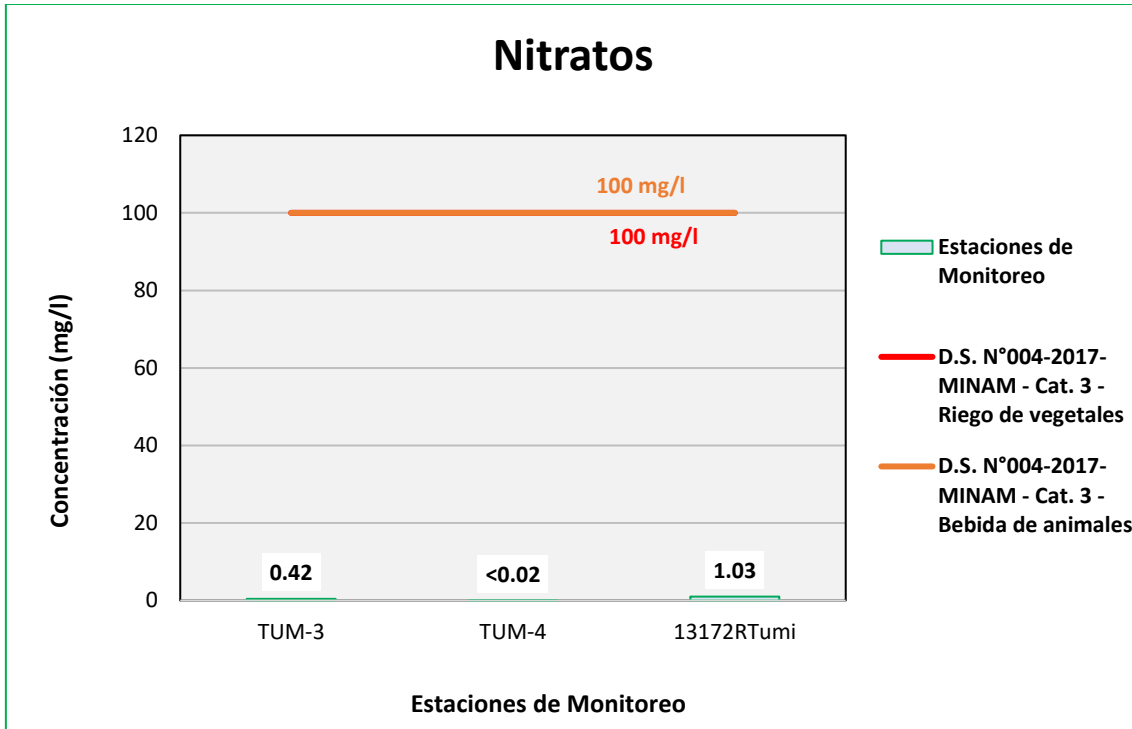
Figura 6.594. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

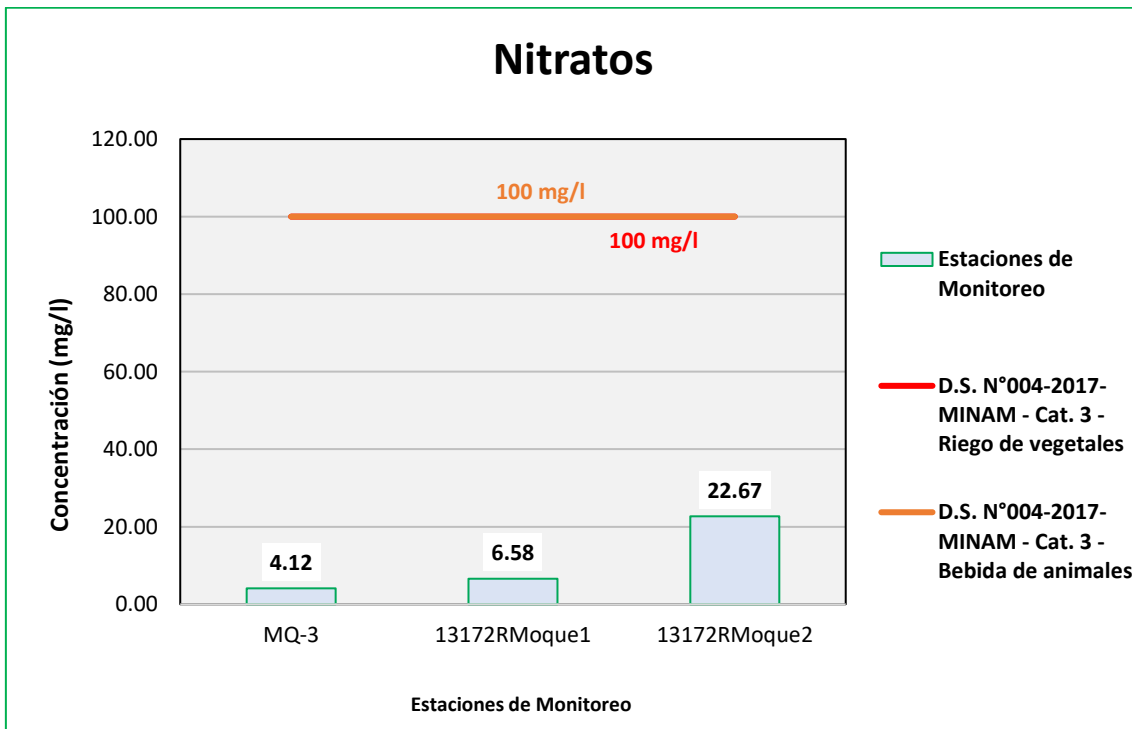
Figura 6.595. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

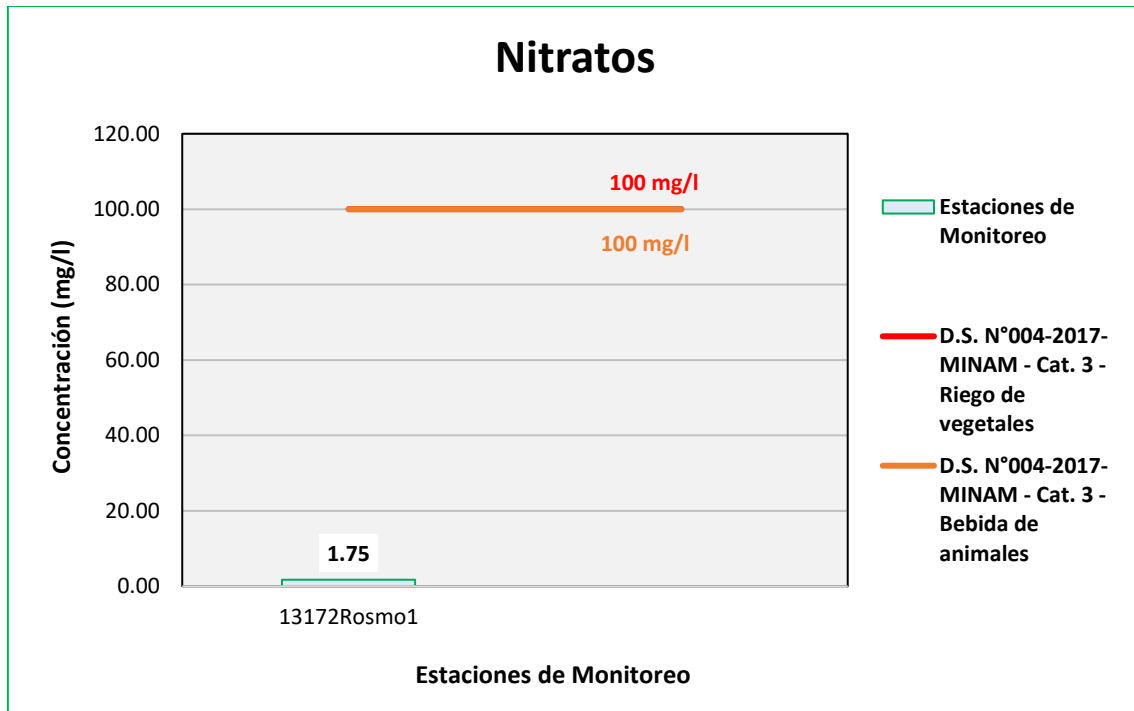
Figura 6.596. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.597. Resultados de Nitratos – Evaluación del río Osmore



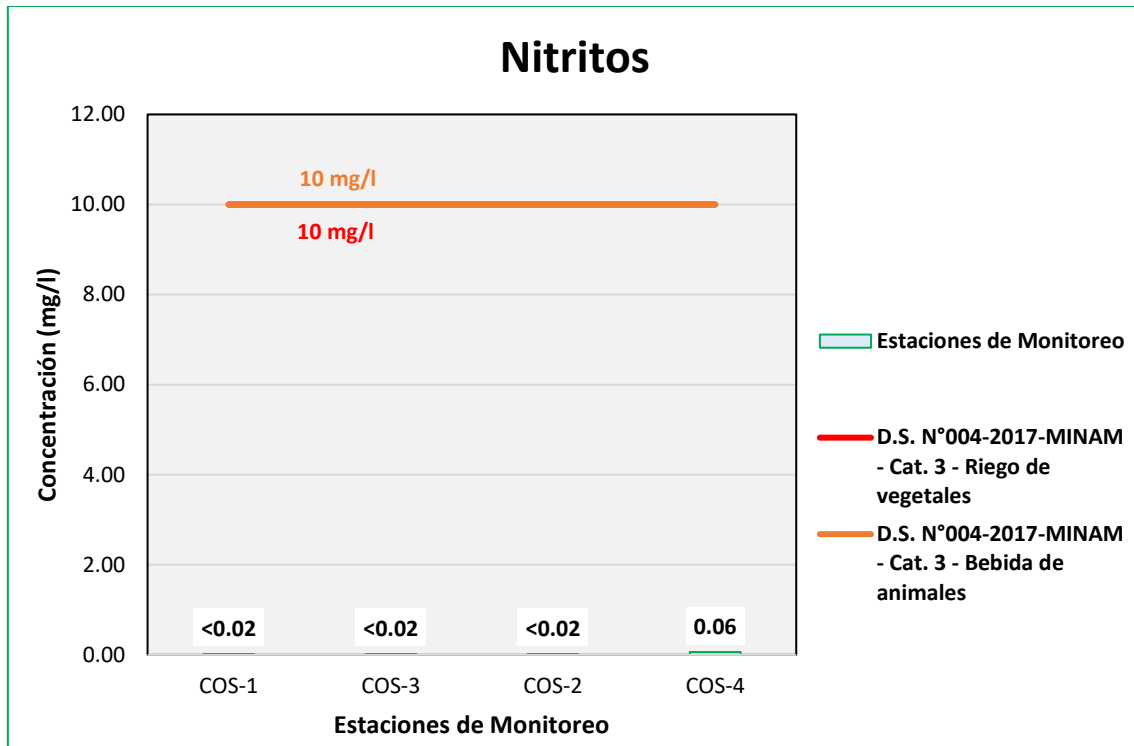
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.18 NITRITOS

Los valores de Nitritos obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Nitritos = 10 mg/L), lo que puede indicar la baja concentración de este elemento en los cuerpos de agua y una correcta conservación y desarrollo del ambiente acuático.

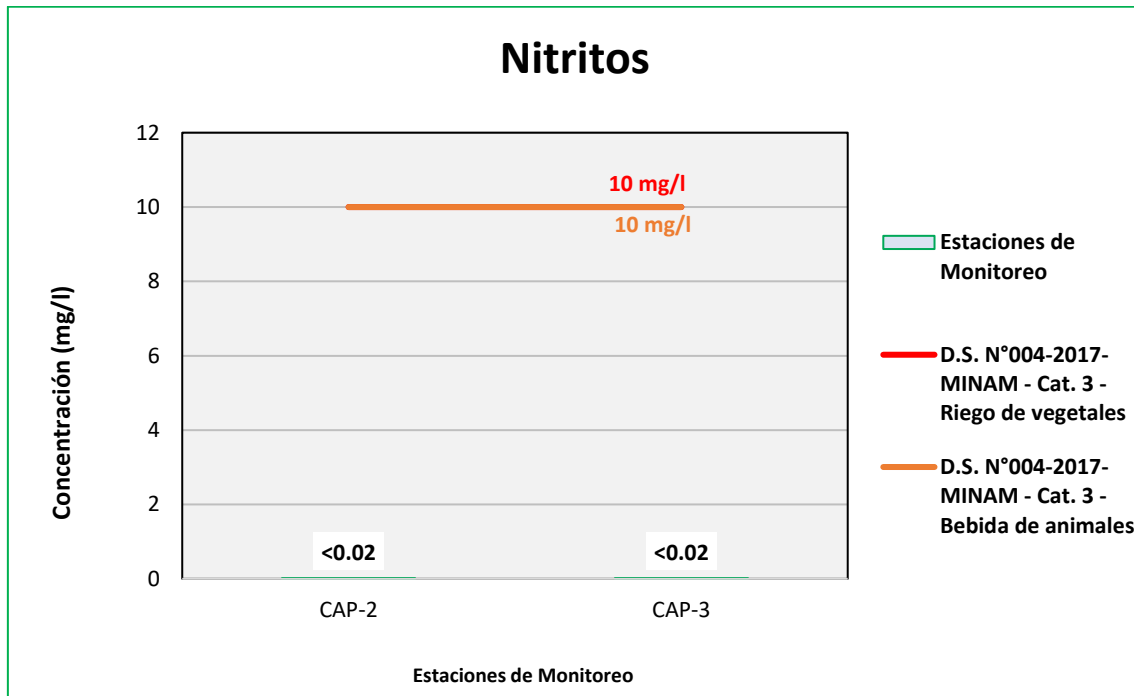
Figura 6.598. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

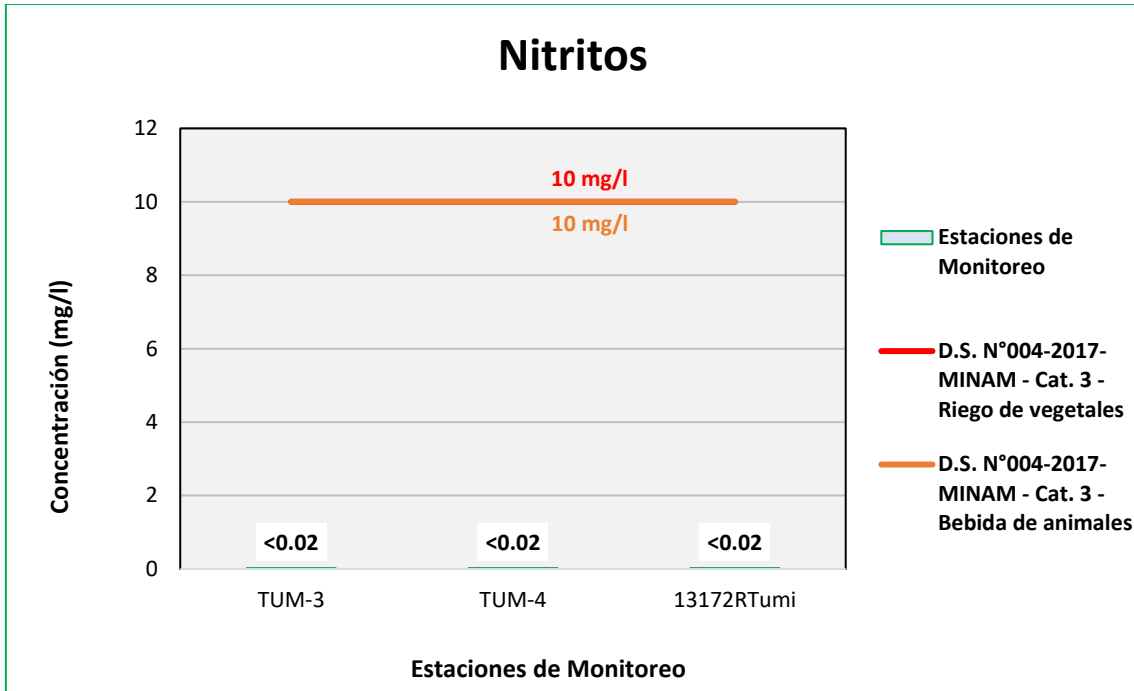
Figura 6.599. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

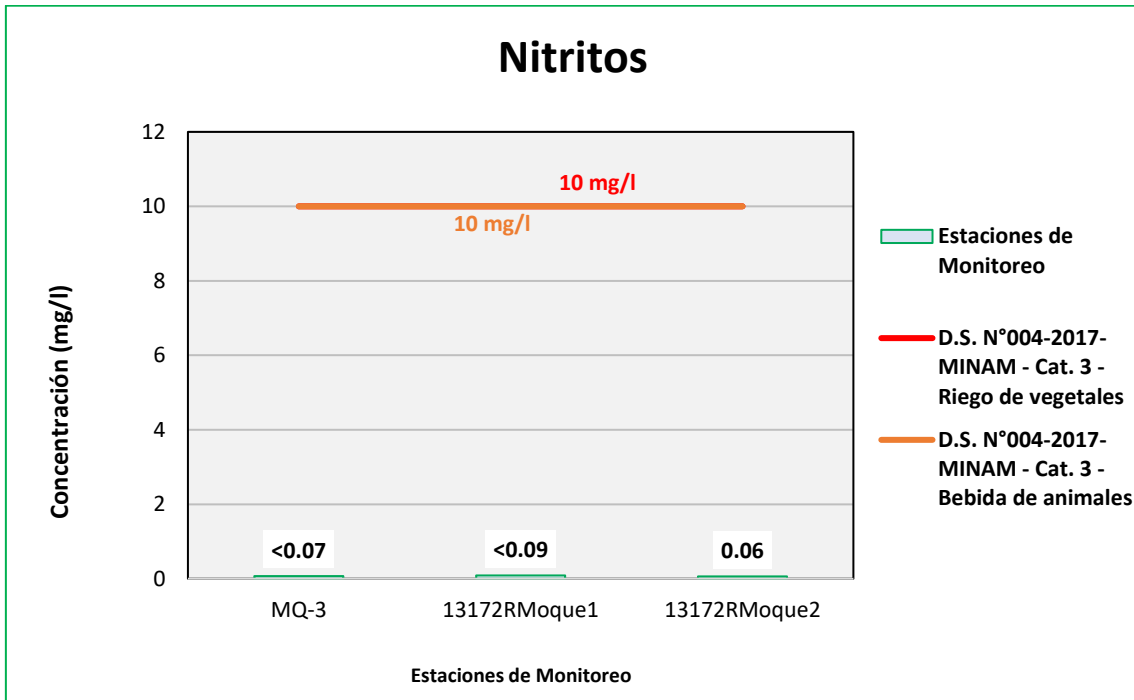
Figura 6.600. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

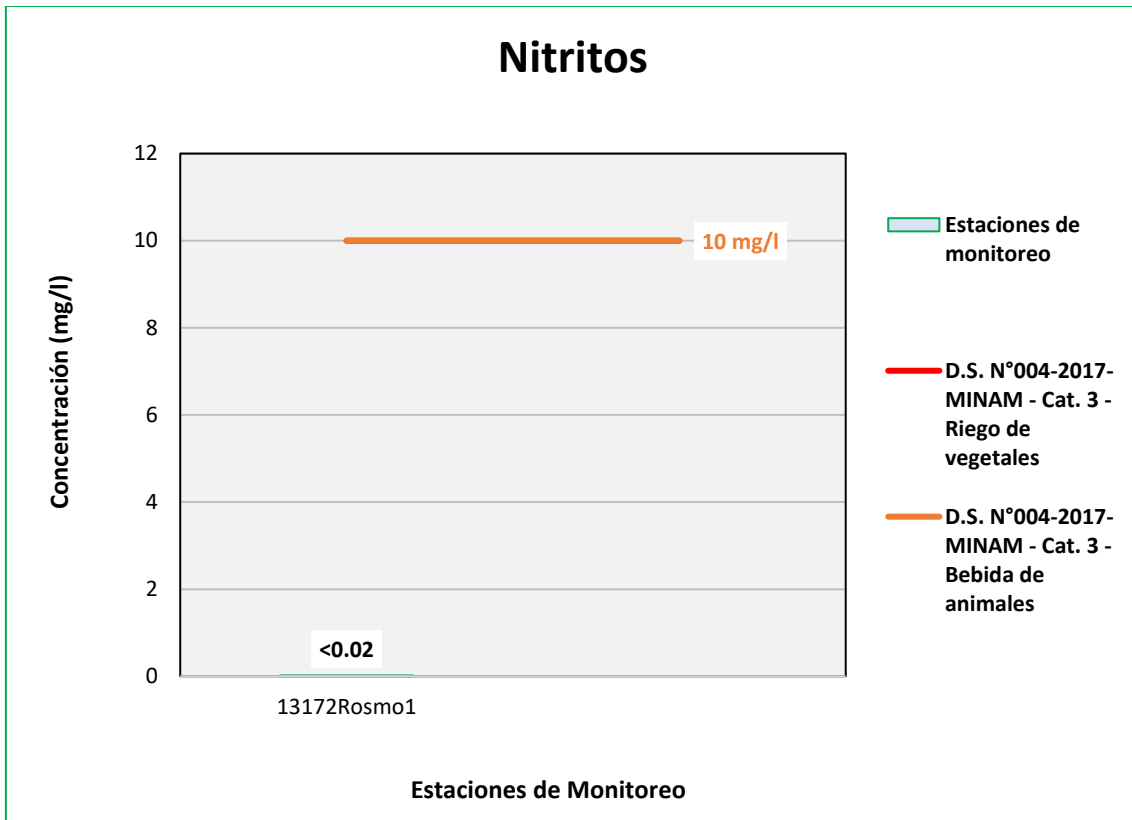
Figura 6.601. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.602. Resultados de Nitritos – Evaluación del río Osmore



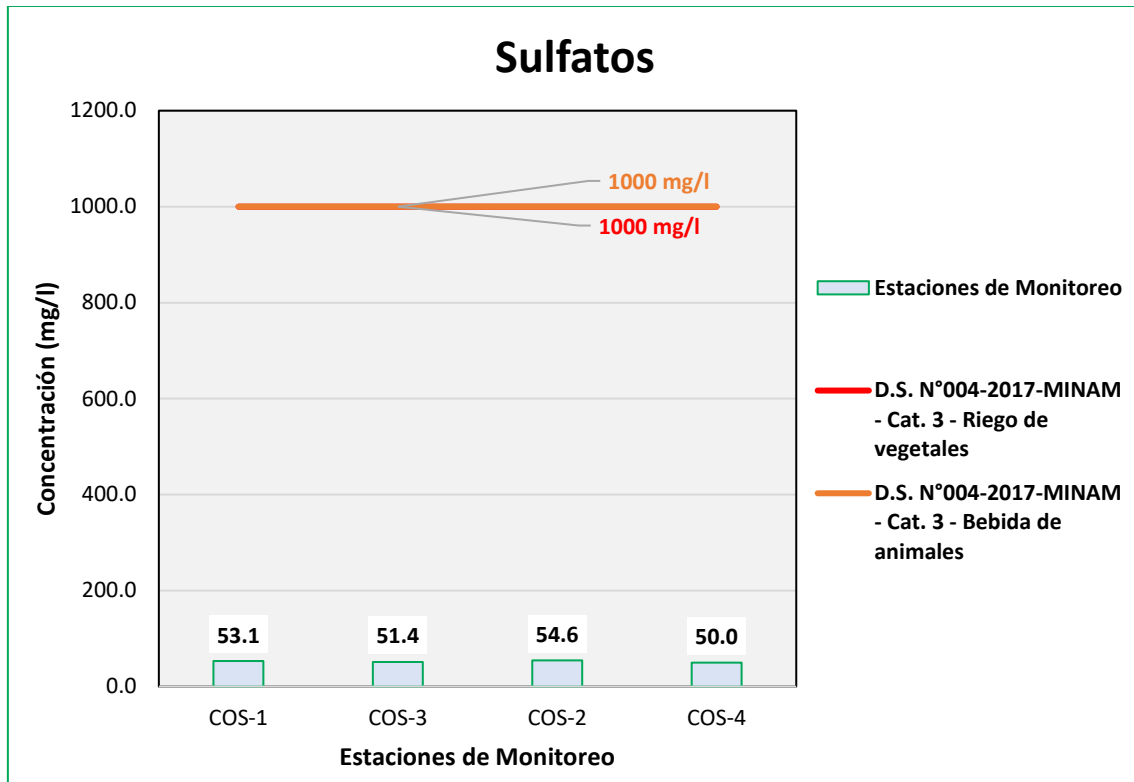
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.19 SULFATOS

Los Sulfatos (SO_4) son compuestos que se encuentran en casi todas las fuentes naturales de agua, teniendo su origen a partir de la oxidación de las menas o rocas con presencia de sulfato, así como la presencia de efluentes industriales o acumulación de residuos procedente de la actividad industrial.

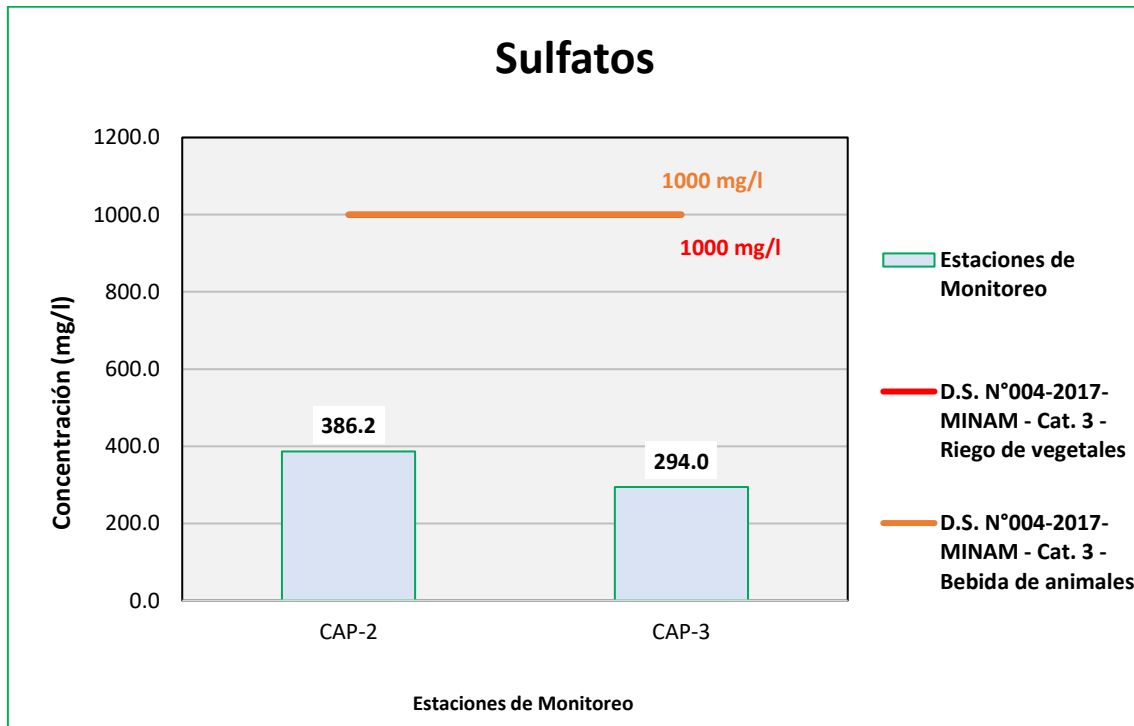
Figura 6.603. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

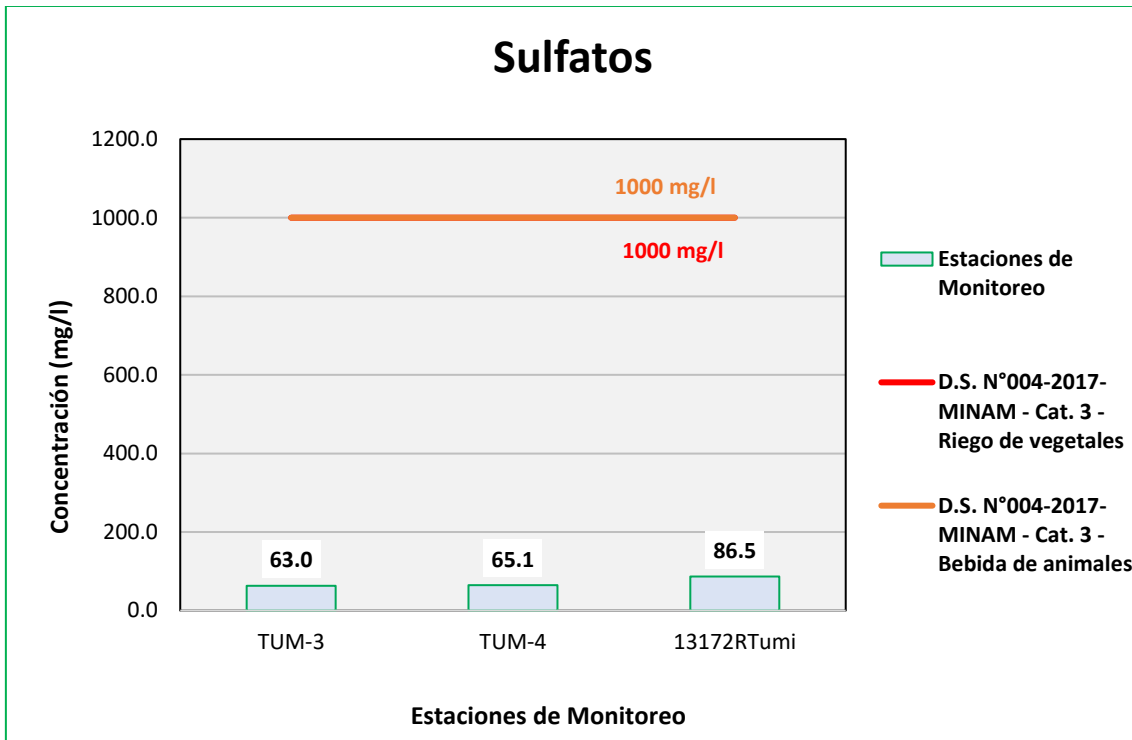
Figura 6.604. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

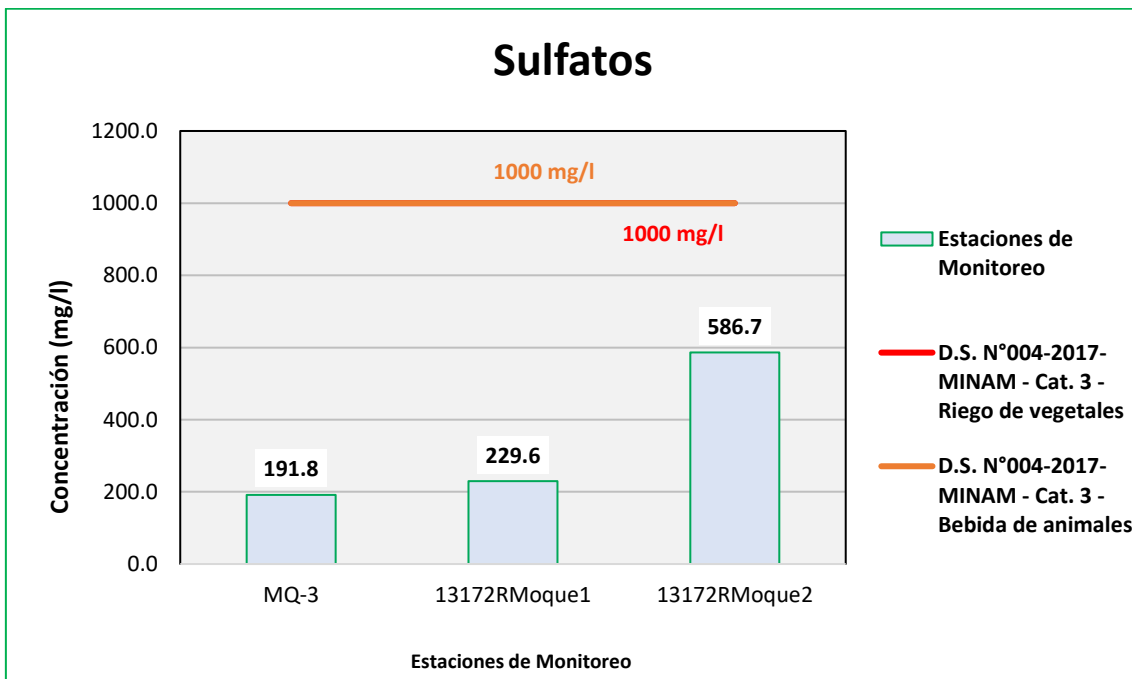
Figura 6.605. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

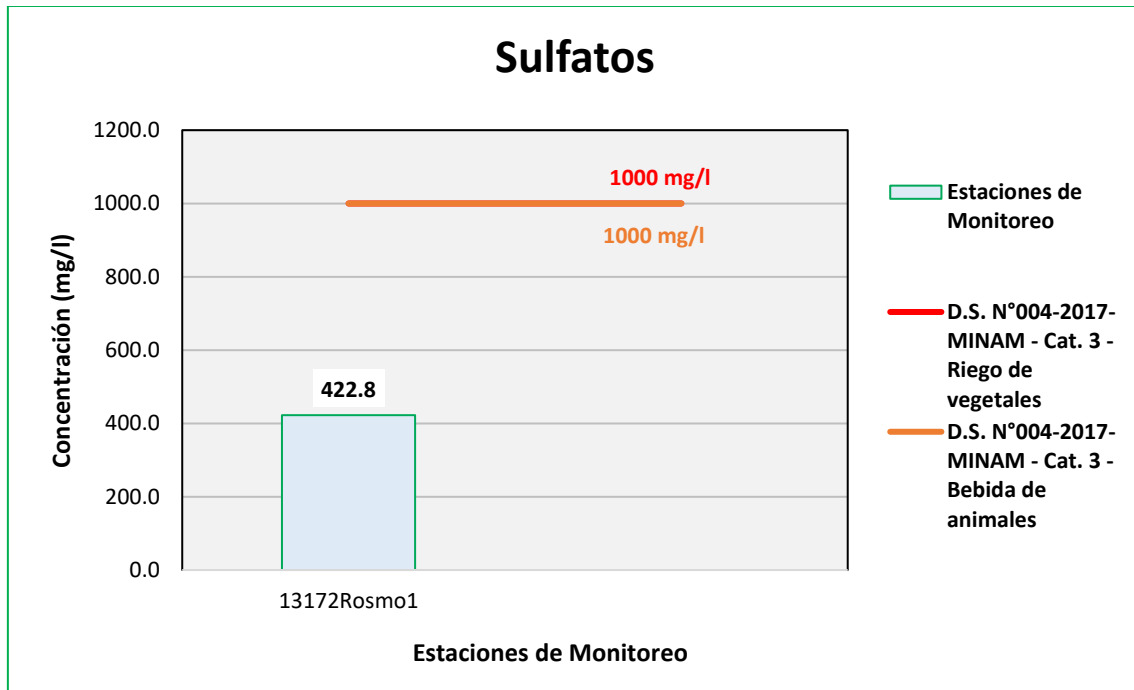
Figura 6.606. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.607. Resultados de Sulfatos – Evaluación del río Osmore



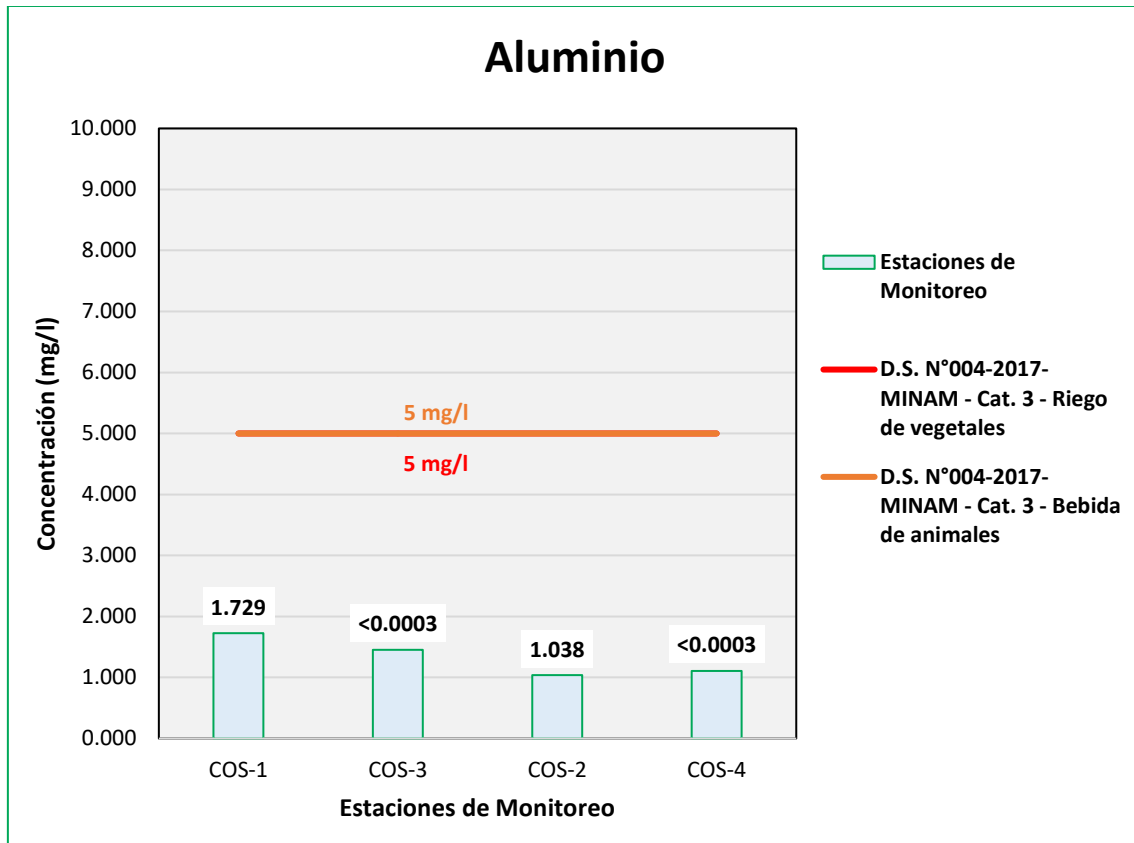
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.20 ALUMINIO

Los valores de Aluminio (Al) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de operaciones se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Al = 5,0 mg/L).

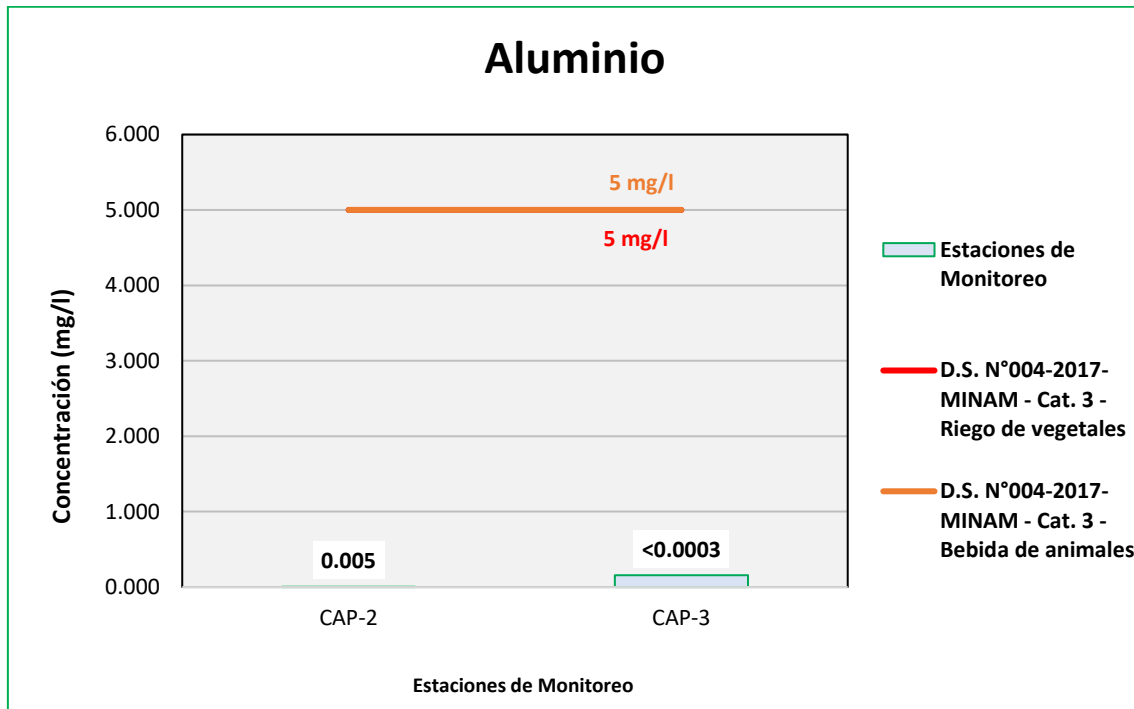
Figura 6.608. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

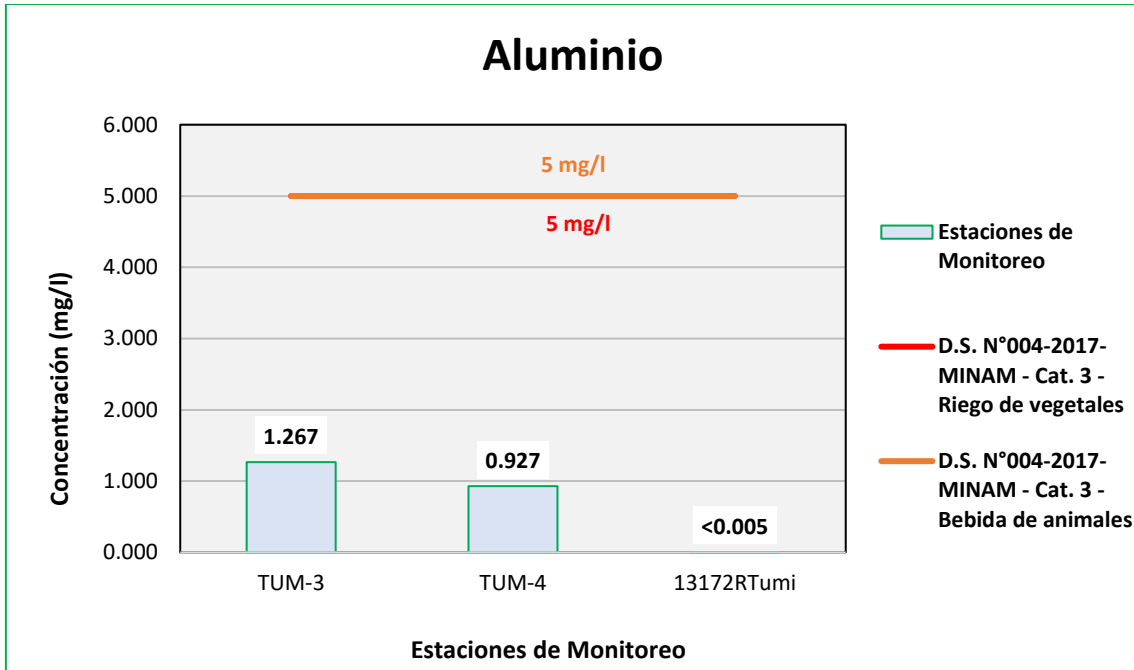
Figura 6.609. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

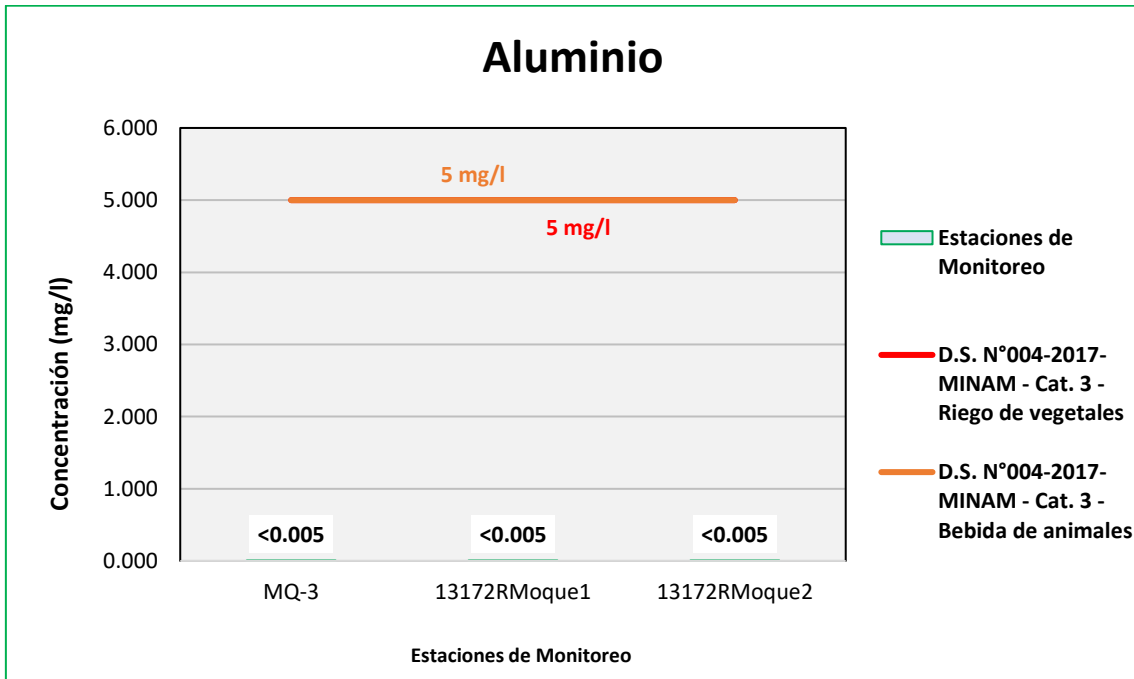
Figura 6.610. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

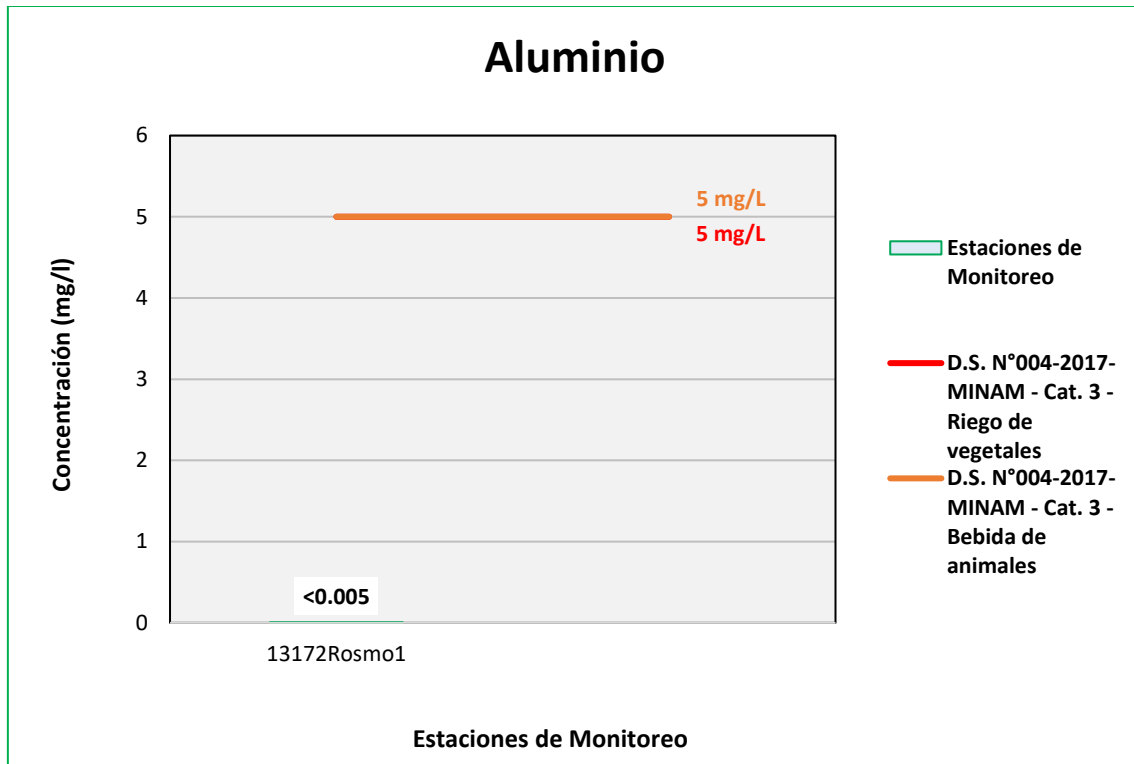
Figura 6.611. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.612. Resultados de Aluminio – Evaluación del río Osmore



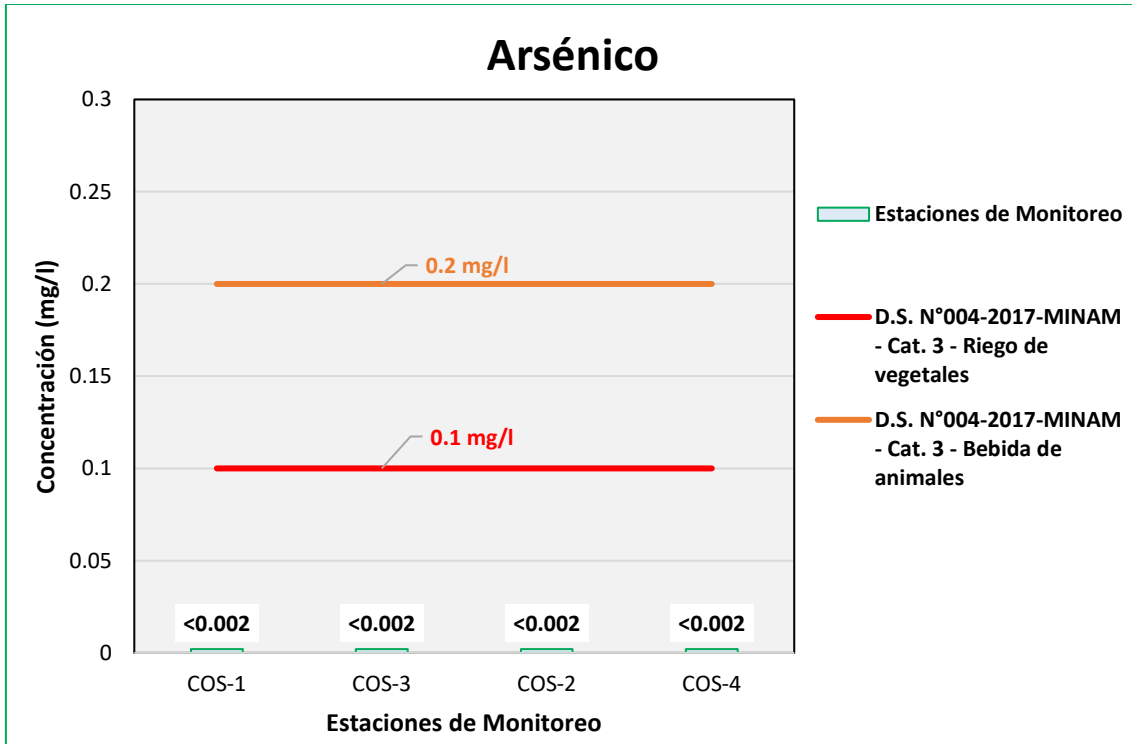
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.21 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, teniendo su origen por diversas fuentes naturales como las erupciones de volcanes, por la constante erosión de depósitos minerales o rocas que contienen arsénico, principalmente podemos encontrarlo en la cadena montañosa de la zona sur del país (Ayacucho, Arequipa, Moquegua, entre otras regiones del sur).

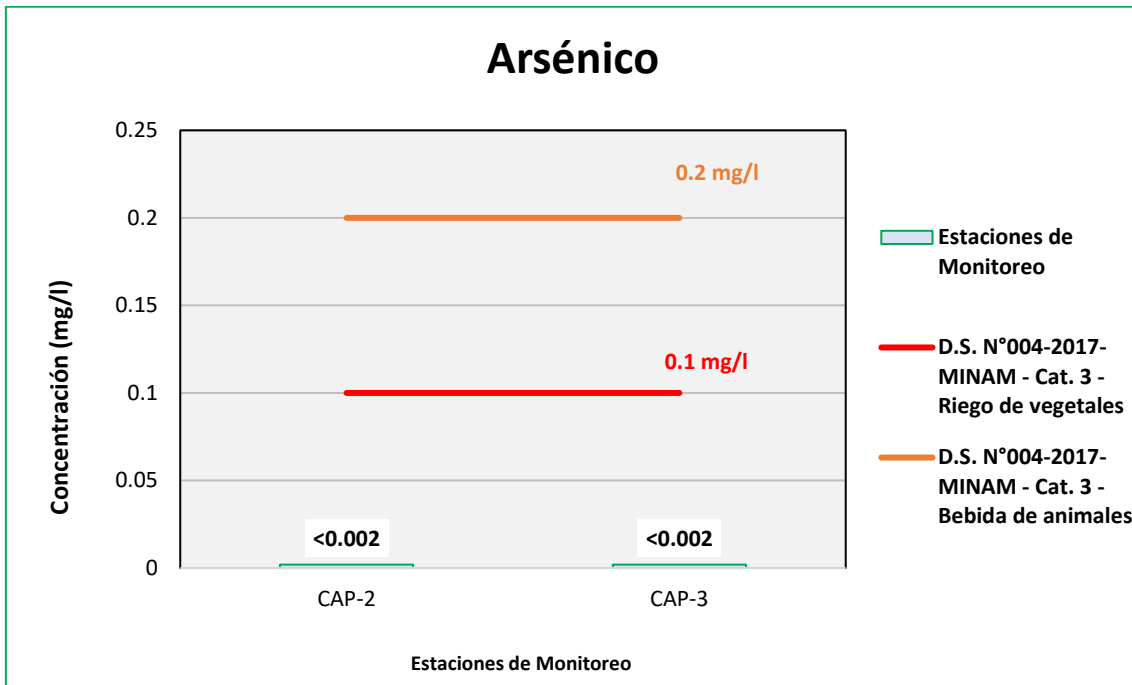
Figura 6.613. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

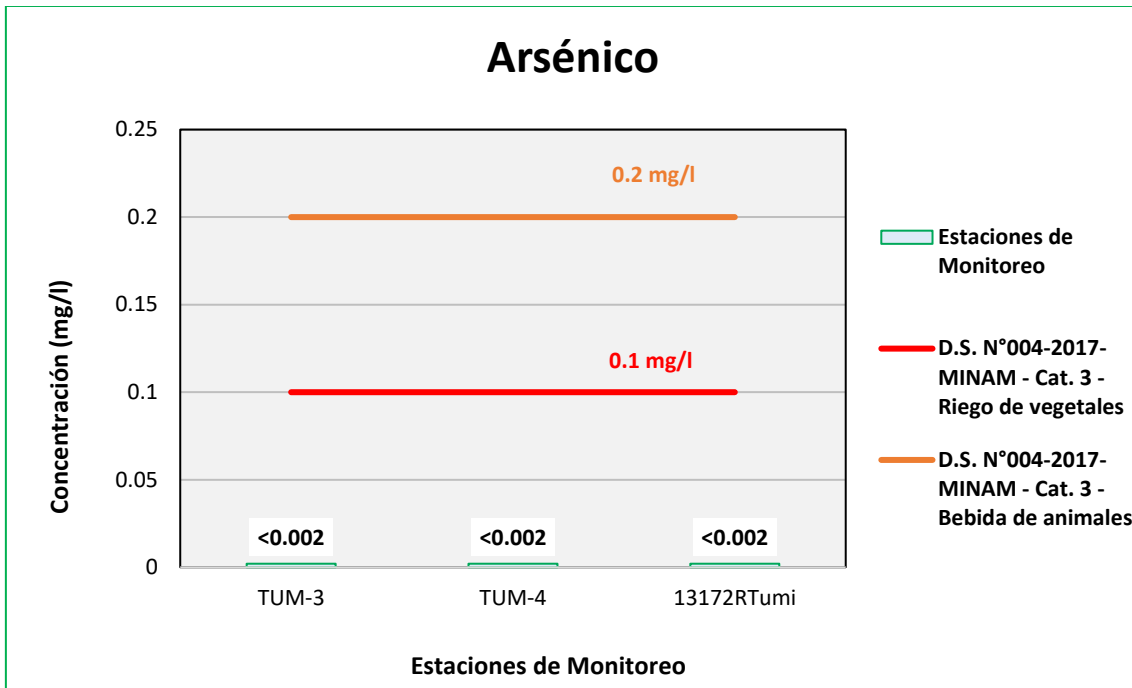
Figura 6.614. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

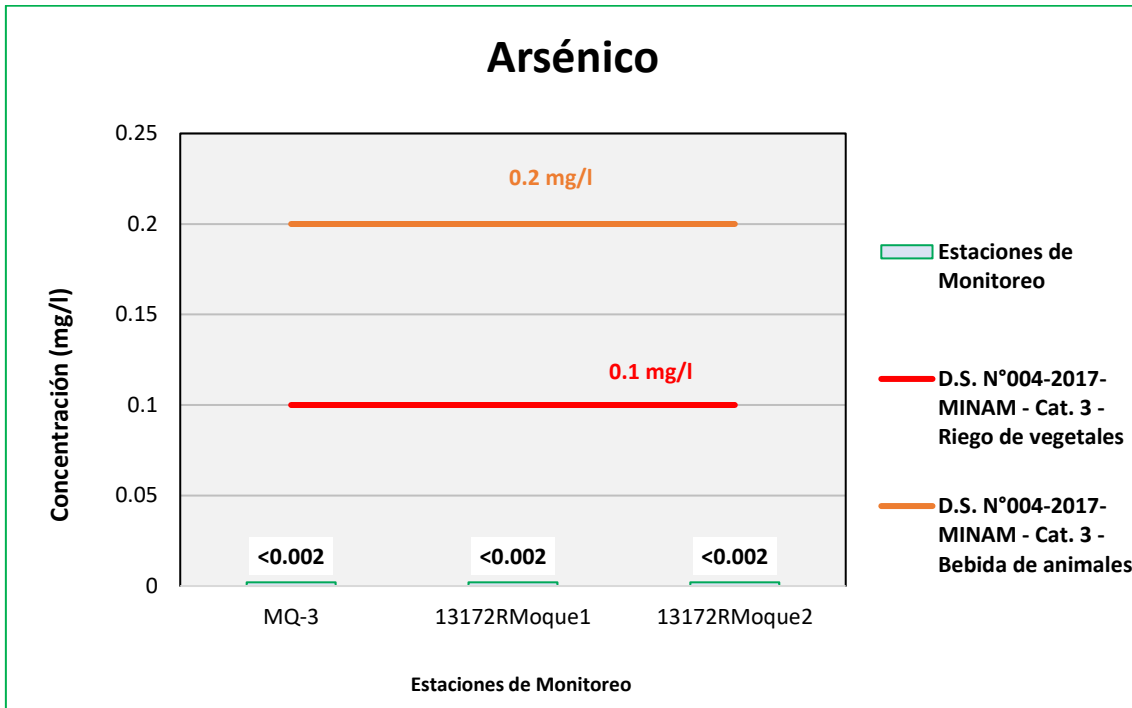
Figura 6.615. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Tumulaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

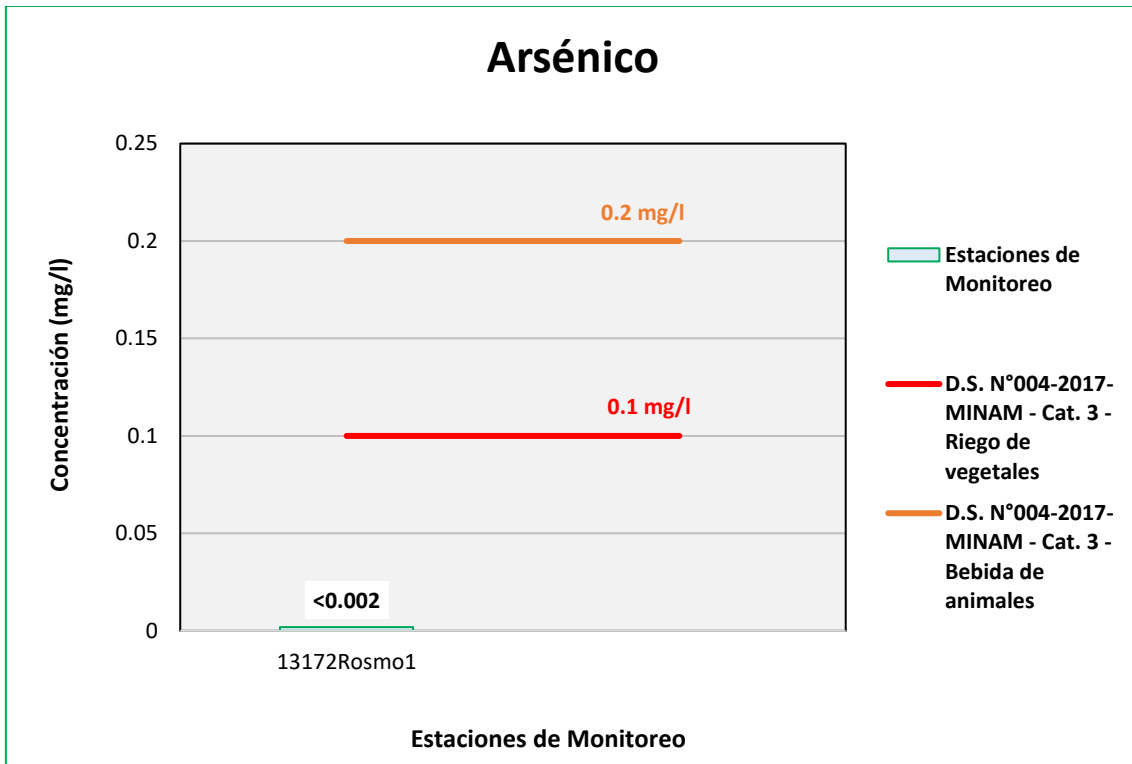
Figura 6.616. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.617. Resultados de Arsénico – Evaluación del río Osmore



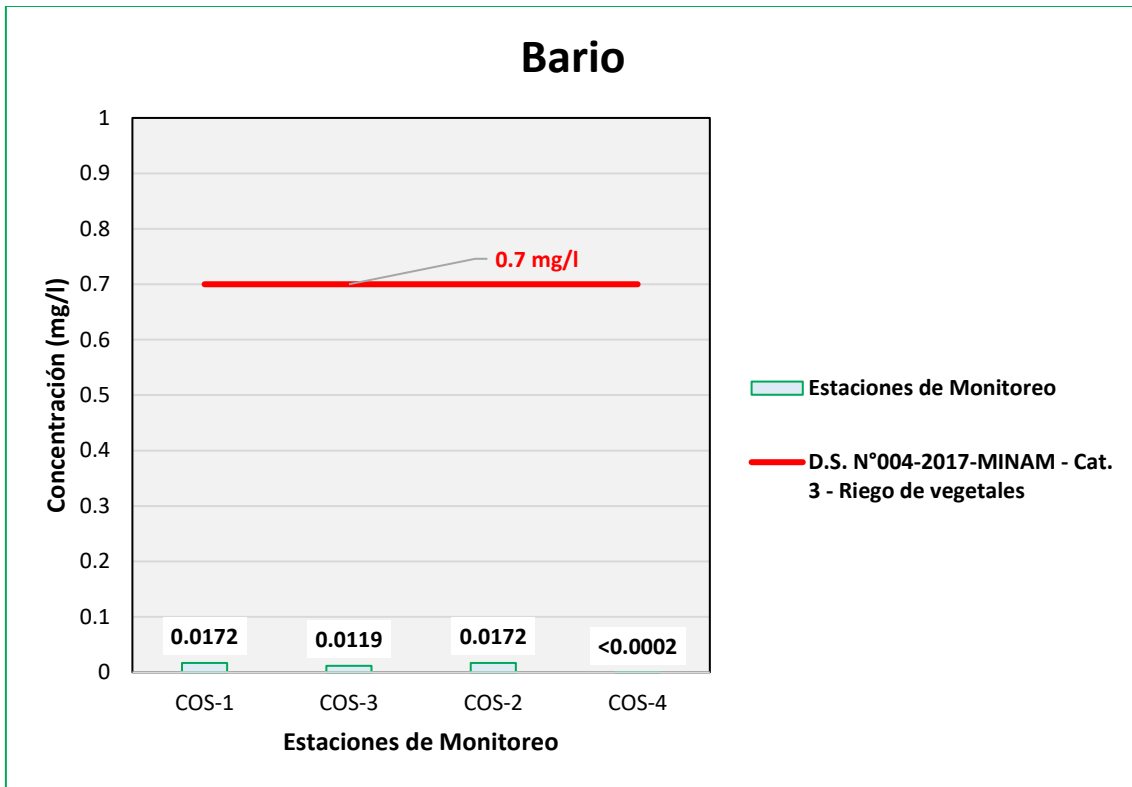
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.22 BARIO

Los valores de Bario (Ba) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ba = 0,7 mg/L).

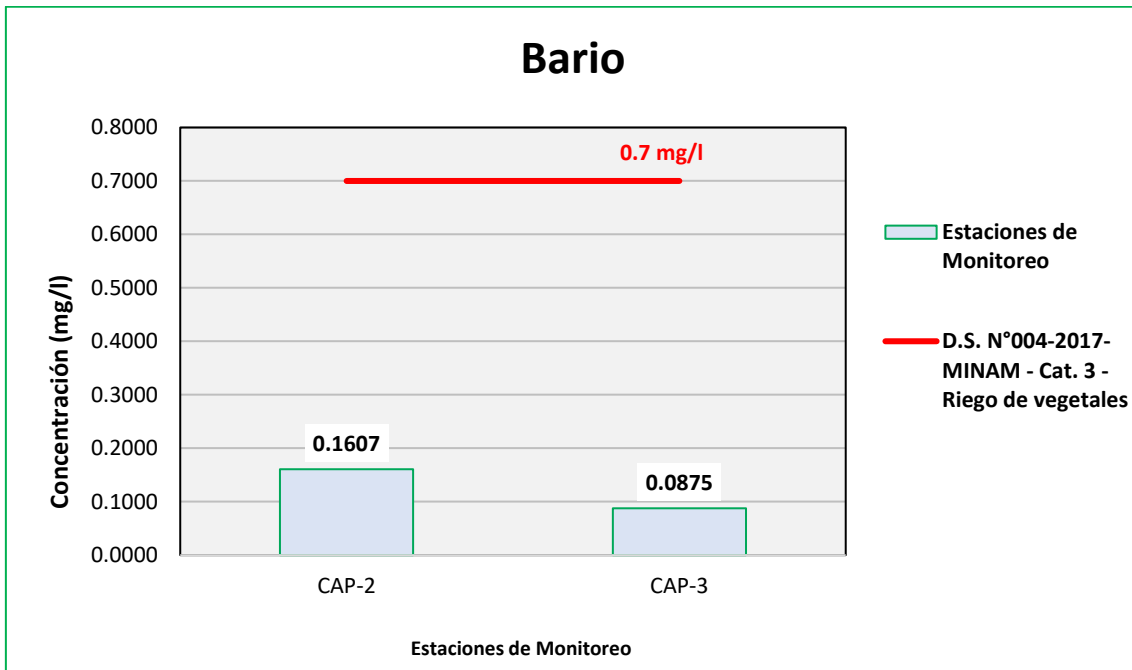
Figura 6.618. Resultados de Bario – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

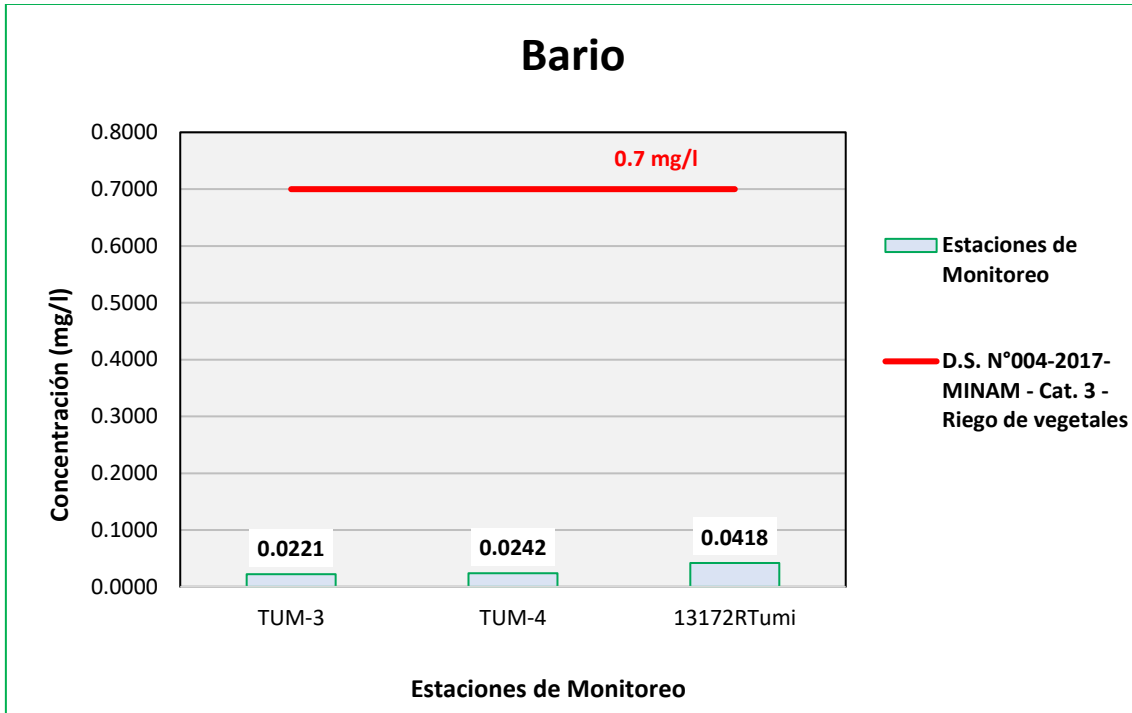
Figura 6.619. Resultados de Bario – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

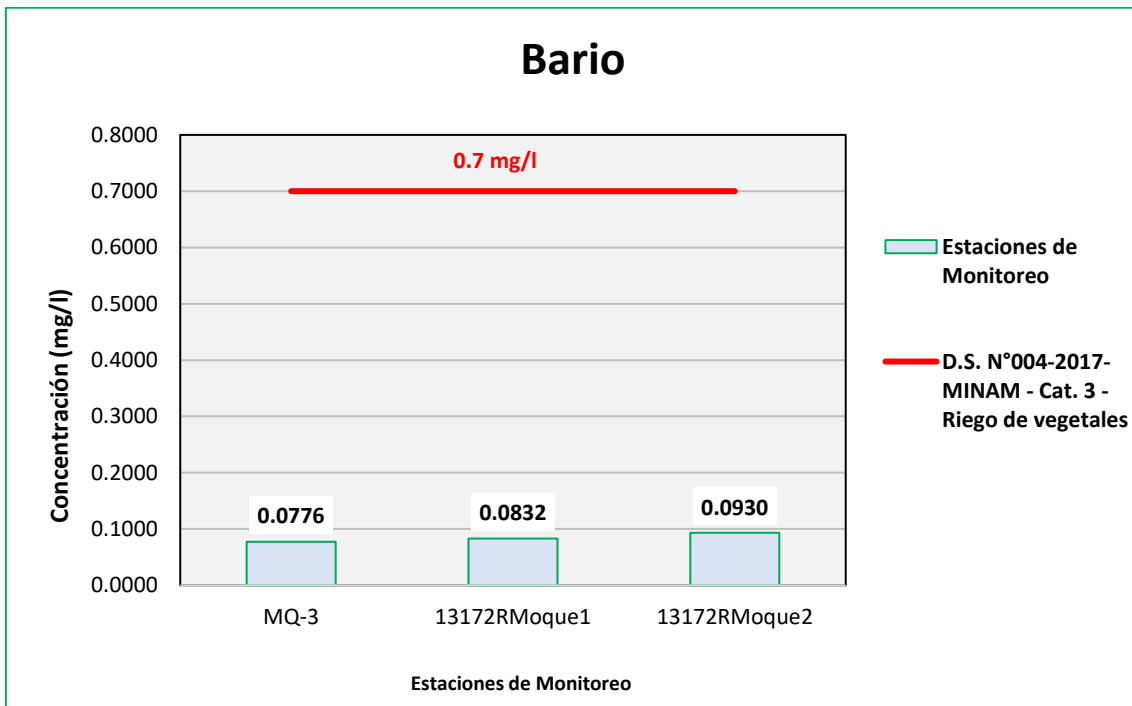
Figura 6.620. Resultados de Bario – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

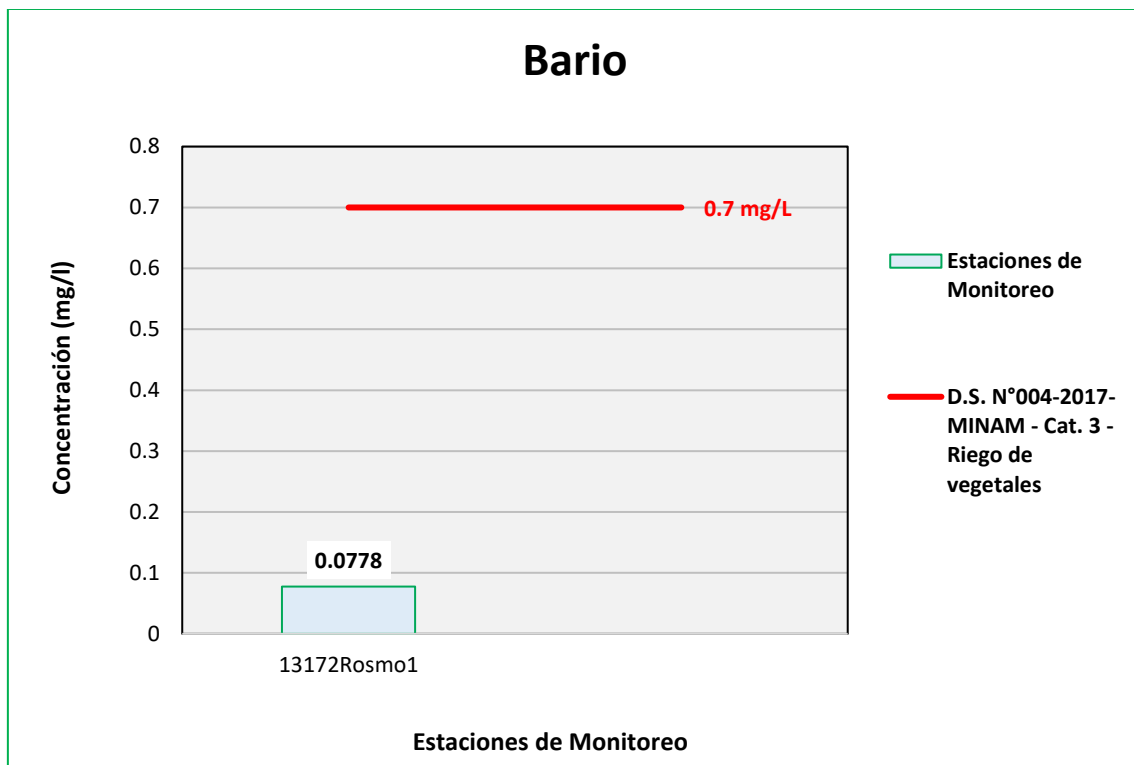
Figura 6.621. Resultados de Bario – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.622. Resultados de Bario – Evaluación del río Osmore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

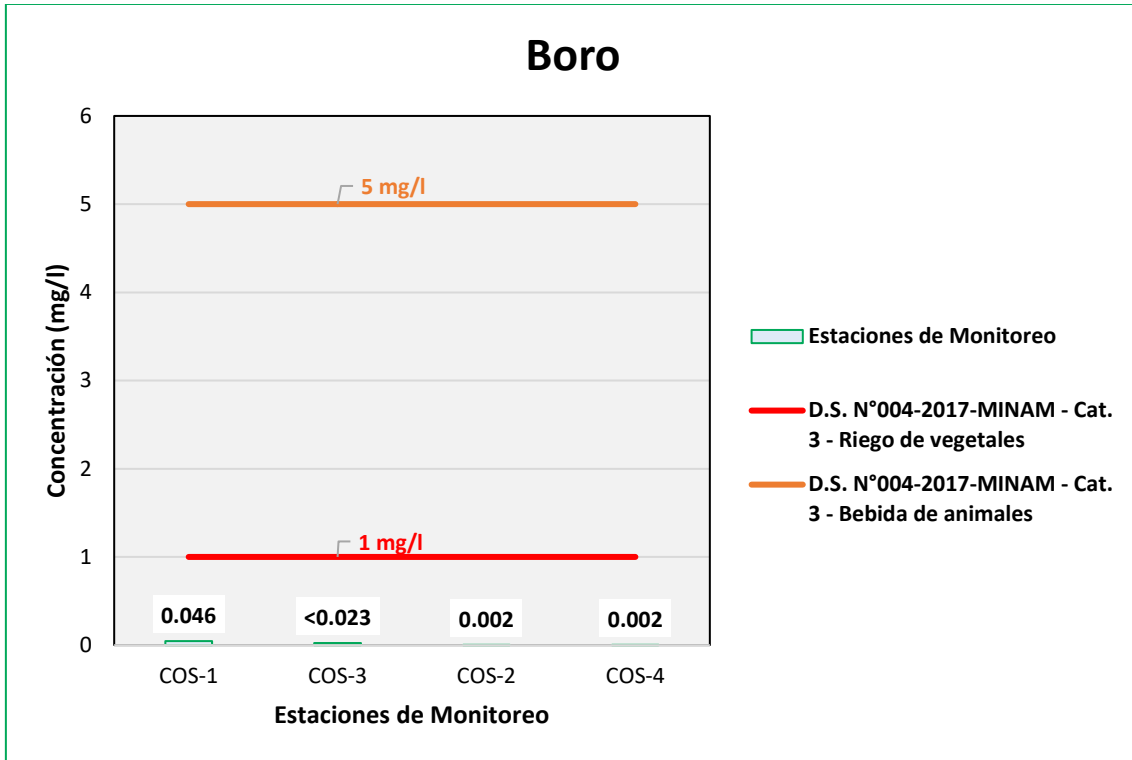
6.5.4.3.23 BORO

Los valores de Boro (B) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA B = 1 mg/L).

No obstante, de los resultados obtenidos, se puede observar que, los puntos de monitoreo ubicado en el río Huancanane CAP-2 (aguas arriba del río) y CAP-3 (aguas abajo del río), estos se encuentran superando el ECA para el parámetro Boro, el cual puede tener su origen a la utilización de fertilizantes o herbicidas que contienen dentro de su compuesto al parámetro mencionado.

De la misma forma, se observa que, para los puntos 13172RMoque1 y 13172RMoque2, ubicados en el río Moquegua, así como para el punto Rosmo1 (río Osmore), los resultados se encuentran por encima de los ECA para boro establecidos para la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales, esto puede deberse a que estos ríos reciben la influencia de la actividad agroindustrial que recibe el valle de Moquegua.

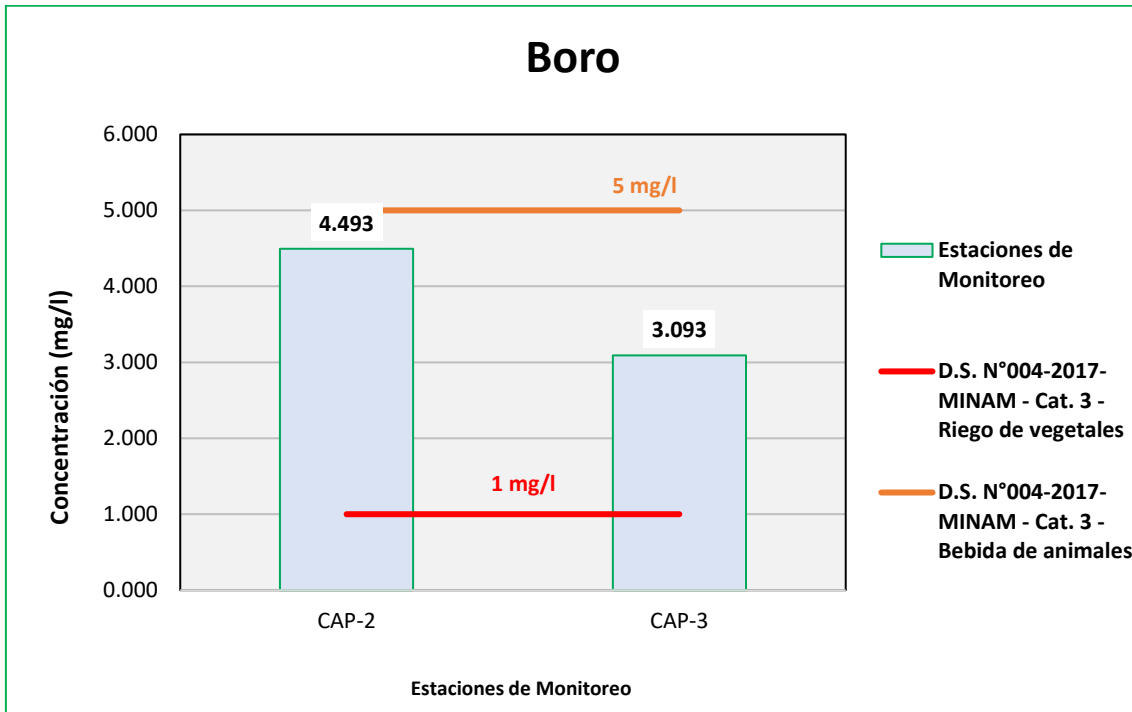
Figura 6.623. Resultados de Boro – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

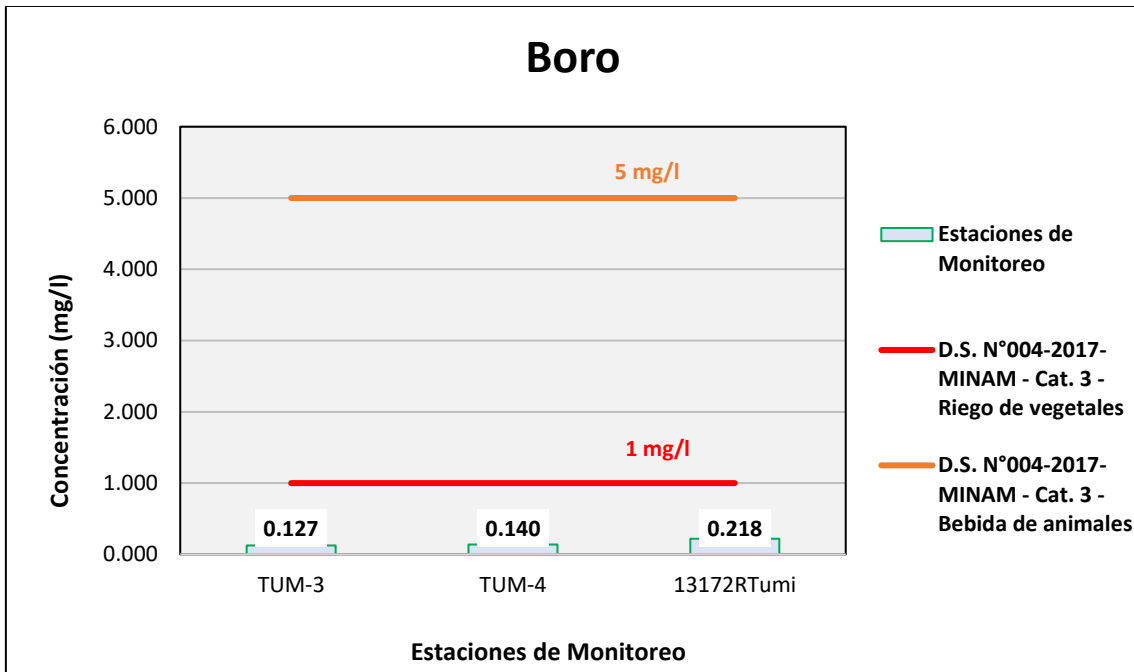
Figura 6.624. Resultados de Boro – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

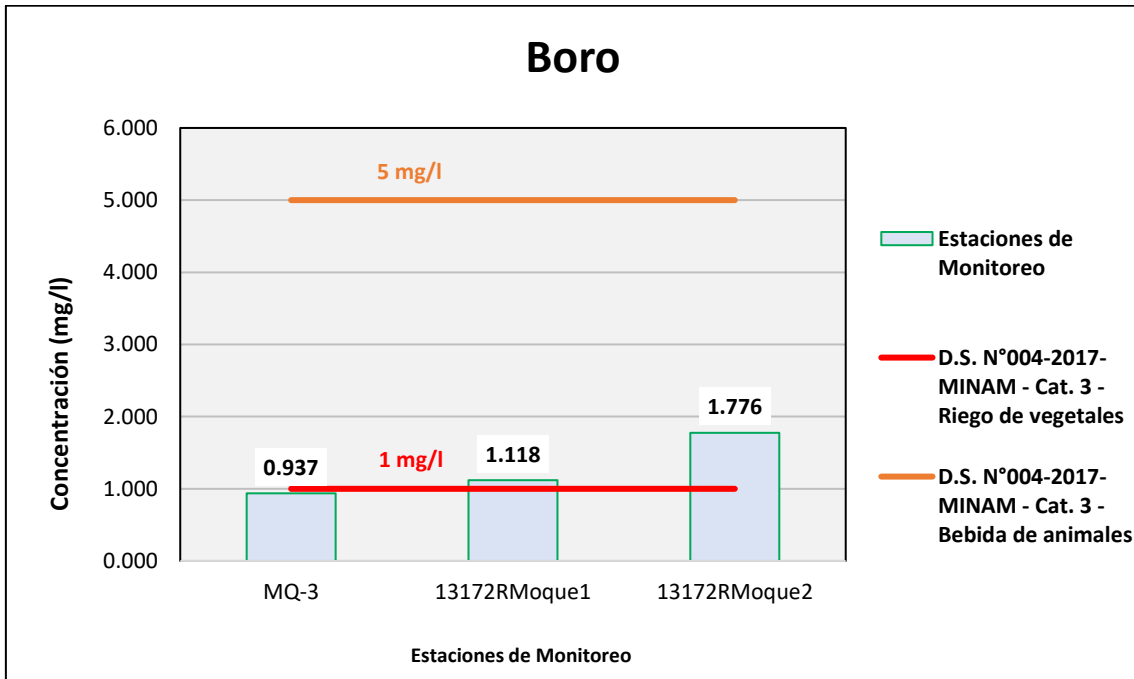
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.625. Resultados de Boro – Evaluación del río Tumilaca



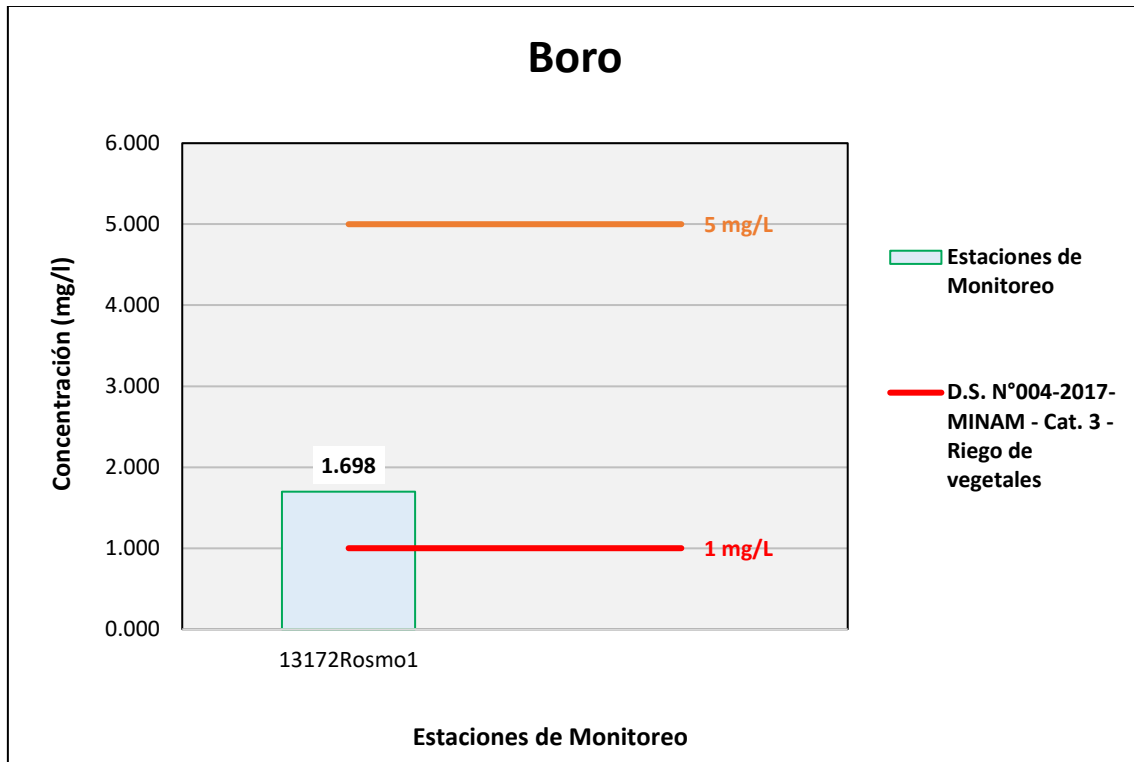
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.626. Resultados de Boro – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.627. Resultados de Boro – Evaluación del río Osmore



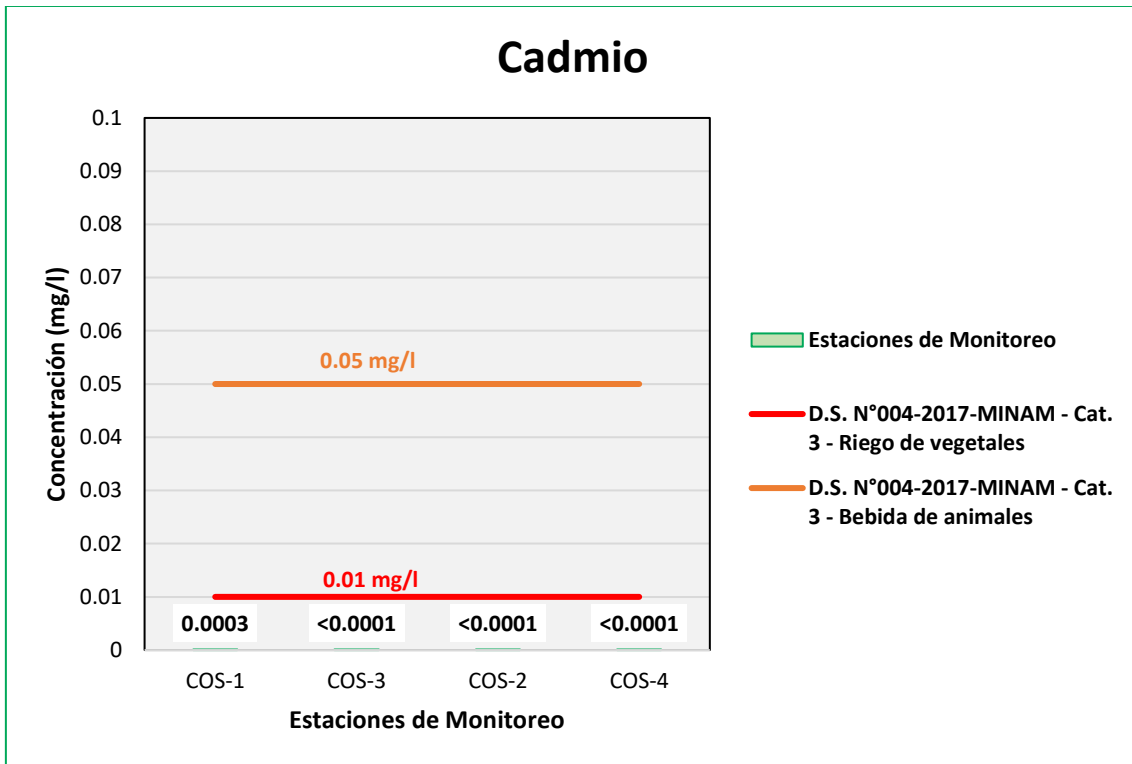
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.24 CADMIO

Los análisis de Cadmio procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de Moquegua arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<0,0001 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho límite en los cuerpos de agua evaluados. Asimismo, dichos resultados hacen indicar que, estos se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cd = 0,01 mg/L).

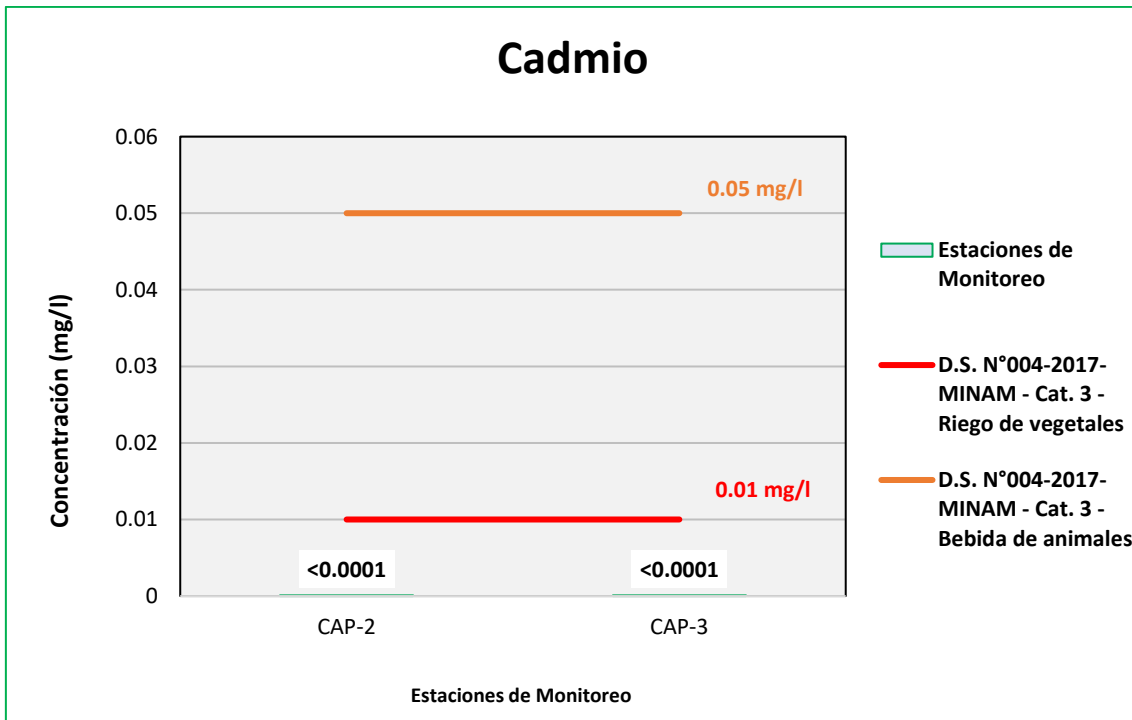
Figura 6.628. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

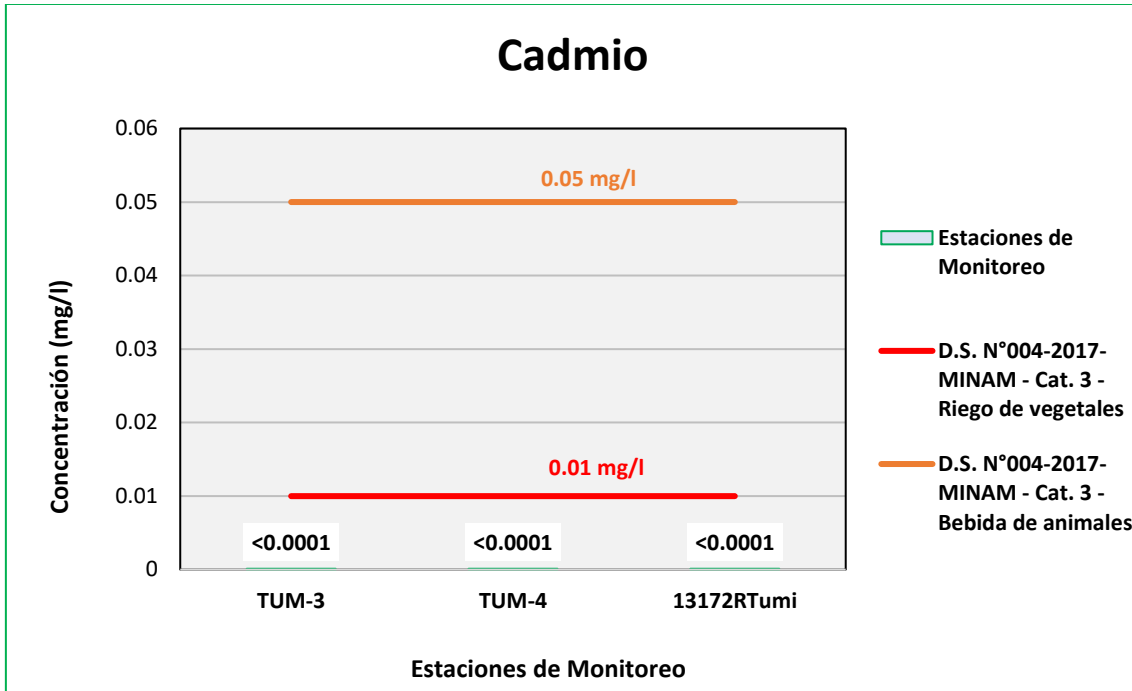
Figura 6.629. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

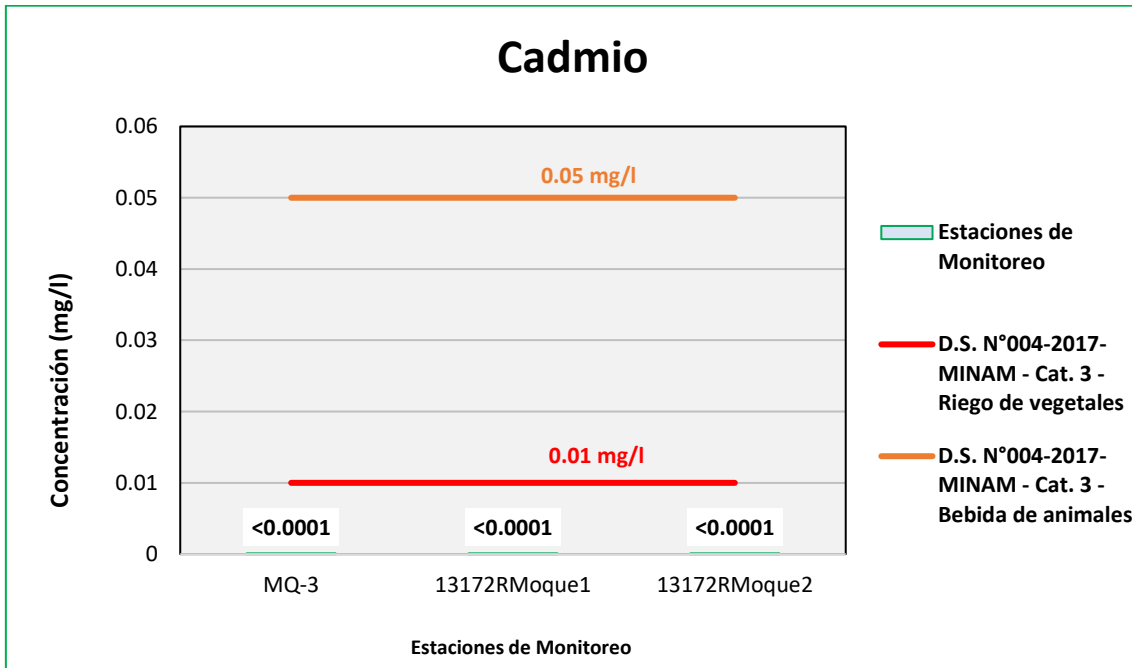
Figura 6.630. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

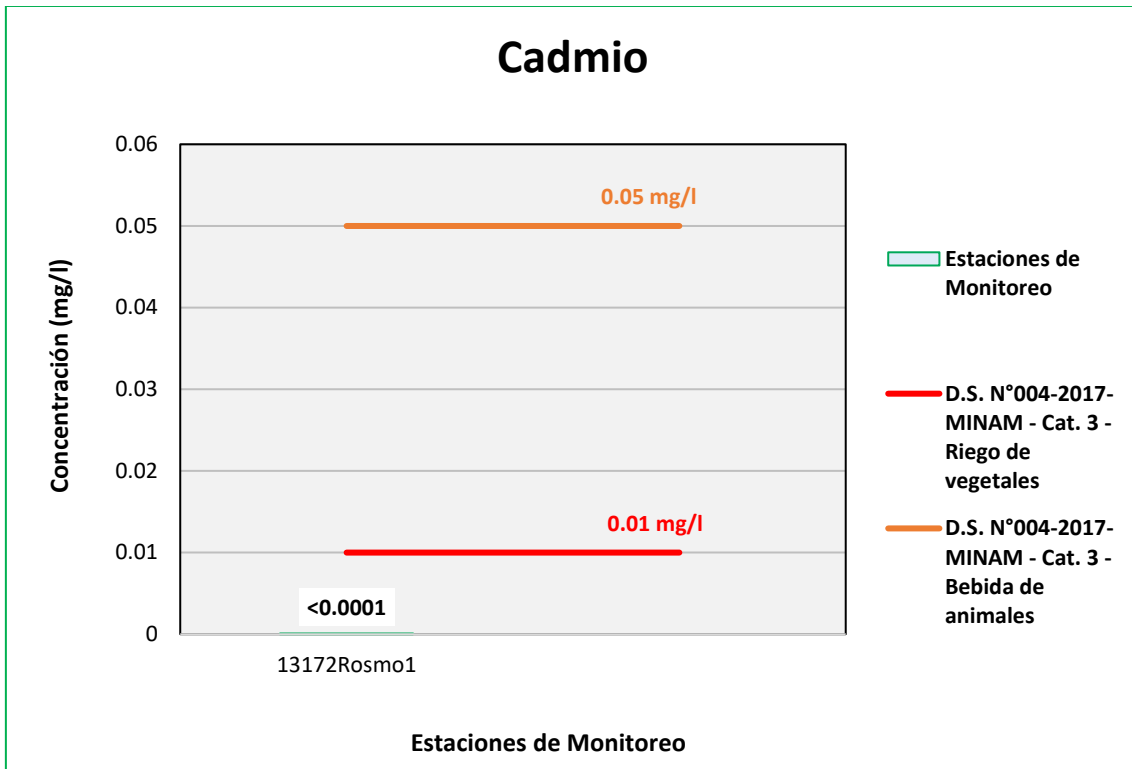
Figura 6.631. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.632. Resultados de Cadmio – Evaluación del río Osmore



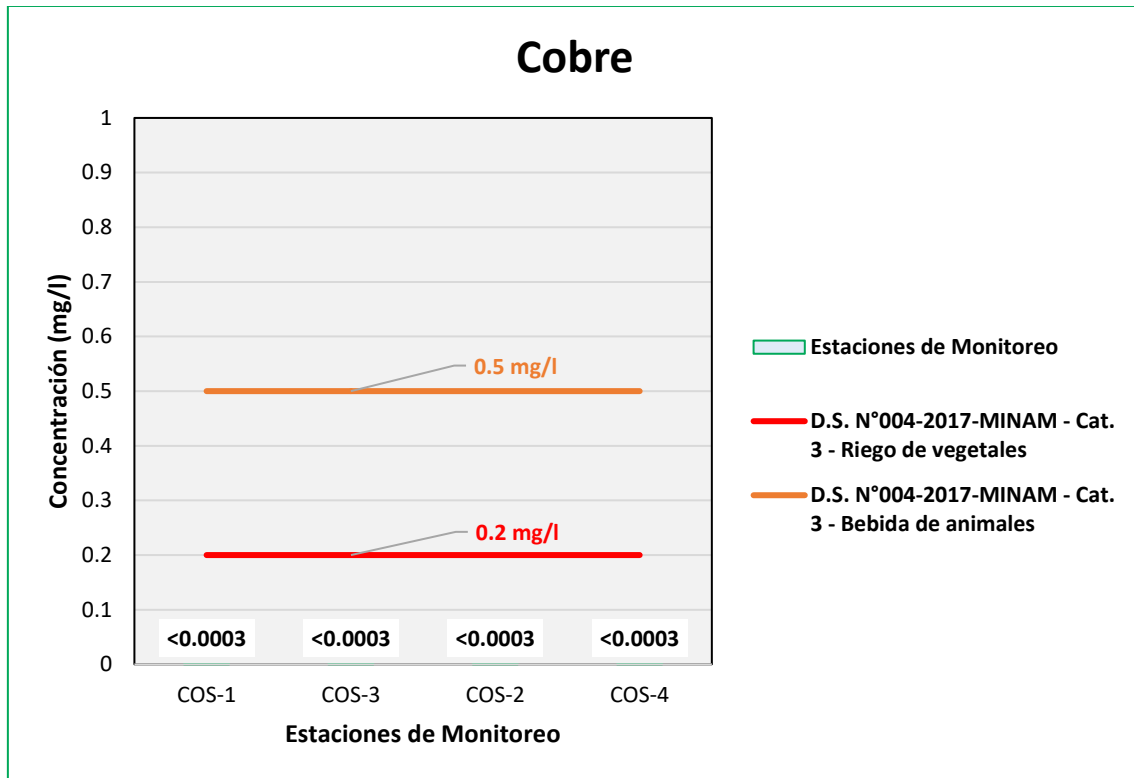
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.25 COBRE

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Cu = 0,2 mg/L).

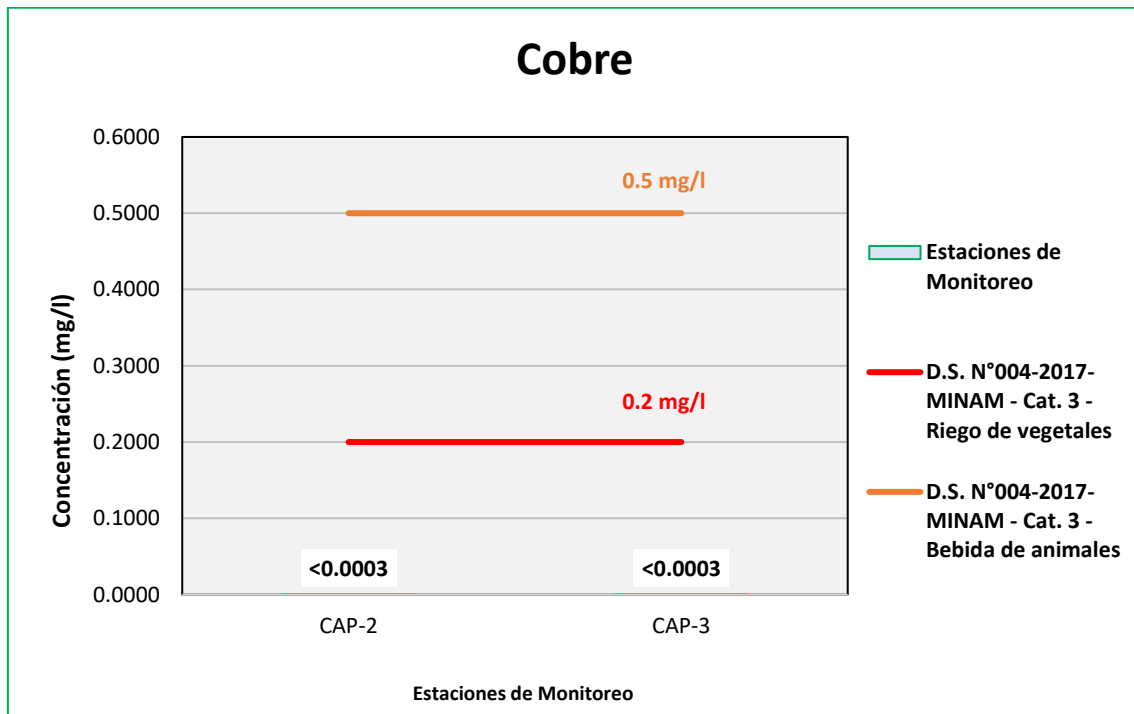
Figura 6.633. Resultados de Cobre – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

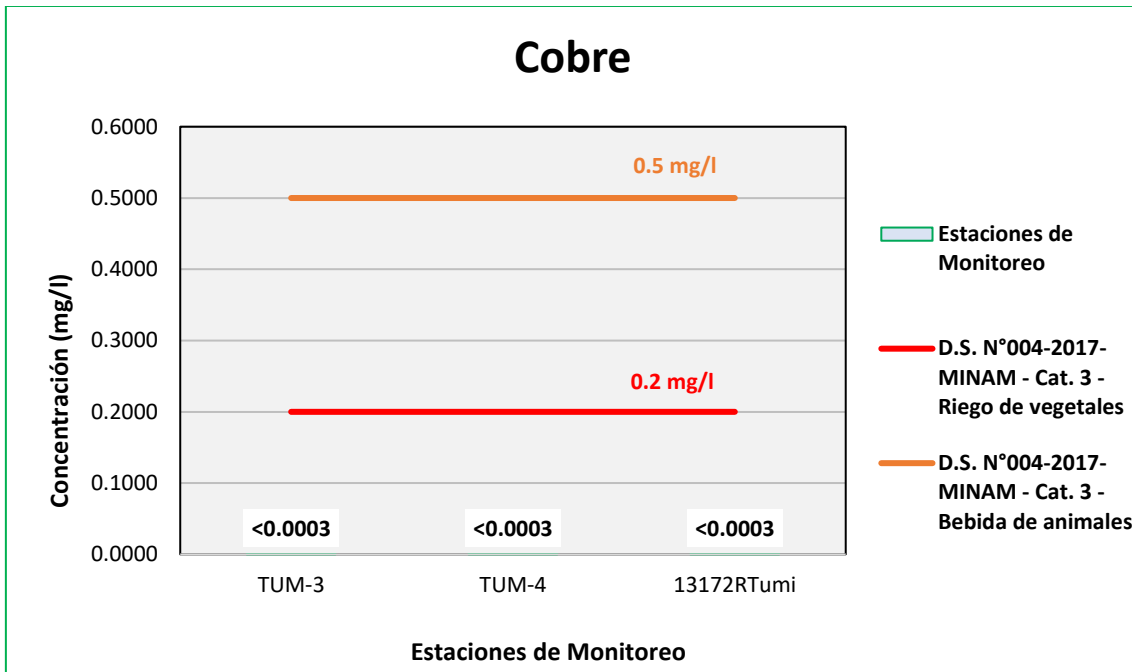
Figura 6.634. Resultados de Cobre – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

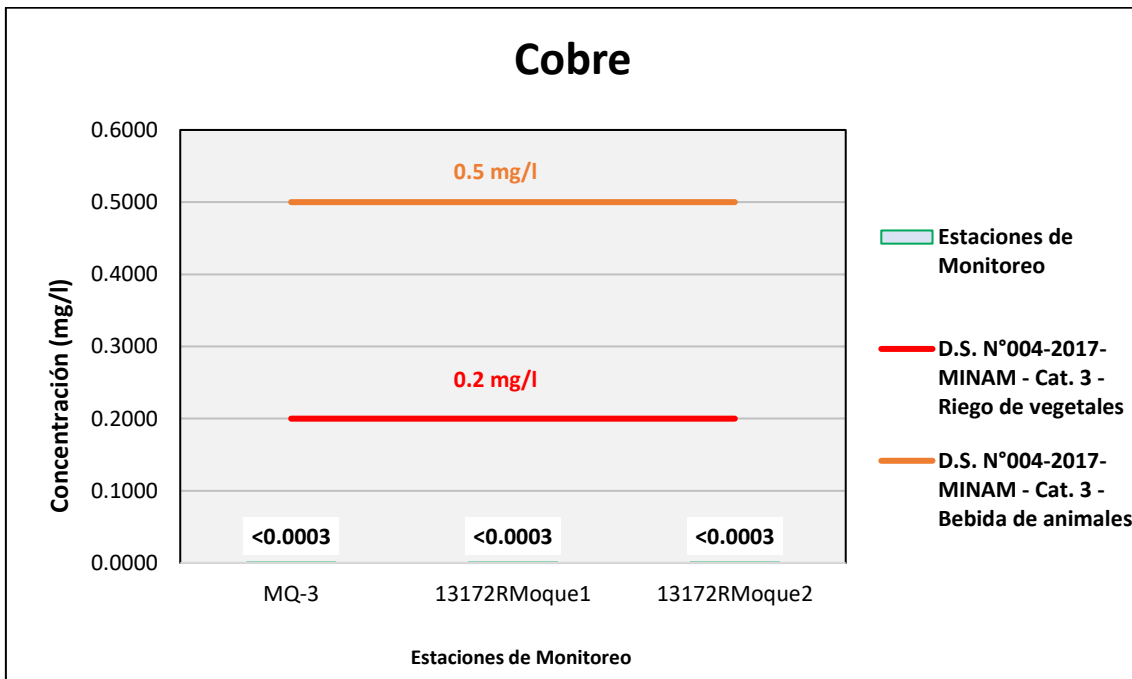
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.635. Resultados de Cobre – Evaluación del río Tumulaca



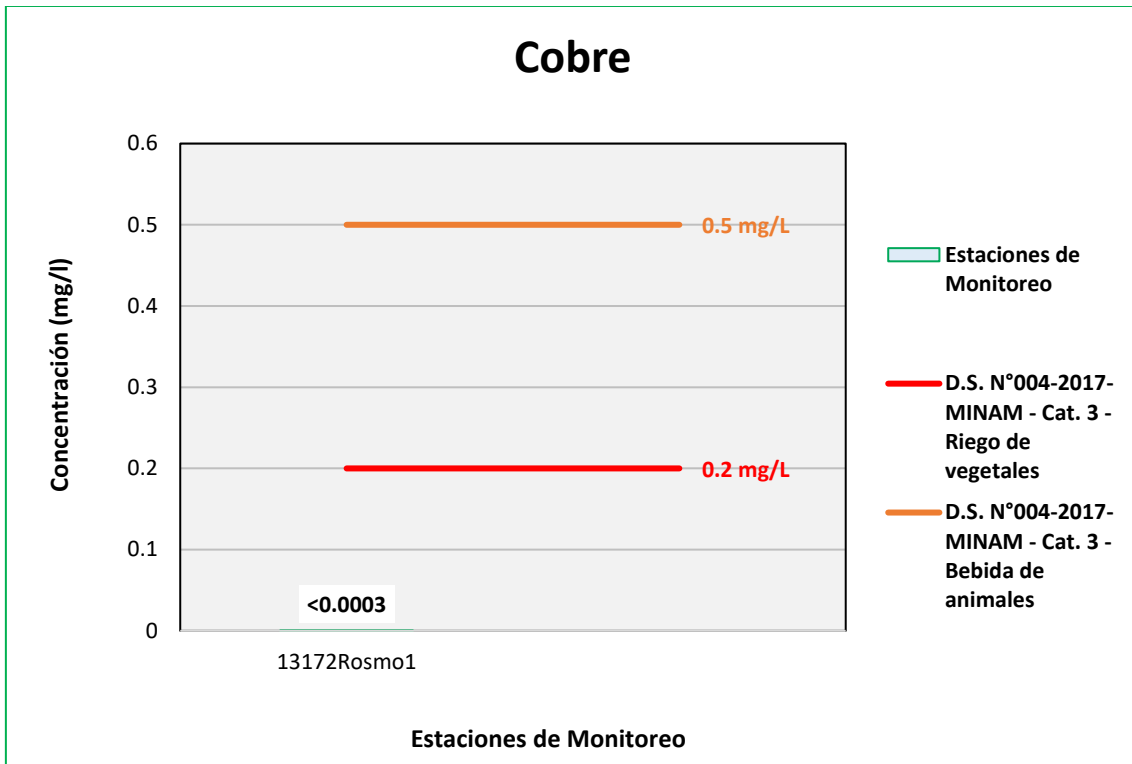
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.636. Resultados de Cobre – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.637. Resultados de Cobre – Evaluación del río Osmore



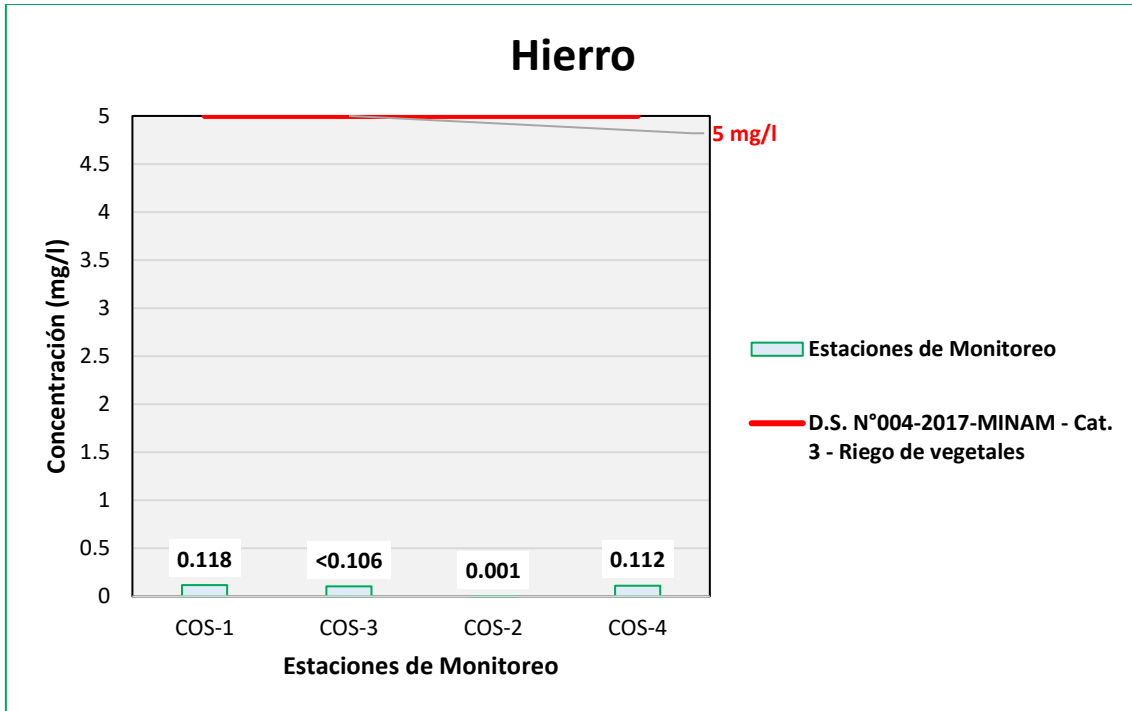
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.26 HIERRO

Los valores de hierro (Fe) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Fe = 5,0 mg/L).

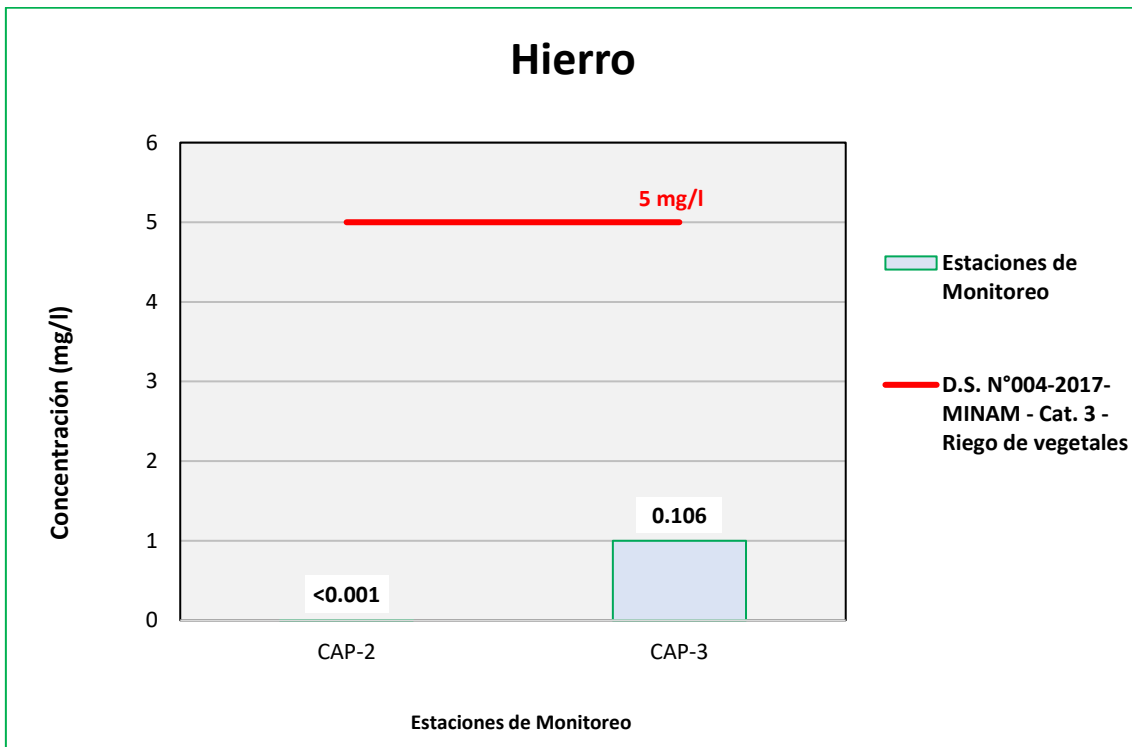
Figura 6.638. Resultados de Hierro – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

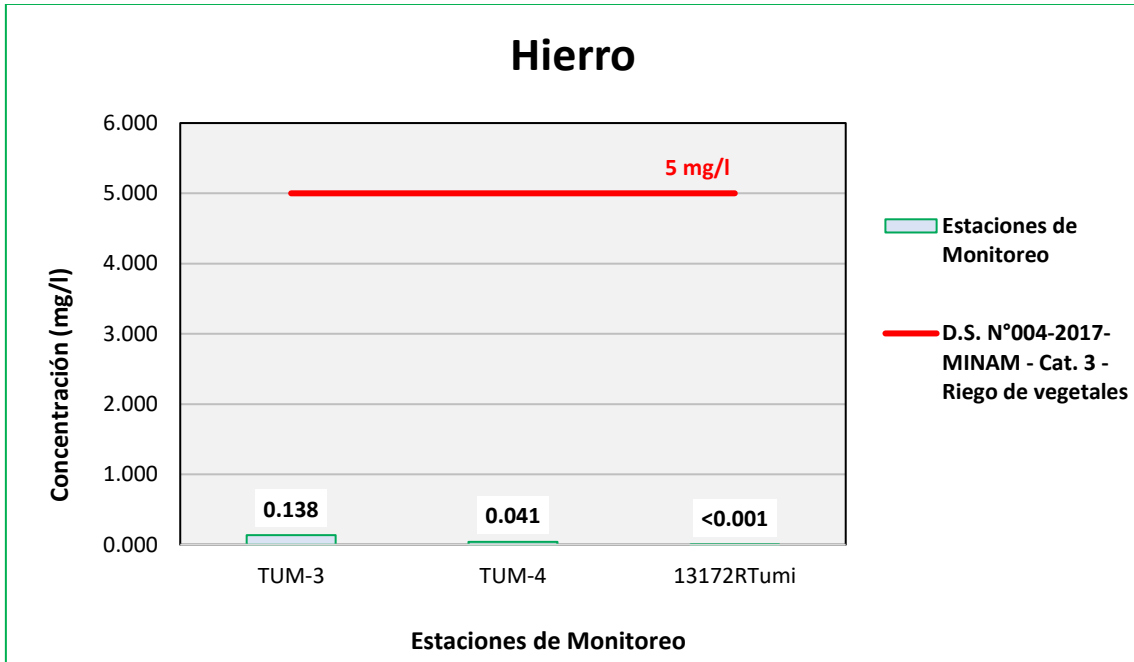
Figura 6.639. Resultados de Hierro – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

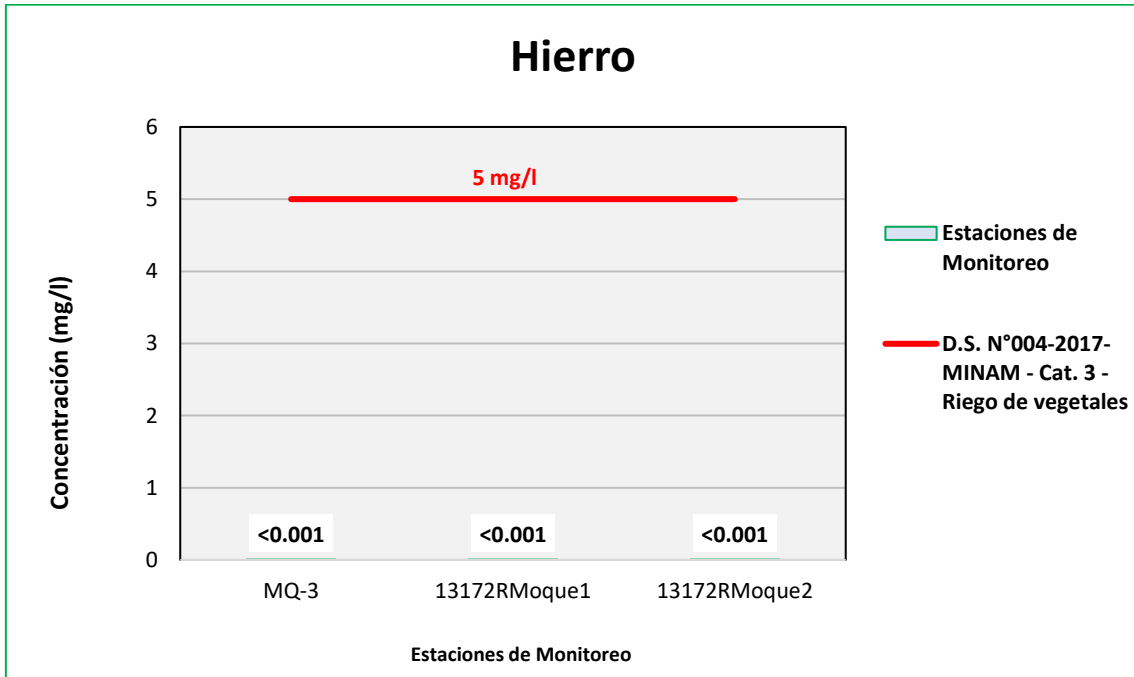
Figura 6.640. Resultados de Hierro – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

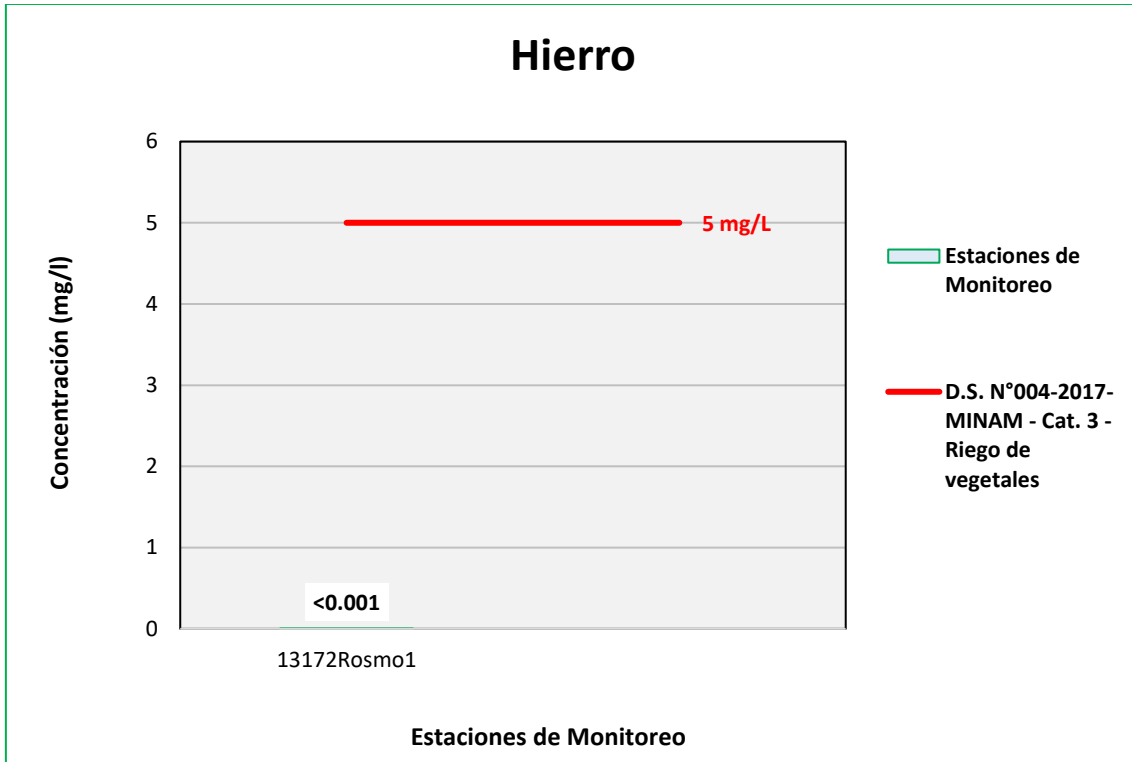
Figura 6.641. Resultados de Hierro – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.642. Resultados de Hierro – Evaluación del río Osmore



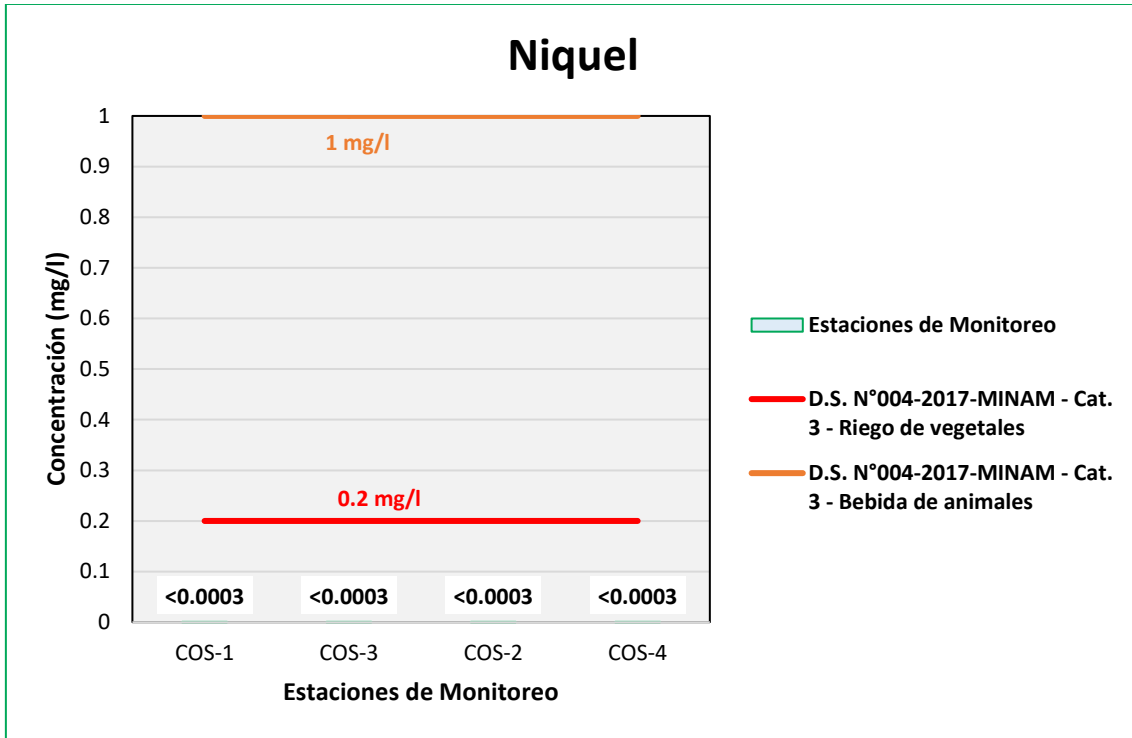
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.27 NIQUEL

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Ni = 0,2 mg/L).

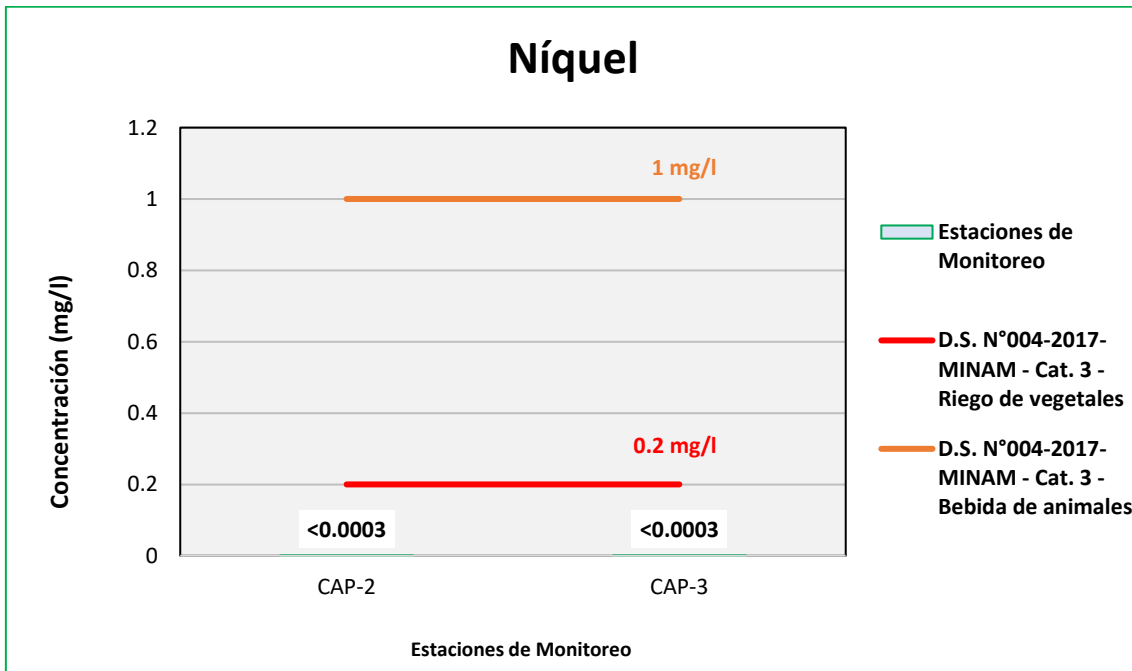
Figura 6.643. Resultados de Níquel – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

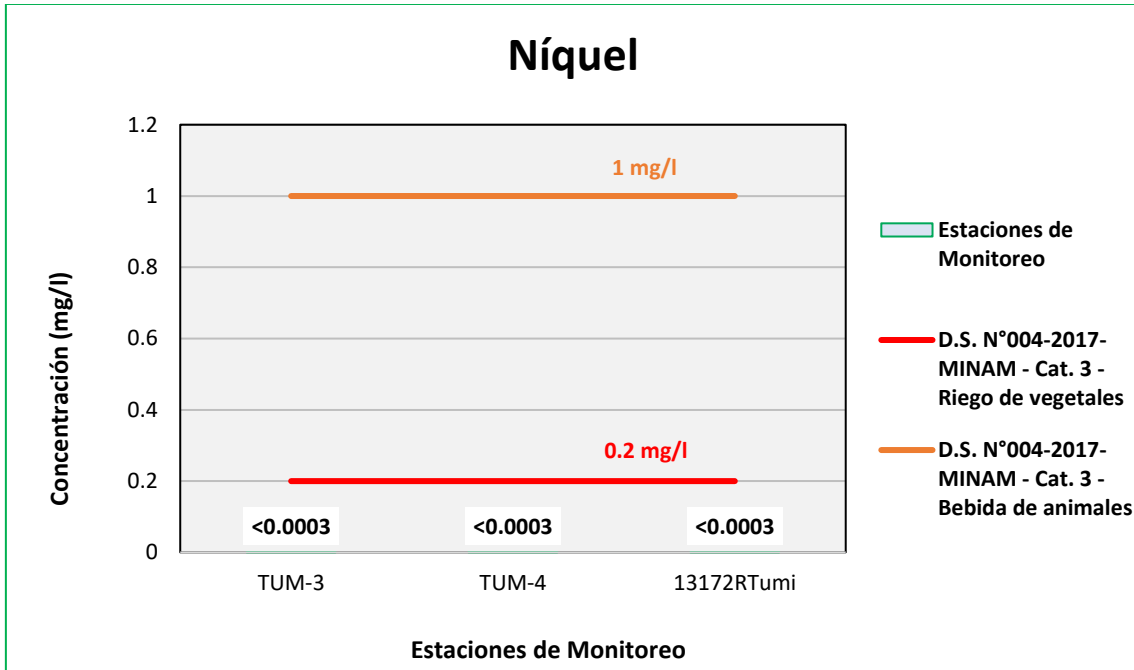
Figura 6.644. Resultados de Níquel – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

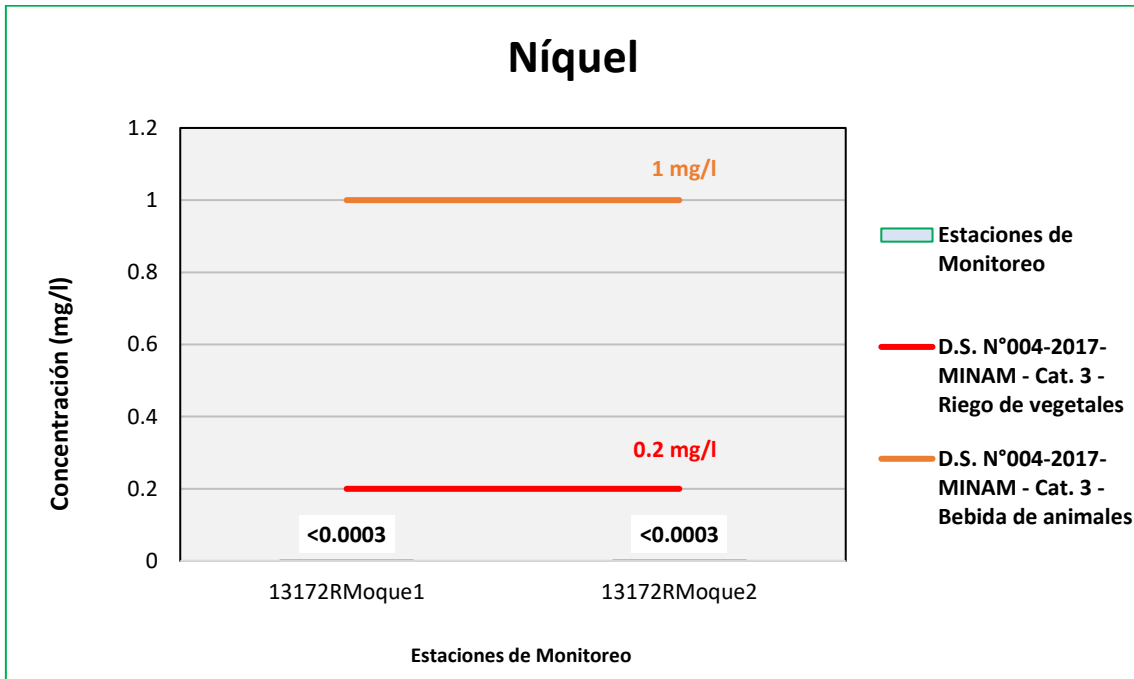
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.645. Resultados de Níquel – Evaluación del río Tumilaca



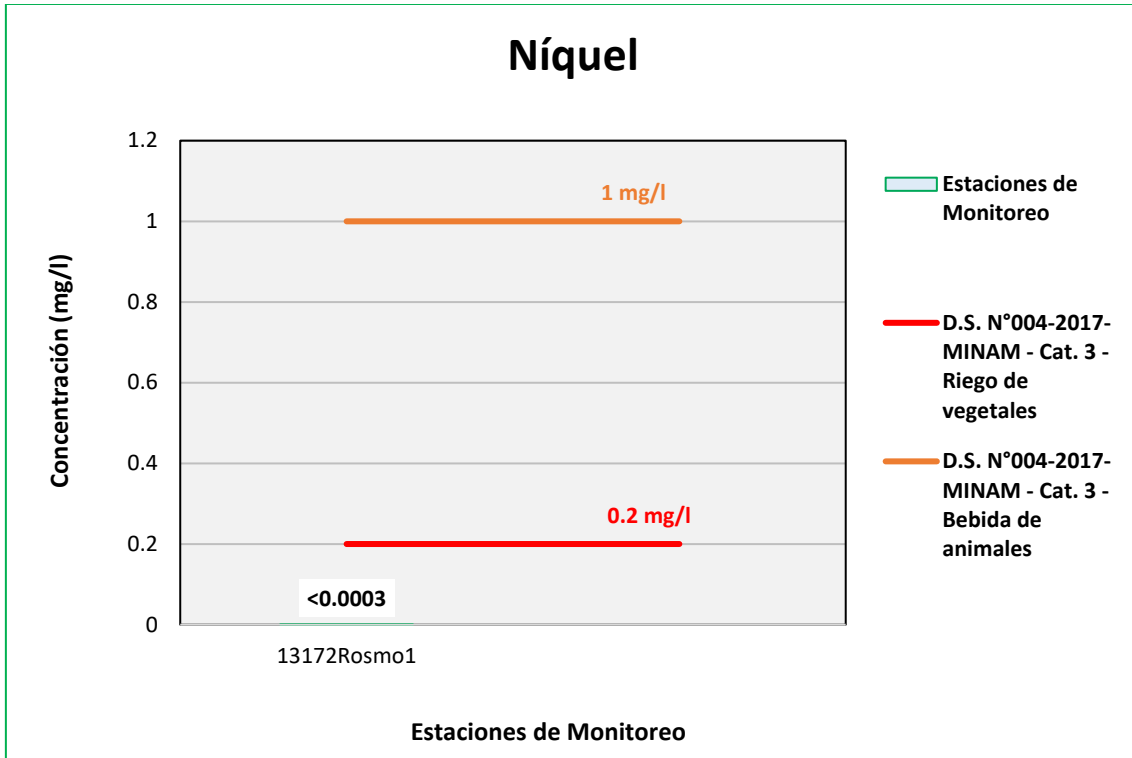
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.646. Resultados de Níquel – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.647. Resultados de Níquel – Evaluación del río Osmore



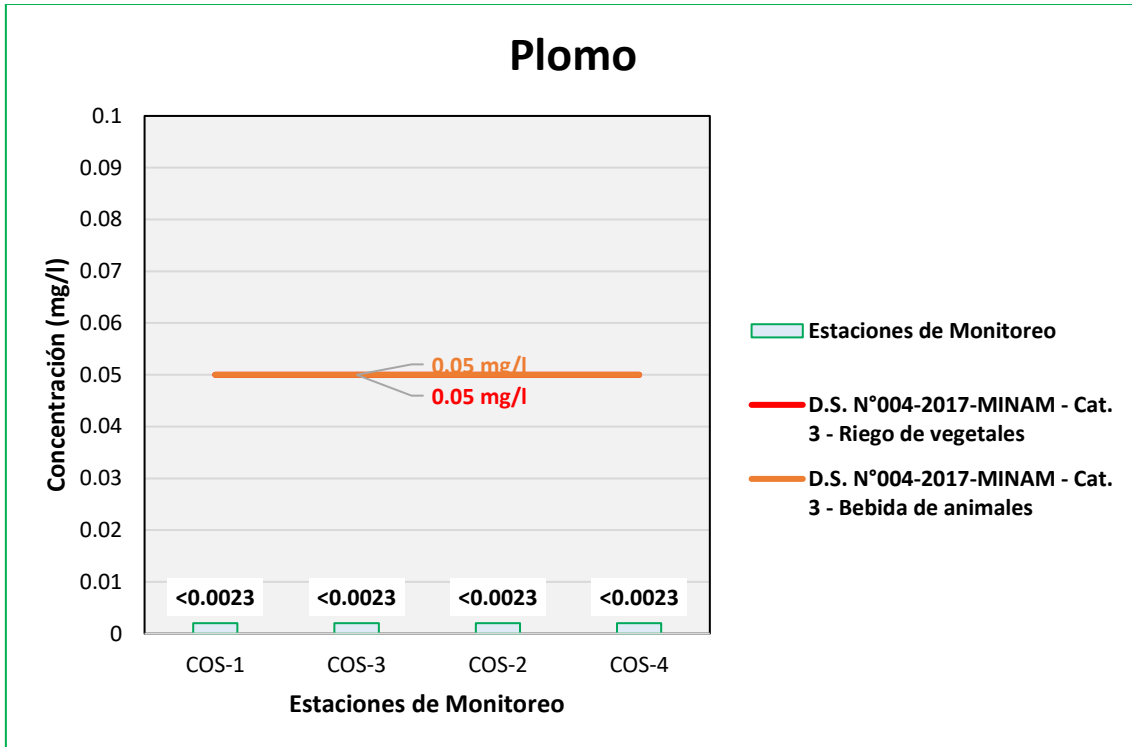
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.28 PLOMO

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Pb = 0,05 mg/L).

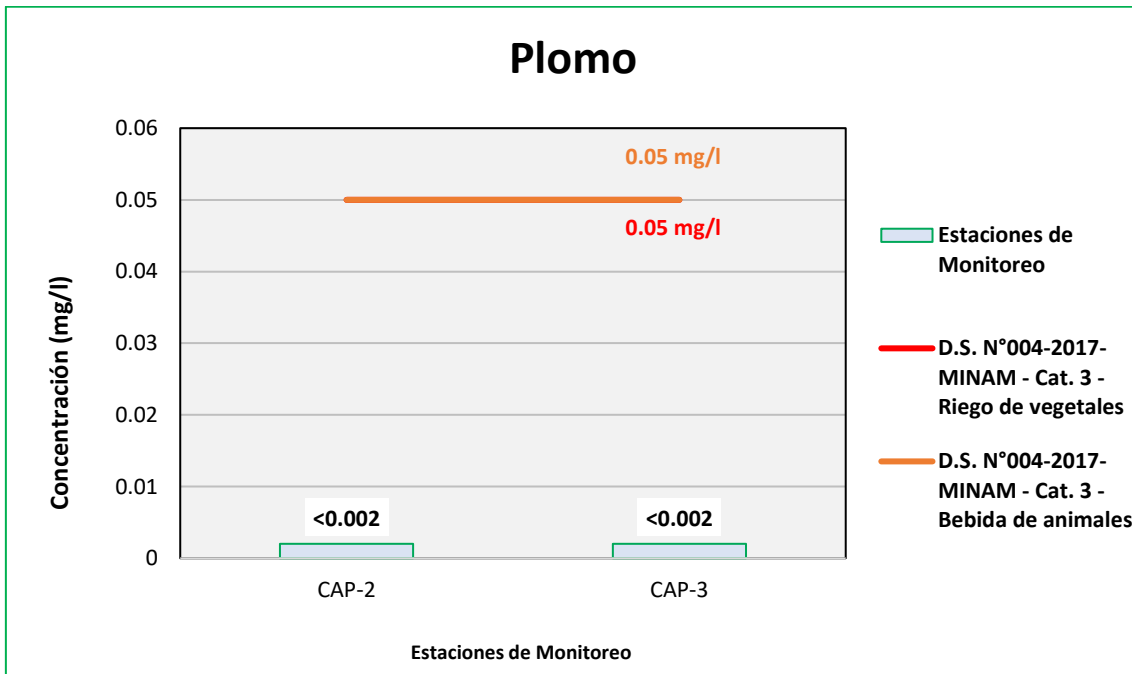
Figura 6.648. Resultados de Plomo – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

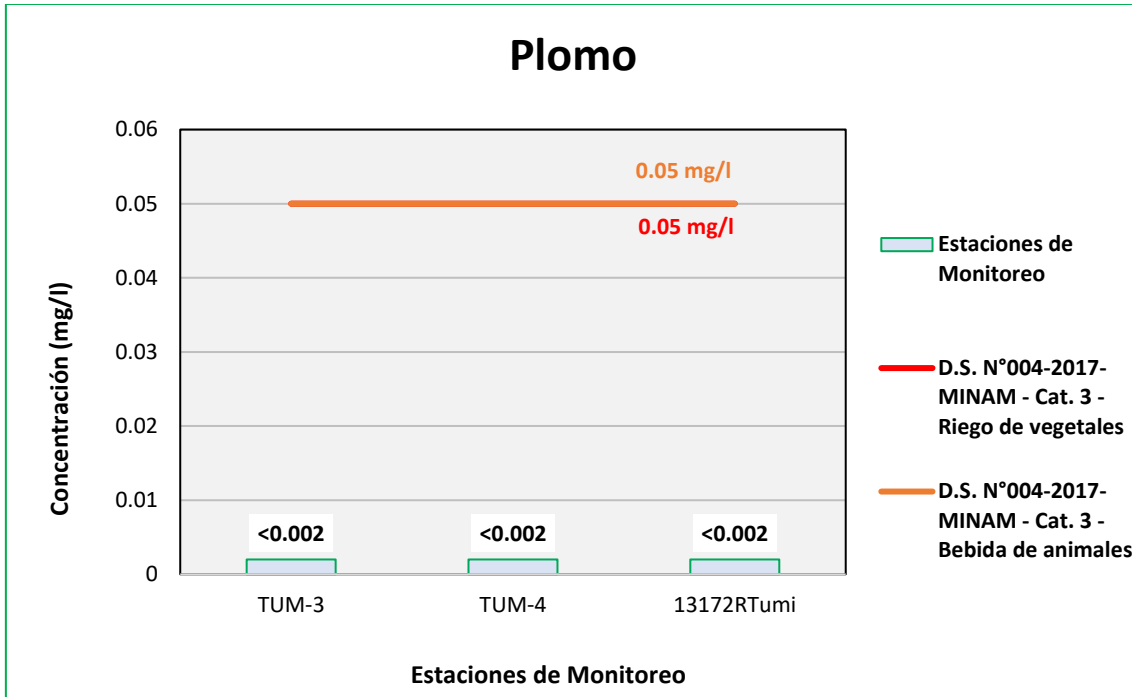
Figura 6.649. Resultados de Plomo – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

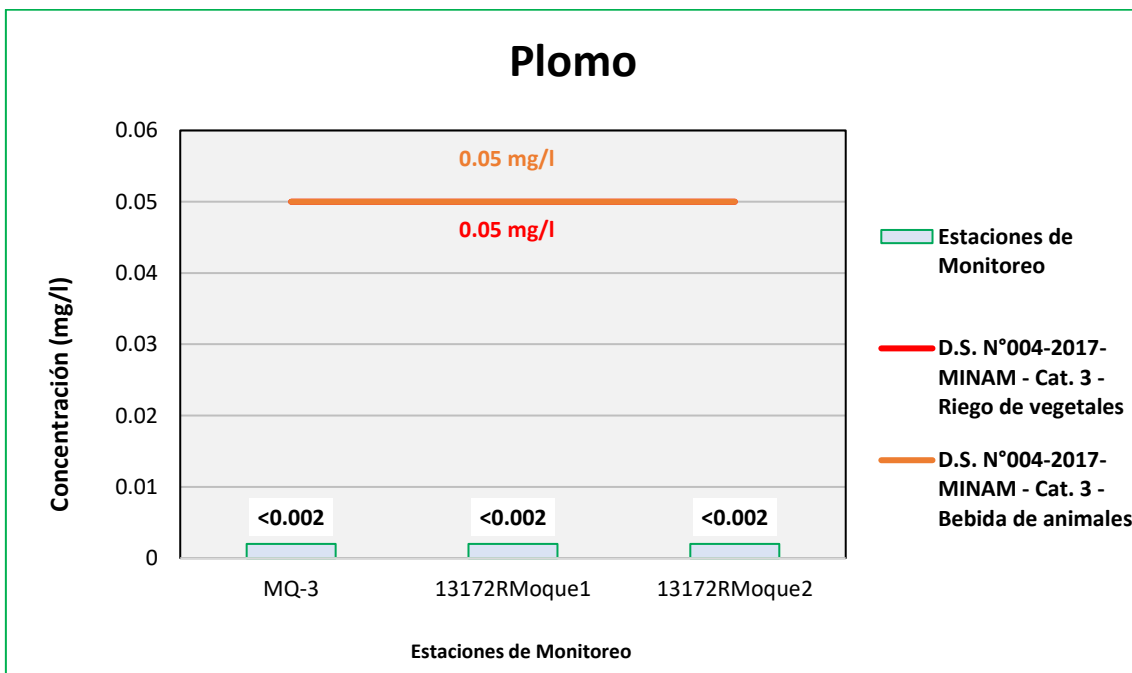
Figura 6.650. Resultados de Plomo – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

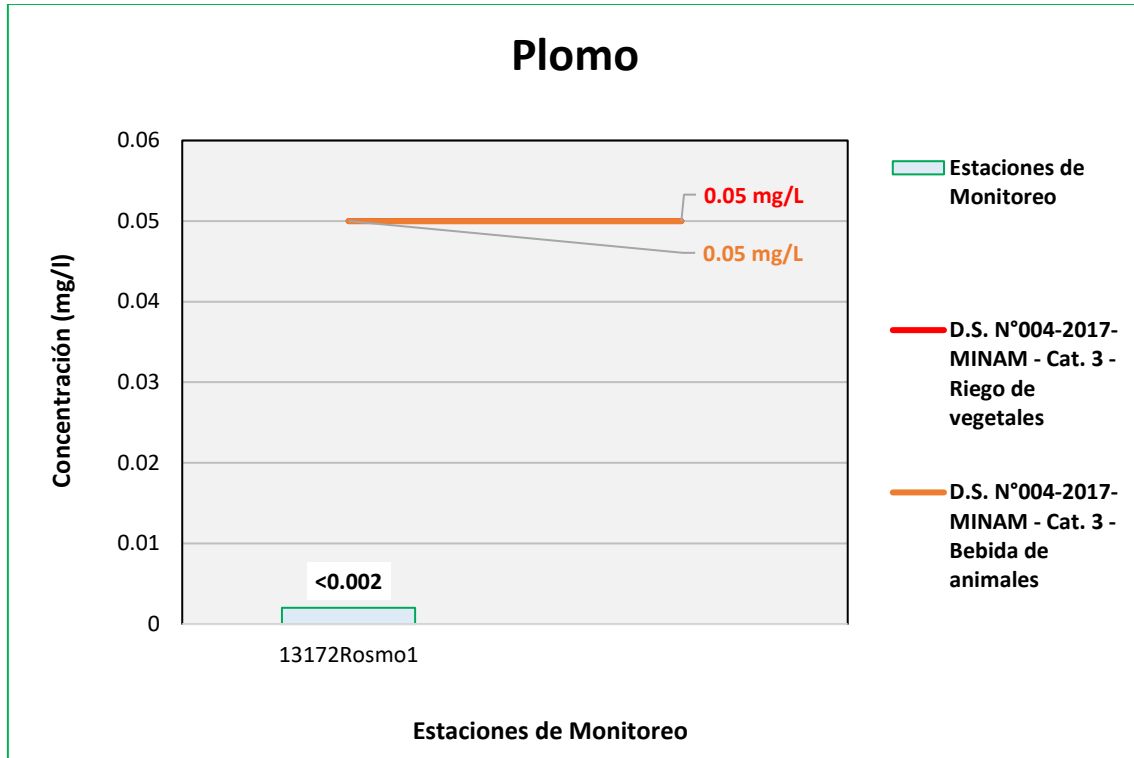
Figura 6.651. Resultados de Plomo – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.652. Resultados de Plomo – Evaluación del río Osmore



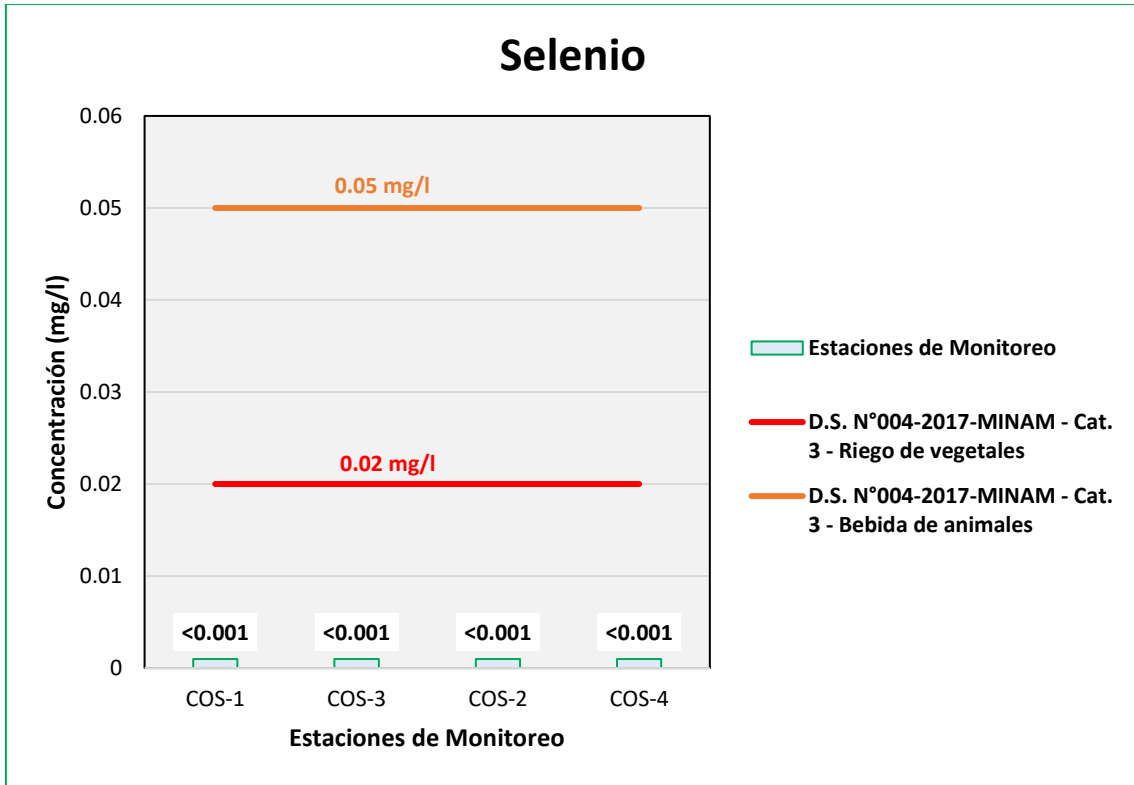
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.29 SELENIO

Los valores de selenio (Se) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Se = 0,02 mg/L).

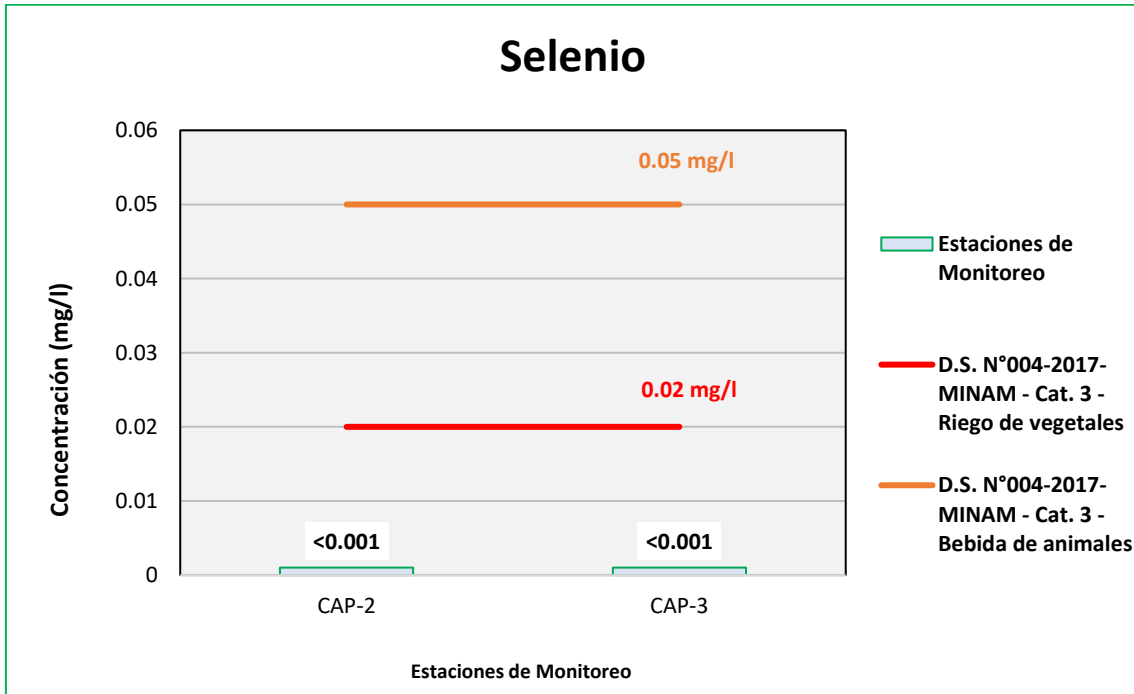
Figura 6.653. Resultados de Selenio – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

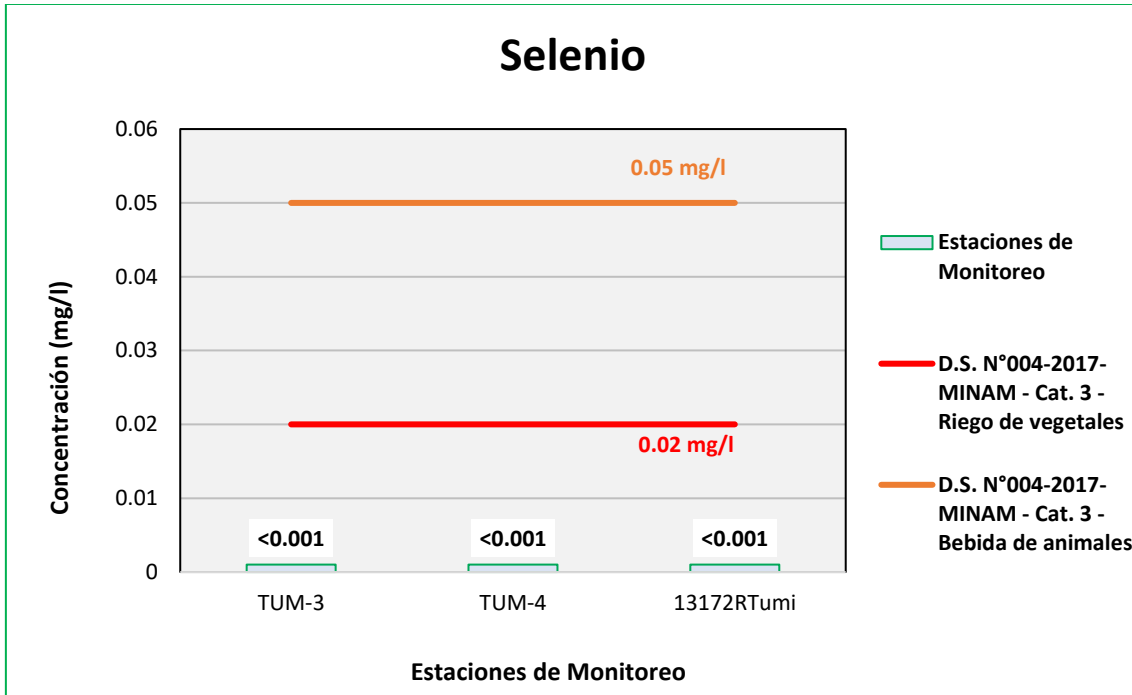
Figura 6.654. Resultados de Selenio – Evaluación del río Huanacanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

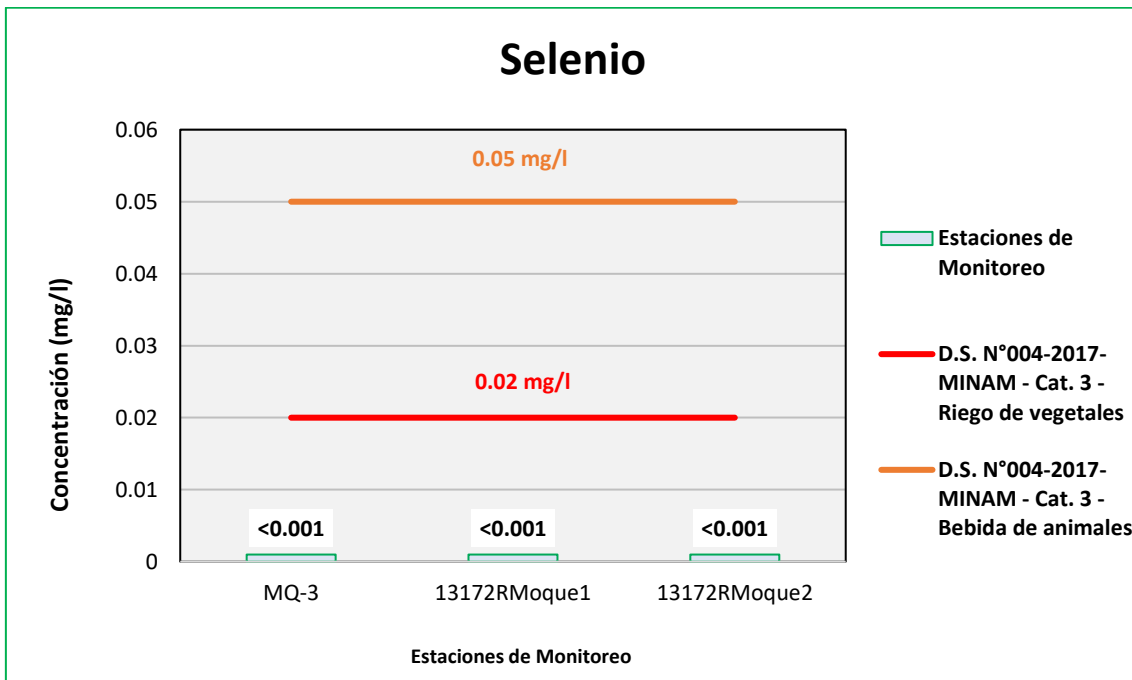
Figura 6.655. Resultados de Selenio – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

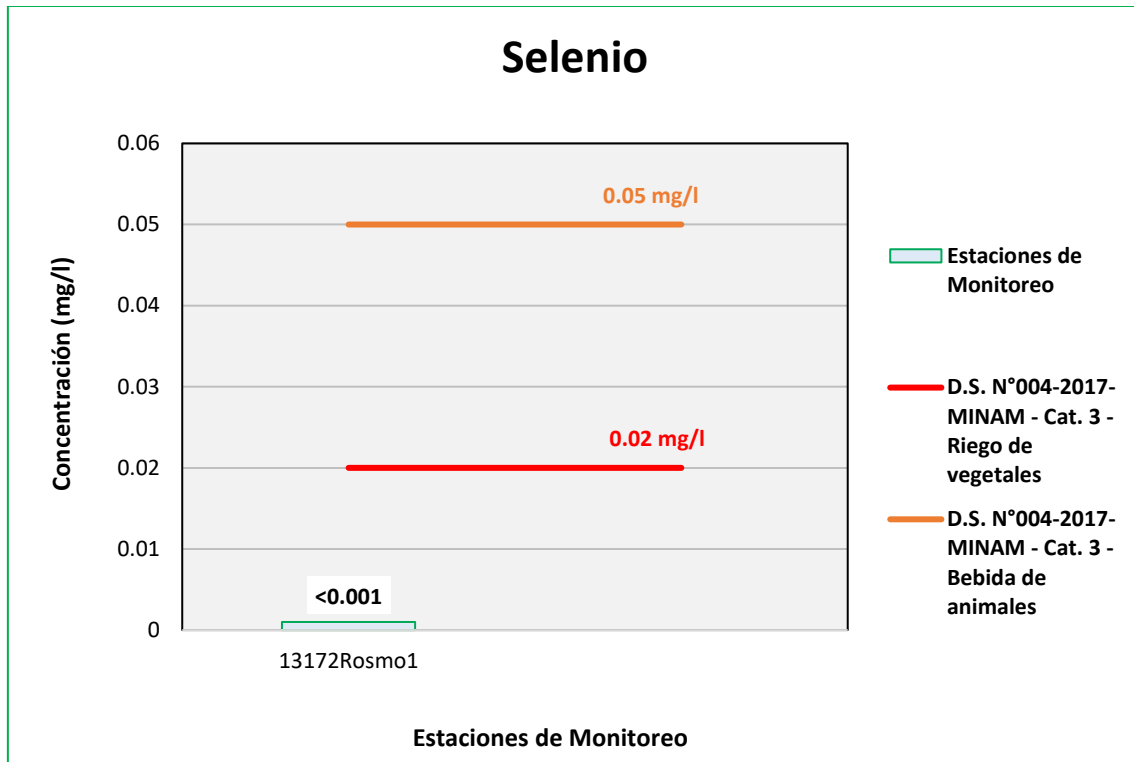
Figura 6.656. Resultados de Selenio – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.657. Resultados de Selenio – Evaluación del río Osmore



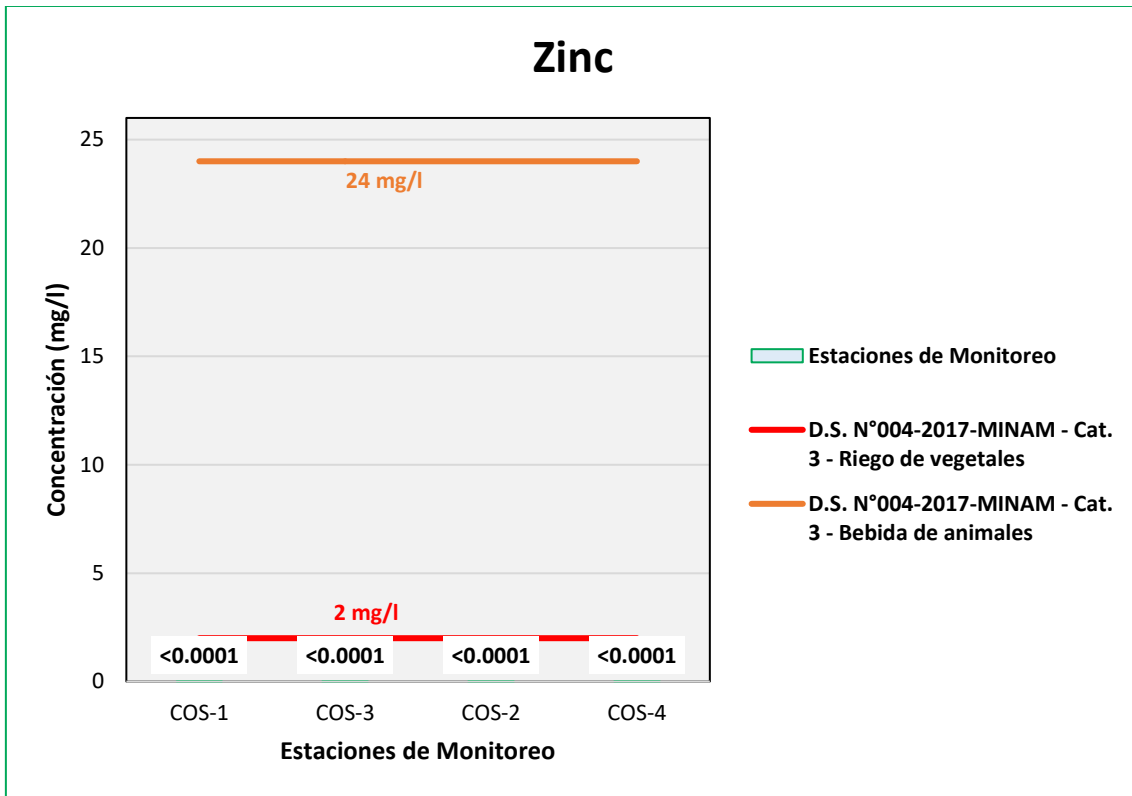
Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.3.30 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo en la zona de Moquegua se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA Zn = 24.0 mg/L).

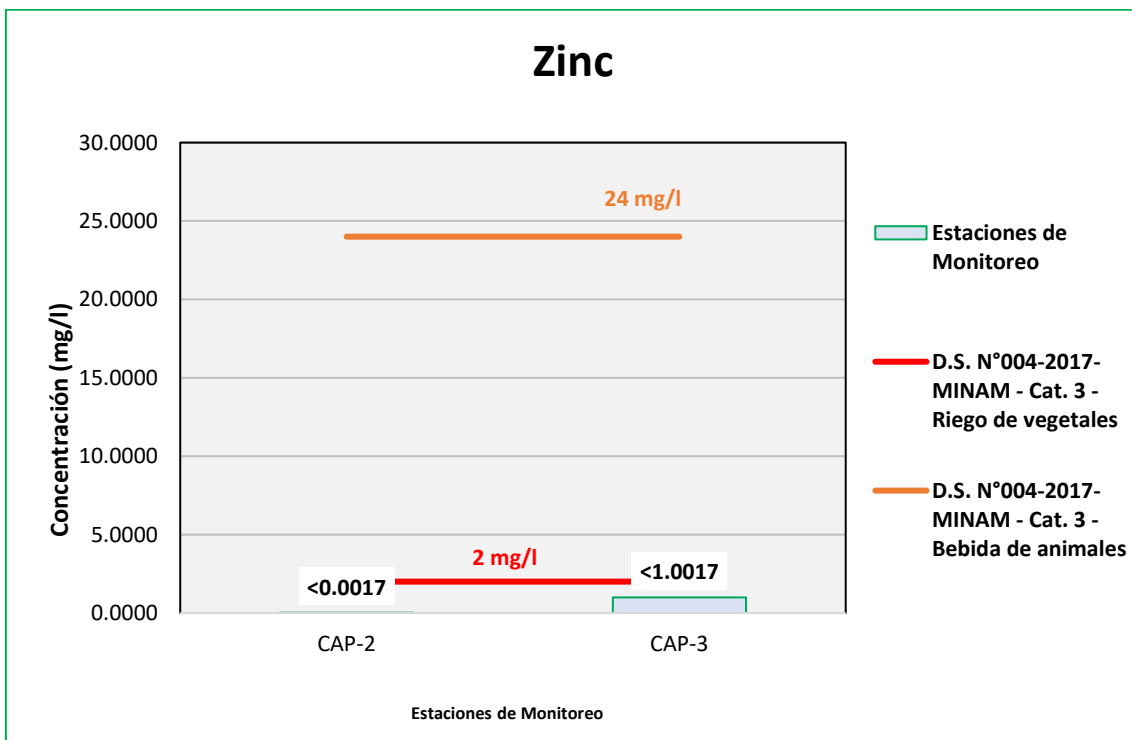
Figura 6.658. Resultados de Zinc – Evaluación del río Coscore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

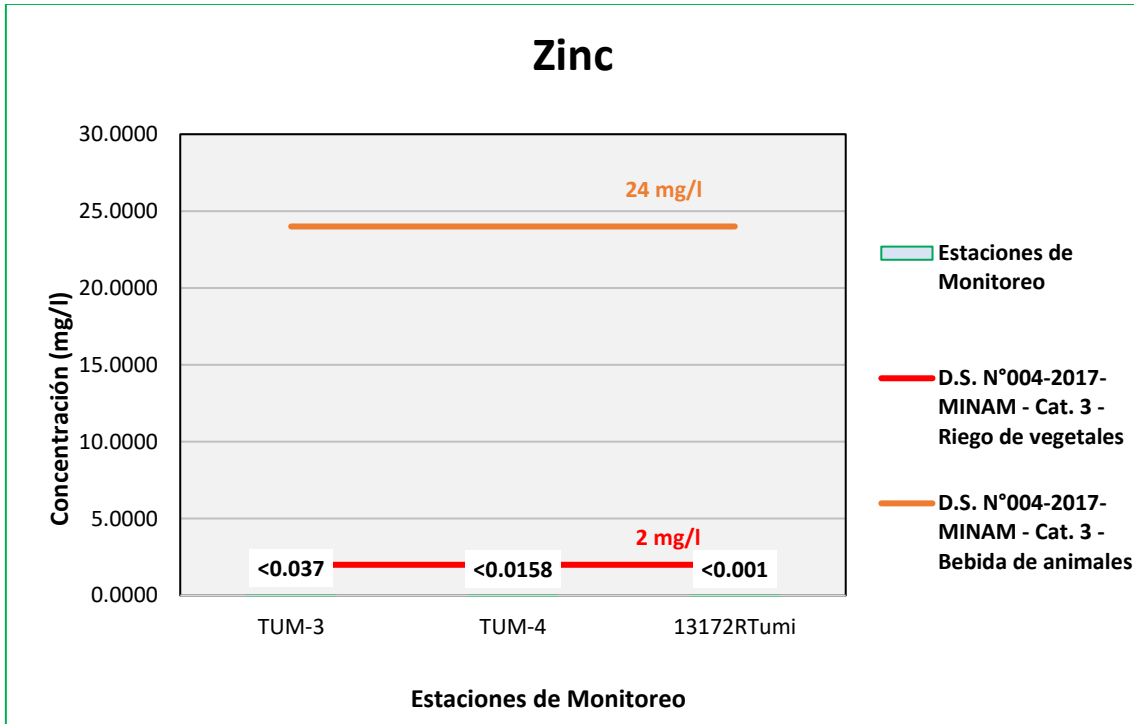
Figura 6.659. Resultados de Zinc – Evaluación del río Huancanane



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

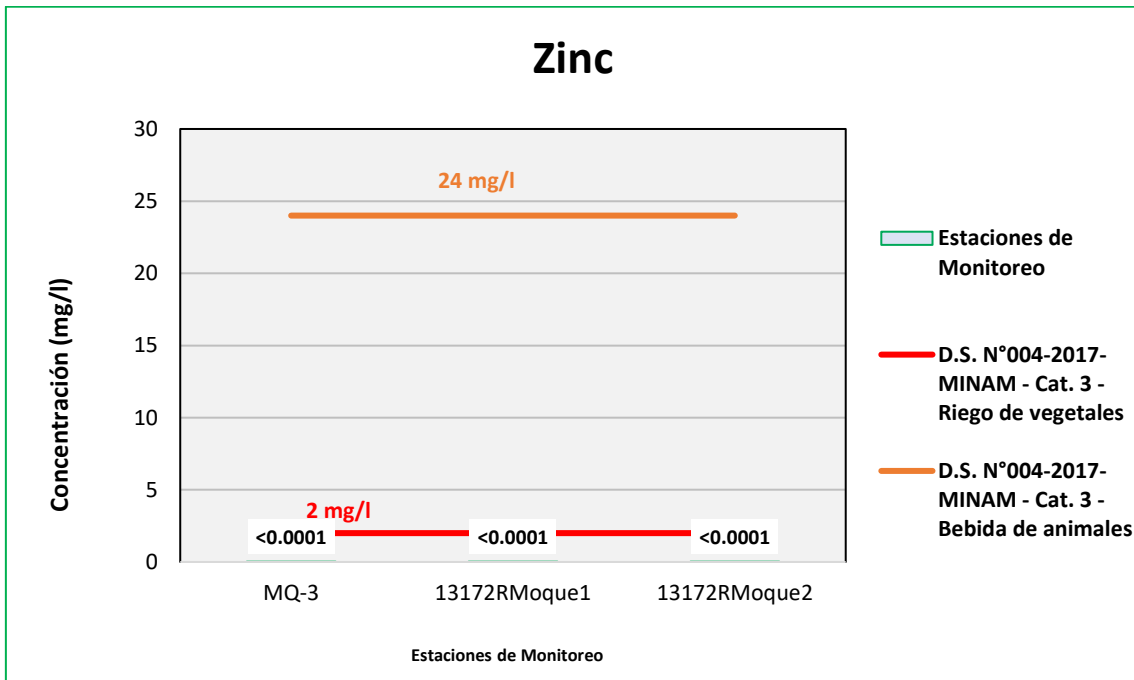
Figura 6.660. Resultados de Zinc – Evaluación del río Tumilaca



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

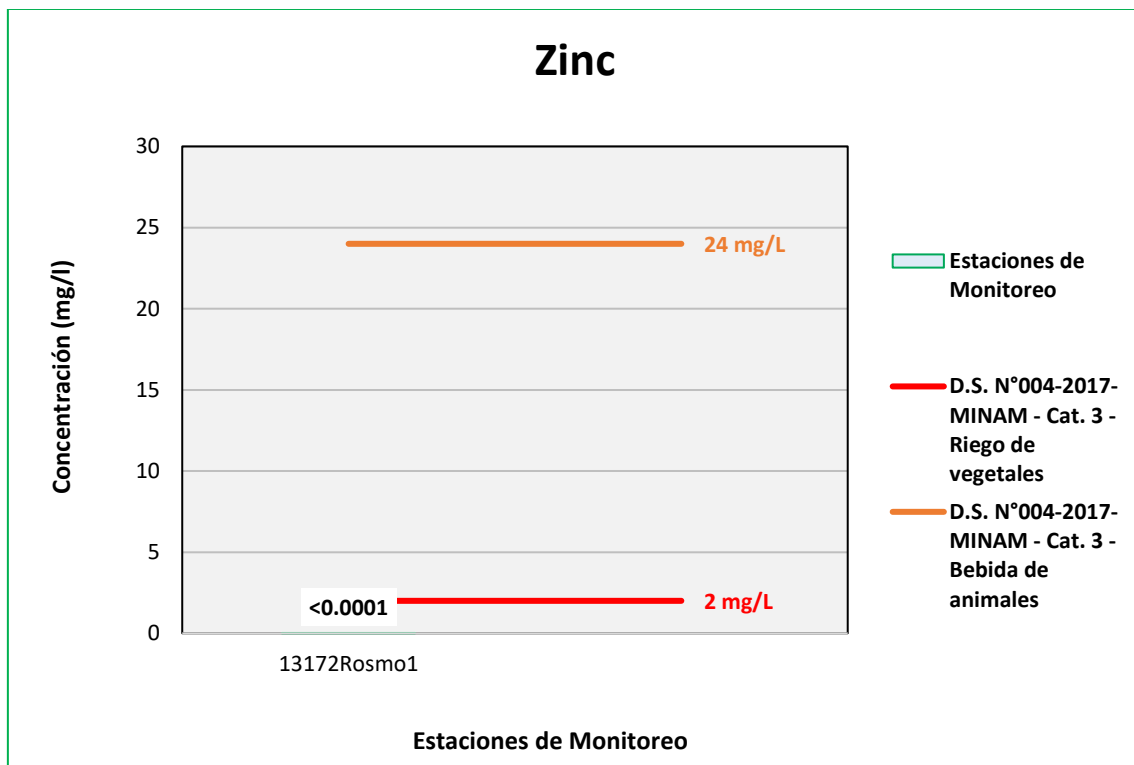
Figura 6.661. Resultados de Zinc – Evaluación del río Moquegua



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 6.662. Resultados de Zinc – Evaluación del río Osmore



Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

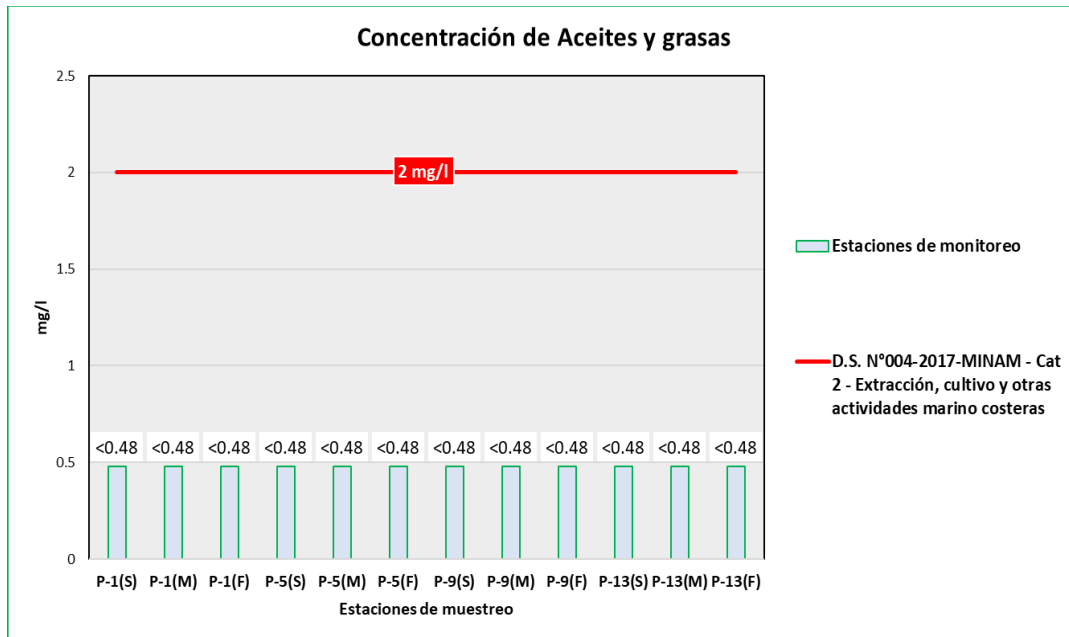
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4 RESULTADOS – ZONA DE ILO – CALIDAD DE AGUA DE MAR

6.5.4.4.1 ACEITES Y GRASAS

Los análisis de aceites y grasas (AyG) procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de agua de mar arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación ($<0,48$ mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua.

Figura 6.663. Resultados de AyG – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



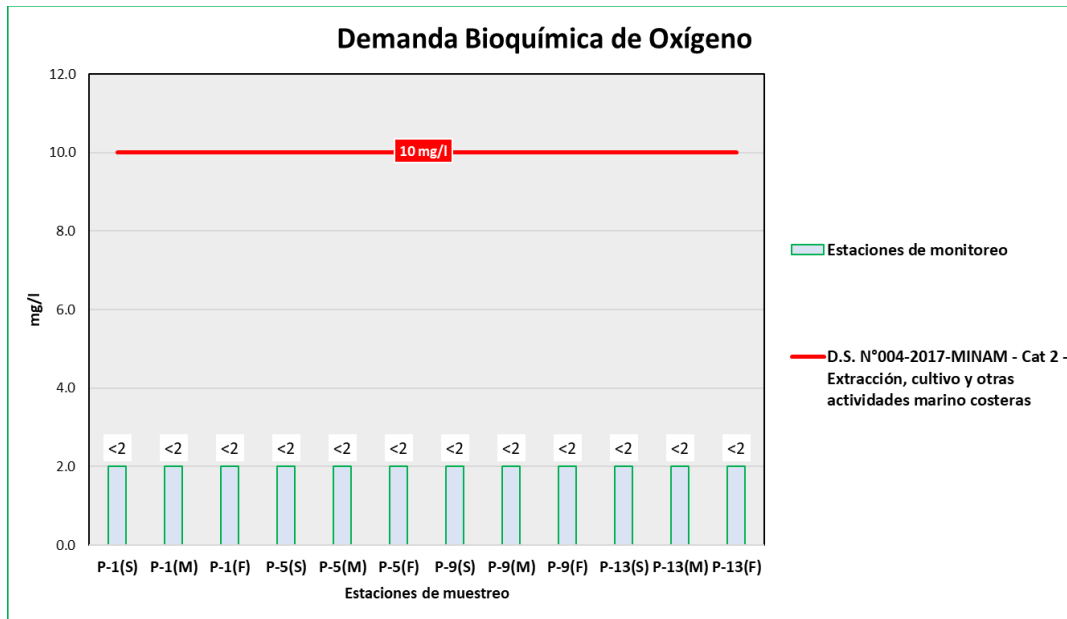
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.2 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que sirve para determinar la presencia de contaminantes biológicos en el agua, midiendo los requerimientos de oxígeno que demandan las poblaciones de microorganismos en fuentes hídricas.

Los análisis de DBO₅ procedentes de los puntos de monitoreo en la zona de agua de mar arrojan valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su determinación (<2,0 mg/L), pudiendo evidenciar una ausencia o valores tan por debajo de dicho parámetro en los cuerpos de agua evaluados proveniente de aceites domésticos o de efluentes industriales, tal que el parámetro de aceites y grasas es un conjunto de sustancias químicas que no son solubles en agua. Asimismo, se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA DBO₅ = 10 mg/L).

Figura 6.664. Resultados de DBO₅ – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



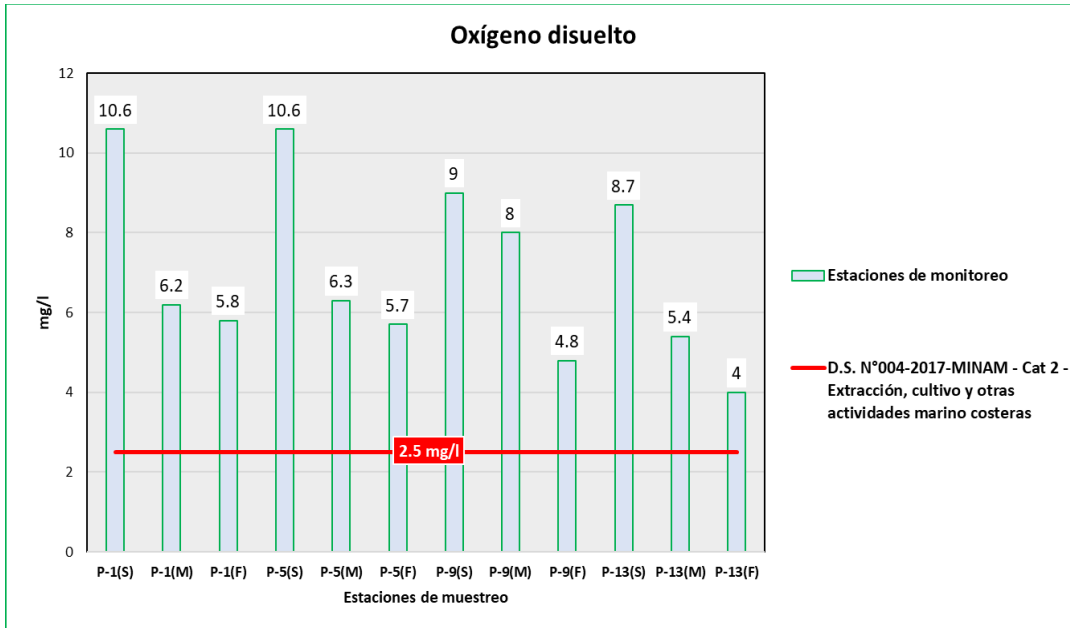
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.3 OXÍGENO DISUELTO

Se define al oxígeno disuelto como la cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en las fuentes de agua, siendo este elemento importante para el desarrollo de formas de vida como peces, plantas, algas y otros microorganismos, en otras palabras, nos sirve como un indicador para evaluar la capacidad de las fuentes de agua para mantener estable la presencia de vida acuática. En las zonas marítimas observaremos que conforme se va descendiendo en profundidad los valores de oxígeno disminuyen, producto de las condiciones de temperatura y pH que van igualmente van descendiendo y, por ende, son menores las especies que habitan a grandes profundidades.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de Oxígeno Disuelto se encuentran por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA OD = $\geq 2,5$ mg/L), lo que evidencia una buena oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.

Figura 6.665. Resultados de Oxígeno Disuelto – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo

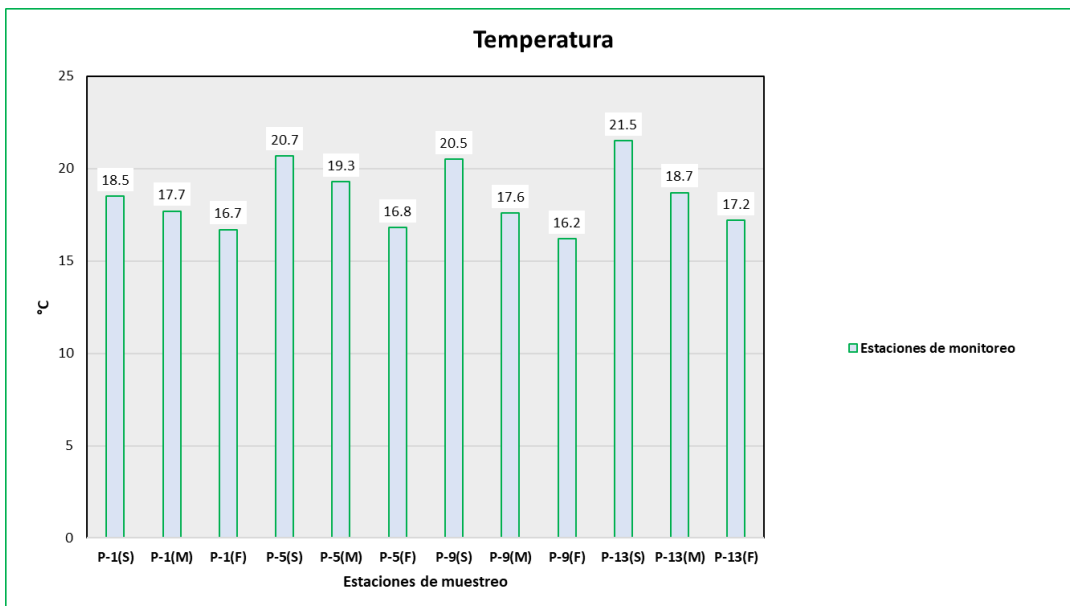


Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.4 TEMPERATURA

Los resultados de temperatura registrados en los puntos de monitoreos de calidad de agua de mar evidencian valores normales propios de las zonas de altura evidenciando rangos entre 15,5 °C y 18,0 °C, siendo el punto P-9 con los registros más altos de temperatura en sus tres niveles de medición (superficial, medio y fondo).

Figura 6.666. Resultados de Temperatura – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



Elaboración: ASILORZA, 2021.

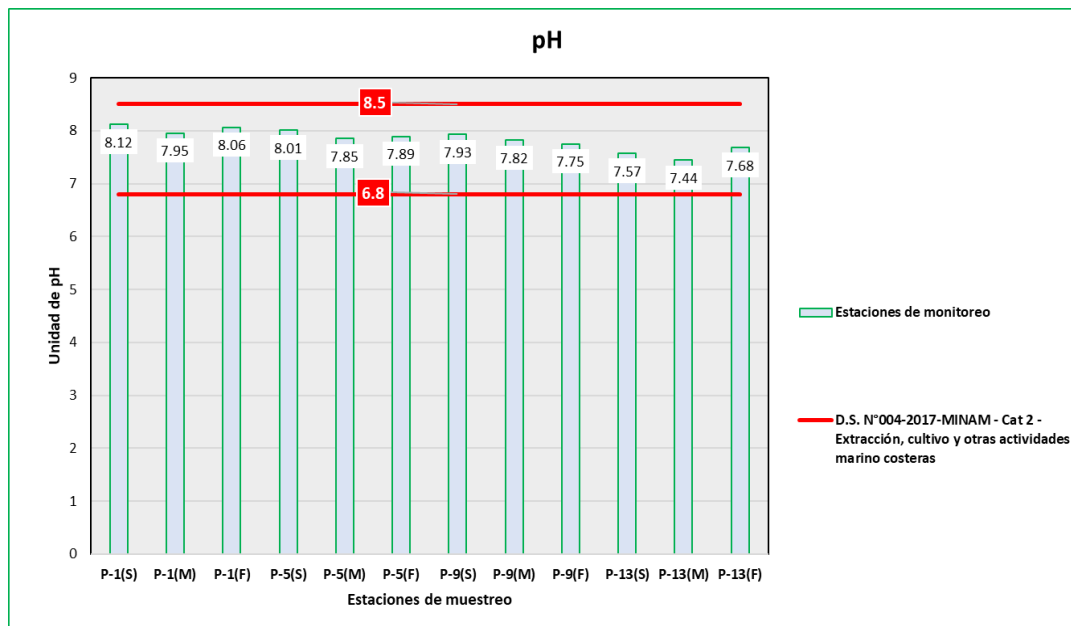
6.5.4.4.5 POTENCIAL DE HIDRÓGENO

El potencial de hidrógeno se define como el indicador de la presencia de iones libres del hidrógeno, siendo el resultado de su medición una comparación entre el número de protones (H^+) e iones hidroxilo (H^-), determinando en base a su resultado el nivel de acidez o alcalinidad de los cuerpos de agua.

El grado de pH presente en los cuerpos de agua es un indicador importante al momento de determinar el estado de conservación de dichos ecosistemas acuáticos, dado que tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de la vida acuática. La tendencia a acidez o alcalinidad en las fuentes de agua tiene su origen tanto de manera natural como producto de la intervención antrópica producto de vertimientos de actividades industriales.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de pH obtenidos se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA pH = 6,8 – 8,5), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua.

Figura 6.667. Resultados de pH – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



Elaboración: ASILORZA, 2021.

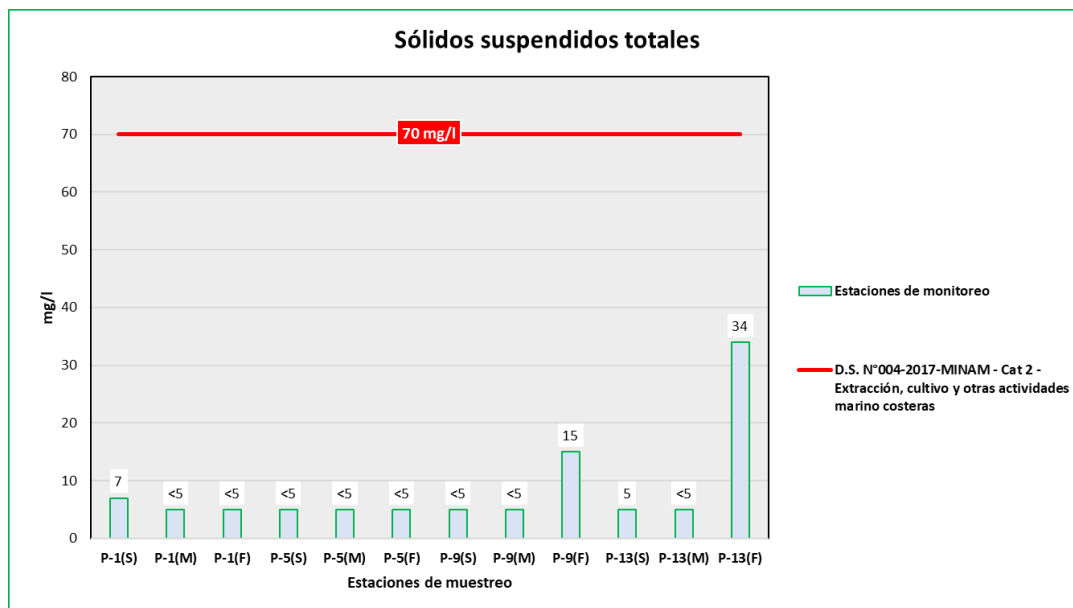
6.5.4.4.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Las aguas naturales contienen tres tipos de sólidos no sedimentables: suspendidos, coloidales y disueltos. Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables.

Los sólidos coloidales consisten en limo fino, bacterias, partículas causantes de color, virus, etc., los cuales no sedimentan sino después de periodos razonables, y su efecto global se traduce en el color y la turbiedad de aguas sedimentadas sin coagulación. Los sólidos disueltos, materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separado, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de olor, sabor, color y salud, a menos que sean precipitados y removidos mediante métodos físicos y químicos.

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de Sólidos Suspendedos Totales obtenidos en los diferentes puntos de monitoreo se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA SST = 70 mg/L), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua. Sin embargo, se observa en el nivel de fondo del punto de monitoreo P-13 que se supera ligeramente el valor establecido para los ECA para agua.

Figura 6.668. Resultados de SST – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



Elaboración: ASILORZA, 2021.

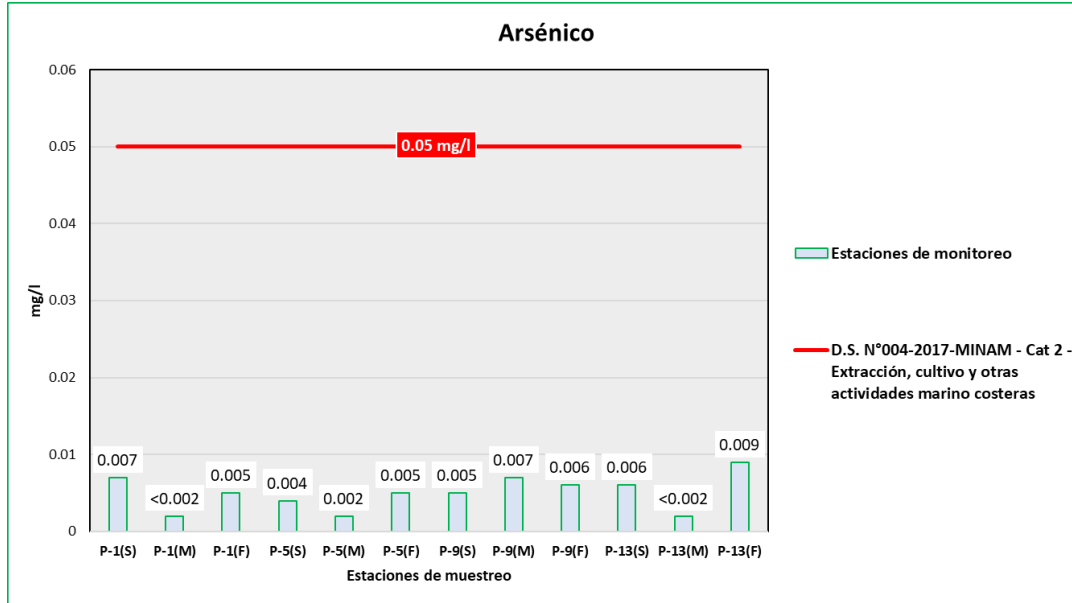
6.5.4.4.7 ARSÉNICO

El elemento Arsénico (As) es un componente natural de la corteza terrestre, por lo que, este se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, teniendo su origen por diversas fuentes naturales como las erupciones de volcanes, por la constante erosión de depósitos minerales o rocas que contienen arsénico, principalmente podemos encontrarlo en la cadena montañosa de la zona sur del país (Ayacucho, Arequipa, Moquegua, entre otras regiones del sur).

Tal como se muestra en la siguiente figura, los valores de arsénico obtenidos en los diferentes puntos de monitoreo se encuentran en el rango normal establecido en los Estándares de Calidad

Ambiental para Agua Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA As = 0.05 mg/L), lo que puede indicar el estado de conservación natural de los cuerpos de agua.

Figura 6.669. Resultados de Arsénico (As) – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



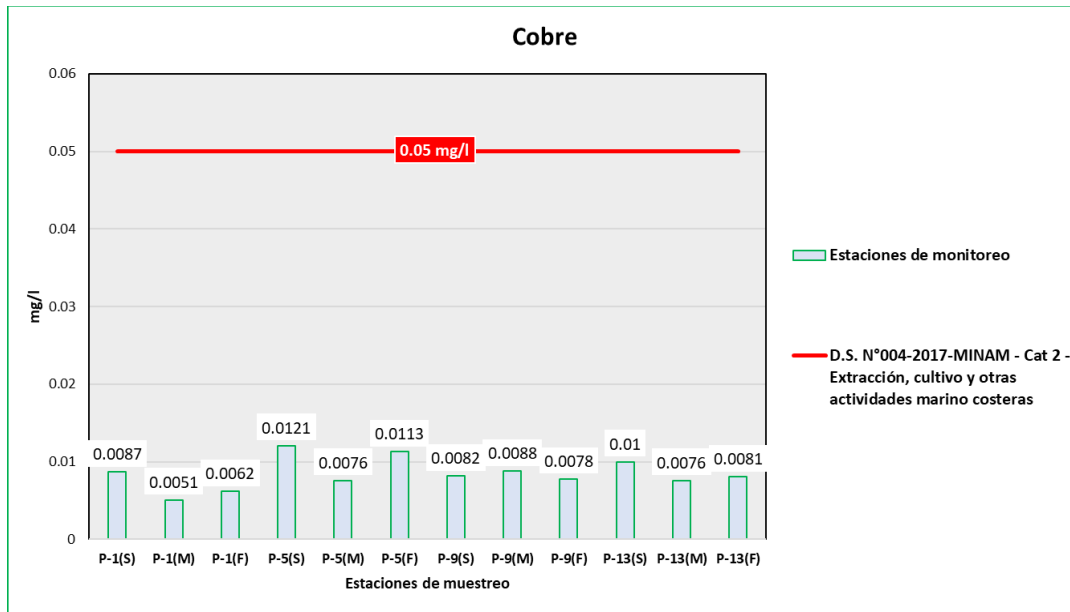
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.8 COBRE

El cobre (Cu) se encuentra de manera natural en fuentes de agua, sedimentos y suelos, específicamente en este último dado que concentraciones bajas de este elemento en los suelos representa una baja aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas. Asimismo, dicho elemento en condiciones naturales no representa un efecto nocivo para el medio ambiente.

Los valores de Cobre (Cu) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por encima de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA Cu = 0,05 mg/L), pudiendo tener su origen en el continuo desgaste de rocas con presencia de cobre en la orilla.

Figura 6.670. Resultados de Cobre (Cu) – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



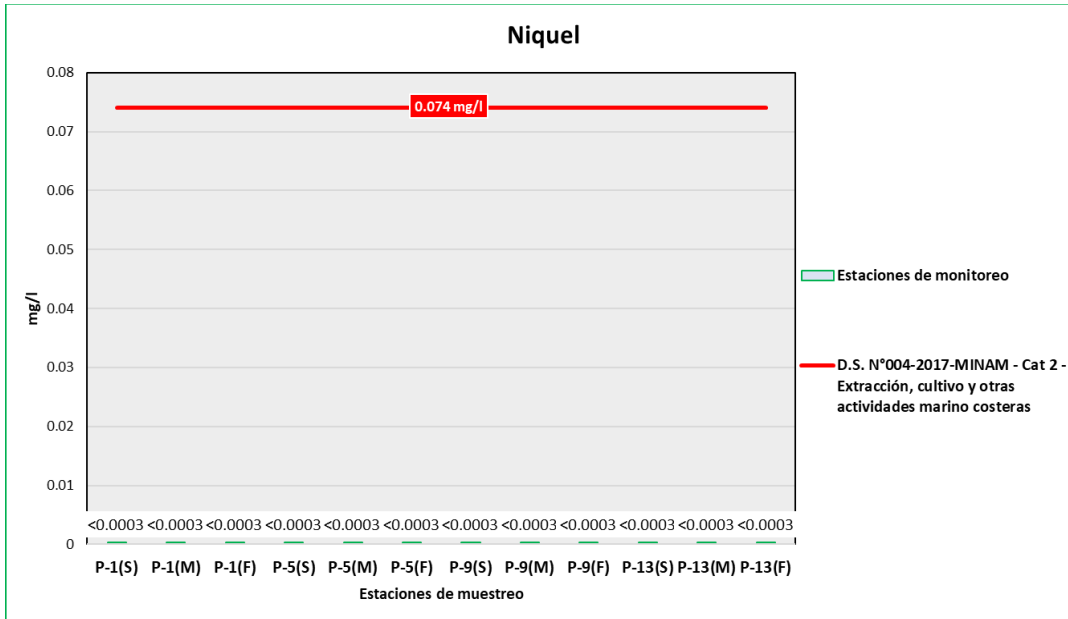
Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.9 NIQUEL

El níquel es un elemento que ocurre en el ambiente sólo en muy pequeños niveles. Los humanos usan el níquel para muchas aplicaciones diferentes. La aplicación más común del níquel es el uso como ingrediente del acero y otros productos metálicos. Este puede ser encontrado en productos metálicos comunes como es la joyería.

Los valores de níquel (Ni) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA Ni = 0,074 mg/L),

Figura 6.671. Resultados de Níquel (Ni) – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo

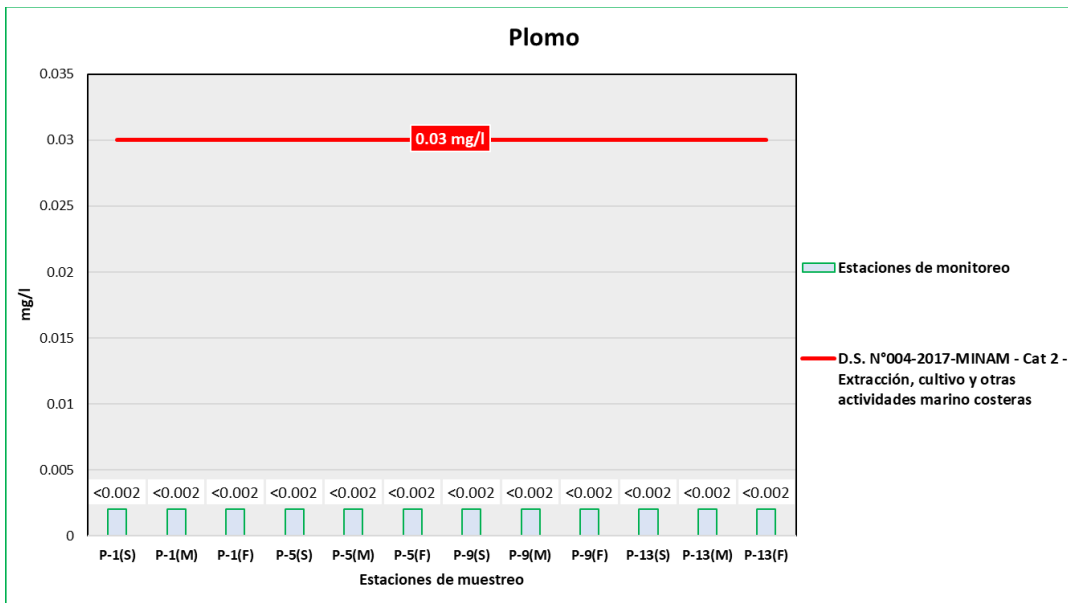


Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.10 PLOMO

Los valores de plomo (Pb) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA Pb = 0,03 mg/L),

Figura 6.672. Resultados de Plomo (Pb) – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo

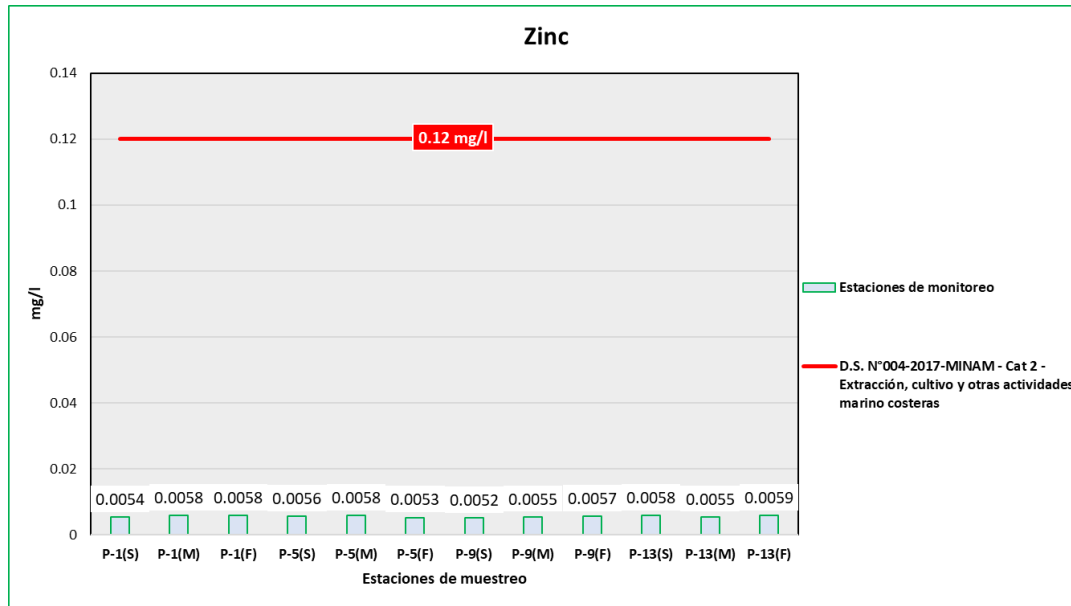


Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.5.4.4.11 ZINC

Los valores de Zinc (Zn) obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Categoría 2: Actividades de Extracción y otras Actividades Marino Costeras y Continentales (ECA Zn = 0,12 mg/L),

Figura 6.673. Resultados de Zinc (Zn) – Calidad de Agua de Mar – Zona de Ilo



Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.6 CALIDAD DE SEDIMENTOS

El Monitoreo de Sedimentos correspondientes al MAP Campaña N°9 Temporada Seca fue llevado a cabo entre los días 15 de abril y 01 de mayo del presente año, realizándose un total de 35 puntos de monitoreo en cuerpos continentales (ríos y/o quebradas) y en cuatro puntos de monitoreo en cuerpos marino-costeros, haciendo un total de 39 puntos de monitoreo para la evaluación de sedimentos.

6.6.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

La ubicación de los puntos de monitoreo en la evaluación de sedimentos corresponde a los mismos puntos de monitoreo considerados para la evaluación de calidad de agua, por lo que, ambas evaluaciones comparten puntos con la misma denominación y ubicación en coordenadas UTM Datum WGS84, tal como se puede apreciar en el cuadro líneas abajo.

Cuadro 6.37. Ubicación de Puntos de Monitoreo – Sedimentos

EVALUACIÓN DE SEDIMENTOS					
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
				Este	Norte
Zona de Abastecimiento de Agua – Proyecto Minero Quillaveco					
1	PGB-1	Río Vizcachas	Agua superficial	368765	8150825
2	QLVIZ-8	Río Vizcachas	Agua superficial	359080	8157053
3	VIZ-1	Río Vizcachas	Agua superficial	350546	8161346
4	VIZ-2	Río Vizcachas	Agua superficial	349836	8161271
5	TIT-1	Río Titire	Agua superficial	352239	8169941
6	CHL-8	Río Chilota	Agua superficial	349337	8157950
7	CHL-4	Río Chilota	Agua superficial	348994	8152100
8	QLCHR-01	Río Chincune	Agua superficial	357870	8159562
9	HUA-20	Río Calazaya	Agua superficial	355553	8158648
10	HAS-2	Quebrada s/n en Pampa	Agua superficial	355003	8150122
11	HAS-3	Quebrada Vilaje	Agua superficial	359031	8150074
Zona de Operaciones Mineras – Proyecto Minero Quillaveco					
12	AS-1	Río Asana	Agua superficial	331045	8107820
13	ALT-4	Quebrada Altarani	Agua superficial	330645	8107397
14	P-1	Quebrada Millune	Agua superficial	329578	8108793
15	P-10	Quebrada Sarallenque	Agua superficial	328851	8109515
16	P-11	Río Asana	Agua superficial	329803	8107688
17	P-12	Río Asana	Agua superficial	323118	8108112
18	Q-CH	Río Charaque	Agua superficial	325307	8111144
19	AS-3	Río Asana	Agua superficial	319613	8107940
20	CH-3	Río Charaque	Agua superficial	321998	8109036
21	COS-1	Río Coscore	Agua superficial	319066	8107928
22	COS-2	Río Coscore	Agua superficial	311069	8106045
23	COS-3	Río Coscore	Agua superficial	316564	8107452
24	COS-4	Río Coscore	Agua superficial	312899	8106650
25	TUM-3	Río Tumilaca	Agua superficial	308705	8106585
26	TUM-4	Río Tumilaca	Agua superficial	304585	8105304
27	COC-1	Quebrada Cocotea	Agua superficial	304336	8106211
28	CAP-1	Río Capillune	Agua superficial	326840	8102473
29	CAP-2	Río Huancanane	Agua superficial	313872	8104466
30	CAP-3	Río Huancanane	Agua superficial	310255	8105918
31	MQ-3	Río Moquegua	Agua superficial	291101	8098064
32	13172RTumi	Río Tumilaca	Agua superficial	300020	8100959
33	13172RMoque1	Río Moquegua	Agua superficial	290125	8095445
34	13172RMoque2	Río Moquegua	Agua superficial	286441	8079848
35	13172Rosmo1	Río Osmore	Agua superficial	266686	8057260
36	P-1	Mar frente Engie	Agua de mar	264650	8033129
37	P-5	Mar frente Engie	Agua de mar	265136	8031832
38	P-9	Mar frente Engie	Agua de mar	266771	8030889
39	P-13	Mar frente Engie	Agua de mar	268262	8030363

Fuente: Taller de trabajo para establecer la Malla de Puntos de Monitoreo – Subcomité (04.03.21), 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

6.6.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE SEDIMENTOS

Debido a que, en la actualidad no contamos con una legislación ambiental en torno a la evaluación de sedimentos, los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo serán comparados con normas internacionales, principalmente se tomará como referencia las directrices de calidad ambiental establecidos por el Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), a través de la Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) en donde se establecen valores para la preservación de la vida acuática asociada a los sedimentos, las que asocian dos tipos de valores: los Interim Sediment Quality Guidelines (ISGQ) que corresponden a límites por debajo de los cuales no se esperan efectos biológicos adversos y Probable Effect Level (PEL) que corresponden a las concentraciones encima de los cuales los efectos biológicos adversos se encuentran con frecuencia.

Cuadro 6.38. Resultados de Sedimentos – Parte I – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	Puntos de Monitoreo										Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
		AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	AS-3	COS-1	Q-CH	P-10	P-1		
		Río Asana	Qda. Altarani	Río Asana	Río Asana	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Charaque	Qda. Sarallenque	Qda. Millune		
		IE-21-4102	IE-21-4102	IE-21-4102	IE-21-4101	IE-21-4102	IE-21-4150	IE-21-4150	IE-21-4101	IE-21-4155	IE-21-4101		
Arsénico	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.9	17.0
Cadmio	mg/kg MS	1.848	1.044	2.373	1.841	0.832	2.519	3.013	1.509	2.237	2.815	0.6	3.5
Cobre	mg/kg MS	18.7	34.385	24.333	13.389	80.038	55.328	54.608	32.029	36.046	31.186	35.7	197.0
Cromo	mg/kg MS	5.08	20.39	7.16	18.46	19.54	7.05	5.91	2.72	8.87	22.32	37.3	90.0
Mercurio	mg/kg MS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.49
Plomo	mg/kg MS	0.2	2.26	0.9	9.39	0.59	0.7	1.72	0.27	0.2	0.2	35	91.3
Zinc	mg/kg MS	36.37	78.59	108.26	16.87	50.73	55.14	62.11	27.31	37.29	32.08	123	315

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-4102, IE-21-4204, IE-21-3774, IE-21-4150, IE-21-3751, IE-21-4310, IE-21-3830, IE-21-4421, IE-21-4155, IE-21-4101, IE-21-4346, IE-21-4229, IE-21-3775, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

Cuadro 6.39. Resultados de Sedimentos – Parte II – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	Puntos de Monitoreo											Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
		13172-RMOQUE1	13172-RMOQUE2	MQ-3	13172-RTUMI	CHL-8	VIZ-1	VIZ-2	HAS-2	HAS-3	CHL-4	PGB-1		
		Río Moquegua	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Tumilaca	Río Chilota	Río Vizcachas	Río Vizcachas	Qda S/N Pampa	Qda Vilaje	Río Chilota	Río Vizcachas		
		IE-21-3830	IE-21-3830	IE-21-3830	IE-21-3775	IE-21-4310	IE-21-4310	IE-21-4310	IE-21-4310	IE-21-4310	IE-21-4310	IE-21-4346		
Arsénico	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.9	17.0
Cadmio	mg/kg MS	2.101	3.951	3.804	1.971	2.732	2.437	6.117	0.02	0.258	0.355	2.96	0.6	3.5
Cobre	mg/kg MS	10.78	25.221	20.055	27.257	12.047	12.217	13.244	19.929	19.337	14.242	20.489	35.7	197.0
Cromo	mg/kg MS	1.98	7.07	8.68	8.77	0.03	0.07	0.86	0.03	0.03	0.03	0.45	37.3	90.0
Mercurio	mg/kg MS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.49
Plomo	mg/kg MS	1.19	2.69	1.61	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	35	91.3
Zinc	mg/kg MS	23.43	44.31	33.78	20.23	28.67	46.3	61.23	18.56	20.39	18.00	47.79	123	315

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-4102, IE-21-4204, IE-21-3774, IE-21-4150, IE-21-3751, IE-21-4310, IE-21-3830, IE-21-4421, IE-21-4155, IE-21-4101, IE-21-4346, IE-21-4229, IE-21-3775, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.
Elaboración: ASILORZA, 2021.


Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

Cuadro 6.40. Resultados de Sedimentos – Parte III – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	Puntos de Monitoreo										Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
		COS-2	COS-3	COS-4	TUM-3	TUM-4	CAP-1	CAP-2	CAP-3	13172 ROSMO-1	QLCHR-01		
		Río Coscore	Río Coscore	Río Coscore	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Capillune	Río Huancanane	Río Huancanane	Río Osmore	Río Chincune		
		IE-21-3774	IE-21-3751	IE-21-3774	IE-21-3775	IE-21-3775	IE-21-4204	IE-21-3751	IE-21-3774	IE-21-3830	IE-21-4229		
Arsénico	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.9	17.0
Cadmio	mg/kg MS	2.347	1.576	2.61	4.255	2.712	1.789	1.522	1.935	2.308	0.084	0.6	3.5
Cobre	mg/kg MS	53.368	28.298	43.47	26.137	26.499	19.25	12.746	17.019	9.066	1.573	35.7	197.0
Cromo	mg/kg MS	9.24	5.78	7.39	13.19	8.92	1.59	3.45	4.65	2.7	0.03	37.3	90.0
Mercurio	mg/kg MS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.49
Plomo	mg/kg MS	0.85	0.3	0.47	0.32	0.25	0.72	0.32	0.2	0.74	0.2	35	91.3
Zinc	mg/kg MS	33.8	32.66	36.73	39.05	31.66	31.79	19.12	32.5	23.41	7.64	123	315

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-4102, IE-21-4204, IE-21-3774, IE-21-4150, IE-21-3751, IE-21-4310, IE-21-3830, IE-21-4421, IE-21-4155, IE-21-4101, IE-21-4346, IE-21-4229, IE-21-3775, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.


 Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

Cuadro 6.41. Resultados de Sedimentos – Parte IV – Campaña 9 Temporada Seca

Parámetros	Unidad	Puntos de Monitoreo						Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
		QLVIZ-8	HUA-20	P-13	P-1	P-5	P-9		
		Río Vízcachas	Río Calazaya	Agua de mar					
		IE-21-4229	IE-21-4310	IE-21-4421	IE-21-4421	IE-21-4421	IE-21-4421		
Arsénico	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5.9	17.0
Cadmio	mg/kg MS	0.113	1.687	1.841	1.538	1.537	1.865	0.6	3.5
Cobre	mg/kg MS	4.347	7.753	13.389	13.579	13.587	19.607	35.7	197.0
Cromo	mg/kg MS	0.03	0.22	18.46	6.1	5.75	18.58	37.3	90.0
Mercurio	mg/kg MS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.17	0.49
Plomo	mg/kg MS	0.2	0.2	9.39	12.05	14.23	10.11	35	91.3
Zinc	mg/kg MS	18.9	34.08	16.87	15.62	17.74	22.62	123	315

Fuente: Informes de Ensayo IE-21-4102, IE-21-4204, IE-21-3774, IE-21-4150, IE-21-3751, IE-21-4310, IE-21-3830, IE-21-4421, IE-21-4155, IE-21-4101, IE-21-4346, IE-21-4229, IE-21-3775, ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L., 2021.

Elaboración: ASILORZA, 2021.

 Excedencia con respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 CALIDAD DE AIRE

Conforme con los resultados obtenidos en torno a la evaluación de calidad de aire en los diferentes puntos de monitoreo, abarcando las zonas de operación, así como las que abarca comunidades cercanas al proyecto, la ciudad de Moquegua e Ilo (frente al terreno de ENERSUR), se ha podido visualizar que, las concentraciones halladas para los elementos atmosféricos tales como el material particulado, tanto para menor a 10 micras como menor a 2,5 micras, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, se encuentran por debajo de los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobados mediante la promulgación del Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

Los resultados obtenidos en las comunidades de Calientes, Alto Coscore y Tala se han mantenido por debajo del Estándar de Calidad Ambiental excepto para NO₂ en la estación de Calientes cuyo resultado puede estar asociado a actividades de maquinaria pesada en la ruta Coscore – Calientes. Respecto al historial de resultados en estas comunidades los resultados permanecen por debajo del ECA en cada parámetro

Figura 6.674. Principal observación durante el desarrollo del monitoreo Ca-Calientes



Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 01/10/2021.

Figura 6.675. Trabajos de maquinaria pesada cercanas al punto Ca-Calientes

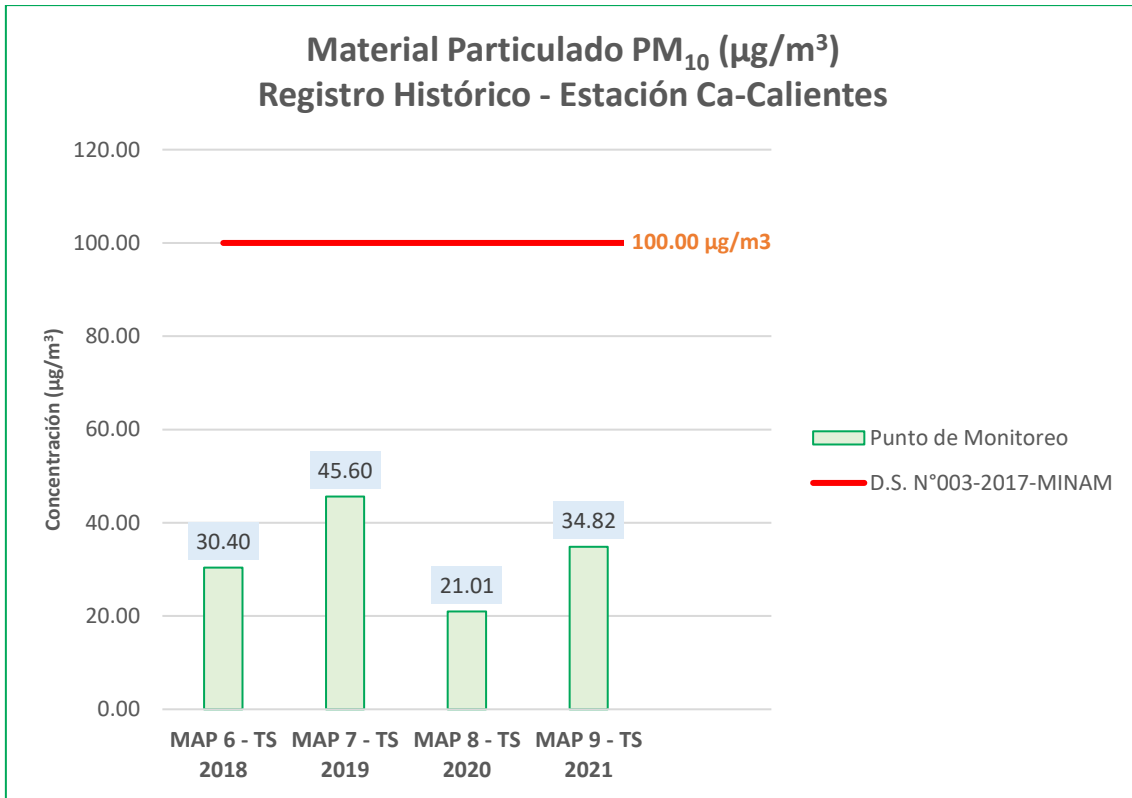


Fuente: Trabajo de campo del MAP 9 TS 2021, fecha: 01/10/2021.

Asimismo, se ha realizado la comparación de los registros históricos de los últimos cinco años del monitoreo de calidad de aire en temporadas Secas, donde se evidencia que, la estación de monitoreo Ca-Altarani ha mantenido valores similares entre las temporadas Secas de los años 2018, 2019 y 2020, donde se mantienen por debajo de los valores establecidos para el parámetro PM-10 en los ECA para Aire aprobados mediante D.S. N° 003-2017-MINAM.

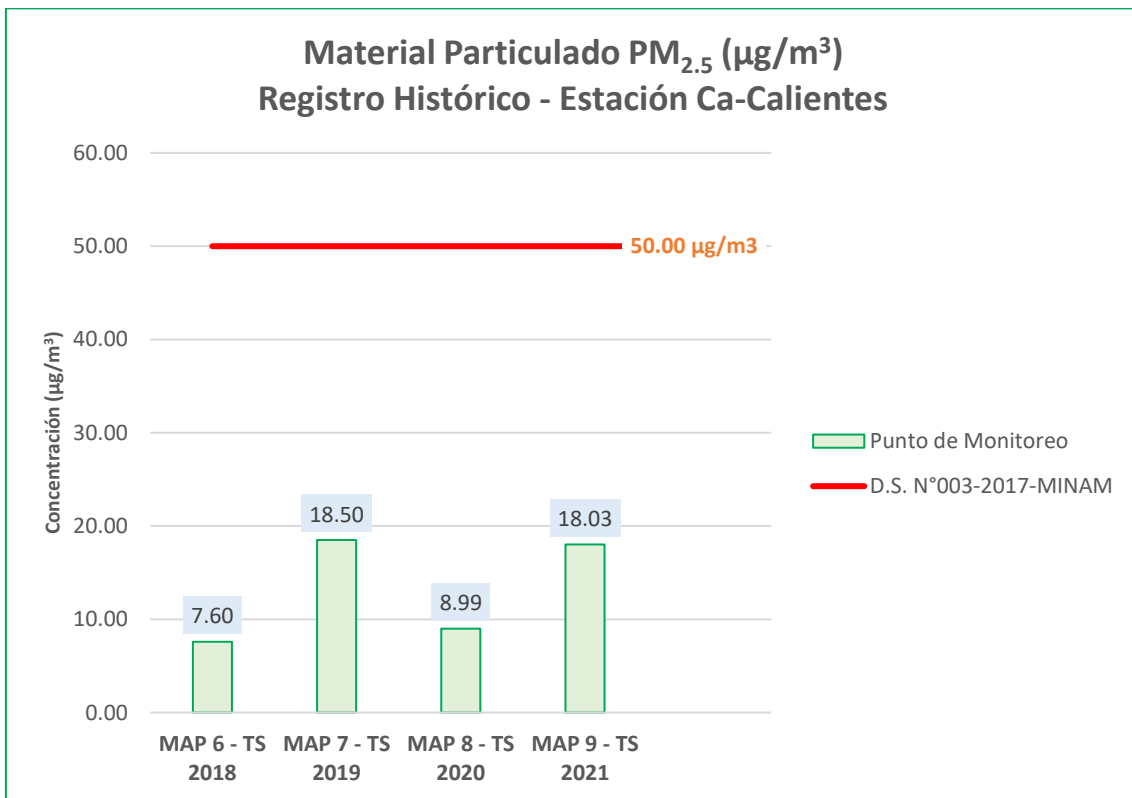
De igual manera, en la figura líneas abajo se presenta la evaluación de la data histórica del centro poblado Calientes con respecto al material particulado menor a 10 micras, donde se visualiza que si bien ha presentado fluctuaciones en resultados entre los años 2018 y 2019, estas concentraciones se encuentran por debajo del ECA para aire, teniendo un descenso a partir del año 2020, posiblemente, por la influencia del contexto del COVID-19.

Figura 7.1. Registros históricos de la estación Ca-Calientes (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 7.2. Registros históricos de la estación Ca-Calientes (últimos cinco años)

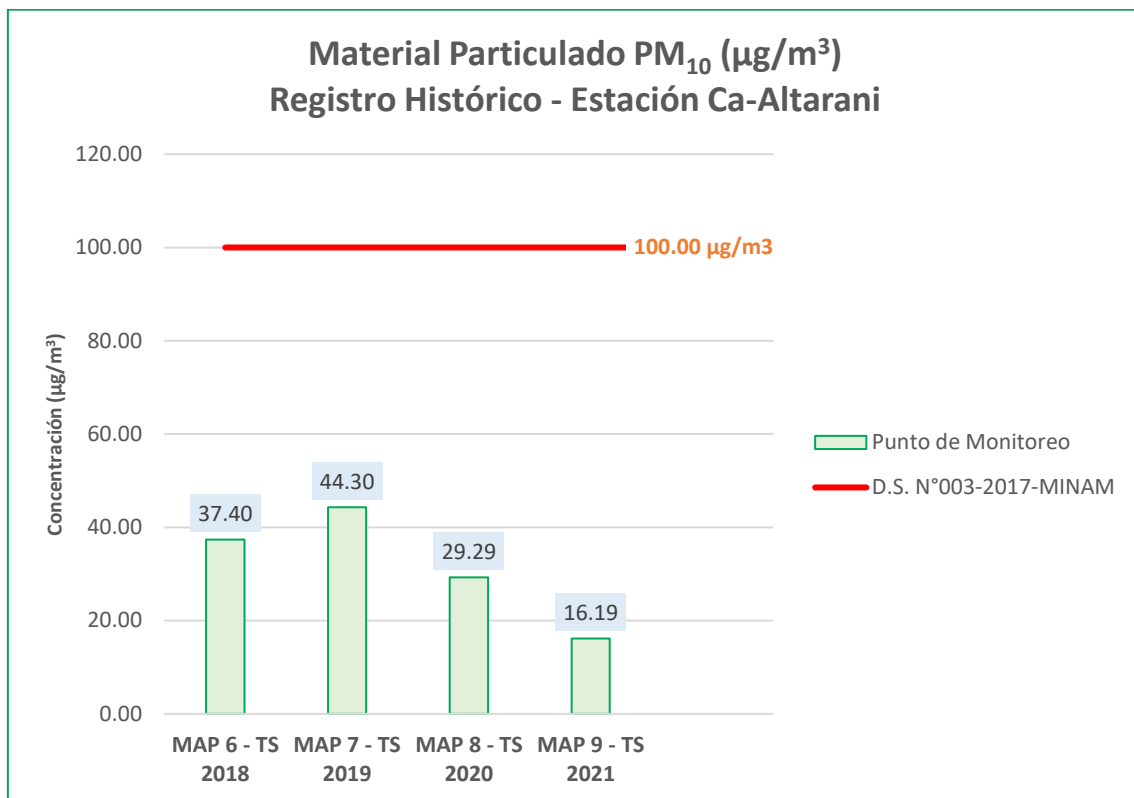


Elaboración: ASILORZA, 2021.

De igual manera, podemos observar en los registros históricos que la estación de monitoreo Ca-Altarani, presenta resultados desde el año 2018 hasta el 2021, evidenciados en las temporadas Secas, valores por debajo de los ECA para Aire aprobados por el D.S. N° 003-2017-MINAM.

De la figura líneas abajo se aprecia que las concentraciones de material particulado menores a 10 micras en la estación de calidad de aire Ca-Calientes han ido disminuyendo conforme al avance de la etapa de construcción teniendo al año 2019 como resultado más alto de este parámetro y a partir de ese mismo año hacia adelante han ido en constante disminución.

Figura 7.3. Registros históricos de la estación Ca-Altarani para PM-10 (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2021.

7.2 CALIDAD DE RUIDO Y VIBRACIONES

Se ha podido observar que, la evaluación correspondiente para ruido ambiental tanto en horario diurno como nocturno, cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido aprobados mediante D.S. N° 085-2003-PCM para la zonificación Residencial (R-3, R-8 Tala, R-2, R-1, R-11 Huachunta y R-10 Chilota), comercial (R-4 y R-5) e Industrial (RP-1 y RP-5).

Cabe mencionar que, de acuerdo con los resultados obtenidos en anteriores campañas, el comportamiento de los niveles de ruido para los puntos de monitoreo R-4 y R-5 vienen encontrándose en valores entre 45,2 dB y 52,2 dB para horario diurno (resultados de LAeqt en

el MAP N°6 y MAP N°7, respectivamente). Mientras que, para el horario nocturno se ha visto una disminución en los niveles de ruido nocturno dado que los resultados obtenidos en el MAP N°6 y N°7 arrojaban valores entre 46,8 dB y 57,4 dB.

Finalmente, es importante resaltar que, los puntos de monitoreo R-4 y R-5 por ser puntos ubicados dentro de la ciudad de Moquegua y que podrían verse alterados producto del tránsito de vehículos pesados, que transportarán el material hacia Ilo (recordar que la malla de puntos de monitoreo de ruido y vibraciones, se hizo tomando en cuenta, las posibles rutas del transporte del concentrado, conforme a lo aprobado en el IGA).

7.3 CALIDAD DE SUELO

De los resultados obtenidos en el ítem 6.4., podemos apreciar que en los 15 puntos de monitoreo de calidad de suelo las concentraciones de los parámetros orgánicos del suelo se encuentran por debajo del límite de detección del método del laboratorio (“<”), infiriendo así que la presencia de dichos elementos en el suelo es nula o su concentración es tan baja que no puede ser detectado por los métodos acreditados.

En lo que respecta a los parámetros inorgánicos (metales pesados y cianuro libre), observamos que los valores obtenidos en los puntos de monitoreo de calidad de suelo cumplen con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo Industrial/Comercial/Extractivos, pudiendo concluir que las concentraciones halladas no representan un grado de contaminación en los suelos evaluados.

7.4 CALIDAD DE AGUA

Los procedimientos para la competencia de todos los métodos de aseguramiento de la calidad en los procesos de muestreo y análisis del laboratorio, el cual esta normado por la entidad INACAL, a través de la NTP – ISO/IEC17025-2017. Además, se han tomado duplicados en el P-11 (ingreso del Túnel del río Asana) y P-12, a la salida del río Vizcachas (VIZ-2) y en el río Tumilaca (TUM-4), también se tomaron blancos viajeros, los cuales son tomados aleatoriamente, cumpliendo el procedimiento de cada laboratorio acreditado. Se precisa que, los duplicados tomados, son los puntos más importantes y de interés de la población.

7.4.1 ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL PROYECTO

La evaluación de la zona de abastecimiento de agua para el proyecto Minero Quellaveco (zona de alta montaña) ha considerado un total de once (11) puntos de monitoreo distribuidos en los

ríos Vizcacha, Chilota, Titire, Chincune y Calazaya, así como en las quebrada Vilaje y Pampa de Huachunta, de los cuales se han analizado un total de 64 parámetros realizando la comparación de las concentraciones obtenidas con la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales establecida en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobado mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

De los resultados podemos apreciar que la gran mayoría de los puntos de monitoreo cumplen con los valores de los ECA para Agua Superficial en torno a la categoría asignada por la Autoridad Nacional del Agua – ANA. Sin embargo, se observa ciertas excedencias en algunos puntos de monitoreo de calidad de agua. En el siguiente cuadro se detalla un resumen de la evaluación realizada en los cuerpos de agua ubicados en la zona de alta montaña.

Cuadro 7.1. Cuadro Resumen de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua – Zona de Alta Montaña

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Vizcachas	PGB-1	60	4	64	Boro, Manganeseo, Aluminio
	QLVIZ-8	61	3	64	
	VIZ-1	63	1	64	Enterococos, pH
	VIZ-2	64	-	64	
Río Titire	TIT-1	57	7	64	Conductividad, Boro, Arsénico, Hierro, Manganeseo, Aluminio
Río Chilota	CHL-8	64	-	64	
	CHL-4	64	-	64	Enterococos
Río Chincune	QLCHR-01	64	-	64	
Río Calazaya	HUA-20	64	-	64	pH
Qda. S/N	HAS-2	63	1	64	Enterococos
Qda. Vilaje	HAS-3	62	2	64	

Elaboración: ASILORZA, 2021.

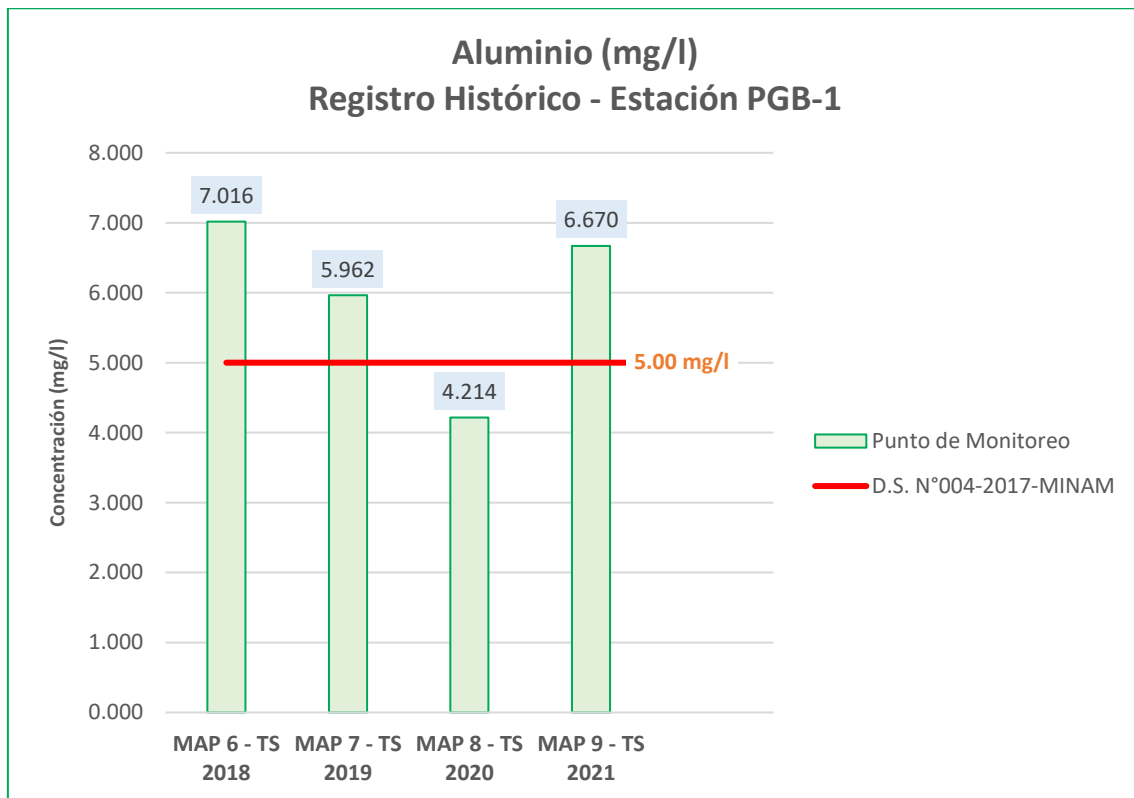
Asimismo, se aprecia que la evaluación en el río Titire mantiene una tendencia a la acidez con respecto al pH producto de la presencia de actividad geotérmica que influye en la liberación de óxidos de metales como el boro, hierro o cobalto, tal como se registra desde la línea base y se viene dando en las anteriores campañas.

De igual manera, se observa que en el punto de monitoreo PGB-1 (A la salida del canal de Pasto Grande – río Vizcachas), históricamente desde el año 2014 se han encontrado valores elevados

de manganeso y aluminio, esto puede deberse al afloramiento de aguas subterráneas con alto contenido de manganeso asociada al desgaste de rocas con presencia de dicho elemento (ver figura N°7.4).

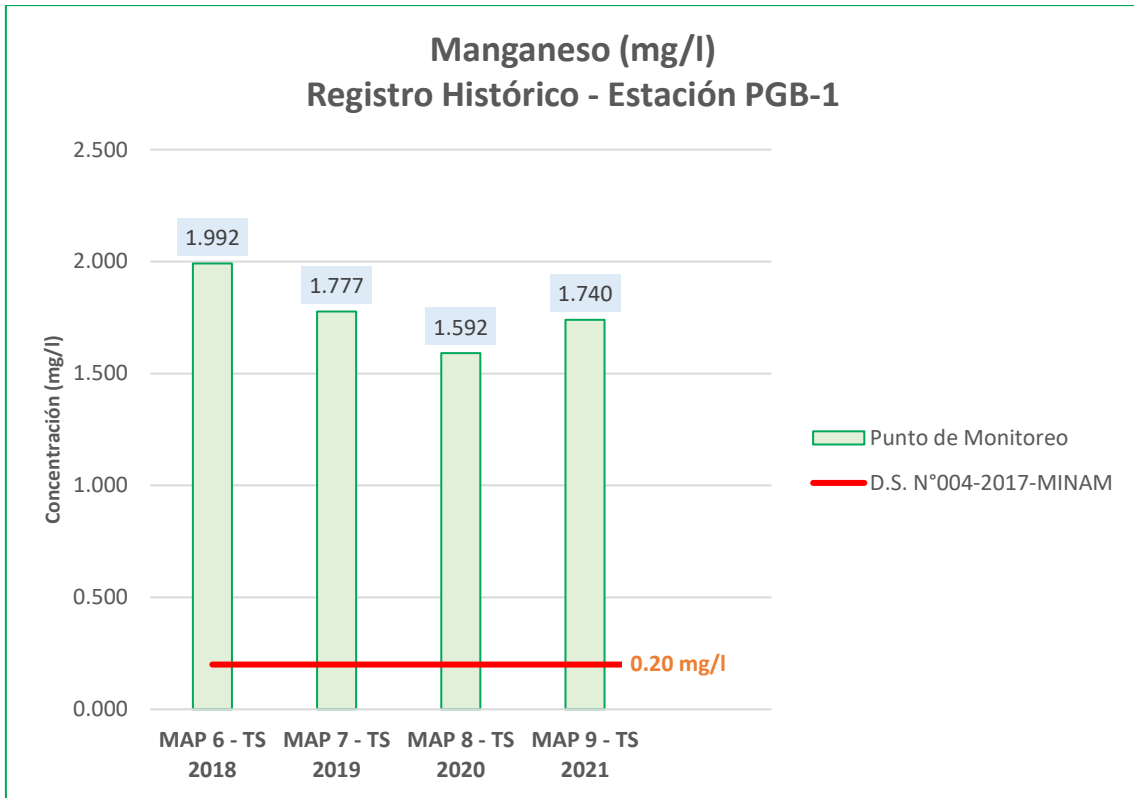
Los demás parámetros evaluados en los puntos de monitoreo correspondientes a la zona de alta montaña presentan valores dentro de lo esperado y del mismo comportamiento que se viene registrando en las anteriores campañas.

Figura 7.4. Registros históricos de la estación PGB-1 para Aluminio (últimos cinco años)



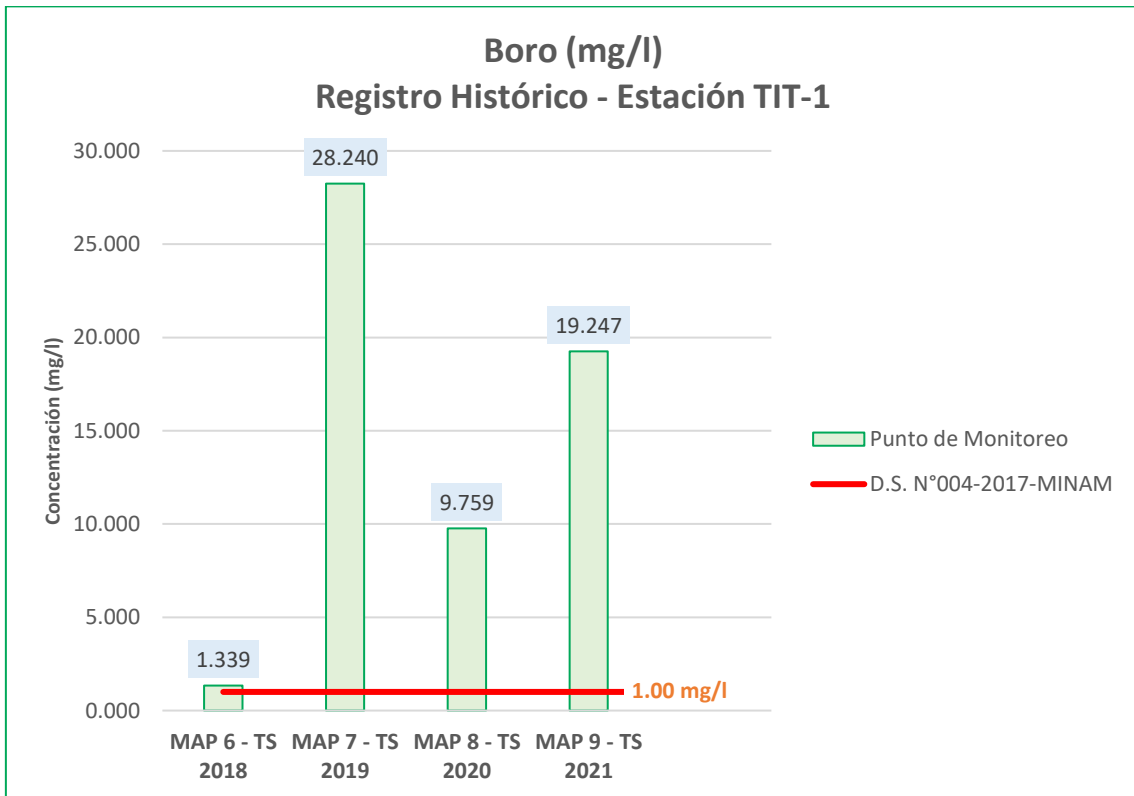
Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 7.5. Registros históricos de la estación PGB-1 para Manganeso (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Figura 7.6. Registros históricos de la estación TIT-1 para Boro (últimos cinco años)



Elaboración: ASILORZA, 2021.

Como podemos observar en la figura líneas arriba, la presencia de boro en el río Titire se evidencia desde que el año 2014 viene registrando valores elevados y que se encuentra por encima de los ECA para agua aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM, esto puede deberse a la presencia de actividad geotérmica que recibe el mismo río lo que ocasiona la liberación de minerales como el boro o aluminio.

7.4.2 ZONA DE OPERACIONES DEL PROYECTO

En la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se ha realizado la evaluación de calidad de agua en un total de diez (10) puntos de monitoreo, encontrándose ciertas excedencias en algunos de los puntos evaluados.

De la misma forma que la evaluación en la zona de alta montaña, se han analizado un total de 64 parámetros de calidad de agua, los cuales serán comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Asimismo, en el siguiente cuadro se detalla el resumen del análisis realizado.

Cuadro 7.2. Cuadro Resumen de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua – Zona de Operaciones y Moquegua

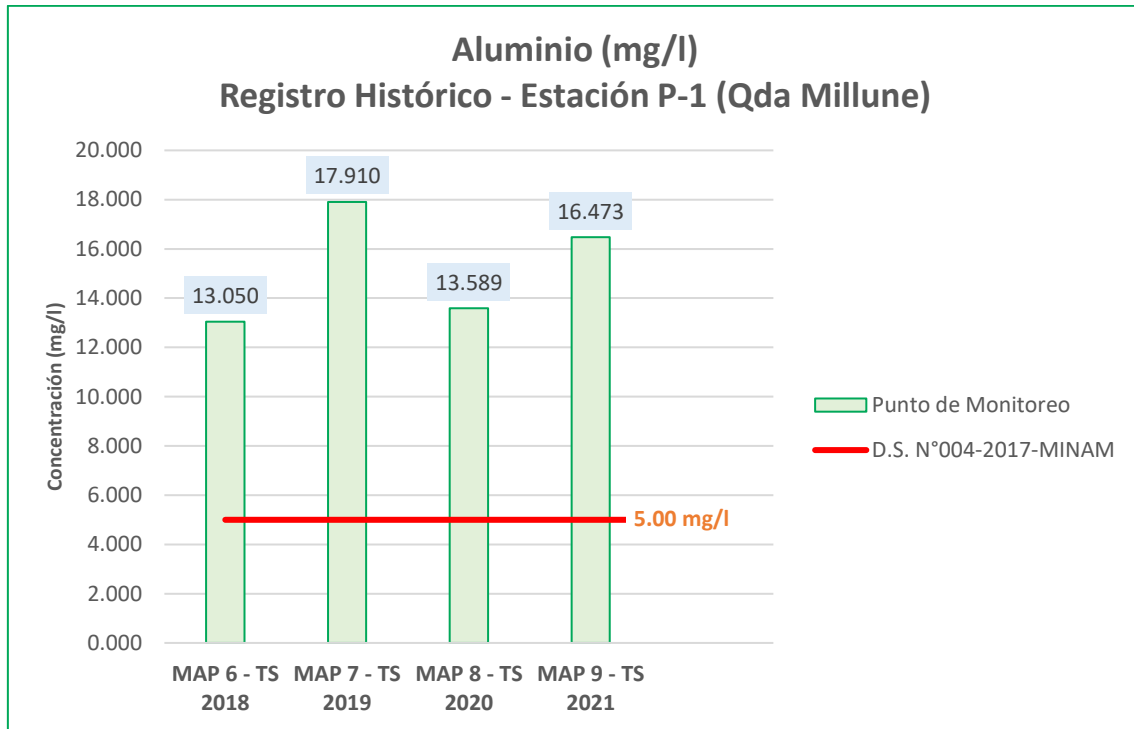
Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Asana	AS-1	63	1	63	Enterococos Fecales
	P-11	63	1	63	Enterococos Fecales
	P-12	63	1	63	Enterococos Fecales
	AS-3	63	1	63	Enterococos Fecales
Quebrada Altarani	ALT-4	63	1	63	Enterococos Fecales
Río Charaque	CH-3	63	1	63	Enterococos Fecales
	Q-CH	63	1	63	Enterococos Fecales
Quebrada Millune	P-1	62	2	64	Excedencias en Al, Mn Tendencia a la acidez (pH)
Quebrada Sarallene	P-10	63	1	64	Enterococos Fecales
Río Capillune	CAP-1	64	-	64	

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Como se ha podido observar ya desde la línea base y en anteriores campañas se viene presentando concentraciones altas de aluminio y manganeso en la quebrada Millune (punto de monitoreo P-1) dada sus características de ser un área altamente mineralizada (precisamente se

encuentra aguas arriba de la zona de operaciones), por lo que, las concentraciones de dichos elementos influyen a que el pH del agua de la quebrada Millune tenga una tendencia a la acidez (ver figura 7.7).

Figura 7.7. Registros históricos de la estación P-1 para Aluminio (últimos años)



Elaboración: ASILORZA, 2021.

7.4.3 ZONA DE MOQUEGUA

En la zona de Moquegua se ha realizado la evaluación de calidad de agua en un total de catorce (14) puntos de monitoreo, encontrándose ciertas excedencias en algunos de los puntos evaluados. A continuación, en el siguiente cuadro se detalla el resumen del análisis realizado.

Cuadro 7.3. Cuadro Resumen de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua – Zona de Moquegua

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Coscore	COS-1	64	-	64	
	COS-2	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
	COS-3	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
	COS-4	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Tumilaca	TUM-3	64	-	64	
	TUM-4	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
	13172RTumi	64	-	64	
Río Huancanane	CAP-2	62	2	64	Excedencia en Enterococos Fecales, boro
	CAP-3	62	2	64	Excedencia en Enterococos Fecales, boro
Río Moquegua	MQ-3	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
	13172RMoque1	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
	13172RMoque2	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales
Río Osmore	13172Rosmo1	63	1	64	Excedencia en Enterococos Fecales

Elaboración: ASILORZA, 2021.

Durante el desarrollo del monitoreo de calidad de agua superficial, se ha podido observar que existe una gran influencia por parte de la actividad agropecuaria en los márgenes del río Huancanane (punto de monitoreo CAP-2 y CAP-3), el cual puede verse influencia por la descarga de aguas con presencia de fertilizantes o herbicidas que estarían incrementando los valores de boro en el agua.

Asimismo, para la presente Campaña N°9 Temporada Seca 2021, se ha podido observar que en muchos de los puntos de monitoreo ubicados en los ríos Coscore, Tumilaca, Moquegua y Osmore se encuentran superando ligeramente el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del parámetro pH, teniendo una tendencia alcalina (por encima de los 8,5). Sin embargo, se debe precisar que, no es la primera vez que dicho puntos de monitoreo presentan valores de pH alcalinos, así como también se considera un pH natural en las aguas superficiales con una tendencia entre 8 a 9 de pH.

Se debe precisar que, para la presente temporada seca 2021, el punto de monitoreo COC-1 ubicado en la quebrada Cocotea se encontraba sin flujo hídrico, imposibilitando la toma de muestra de agua para el respectivo análisis. Esto se debe también a que, desde la línea base esta quebrada presenta una característica de intermitente.

7.4.4 CALIDAD DE AGUA DE MAR

Para el caso de los puntos de monitoreo de calidad de agua de mar se han observado que los parámetros evaluados se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, principalmente para la categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales. Si bien en la actualidad, no se vienen realizando actividades operativas en la zona de evaluación, estos monitoreos permiten establecer una imagen antes de las actividades propias de la etapa de operación donde se estima que saldrá el concentrado de mineral a través del ingreso de buques y/o barcos para su traslado.

7.5 SEDIMENTOS

De acuerdo con la evaluación de resultados de sedimentos en los puntos de monitoreo correspondientes al MAP 9 temporada Seca 2021, se ha podido observar que la mayoría de puntos se encuentran cumpliendo con los estándares internacionales establecidos en la norma canadiense (CEQG), dentro de los cuales destacan parámetros como arsénico, cromo, mercurio, plomo, zinc, cadmio entre otros.

Asimismo, es importante mencionar que, al no existir una legislación nacional se ha previsto tomar normativa internacional aceptada como es el caso de los Estándares Internacionales de la Norma Canadiense que, como sucede en muchos casos, no está acorde con la realidad del entorno ambiental de nuestro país y podrían existir diferencias entre los parámetros evaluados.



**MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 9 – TEMPORADA SECA - 2021
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961388886/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Diciembre, 2021

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Miguel Gomez	Emitido para Revisión Interna	30-11-2021	Alicia Torres	Karol Orosco
B	Miguel Gomez	Revisión	09-12-2021	Karol Orosco	Karol Orosco
COMENTARIOS:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel
Rev.A	Alicia Torres	Responsable de la redacción del documento	Interno ASILORZA
Rev.0	Karol Orosco	Control de Calidad – Documento Final	Doc. para envío al cliente
Rev.1	Cliente	Control de Calidad Técnico	Observaciones
Rev.2	Cliente	Aprobación	Para entrega a la autoridad/stakeholders

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	2
2.	INTRODUCCIÓN	4
3.	OBJETIVOS	5
3.1.	OBJETIVO GENERAL	5
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4.	METODOLOGÍA	6
4.1.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO	6
4.2.	MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	7
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	7
4.2.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	8
4.2.3.	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	9
4.2.4.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU	10
4.2.5.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	11
4.2.6.	ANÁLISIS DE DATOS	11
4.3.	CONSIDERACIONES	17
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	19
5.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	21
5.2.1.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	21
5.2.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	21
5.3.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	26
5.3.1.	PLANCTON	26
5.3.2.	FITOPLANCTON	27
5.3.3.	ZOOPLANCTON	36
5.3.4.	BENTOS	46
5.3.5.	PECES	57
5.4.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	70
5.4.1.	ABASTECIMIENTO	70
5.4.2.	OPERACIONES	70
5.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	73
5.6.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	73
5.7.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	73
6.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS	74
6.1.	PLANCTON	75

6.2.	BENTOS.....	75
6.3.	PECES.....	76
7.	CONCLUSIONES	77
7.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	77
7.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS.....	77
7.2.1.	PLANCTON.....	77
7.2.2.	BENTOS.....	79
7.2.3.	PECES.....	80
7.3.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS	80
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las biotas dulceacuícolas se están homogenizando y extinguiendo por la alteración del hábitat, la introducción de especies exóticas, la contaminación del agua y por la pérdida de la diversidad genética, entre otras causas. Los sistemas acuáticos tienen grados de tolerancia a los de las actividades humanas generadas sobre estos. Cuando este equilibrio se rompe y hay una alteración del estado natural del ecosistema hablamos de perturbación ecológica. Raramente la situación de riesgo para una especie o un ecosistema es producto de una sola de estas amenazas, por lo que, a menudo es difícil medir o identificar las variadas perturbaciones que intervienen en una cuenca hidrográfica, menos aún los efectos específicos sobre la biota.

En el Perú se busca llegar a un aprovechamiento sostenible de las fuentes de agua dulce con las que se cuenta, a fin de asegurar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usan herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua. En el Perú existe normativa para determinar los estados de calidad, más aún, existen técnicas de monitoreo hidrobiológico que permiten conocer el estado ecológico del río.

En el monitoreo hidrobiológico se usan los niveles de sensibilidad a contaminación de los diferentes grupos biológicos: plancton, perifiton, bentos, etc. a los organismos sensibles se les denominan bioindicadores. Su ausencia, presencia, número, etc. son datos que se usan para establecer categorías mediante la aplicación de índices biológicos.





A continuación, se describen los resultados comparativos de las campañas de monitoreo 2020 y 2021 del MAP, desarrolladas en la temporada seca (octubre del 2020) y temporada húmeda (abril del 2021). Las comunidades acuáticas evaluadas fueron las de plancton, perifiton, bentos, peces; además de parámetros fisicoquímicos, sobre cuyos datos obtenidos se aplicaron índices ecológicos y de calidad ambiental a fin de conocer el estado hidrobiológico de los cuerpos de agua en las zonas de muestreo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de las principales comunidades de agua dulce (plancton, bentos, perifiton y necton) en cuerpos de agua lóticos como parte del Componente Hidrobiológico del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo – Quellaveco.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y necton dentro del área de estudio.
-  Elaborar un listado de los principales grupos taxonómicos que conforman las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y peces dentro del área de estudio para la actualización de la información hidrobiológica del EIA de la referencia.
-  Establecer la calidad de las aguas en función a los principales índices bióticos que se pueden derivar de la información obtenida de las comunidades hidrobiológicas evaluadas.
-  Comparar los resultados de las temporadas 2020 y 2021 con monitoreos con años anteriores 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019.

4. METODOLOGÍA

4.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

El área del proyecto está ubicada en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto; entre los distritos de Totorá, Charaque, Altarani, Coscore, Alta montaña, Tumilaca, Moquegua, Titire y Huachunta. El área donde se desarrolla el proyecto Quellaveco presenta un relieve con fuertes pendientes y quebradas estrechas que forman pequeños cañones favoreciendo la presencia de microclimas. En el Cuadro 3.1 se describen las coordenadas y altitud de las 25 estaciones evaluadas.

Para fines de la evaluación de monitoreo, el análisis de las comunidades acuáticas en los cuerpos de agua del área del proyecto se realizó considerando sus componentes y, han sido agrupadas en Operaciones (11 estaciones) y Abastecimiento (14 estaciones).

Cuadro 3.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM-WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM-WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	18L	349750	8161304	3555100	8159215	1332
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349118	8158175	349118	8158175	4314
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	18L	351799	8169720	351799	8169720	4340
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	357229	8152274	357229	8152274	4431
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355452	8154002	355452	8154002	4401
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355626	8150428	355626	8150428	4463
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	354879	8150125	354879	8150125	4469
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349032	8151222	349032	8151222	4366
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	351680	8148024	351680	8148024	4422
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	349144	8151113	349144	8151113	4467

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	18L	355116	8159234	355116	8159234	4379
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	356061	8159325	356061	8159325	4368
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18L	355914	8159292	357820	8159622	4380
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	357041	8156730	357041	8156730	4379
P12	Rio ASANA	Operaciones	18L	323118	8108112	323118	8108112	3357
AS1	Rio ASANA	Operaciones	18L	331033	8107302	331033	8107302	3167
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	18L	322437	8109190	322437	8109190	1365
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	18L	330640	8107302	330640	8107302	3166
P11	Rio ASANA	Operaciones	18L	329834	8107657	329834	8107657	3166
COS1	Rio Coscore	Operaciones	18L	319090	8107910	319090	8107910	249
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	18L	310270	8105874	310270	8105874	2348
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	306970	8106621	306970	8106621	2236
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	304599	8105308	304599	8105308	1901
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	18L	325486	8102337	325486	8102337	3420
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	18L	302070	8102936	302070	8102936	1828

Elaboración: ASILORZA, 2021.

4.2. MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Durante las evaluaciones hidrobiológicas en campo se realizó una descripción del hábitat de cada una de las estaciones evaluadas, considerando su ubicación, tipo de ambiente acuático, tipo de hábitat, amplitud del cauce, profundidad, estado de conservación, entre otros, análisis respaldados

y complementados con fotografías de las distintas zonas de estudio. En el Anexo 1 se muestran los Mapas del Monitoreo y en el Anexo 3 se muestra la Descripción de Puntos Monitoreo.

4.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And), las que, además de generar información valiosa sobre la condición del hábitat fluvial o las riberas asociadas, generan un puntaje estandarizado a través del cual se califica la condición del ambiente. Dicho puntaje permite realizar comparaciones de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

4.2.2.1. STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL, NWCC (SVAP, 1998)

Protocolo de calificación del ambiente fluvial en función a sus características ecológicas y su potencial como ambiente óptimo para el desarrollo de la comunidad hidrobiológica. Como parte del presente monitoreo se emplearon nueve criterios de evaluación agrupados en las siguientes cuatro categorías: i) condición del canal y su área circundante, ii) condición (aparente) del agua, iii) diversidad y abundancia de hábitats para organismos acuáticos y iv) modificadores externos (i.e. residuos y sedimentos). La ficha de evaluación de calidad de hábitat según el protocolo SVAP a utilizar se presenta en el Cuadro 3.2, asimismo, se detallan los valores comparativos del SVAP.

Cuadro 3.2. Valores comparativos del SVAP

Categorías	Valor SVAP	Condición del hábitat
I	≥9,00	Excelente
II	7,50-8,99	Bueno
III	6,01-7,49	Regular
IV	≤ 6,00	Pobre

Fuente: NRCS- USDA 1999

4.2.2.2. ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR-AND)

Protocolo de evaluación de la calidad de la vegetación ribereña basado en el protocolo QBR original (Munne et al. 2003) y modificado para ambientes andinos, que considera el grado de cubierta, estructura y calidad de la comunidad vegetal altoandina, así como la naturalidad del cauce fluvial. Alcanzan un puntaje máximo de 100 aquellas estaciones que presentan una elevada calidad de conservación de ribera. En el Cuadro 3.3 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 3.3. Valores comparativos del QBR-And

Puntuación	Nivel de calidad
>95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
76-95	Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena
51-75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
26-50	Alteración fuerte, mala calidad
<26	Degradación extrema, calidad pésima

Fuente: Munne et al. 2003

4.2.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS

Durante la evaluación de comunidades acuáticas, se procedió a la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces siguiendo la metodología descrita en “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM – UNMSM 2014)”

Para realizar las colectas, el Ministerio de la Producción – PRODUCE, a través de la **Resolución Directoral N° 00535-2021-PRODUCE/DGPCHDI emitida el 16 de julio del 2021** resuelve otorgar la autorización para efectuar la investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, según la normatividad vigente.

4.2.3.1. PLANCTON

Las muestras de Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) fueron colectadas filtrando 40 litros de agua superficial (tomados en diferentes puntos del cauce evaluado) a través de una red de plancton estándar de 30 micras de diámetro de poro.

Estas muestras fueron preservadas con solución de formol al 5% en frascos de 100 ml previamente rotulados para su posterior análisis.

4.2.3.2. PERIFITON

La colecta del perifiton se realizó mediante el raspado con una espátula de una superficie 5 x 5 cm sobre rocas, piedras, maderos o superficies de tamaños adecuados (sustrato que se encuentra en la

estación a evaluar y que son seleccionados al azar). Se realizaron tres réplicas por cada estación de monitoreo, las cuales conformaron una sola muestra por estación, que se trasvasó en un frasco de plástico de 200 ml, previamente rotulado con los datos de campo y fueron fijadas con formol al 5%.

4.2.3.3. BENTOS

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados mediante el uso de una red Surber de marco metálico de 30 x 30 cm y malla de 500 μ que es sostenida en la parte central de la corriente, con la abertura hacia la corriente. En un movimiento vertical, desde la superficie del agua hacia el fondo, la red se colocó sobre el sustrato del fondo del río. Una vez ubicado el muestreador se extiende el marco frontal para delimitar un área de monitoreo, junto con la red para facilitar el flujo de agua y arrastre de las muestras. Las piedras encontradas en el área demarcada por el marco frontal fueron removidas, lavándolas en el flujo de agua y asegurándose de no dejar organismos adheridos.

El proceso prosiguió hasta terminar de examinar todas las piedras y hasta que no se observaron restos de vegetación o detritus en el área de monitoreo. Terminado el proceso se levantó la red cónica, se agregó agua de la corriente para arrastrar cualquier organismo que haya quedado atrapado en la red, se removió y tapó el frasco colector.

4.2.3.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Samus MP125, el cual se utilizó a lo largo de los cuerpos de agua en zonas donde existe mayor probabilidad de encontrar peces. Para esto se realizó descargas eléctricas de ± 150 V según la conductividad del cuerpo de agua, siendo el tiempo de las descargas de 30 minutos en una longitud de 100 m. Dichas descargas tienen como objetivo aturdir los peces para poder capturarlos mediante una red y realizar la toma de datos. Minutos después los peces fueron devueltos al río con normalidad.

4.2.4. PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS IN SITU

Los parámetros evaluados *in situ* fueron temperatura (T°), pH, oxígeno disuelto (OD), y conductividad eléctrica (CE). Se utilizaron instrumentos portátiles de acuerdo con las especificaciones de sus respectivos manuales; estos equipos fueron calibrados antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición.

Los procedimientos de medición de parámetros en campo y toma de muestras de los cuerpos de agua estuvieron basados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

4.2.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

La identificación y determinación taxonómica de las muestras de perifiton, plancton, macrofitas y bentos se realizó en el laboratorio acreditado por INACAL Servicios Analíticos Generales – SAG, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

4.2.6. ANÁLISIS DE DATOS

4.2.6.1. ÍNDICES COMUNITARIOS

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies. Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, Riqueza (S, número de especies) y Abundancia (N, número de individuos), asimismo se calculó la diversidad para cada comunidad acuática por cuerpo de agua evaluado, en base al índice de Shannon Wiener (H' , \log_2), utilizando el programa PRIMER ver 6 (Clarke & Gorley). A continuación, se detallan los análisis realizados.

- 🌿 **Composición:** La composición o frecuencia de los géneros en cada muestra es la contribución (en porcentaje) de los individuos de cada género o grupo taxonómico con respecto al número total de individuos en la muestra.
- 🌿 **Riqueza de especies (S):** La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.
- 🌿 **Abundancia de individuos (N) y/o Densidad:** La densidad está expresada como el número total de individuos colectados en las estaciones de muestreo. Los valores de densidad por cada estación se calcularon en base a la sumatoria del número de individuos identificados en cada una de las muestras.
- 🌿 **Riqueza de Margalef (d):** Éste es el número total de géneros encontrados en la muestra con relación al número total de individuos y se expresa como:

$$d = (S - 1) / \ln N$$

Donde:

d= índice de riqueza;

S = número de géneros en la muestra;

N = número total de individuos en la muestra.

Valores altos de este índice están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. Los rangos de valores de diversidad para la riqueza de Margalef se muestran en la Cuadro 3.4

Cuadro 3.4. Rangos de valores para la diversidad de Margalef.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.8	Bajo
0.9 – 2	Intermedio
> 2	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

Índice de diversidad de Shannon Wiener (H'): El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres y se expresa como:

$$H = - \sum_i^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

H = índice de diversidad de especies;

S = número de especies;

pi = proporción del total de la muestra perteneciente a su especie i.

Un valor alto indica una diversidad alta influenciada por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un sólo grupo taxonómico. Las unidades son expresadas en bits/individuo. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener.

Rango	Diversidad
0 - 1	Bajo
1 – 3	Intermedio
>3	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

Índice de Uniformidad de Pielou (J'): El índice de uniformidad de Pielou (J') se usó para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, correspondiendo el máximo valor a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001). La fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{L_i(k)}$$

Dónde:

J' = índice de uniformidad de Pielou;

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener;

k = número total de especies en la muestra.

🌿 **Índice de diversidad o Dominancia de Simpson (1-λ')**: El índice de diversidad de Simpson (1-D) es la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos. El índice es expresado como 1-D, donde $D = \sum(P_i)^2$ y P_i = proporción de individuos de una especie en la comunidad. Los valores oscilan entre cero a uno. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros. Valores cercanos a uno tiene un gran número de grupos taxonómicos, pocos de los cuales son raros. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Simpson se muestran en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Rangos de valores para la diversidad de Simpson.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.4	Bajo
0.41 – 0.7	Intermedio
0.71 – 1.0	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

4.2.6.2. ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA

🌿 **Captura por unidad de esfuerzo de peces (CPUE)**: Tomando en cuenta a todos los peces capturados y el esfuerzo aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo en términos de número de peces por minuto de pesca eléctrica. Se realizó un promedio por estaciones de muestreo.

🌿 **Factor de condición**: Es un indicador del nivel de desarrollo de las especies ictiológicas basado en el concepto de crecimiento alométrico, que expresa el nivel de bienestar del pez (Lagler 1966) mediante la fórmula:

$$F = P \cdot 1 / L^3$$

Donde:

FC = Factor de condición

P = Peso

L = Longitud

Este factor se estimó para conocer el periodo en el que la especie alcanza su grado máximo de bienestar o robustez (Le Cren, 1951).

4.2.6.3. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

Porcentaje ETP: Se basa en la presencia de tres grupos indicadores (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considerados como sensibles a aguas perturbadas o contaminadas por materia orgánica. Su presencia en los cuerpos de agua es un indicador de aguas limpias y de buena calidad. Está basado en la abundancia relativa (%) de estos grupos en una muestra determinada, la escala de comparación para el presente estudio se tomó del índice %EPT desarrollado por EcoCiencia para Ecuador (Carrera y Fierro 2001). El Cuadro N° 3.7 describe y proporciona rangos establecidos para la evaluación de los resultados obtenidos (%EPT), calificando los resultados en categorías Malo, Regular, Buena, y Muy Buena para calidad de agua

Cuadro 3.7. Rangos de valores para el índice %EPT.

Porcentaje EPT	Calidad de agua
75 - 100%	Muy Buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

Índice BMWP/Col: El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es un método cualitativo (presencia / ausencia), simple y rápido, que requiere nivel taxonómico de familia. A cada una de las familias de individuos se le otorga un puntaje que va de 1 a 10, basado en la tolerancia de los diferentes grupos a la descomposición orgánica (Hauer & Lamberti, 1996). La suma de los puntajes de todas las familias da el puntaje total BMWP. Mientras más alto sea el puntaje, menor es el grado de perturbación ambiental. El Cuadro 3.8, nos muestra la clasificación de las aguas expresadas en la clase (I, II, III, IV, V) el valor del BMWP su significado ecológico de acuerdo con el BMWP / Col y los colores en caso se requieran hacer una representación cartográfica (Roldán 2003).

Cuadro 3.8. Clasificación de las aguas y significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP/Col.

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
I Azul claro	Muy Buena	≥121	Aguas muy limpias, no contaminadas
II Azul oscuro	Buena	>150, <101-120>	Aguas limpias, no contaminadas

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
III Verde	Aceptable	61-100	Se evidencia efectos de la contaminación
IV Amarillo	Dudosa	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas
V Naranja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI Rojo	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas situación

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costos y tiempo. Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gryopterygidae.	10
Gytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae.	9
Helicopsychidae, Hydrobidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae,	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hidrachniidae	4
Ceratopogonidae, Hydrophilidae, Phisidae, Tipulidae, Ascellidae, Ostracoda, Planorbiidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2
Tubificidae, Oligochaeta (todas las clases)	1

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

Índice HBI o IBF (Hilsenhoff Biotic Index o Índice Biótica de Familias): A diferencia del BMWP, el Índice Biótico de Familias considera una medida de ponderación, representada por la sumatoria de los productos de los valores correspondientes al nivel de tolerancia de una familia de macroinvertebrados bentónicos en particular por la abundancia de esta; este valor es posteriormente dividido entre la abundancia total de organismos, tal como se presenta en la fórmula a continuación:

$$I. \quad (ó H) = \frac{(V \times n)}{N}$$

Dónde:

VTi: Valor de tolerancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

ni: Abundancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

N: Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos en la muestra.


Los valores de Tolerancia por familia para el IBF, utilizados en el presente análisis provienen del trabajo de Figueroa et al. (2003), para ríos del sur de Chile y de valores desarrollados para

Norteamérica (Hilsenhoff, 1988; Barbour et al., 1999; Carter et al., 2007). Es importante señalar que, a pesar de que este índice sería -aparentemente- más apropiado para medir la condición de un cuerpo acuático (al no depender de la riqueza del medio exclusivamente), no estaría sesgado por patrones de deriva o por el esfuerzo muestral. Asimismo, aún no se han desarrollado grandes avances para su adaptación al medio Sudamericano, tal como sucede en el caso del índice BMWP (ver Cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Escala de calidad de agua, Índice HBI.

Clase de calidad	Rango del índice biótico de familias	Calidad del agua
I	≤ 3.75	Excelente
II	3.76 – 4.25	Muy buena
III	4.26 – 5.00	Buena
IV	5.01 – 5.75	regular
V	5.76 – 6.50	relativamente mala
VI	6.51 – 7.25	Mala
VII	≥ 7.26	Muy mala

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999.

 **Índice ABI (Andean Biotic Index; Acosta et al, 2009):** Forma parte del protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA). Este índice se desarrolló en la cuenca alta y media del río Cañete (Lima, Perú) el cual cuenta también con ecosistemas de puna. Toma en cuenta la presencia de macroinvertebrados bentónicos a nivel de familia (ver Cuadro 3.11 y Cuadro 3.12.). La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 3.11. Estado ecológico de las aguas de acuerdo con la puntuación del índice ABI.

ABI	Estado ecológico
>74	Muy bueno
45 – 74	Bueno
27 – 44	Moderado
11 – 26	Malo
<11	Pésimo

Fuente: Acosta et al., 2009.

Cuadro 3.12. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo con el índice ABI.

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyalellidae	6	Dixidae	4




Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Anomalopsychidae	10	Turbellaria	5	Dolichopodidae	4
Leptophlebiidae	10	Ptilodactylidae	5	Stratiomyidae	4
Oligoneuridae	10	Lampyridae	5	Empididae	4
Polythoridae	10	Psephenidae	5	Hirudinea	3
Perlidae	10	Scirtidae	5	Physidae	3
Gripopterygidae	10	Elmidae	5	Hydrobiidae	3
Blepharoceridae	10	Dryopidae	5	Limnaeidae	3
Athericidae	10	Hydraenidae	5	Planorbidae	3
Leptoceridae	8	Simuliidae	5	Sphaeriidae	3
Polycentropodidae	8	Tipulidae	5	Ostracoda	3
Hydroptilidae	6	Veliidae	5	Staphylinidae	3
Xiphocentronidae	8	Gerridae	5	Gyrinidae	3
Hydrobiosidae	8	Corixidae	5	Dytiscidae	3
Gomphidae	8	Notonectidae	5	Hydrophilidae	3
Calopterygidae	8	Hydropsychidae	5	Psychodidae	3
Philopotamidae	8	Naucoridae	5	Chironomidae	2
Glossosomatidae	7	Pyralidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancylidae	6	Ceratopogonidae	4	Oligochaeta	1
Aeshnidae	6	Hydracarina	4	Syrphidae	1



Fuente: Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28:35-64

4.3. CONSIDERACIONES

La malla inicial de puntos estaba conformada por 27 estaciones de monitoreo, en la temporada seca 2020, no se evaluaron dos de ellas, siendo estas la estación CORT-1 ubicada en la quebrada cortadera dentro de la zona de operaciones y la estación QLCHI-03 ubicada en río chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto dificultando el muestreo; y en el segundo caso una pobladora no permitió que se realice el muestreo. En la temporada húmeda 2021 no se evaluó la estación QLHUA-04 debido a que al momento del muestreo se encontraba inundada por las actividades de transvase del embalse. En la temporada seca 2021 no se evaluó la

Durante toda la evaluación se tuvo el acompañamiento de los representantes del subcomité:

-  Municipalidad provincial de Ilo.
-  Gobierno Regional de Moquegua.
-  Área de influencia del proyecto.

-  Municipalidad provincial de Mariscal Nieto.
-  AngloAmerican Quellaveco.

Para el análisis comparativo se utilizó la información disponible de los monitoreos que fueron: diciembre 2014 Época seca, abril 2015 época húmeda, Julio 2017 época húmeda, diciembre 2018 Época seca 2018, marzo 2019 y Época húmeda noviembre 2019.

Se debe tener en consideración que en los monitoreos realizados entre el 2014 el número de estaciones evaluadas de hidrobiología fue distinto, y en algunos casos hubo variación en las coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó solo de forma cualitativa por lo que no permite realizar un análisis de abundancia en la zona.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en las evaluaciones de las épocas seca 2020, húmeda y seca 2021 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLBCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 25 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 13 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Alatarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 4; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Represa, 2; Titire, 1; Tumulaca, 2; y Vizcachas, 2).

Las estaciones estuvieron, en su mayoría, ubicadas en cuerpos de agua lóticos (quebradas, 2; canal principal del río, 14; y bofedal, 7) y solo dos estuvieron ubicadas en cuerpos de agua lénticos (represas).

Los cuerpos acuáticos evaluados presentaron, en su mayoría, aguas de tipo blancas, cuyas características como sólidos en suspensión y conductividad, tienen fuerte influencia por las lluvias locales y crecimiento del caudal asociado. El sustrato predominante fue de tipo duro, donde predominaron la grava, el canto rodado y piedras de porte mediano y grande (bolones).

Como se ha mencionado, el análisis de los cuerpos acuáticos se realizó considerando los componentes del proyecto, como abastecimiento y operaciones.

Cuadro 5.1. Características físicas de los puntos de evaluación

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLBCHI-01	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBCHI-07	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrofitas, fangoso	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCHI-01	Río Chilota	lótico	bofedal	fangoso	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCHI-03	Río Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso / rápidos	blanca	turbia	baja	Abastecimiento

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLCHR-01	Quebrada Chichune	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLHUA-01	Rio Calasaya	lótico	río	Pedregoso, Hojarasca/Troncos sumergidos	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-02	Rio Calasaya	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLTIT-02	Rio Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada alta	Abastecimiento
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	lótico	río	rápidos	blanca	transparente	baja	Abastecimiento
P-12	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
AS-1	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CH-3	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
ALT-4	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
P-11	Rio ASANA	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
COS-01	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
CAP-03	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
TUM-03	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte	Operaciones
TUM-01	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CAP-01	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso	blanca	transparente	baja	Operaciones
MQ-01	Rio Moquegua	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	turbia	moderado	Operaciones

Elaboración: Asilorza, 2021

5.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

5.2.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad ambiental de los hábitats evaluados, las estaciones mantuvieron las mismas calificaciones en las tres temporadas; cinco de ellas registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”. Cuadro 5.2.

Las estaciones que presentaron una calidad de hábitat pobre con alteraciones por presentar impactos antropogénicos, en su mayoría provenientes de las poblaciones locales, son QLTIT-02 y QLACHI-01 ubicadas en la zona de abastecimiento.

5.2.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad de hábitat, los puntos de monitoreo mantuvieron las mismas categorías en las tres temporadas; dos estaciones evaluadas presentan una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Cuadro N° 5.3.

Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones y las QLTIT-02, y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad pésima. Estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería). Cuadro 5.3.

Cuadro 5.2. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020			Temporada Humeda 2021			Temporada Seca 2021		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	5.33	IV	pobre	5.33	IV	pobre	-	-	-
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	8.22	II	bueno
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9	I	excelente	9.00	I	excelente	8.78	II	bueno
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	7.56	II	bueno
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno	7.78	II	bueno
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	7.33	III	regular
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular	8.00	II	bueno
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	7.89	II	bueno
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular	7.11	III	regular
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno	8.22	II	bueno
QLCHI-03	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	7.56	III	regular	7.56	III	regular	8.67	II	bueno
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	3.33	IV	pobre	3.33	IV	pobre	2.89	IV	pobre
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente	5.33	IV	pobre
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	7.11	III	regular	7.11	III	regular	5.44	IV	pobre
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	9	IV	excelente	9.00	IV	excelente	7.89	II	bueno
AS1	Rio ASANA	Operaciones	7.11	III	regular	7.00	III	regular	6.67	III	regular
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	6.33	III	regular

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020			Temporada Humeda 2021			Temporada Seca 2021		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	6.56	III	regular	6.50	III	regular	9.00	I	excelente
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno
COS1	Rio Coscore	Operaciones	9	I	excelente	9.00	I	excelente	7.56	II	bueno
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	6.67	III	regular	6.50	III	regular	3.22	IV	pobre
P11	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	4.56	IV	pobre
P12	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular	5.67	IV	pobre
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno	4.89	IV	pobre
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente	9.00	I	excelente

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.3. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-AND

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLCHI-03	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
AS1	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	35	Alteración fuerte, mala calidad
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	40	Alteración fuerte, mala calidad

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca 2020		Temporada Humeda 2021		Temporada Seca 2021	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	30	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad
COS1	Rio Coscore	Operaciones	35	Alteración fuerte, mala calidad	35	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	45	Alteración fuerte, mala calidad
P11	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad
P12	Rio ASANA	Operaciones	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.3.1. PLANCTON

La composición acumulada a la fecha en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton, composición que se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones. El total de especies registrada se incrementó de 111, registradas en la temporada seca 2020, a 157 registradas en la temporada húmeda 2021 (46 especies, 41%), hasta 178 registradas en la última evaluación. Estas últimas 21 especies significan un incremento del 13% en el registro de especies con respecto a la última evaluación.

Por otro lado, estas especies están distribuidas de forma global en 110 microalgas del fitoplancton y 68 microinvertebrados del zooplancton.

Como se aprecia en el cuadro 5.4, la riqueza entre las temporadas seca 2020 y húmeda 2021 fue ligeramente mayor en la húmeda con 122 especies acumuladas. En la temporada seca 2021 la riqueza de especies del fitoplancton fue mayor (80 especies) que en la temporada húmeda (68 especies); y en el caso del zooplancton fue a la inversa (32 especies TS y 55 especies TH).

Con respecto a la última evaluación, temporada seca 2021, el número de especies registrado fue de 87, disminuyendo en un 28% en comparación a la temporada previa; y comparando temporadas similares (temporadas secas 2020 y 2021) se aprecia que, aunque en la última evaluación se registró un número menor de especies (87 versus 111), 21 de estas representan nuevos registros para el área evaluada. Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluación, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar la composición de especies del área de estudio. Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

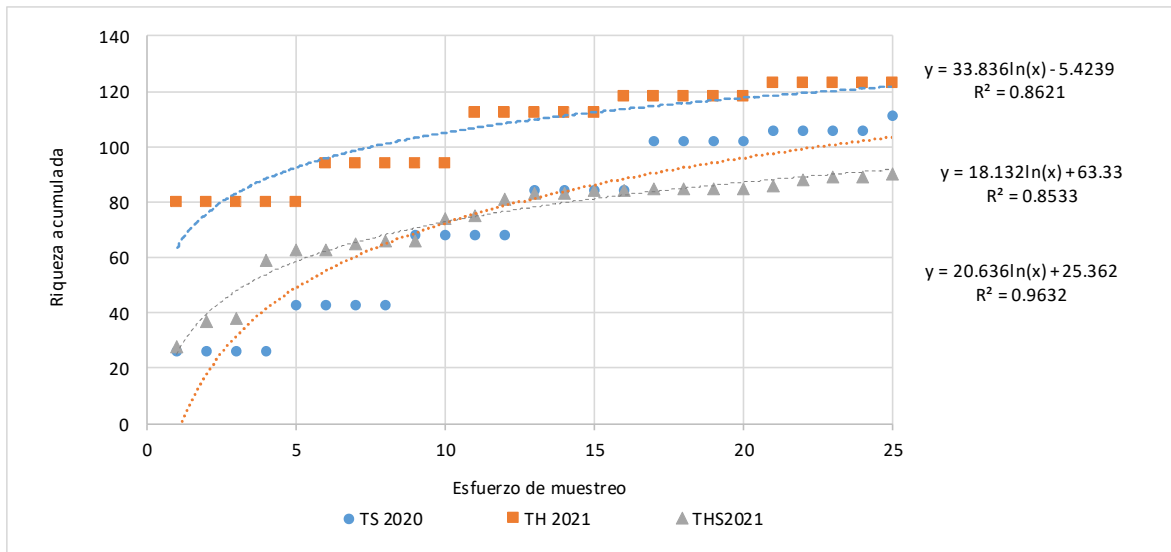
Plancton	TS 2020	TH 2021	TS 2021	Total
Fitoplancton	80	67	63	110
Zooplancton	31	55	24	68
Total registrado	111	122	87	178
Composición acumulada	111	157	178	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.1, la curva de acumulación de especies en la temporada seca 2020 por punto de muestreo registró un $R^2 = 0.86$; en temporada húmeda 2021 se registró un $R^2 = 0.85$; y

en temporada seca 2021 registro $R^2 = 0.96$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (75 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.1. Curva de acumulación de especies de plancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2. FITOPLANCTON

5.3.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del fitoplancton estuvo representada por 110 especies, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 47% (52 especies), Chlorophyta 25% (28 especies), Cyanobacteria 13% (14 especies), Euglenozoa 5% (cinco especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 9% (10 especies). (Figura 5.2).

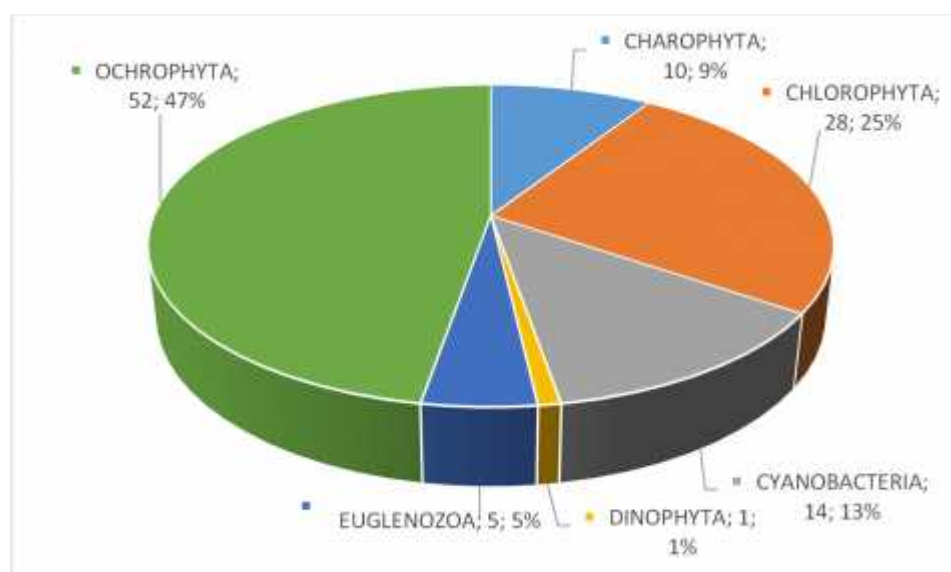
El número de especies fue mayor en la temporada seca con 80 especies con respecto a la húmeda con 68 especies; cabe mencionar que en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación. Asimismo, en la temporada húmeda se registró una especie de la división Dinophyta, que no fue registrada en la temporada seca.

Cuadro 5.5. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
CHAROPHYTA	9	7	4	10
CHLOROPHYTA	20	16	13	28
CYANOBACTERIA	11	5	5	14
DINOPHYTA		1	1	1
EUGLENOZOA	3	3	3	5
OCHROPHYTA	37	35	37	52
Total	80	67	63	110

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.2. Composición porcentual total por división del Fitoplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.2.1. ALMACENAMIENTO

En los cuerpos de agua donde se ubica este componente del proyecto, se registró un total acumulado de 105 especies; incrementándose en un 24% la riqueza (14 especies del fitoplancton). La composición estuvo distribuida en 5 divisiones en temporada seca 2020, y en 6 divisiones en temporada húmeda y seca 2021. Las Ochrophyta fueron las más diversas a nivel global y en ambas temporadas, registrándose 50 especies que corresponde al 48% de la riqueza total. Cabe mencionar que, las nuevas especies registradas para este componente corresponden a las Chlorophyta cuya riqueza de especies se incrementó en un 42% (8 especies). Cuadro 5.6.

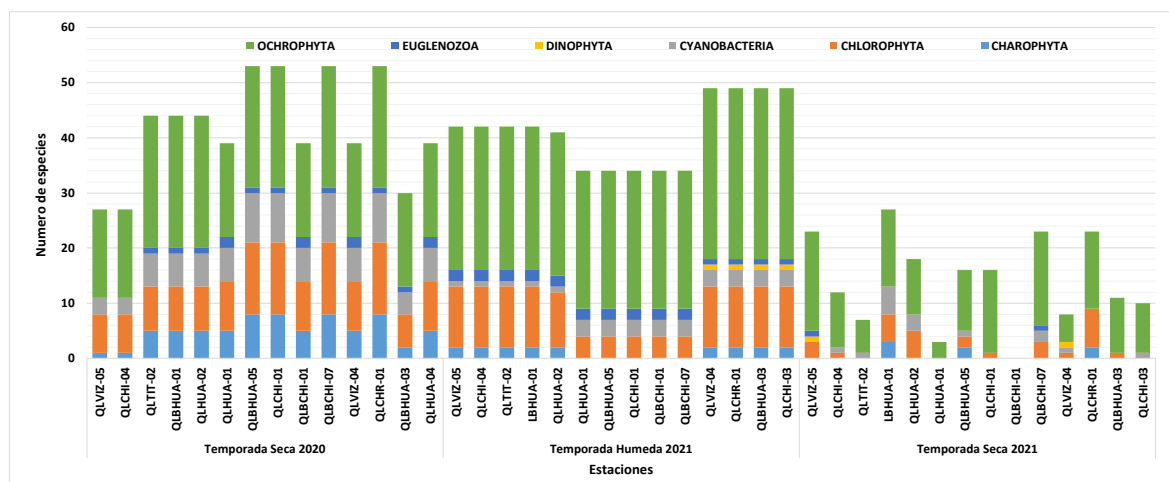
Cuadro 5.6. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	9	4	4	9
CHLOROPHYTA	19	13	13	27
CYANOBACTERIA	11	4	5	14
DINOPHYTA		1	1	1
EUGLENOZOA	3	3	2	4
OCHROPHYTA	34	33	33	50
Total	76	58	58	105
Composición acumulada	76	91	105	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.3, las Ochrophyta y Chlorophyta fueron registradas en todas las estaciones. El número de especies disminuyó en las estaciones QLBHUA-05, QLCHI-01 y QLBCHI-07 en la temporada húmeda 2021 con respecto a la seca 2020, principalmente por el incremento del caudal. En el caso del comportamiento de la riqueza en la temporada seca 2021, esta disminuyó por estaciones, sin embargo en el conteo final se mantuvo en 58 como en la temporada húmeda 2021.

Figura 5.3. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 85 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones; notando se un incremento de 5 nuevos registros de especies en esta área del proyecto. En temporada seca 2020 a diversidad fue mayor, registrándose 63 especies en comparación con la temporada húmeda 2021 donde se registraron 59 especies y la temporada seca 2021 donde se colectaron 28 especies. Las

Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 43 especies que corresponde al 51% de la riqueza total. Cuadro 5.7.

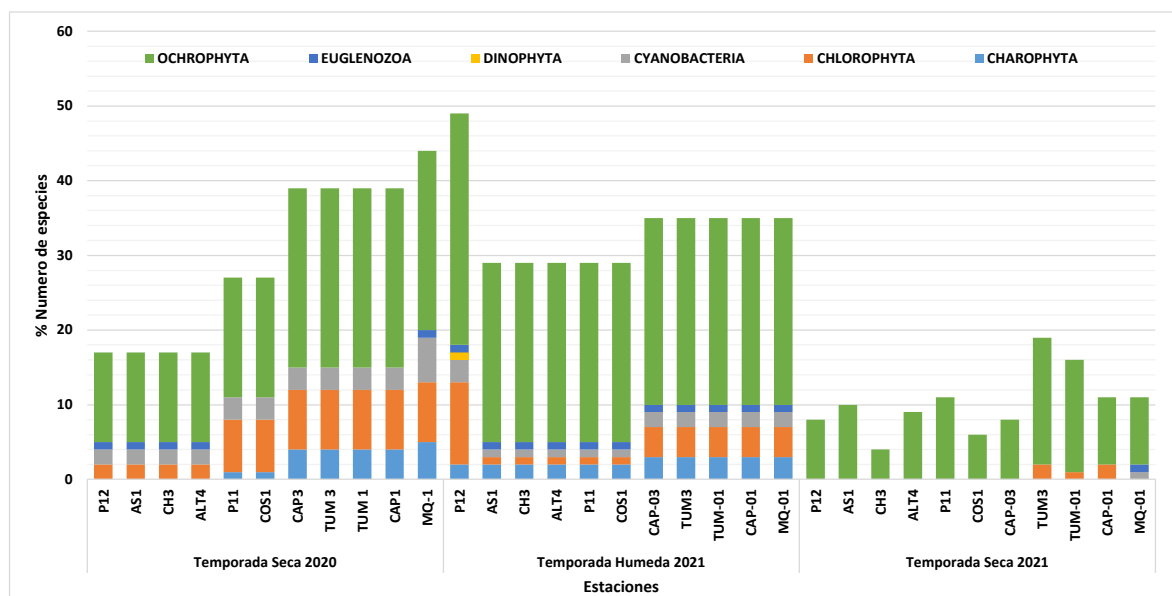
Cuadro 5.7. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	6	5		7
CHLOROPHYTA	16	14	4	22
CYANOBACTERIA	8	4	1	9
DINOPHYTA		1		1
EUGLENOZOA	1	2	1	3
OCHROPHYTA	32	33	22	43
Total	63	59	28	85
Composición acumulada	63	80	85	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.4, las Ochrophyta y Cyanobacteria fueron registradas en todas las estaciones. Por otro lado, el número de especies se incrementó en la temporada húmeda considerablemente de 17 a 29 especies en las estaciones P12, AS2, CH3 y ALT4 en la temporada húmeda 2021. En la temporada seca 2021 el número de especies por estación disminuyó debido al bajo caudal registrado en los cuerpos de agua evaluados.

Figura 5.4. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación

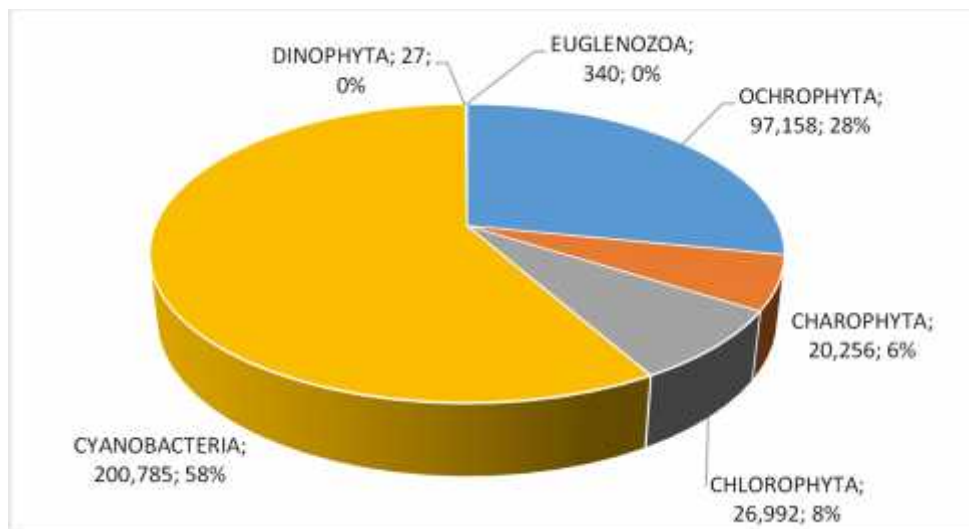


Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (58%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 4.5). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).

Figura 5.5. Distribución porcentual de la abundancia del Fitoplancton por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021.

Como se aprecia en el Cuadro 5.8, se registró una mayor abundancia de especies del fitoplancton en la temporada seca 2020, sin embargo, los índices de riqueza de especies de Margalef (7.12 bits/individuos) y de diversidad de Shannon – Wiener (4.51 bits/individuos) fueron mayores en la temporada húmeda 2021; mostrando una mejor composición y distribución a diferencia de la temporada seca, donde hubo una marcada dominancia de la división Cyanobacteria.

En la temporada seca 2020, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda 2021, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de las estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

En la temporada seca 2021, se observa un ligero incremento de la abundancia del fitoplancton con respecto a la temporada húmeda 2021, el que se debe al aumento de la división Ochrophyta.

Cuadro 5.8. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
OCHROPHYTA	77,009	7,744	12,405	97,158
CHAROPHYTA	19,721	443	92	20,256
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	514	26,992
CYANOBACTERIA	199,700	543	542	200,785
DINOPHYTA		17	10	27
EUGLENOZOA	301	35	4	340
Número de especie (S)	80	67	90	178
Número de individuos (N)	321,432	10,559	14,208	348,088
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	9.31	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.45	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	2.92	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.93	0.73	-

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.9 se registró una alta densidad de especies, y si bien la abundancia disminuyó en las dos últimas evaluaciones, la composición de la comunidad se mantiene siendo las más abundantes las Cyanobacteria y las Chlorophyta. En la temporada seca 2020 las Cyanobacteria (82,153 células/ml, 40% del total) fueron predominantes y, disminuyeron considerablemente en las temporadas húmeda y seca 2021. La segunda división más abundante en ambas temporadas, las Ochrophyta, representaron el 39% del total (79,562 células/ml).

Cuadro 5.9. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	19,534	18	92	19,644
CHLOROPHYTA	21,195	1,371	417	22,983
CYANOBACTERIA	81,321	345	487	82,153
DINOPHYTA		16	10	26
EUGLENOZOA	296	24	3	323
OCHROPHYTA	65,528	3,323	10,711	79,562
Número de individuos (N)	187,874	5,097	11,720	204,691

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.6, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de muestreo, la abundancia de individuos fue mayor en la mayoría de las estaciones evaluadas en temporada seca 2020, sin embargo, los valores de riqueza de especies y de diversidad fueron mucho mayores en la temporada húmeda 2021.

La estación QLHUA-01 registró los mayores valores de riqueza (8.27 bits/individuo) y diversidad (3.82 bit/individuo) en la temporada seca 2020, mientras que en la temporada húmeda 2021 estos valores fueron los más altos en la estación QLBHUA-03 registrando valores de riqueza de 10.4 bits/individuo y de diversidad de 3.84 bit/individuo.

5.3.2.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.10, de forma similar a los resultados obtenidos en el área de almacenamiento, se registró una alta densidad de especies del predominando principalmente las Cyanobacteria (118,632 células/ml, 84% del total) que fueron predominantes en la temporada seca 2020 y disminuyeron considerablemente en las temporadas húmeda y seca 2021. La segunda división más abundante en ambas temporadas fueron las Ochrophyta que representaron el 85% del total (17,596 células/ml).

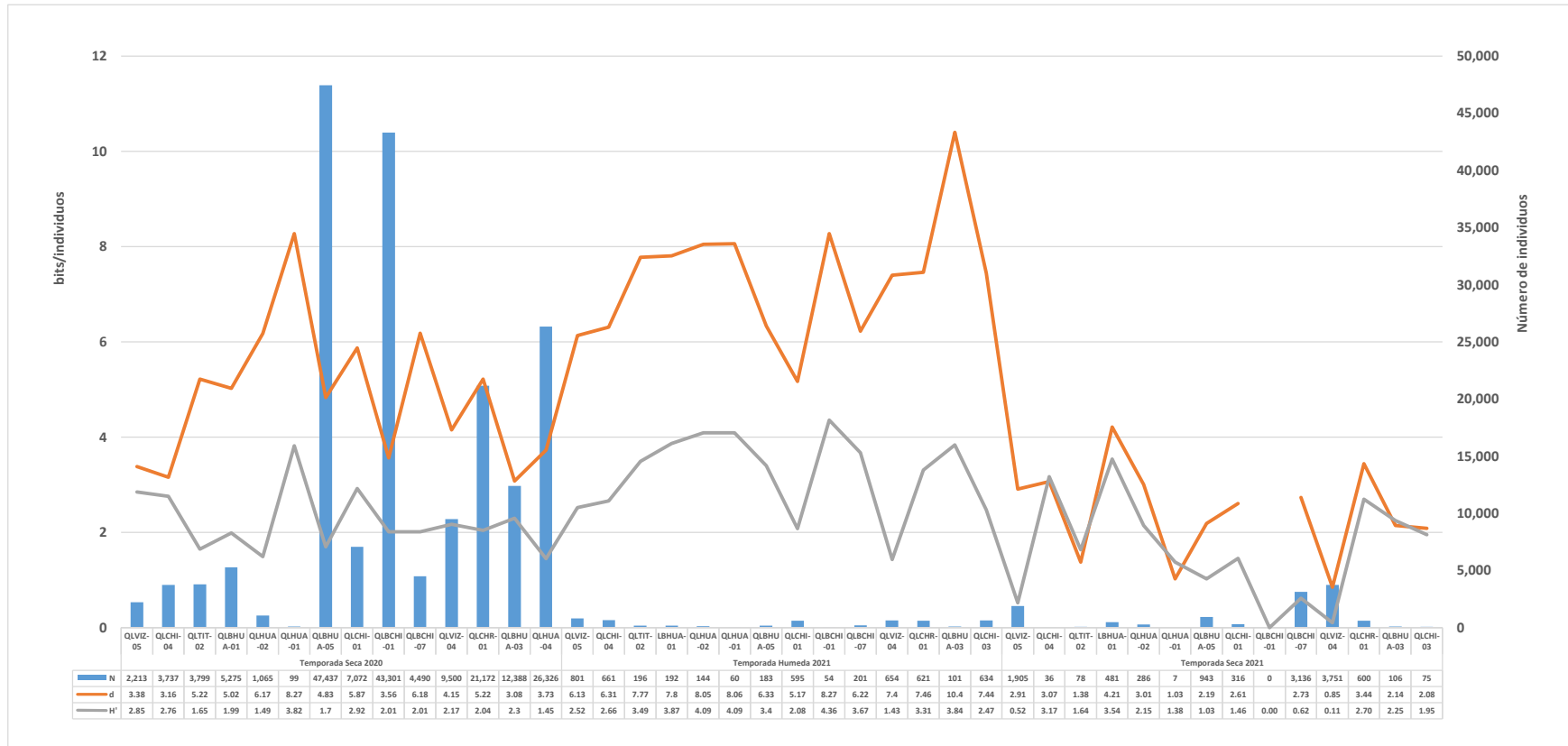
Cuadro 5.10. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
CHAROPHYTA	187	425		612
CHLOROPHYTA	3,506	406	97	4,009
CYANOBACTERIA	118,379	198	55	118,632
DINOPHYTA		1		
EUGLENOZOA	5	11	1	17
OCHROPHYTA	11,481	4,421	1,694	17,596
Número de individuos (N)	133,558	5,462	1,847	140,866

Elaboración: Asilorza, 2021

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajo (0.63 bits/individuos) a moderado (3.93 bits/individuos), siendo la estación P-12 en la que se registró el único valor alto de diversidad (4.12 bits/individuos). Como se muestra en la Figura 5.7, como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de muestreo, la abundancia de individuos fue muy alta en la estación TUM-3 en temporada seca 2020 (112,499 células/ml) y disminuyó considerablemente en las temporadas húmeda 2021 (486 células/ml) y seca 2021 (524 células/ml).

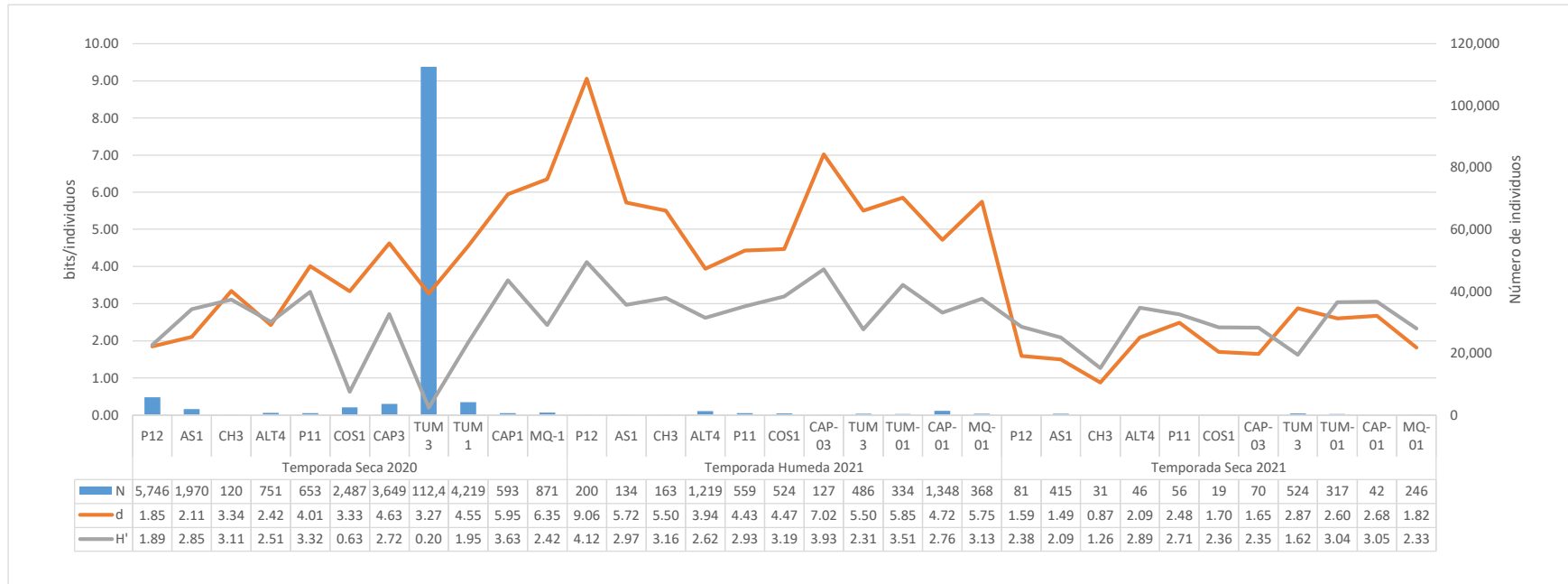
Figura 5.6. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento.



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.7. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo, operaciones.



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

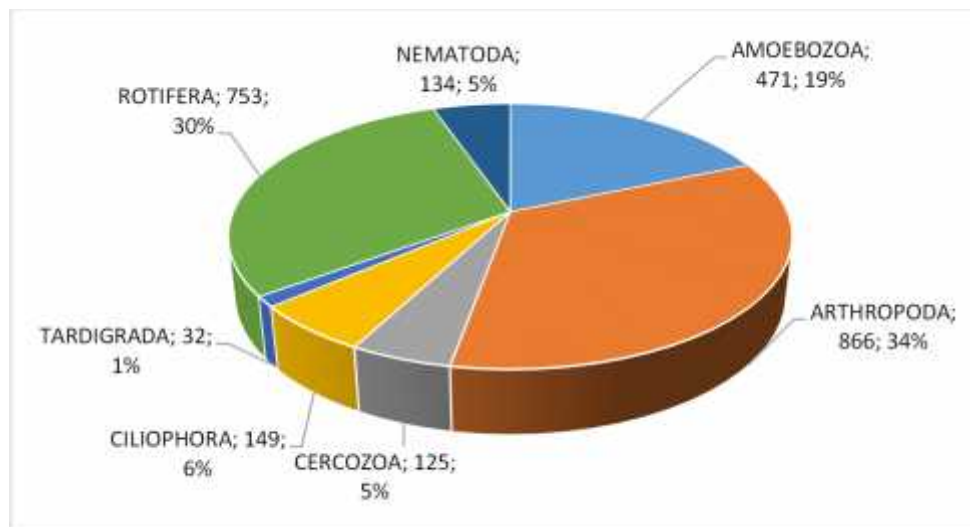
5.3.3. ZOOPLANCTON

5.3.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. En la temporada húmeda 2020, el phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (10%), Amoebozoa (21%), Ciliophora (3%), Nematoda (2%) y Tardigrada (2%). Esta distribución cambió en la última evaluación, temporada seca 2021 en donde el phylum Arthropoda registró la mayor riqueza que representa el 34% (866 especies), seguido de los Rotifera (30%, 753 especies). Figura 5.8.

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24). Como se aprecia en el Cuadro 5.11, los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 37% de la riqueza total.

Figura 5.8. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
AMOEOBOZA	5	12	4	15
ARTHROPODA	7	11	9	18
CERCOZOA	4	6		6
CILIOPHORA	2	2	2	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	11	22	8	25
TARDIGRADA	1	1		1
Total	31	55	24	68
Composición acumulada	31	62	68	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 66 especies distribuidas en 7 phyllum. Se registraron 27 especies en temporada seca 2020, 54 especies en temporada húmeda 2021 y 66 en temporada seca 2021. Los Rotifera fueron los más diverso registrando 24 especies (36%), seguido de los Arthropoda (17 especies, 26%), Amoebozoa (15 especies, 23%), Cercozoa (6 especies, 10%), Ciliophora (2 especies, 1%) y Nematoda (1 especies). Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOBOZA	5	12	4	15
ARTHROPODA	5	11	9	17
CERCOZOA	3	6		6
CILIOPHORA	2	2	2	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	10	21	7	24
TARDIGRADA	1	1		1
Total	27	54	23	66
Composición acumulada	27	60	66	

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.9, el phyllum Tardigrada no fue registrado en todas las estaciones, fue frecuente en las estaciones QLVIZ-05, QLCHI-04 en ambas temporadas, y fue más frecuente en las temporadas húmeda y seca 2021. En la temporada

seca 2021, los valores de riqueza en cada estación fueron bajos, no se registraron organismos en la estación QLTIT-02

5.3.3.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 46 especies distribuidas en 6 divisiones siendo las más diversas los Rotifera que registraron el 37% del total (17 especies), seguidas de los Amoebozoa (10 especies, 22%), Arthropoda (11 especies, 24%), Cercozoa (4 especies, 9%), Ciliophora (2 especies, 4%), Nematoda (una especie, 2%) y Tardigrada (una especie, 2%). En temporada húmeda 2021 la riqueza de especies fue mayor, registrándose 40 especies en comparación con la temporada seca 2021 donde se registraron 21 especies y la temporada seca 2021 donde se registraron solo 9 especies. Cuadro 5.13.

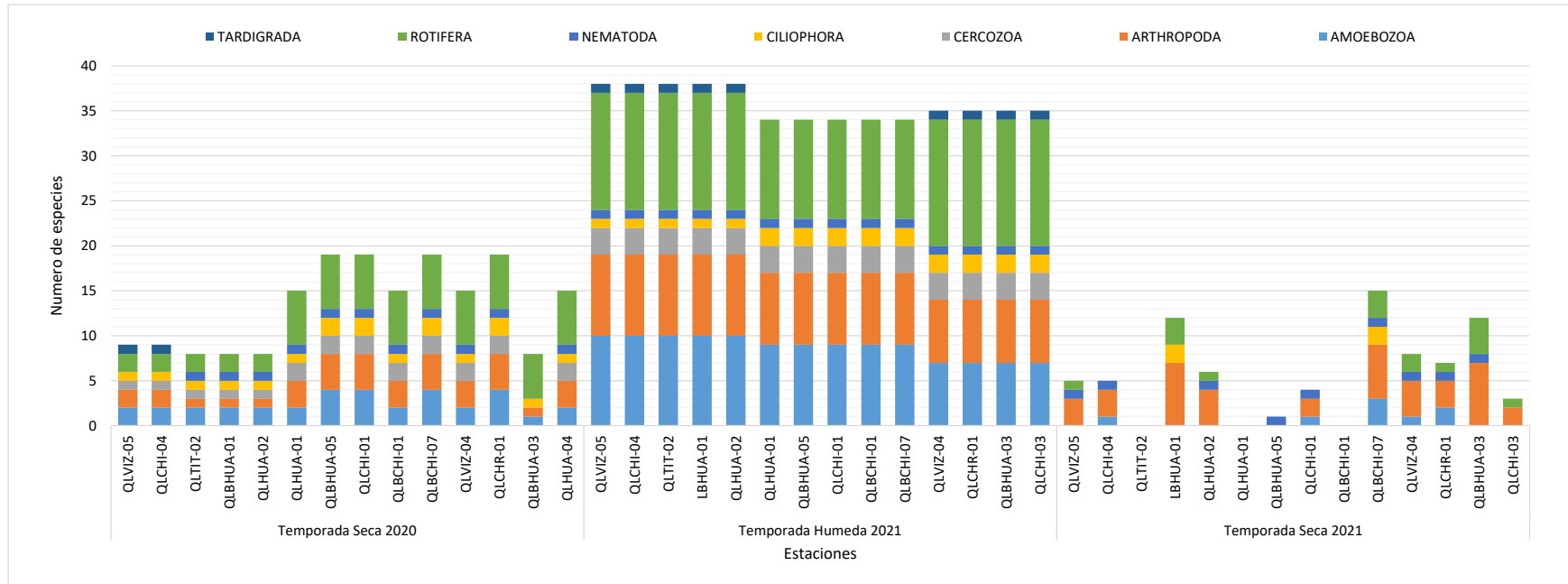
Cuadro 5.13. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOBOZA	4	9	2	10
ARTHROPODA	6	7	3	11
CERCOZOA	3	4		4
CILIOPHORA	1	2	1	2
NEMATODA	1	1	1	1
ROTIFERA	5	16	2	17
TARDIGRADA	1	1		1
Total	21	40	9	46
Composición acumulada	21	44	46	-

Elaboración: Asilorza, 2021

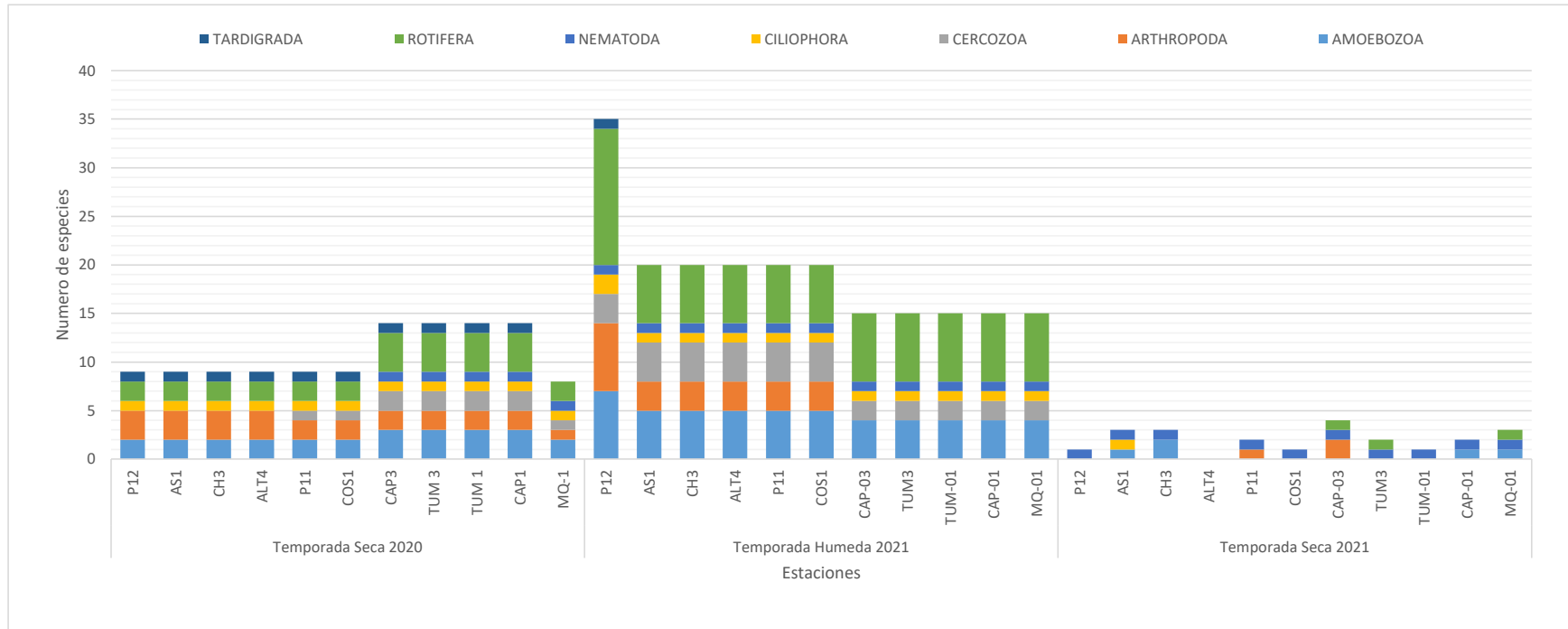
Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.10, en temporada húmeda 2021 los Tardigrada no fueron colectados en la estación MQ-1, mientras que en temporada húmeda solo fueron colectados en la estación P-12. La estación P-12 registro el mayor número de especies en la temporada húmeda 2021. En la temporada seca 2021 la riqueza de especies disminuyó drásticamente, se registró solo 9 especies de las cuales 2 son registros nuevos para el área de evaluación. No se registraron organismos del zooplancton en la estación ALT-04.

Figura 5.9. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación, abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.10. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación, operaciones.

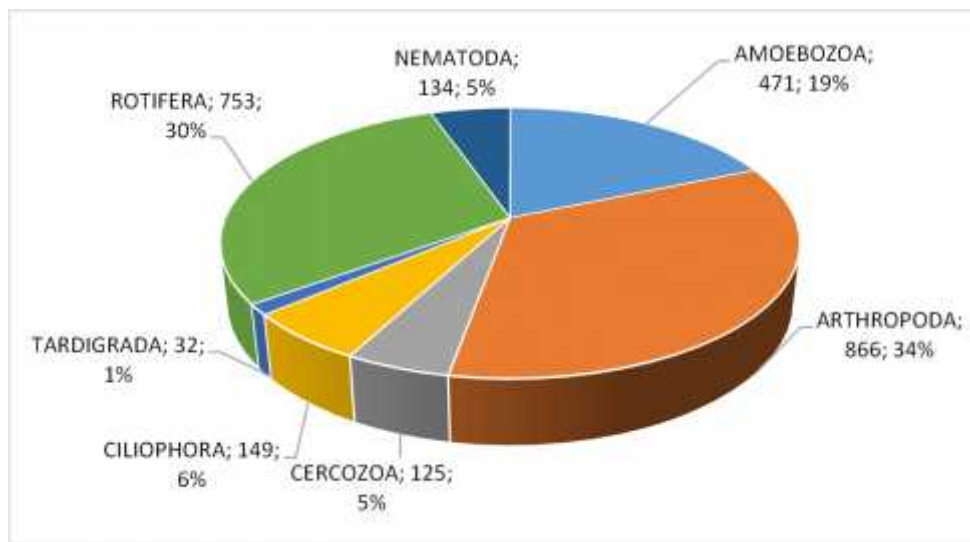


Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, en la última evaluación de temporada seca 2021, el phylum con mayor abundancia fue Arthropoda (34%, 866 células/ml), como se muestra en la Figura 5.11. En la temporada anterior, húmeda 2021 el phylum con mayor abundancia fue Rotifera (37%, 704 células/ml), como se aprecia en el Cuadro 5.14.

Figura 5.11. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por phylum (célula/ml), abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021.

Se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2021, con predominancia de los Arthropoda. Los valores de diversidad total variaron de bajos a altos: 2.96 bits/individuos en temporada seca 2020, 5.03 bits/individuos en temporada húmeda 2021 y 2.92 bits/individuos en temporada seca 2021.

Cuadro 5.14. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
AMOEBOSOA	212	229	30	471
ARTHROPODA	117	262	487	866
CERCOZOA	47	78		125
CILIOPHORA	73	53	23	149
TARDIGRADA	19	13		32

Índices	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ROTIFERA	295	409	49	753
NEMATODA	41	39	54	134
Número de especie (S)	111	122	90	178
Número de individuos (N)	322,236	11,642	14,208	348,088
Riqueza de Margalef (d):	8.67	12.92	9.31	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.44	0.73	0.45	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.96	5.03	2.92	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-K')	0.69	0.94	0.73	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.15 se registró una alta densidad de especies predominando los Rotífera (605 células/ml, 37% del total), principalmente en temporada húmeda 2021. La abundancia de individuos registrada en la temporada seca 2021 disminuyó en un 74% con respecto a la temporada húmeda 2021.

Cuadro 5.15. Abundancia total de especies del Zooplankton por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEBOZOA	108	173	25	306
ARTHROPODA	85	240	123	448
CERCOZOA	34	45		79
CILIOPHORA	50	41	21	112
NEMATODA	29	27	20	76
ROTIFERA	248	324	33	605
TARDIGRADA	4	12		16
Total	558	862	222	1,642

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.12, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLCHI-04, QLHUA-02, QLHUA-01 y QLBHUA-05 donde los valores variaron entre 5.07, 5.23, 5.03, y 5.06 bits/individuo respectivamente, alcanzando lo mayores valores en temporada húmeda 2021. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 10.10 bits/individuos en la estación QLHUA-02 en temporada húmeda 2021.

5.3.3.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.16, la abundancia de especies fue similar entre las temporadas seca 2020 y húmeda 2021, 246 células/ml en temporada seca y 221 células/ml en temporada húmedas. Sin embargo, en la temporada seca 2021 los valores se incrementaron en un 50% por ciento (421 células/ml) debido al aporte de los Arthropoda.

La abundancia acumulada estuvo distribuida en 47% Arthropoda (418 células/ml), 19% Amoebozoa (165 células/ml), 17% Rotifera (148 células/ml), 5% Cercozoa (46 células/ml), 4% Ciliophora (37 células/ml), 7% Nematoda (58 células/ml) y 2% Tardigrada (16 células/ml).

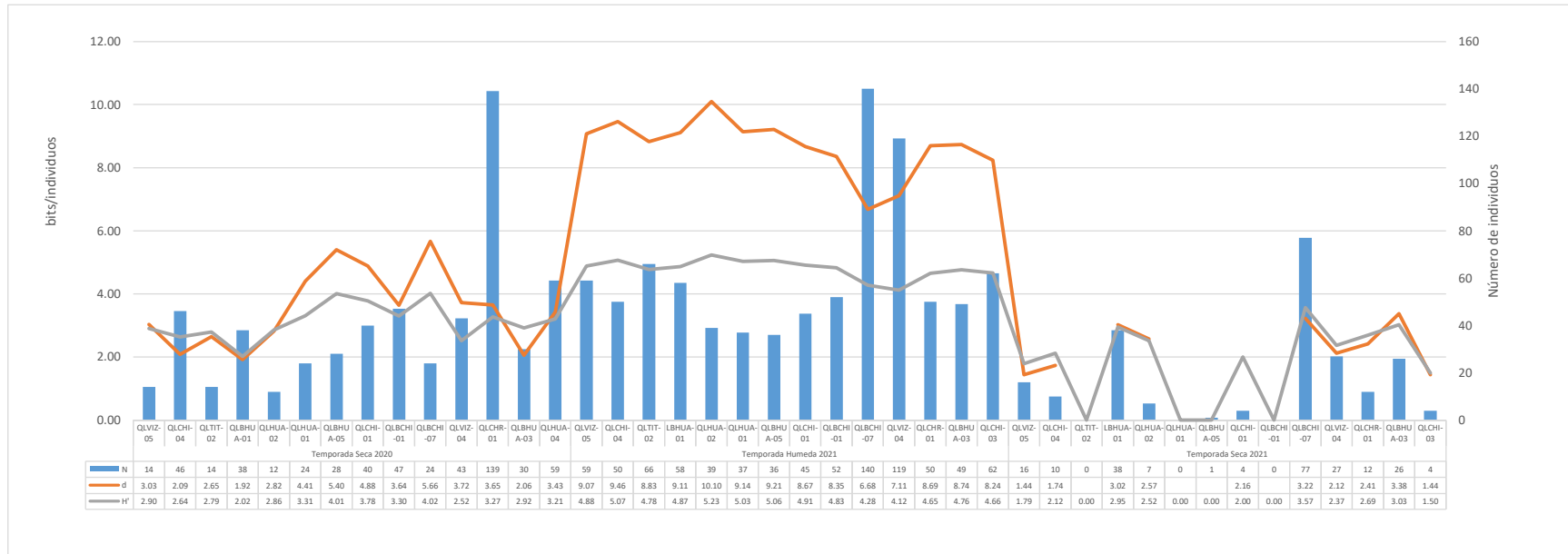
Cuadro 5.16. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	TOTAL
AMOEOZOA	104	56	5	165
ARTHROPODA	32	22	364	418
CERCOZOA	13	33		46
CILIOPHORA	23	12	2	37
NEMATODA	12	12	34	58
ROTIFERA	47	85	16	148
TARDIGRADA	15	1		16
Total general	246	221	421	888

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.13, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

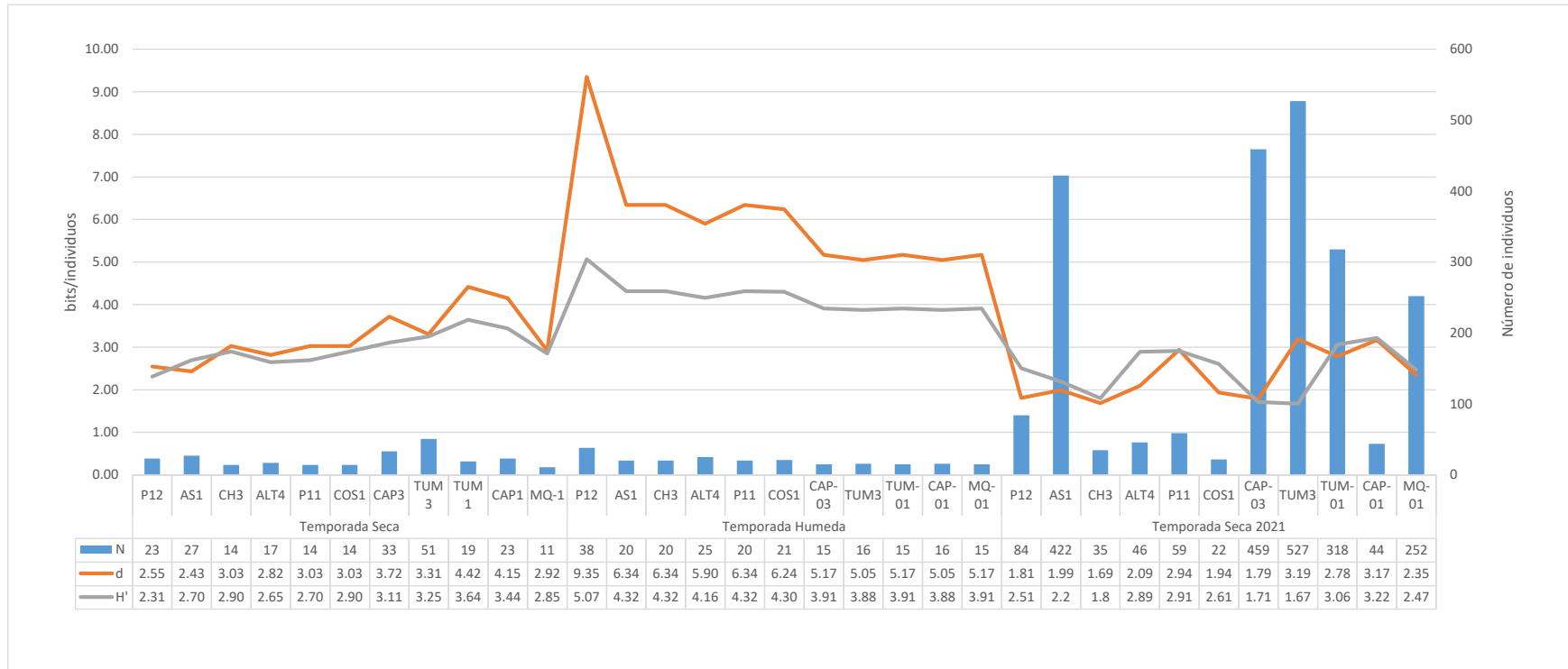
Figura 5.12. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento.



Elaboración: Asilorza, 2021.

Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Figura 5.13. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, operativo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.4. BENTOS

5.3.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados a la fecha incluye 112 especies. Como se aprecia en el Cuadro 5.17, la riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada húmeda 2020 se registraron 36 especies, es decir la riqueza de especies disminuyó con respecto a la evaluación anterior; sin embargo, el total acumulado fue de 74 especies, es decir se colectaron 14 especies (23%) más como nuevos registros para el área. En el caso de la temporada seca 2021, la riqueza se incrementó en 65 especies, de las cuales 38 (51%) fueron nuevos registros para el área de evaluación.

Cuadro 5.17. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	4	3	6	6
ARTHROPODA	55	31	88	99
MOLLUSCA		1	4	4
NEMATODA	1		1	1
PLATYHELMINTHES		1	2	2
Total	60	36	101	112
Composición acumulada	60	74	112	

Elaboración: Asilorza, 2021

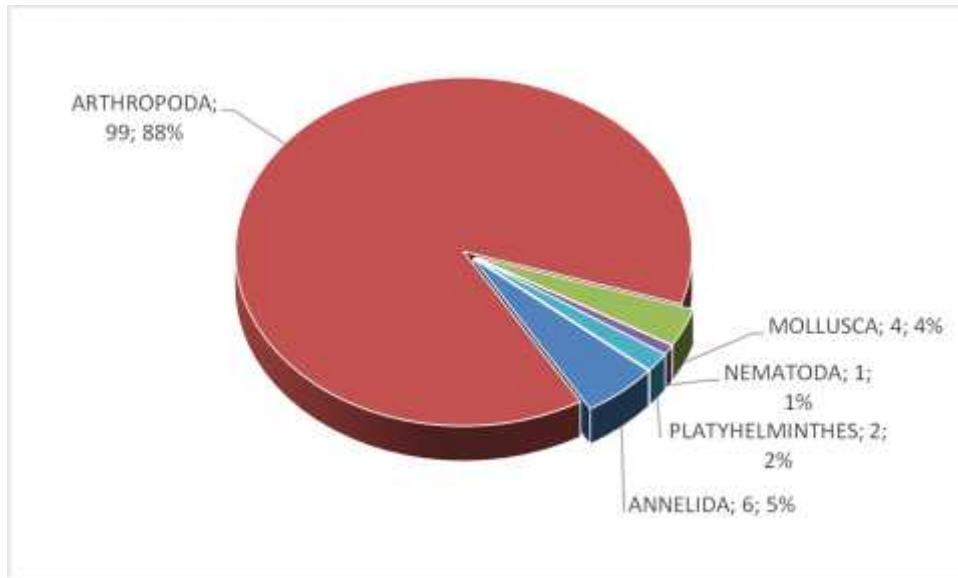
Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 99 especies (88%), seguido de los phylum Annelida (6 especies, 5%), Mollusca (4 especies, 4%), Platyhelminthes (2 especies, 2%) y Nematoda (una especie, 1%).

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tienen larvas acuáticas inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindarán alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originan a los insectos adultos que se desplazan hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteros entre otros).

Como se muestra en la figura 5.15, las curvas de acumulación de especies por punto de muestreo registraron un $R^2 = 0.85$ para la temporada seca 2020; en la temporada húmeda 2021 se registró un $R^2 = 0.80$ y, en la temporada seca 2021 fue de un $R^2 = 0.96$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas

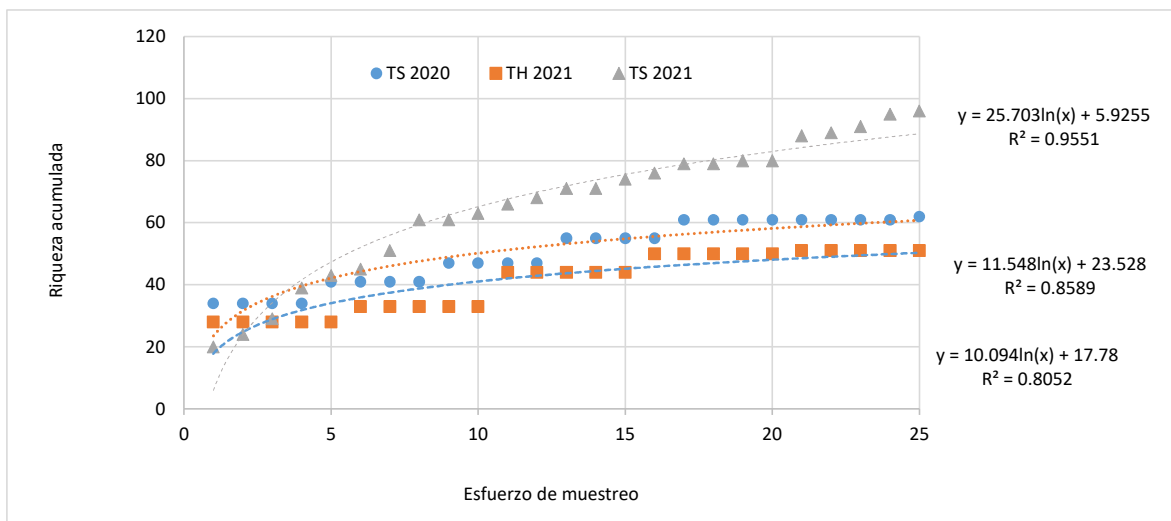
para el mismo número de evaluaciones realizadas (75 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.14. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.15. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados del área de estudio



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 98 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 5 phylla. Se registraron 57 especies distribuidas en 3 phylla en temporada seca 2020, 31 especies en 4 phylla en temporada

húmeda 2021 y, 71 especies en 5 phylla en temporada seca 2021. Los Arthropoda fueron los más diversos a nivel global, registrándose 86 especies que corresponde al 88% de la riqueza total. Cuadro 5.18.

Cuadro 5.18. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	4	2	6	6
ARTHROPODA	52	27	59	86
MOLLUSCA		1	3	3
NEMATODA	1		1	1
PLATYHELMINTHES		1	2	2
Total	57	31	71	98
Composición acumulada	57	69	98	-

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.16, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio.

5.3.4.2.2. OPERACIONES

Se registró un total de 91 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 3 phylla. Como se aprecia en el Cuadro 5.19, se evidencia un incremento del 42% con respecto a la riqueza acumulada registradas hasta la temporada húmeda 2021. De estas 36 especies, 27 son registros nuevos para el área evaluada.

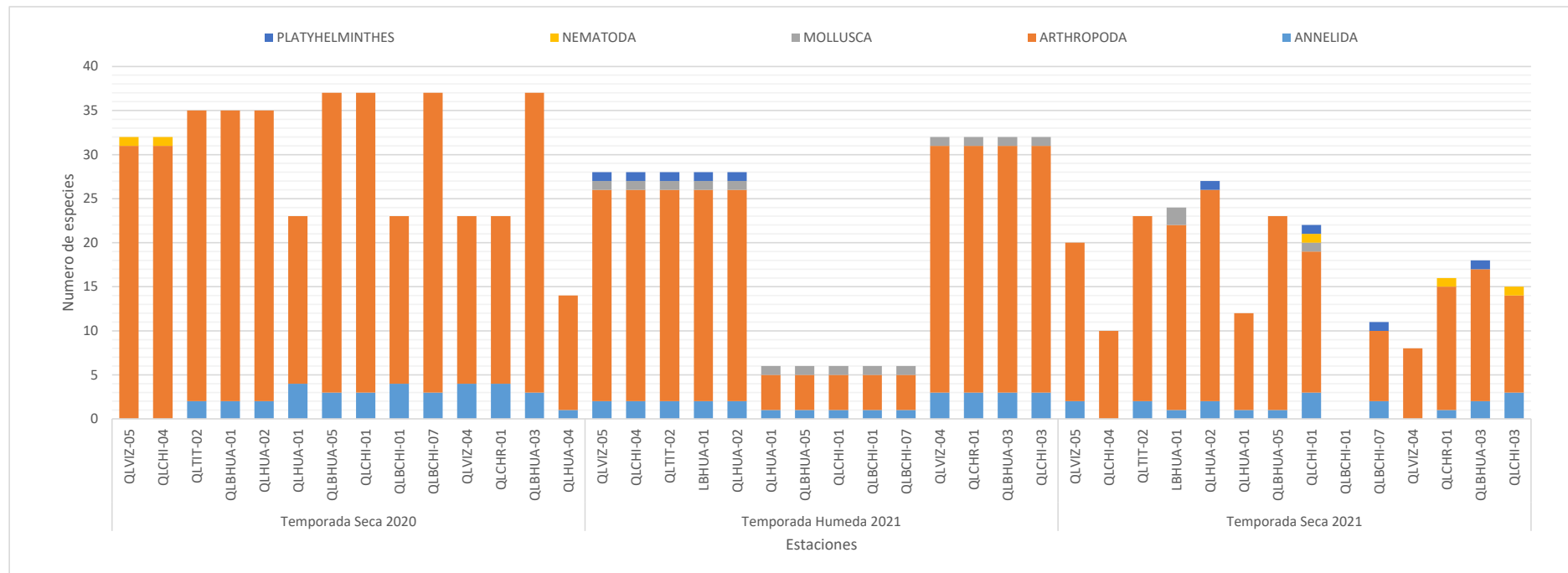
Cuadro 5.19. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	3	3	3	5
ARTHROPODA	50	28	62	82
MOLLUSCA		1	1	2
PLATYHELMINTHES			2	2
Total	53	32	68	91
Composición acumulada	53	64	91	-

Elaboración: Asilorza, 2021

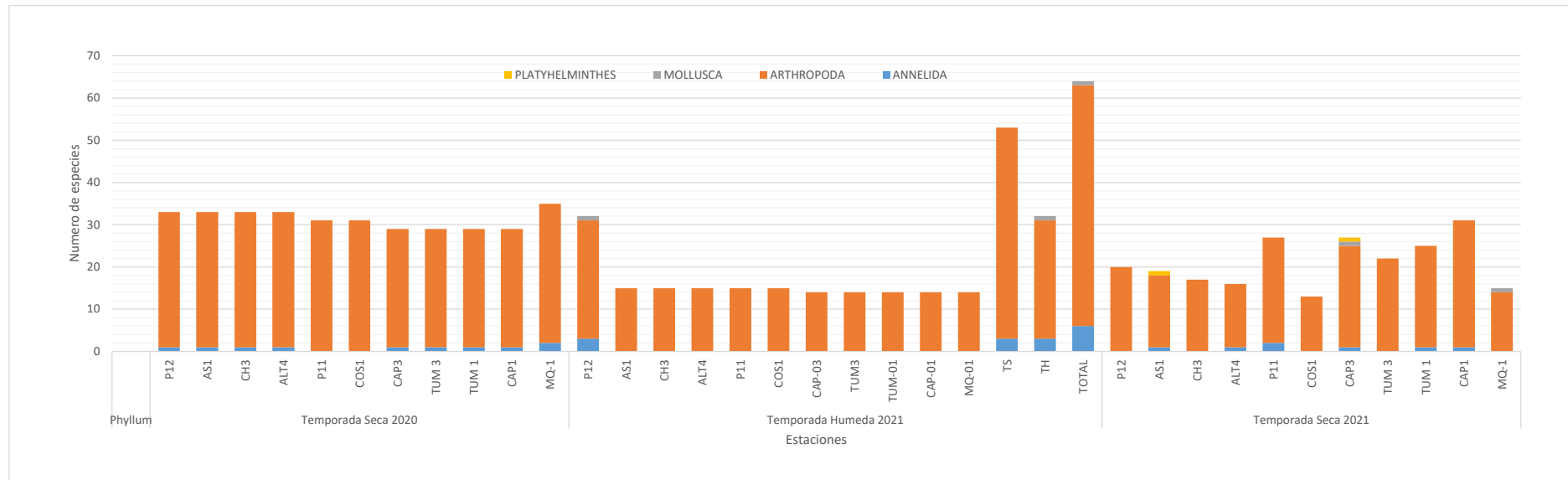
Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.17, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Durante la temporada húmeda 2021, solo se registraron los 3 phylla en la estación P12, en las demás estaciones solo se registraron especies del phyllum Arthropoda en estado de larvas; mientras que, en la temporada húmedas, se registró un número más alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 5.16. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.17. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



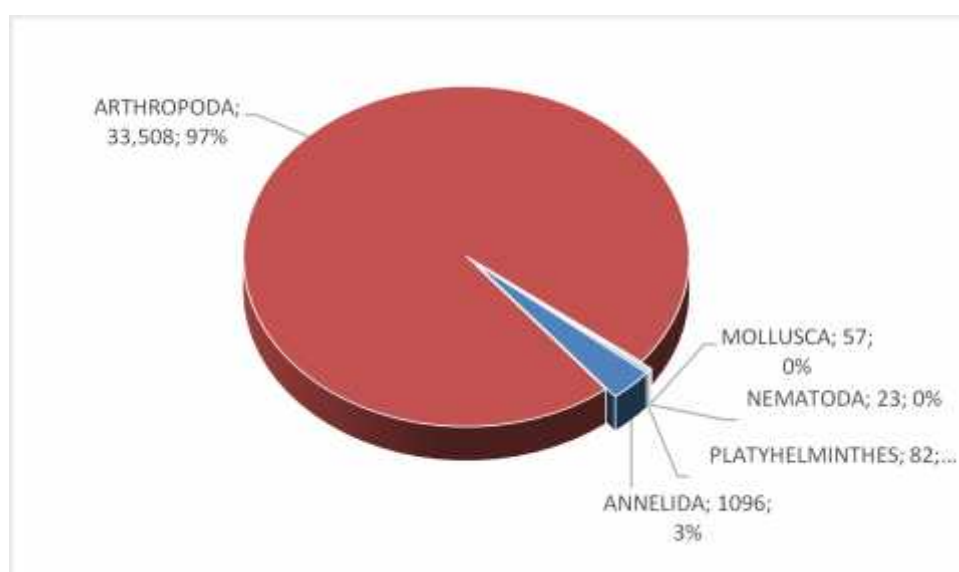
Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 34,766 organismos/muestra.

El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 5.18, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (9,431 organismo/muestra; 78%).

Figura 5.18. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021

Los valores de diversidad registrados fueron altos al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando valores entre 3.03 y 4.51 bits/individuo en un caso y de 4.84 a 9.47 bits/individuo en el otro. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda, por lo que los valores registrados fueron moderados. Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	115	41	940	1096
ARTHROPODA	8,359	3,493	21,656	33,508
MOLLUSCA		30	27	57
NEMATODA	2		21	23
PLATYHELMINTHES		9	73	82

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
Número de especie (S)	60	36	96	112
Número de individuos (N)	8,476	3,588	22,717	34,766
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	9.47	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.69	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	4.51	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0.76	0.89	0.92	-

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.4.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.21 se registró una densidad alta de especies predominando los Arthropoda (20,008 células/ml, 95% del total), principalmente en temporada seca 2021. Como se aprecia en la Figura 5.19, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLACHI-01 y QLVIZ-04 donde los valores variaron entre 4.28 y 4.18 bits/individuo respectivamente, alcanzando lo mayores valores en temporada seca 2020. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 8.16 bits/individuos en la estación QLBHUA-03 en temporada seca 2020.

Cuadro 5.21. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	105	53	704	848
ARTHROPODA	3,426	2,599	13,983	20,008
MOLLUSCA		29	6	35
NEMATODA	2		21	23
PLATYHELMINTHES		9	67	76
Total general	3,533	2,690	14,781	20,990

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.22, la abundancia de especies fue mayor en temporada seca 2021, registrándose 7,936 células/ml. Los Arthropoda registraron el 98% de la abundancia total. Como se muestra en la Figura 5.20, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

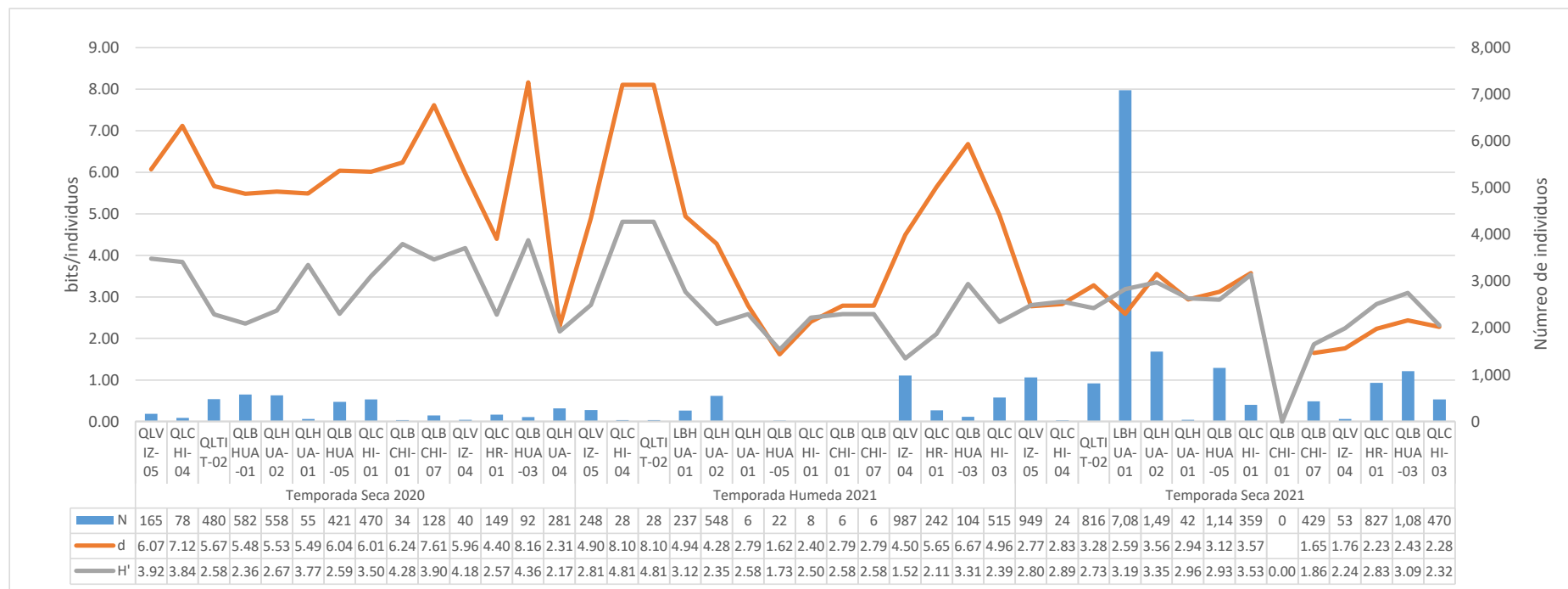
Cuadro 5.22. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Total
ANNELIDA	10	3	236	248

ARTHROPODA	4,933	894	7,673	13,500
MOLLUSCA		1	21	22
PLATYHELMINTHES			6	6
Total general	4,943	898	7,936	13,776

Elaboración: Asilorza, 2021

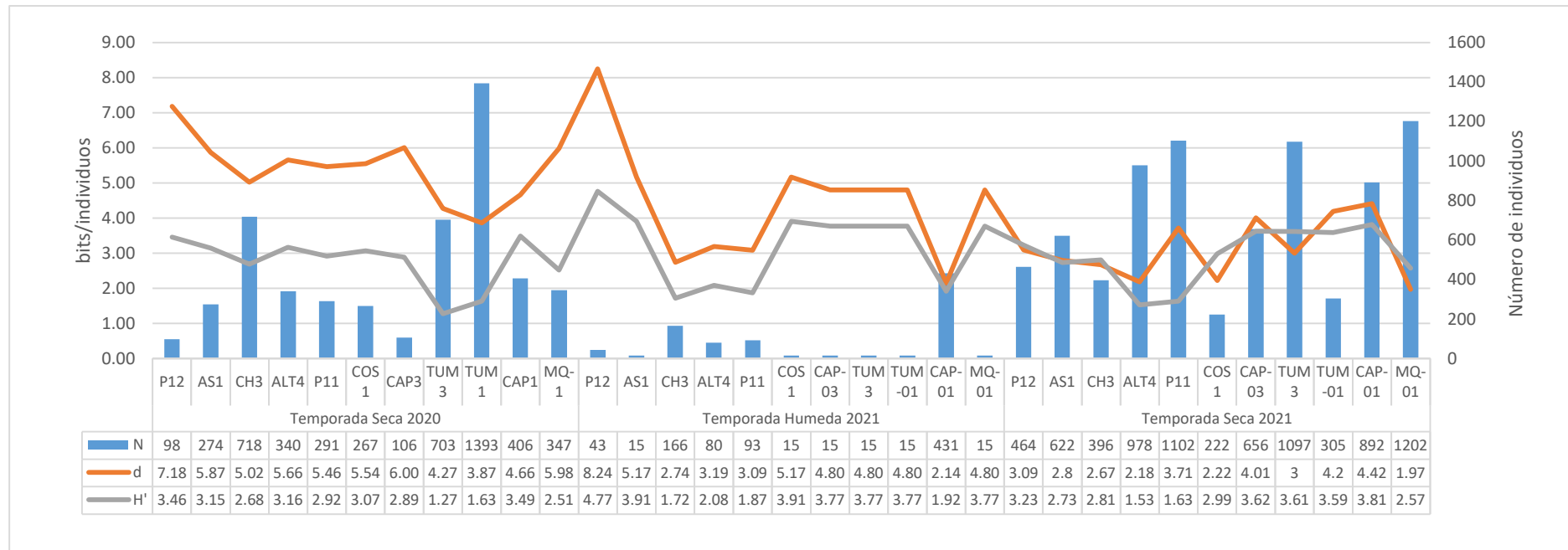
Figura 5.19. Comparación de la abundancia y diversidad de Macroinvertebrados por estación y por temporada de monitoreo, abastecimiento



Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.20. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo, operativo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5. PECES

Se colectaron 3 especies de peces, dos de ellas nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus* sp. “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”). En los Cuadros 5.23 y 5.24 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada en temporada seca y húmeda respectivamente y, el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Con respecto a las muestras de peces del género *Trichomycterus*, ambas corresponden preliminarmente a formas en desarrollo de una misma especie, que presentan un patrón de coloración que va de punteado a moteado conforme desarrollan hasta la forma adulta. Representa un patrón de coloración único, recién registrado para Moquegua.

Una investigación reciente (Moran, 2019) realizada en las cuencas hidrográficas del departamento de Tacna. Para describir la ictiofauna presente. En relación con *Trichomycterus*, concluyó la ausencia de *Trichomycterus punctulatum*; sin embargo, confirmó la presencia de *T. dispar* y *T. rivulatus* en los tributarios relacionados con el lago Titicaca.

Lo destacable fue que registró *Trichomycterus* sp., con ilustraciones de la forma punteada y moteada para la cuenca del río Locumba, sección media, en la laguna Aricota (río Callazas).

Se recomendaría, la inclusión de más ejemplares, si los tuvieran, para compartir la información con los especialistas: Luis Fernández (Argentina) y Mario de Pinna (Brasil) para su publicación.

***Trichomycterus* sp. GLBHUA-05a**



Trichomycterus sp. GLBHUA-05b



Cuadro 5.23. Composición de especies de Peces en temporada seca 2020

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS1	Rio Coscore	Operaciones	4	Adultos			
QVILZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	4	Adultos			
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevinos			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.s</i>

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.24. Composición de especies de Peces en temporada húmeda 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			
QLCHI-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	14	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	4	Adultos			
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9	Adultos			
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Huevos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru sp.</i>

Elaboración: Asilorza, 2021.

Cuadro 5.25. Composición de especies de Peces en temporada seca 2021

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P-12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-01	Rio ASANA	Operaciones	9	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-01	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru rivulatus</i>
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	15	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
			2	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycteru rivulatus</i>
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Rio Vizcacha	Abastecimiento	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	17	Juveniles y adultos	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
----------	-------------------	----------------	----	---------------------	---------------	------------	----------------------------

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.5.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

Temporada seca 2020

Un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. De estos 23 especímenes, 2 fueron hembras grávidas. Cuadro 5.21.

La talla mínima fue de 7.1 cm y la máxima de 28.0 cm, situándose la talla promedio de 18.26 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 9.1 g. y el máximo de 207.0 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 63.91 g.

Cuadro 5.26. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
P12	25.0	78.24	0.005
	23.0	78.80	0.005
	21.0	72.00	0.006
	20.0	51.59	0.015
	23.0	72.00	0.006
	28.0	47.90	0.025
AS1	24.0	49.30	0.020
	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
ALT4	16.0	46.10	1.125
	14.0	44.10	1.607
	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
COS1	14.0	43.20	1.574
	15.0	44.20	1.310
	17.1	46.20	0.924
	16.0	45.30	1.106
QVIL-05(*)	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
	19.0	207.00	3.018
QLCHI-04	15.5	35.90	0.964
QLHUA-02(*)	27.0	180.00	0.914
QLCHI07	7.1	9.10	2.543
Mínimo	7.10	9.10	0.005
Máximo	28.00	207.00	3.018

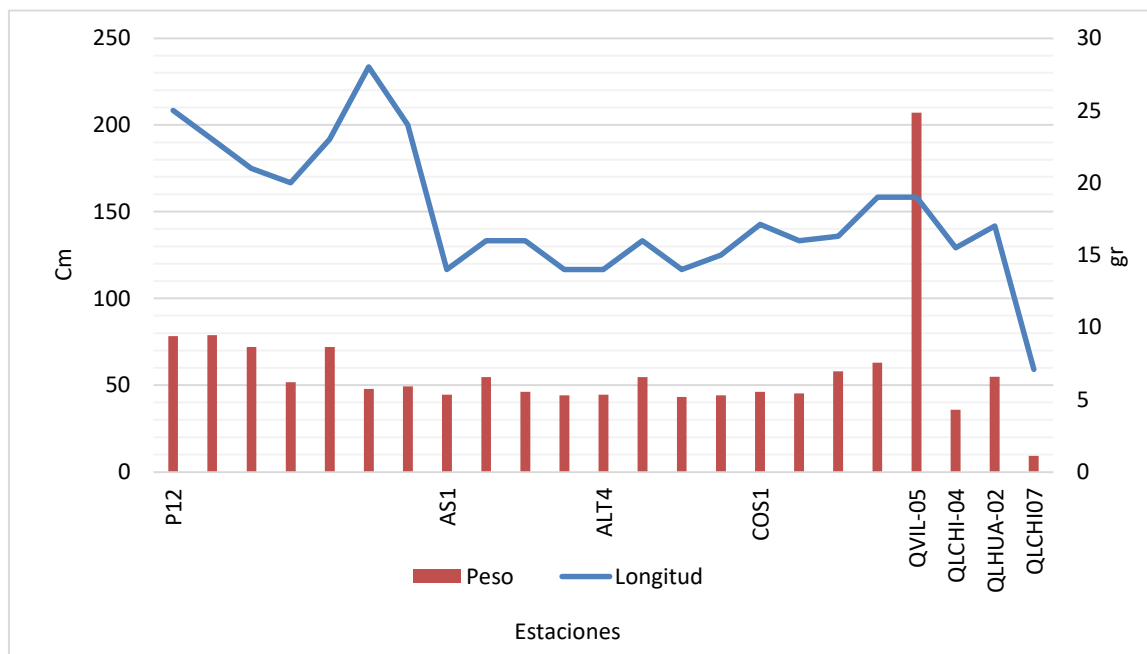
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.21 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g)

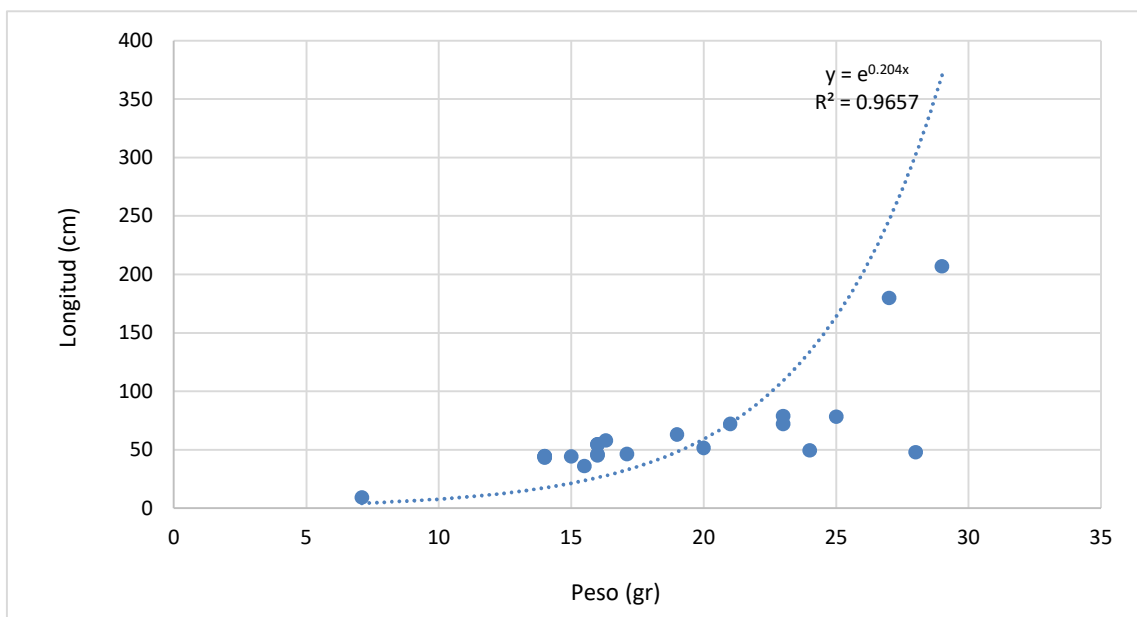
Figura 5.21. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.22, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 .

Figura 5.22. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021.

Temporada húmeda 2021

Un total de 47 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha” fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.27.

La talla mínima fue de 9.0 cm y la máxima de 42.0 cm, situándose la talla promedio de 15.52 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 70 g. y el máximo de 600 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 128.87 g.

Cuadro 5.27. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS1	195.0	22.00	1.831
	180.0	21.00	1.944
	100.0	10.50	8.638
	99.0	12.00	5.729
	98.0	10.00	9.800
	140.0	24.00	1.013
COS1	195.0	17.00	3.969
P11	95.0	10.00	9.500
P12	170.0	20.00	2.125
QLBHUA-05	169.0	22.00	1.587

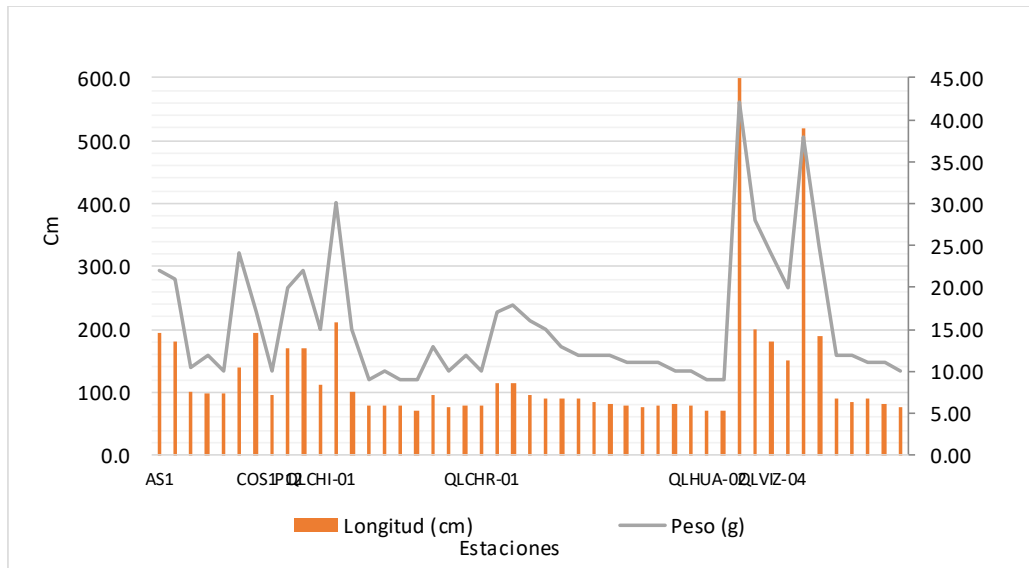
Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
QLCHI-01	112.0	15.00	3.319
	210.0	30.00	0.778
	100.0	15.00	2.963
	80.0	9.00	10.974
	79.0	10.00	7.900
	78.0	9.00	10.700
	70.0	9.00	9.602
	95.0	13.00	4.324
QLCHI-03	75.0	10.00	7.500
	79.0	12.00	4.572
QLCHR-01	78.0	10.00	7.800
	115.0	17.00	2.341
	115.0	18.00	1.972
	95.0	16.00	2.319
	90.0	15.00	2.667
	89.0	13.00	4.051
	90.0	12.00	5.208
	85.0	12.00	4.919
	83.0	12.00	4.803
	78.0	11.00	5.860
	75.0	11.00	5.635
	80.0	11.00	6.011
	81.0	10.00	8.100
	79.0	10.00	7.900
QLHUA-02	70.0	9.00	9.602
	72.0	9.00	9.877
	600.0	42.00	0.810
	200.0	28.00	0.911
QLVIZ-04	180.0	24.00	1.302
	151.0	20.00	1.888
	520.0	38.00	0.948
	190.0	25.00	1.216
	91.0	12.00	5.266
	85.0	12.00	4.919
	89.0	11.00	6.687
	82.0	11.00	6.161
75.0	10.00	7.500	
Mínimo	70.00	9.00	0.78
Máximo	600.00	42.00	10.97
Promedio	128.87	15.52	5.01

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.23 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

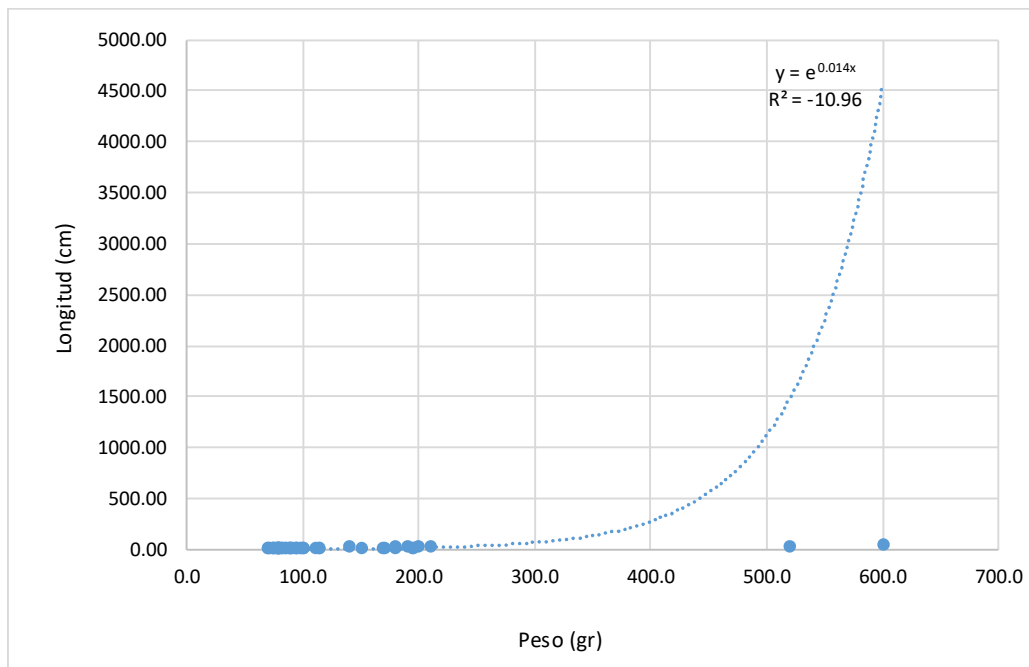
Figura 5.23. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.24, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 .

Figura 5.24. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada seca 2021

Un total de 76 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha" fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 5.28.

La talla mínima fue de 6.0 cm y la máxima de 30.0 cm, situándose la talla promedio de 14.44 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 4.86 g. y el máximo de 600 g, siendo el valor promedio de 107.56 g.

Cuadro 5.28. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS-01	11.9	20.90	0.130
	12.0	23.80	0.089
	12.2	24.10	0.087
	11.8	24.00	0.085
	8.0	7.90	1.623
	6.0	4.86	5.227
	6.7	6.00	3.102
	12.8	27.80	0.060
	15.0	46.30	0.015
	19.0	69.16	0.006
P-12	18	600	0.000
COS-01	15	350	0.000
QLHUA 02	23.5	190.00	0.000
	30.0	330.00	0.000
	14.5	80.00	0.003
	26.0	210.00	0.000
	24.0	200.00	0.000
	15.0	70.00	0.004
QLBHUA 05	14.5	176	0.000
	20.4	240	0.000
	17	120	0.001
	14.5	90	0.002
	14.3	90	0.002
	13.5	100	0.001
	16.5	140	0.001
	12	80	0.002
	11	70	0.003
	15	120	0.001
	13	100	0.001
	10	50	0.008
	11.9	85	0.002
	12.5	84	0.002
	11.5	70	0.003
10.5	65	0.004	
10.9	65	0.004	

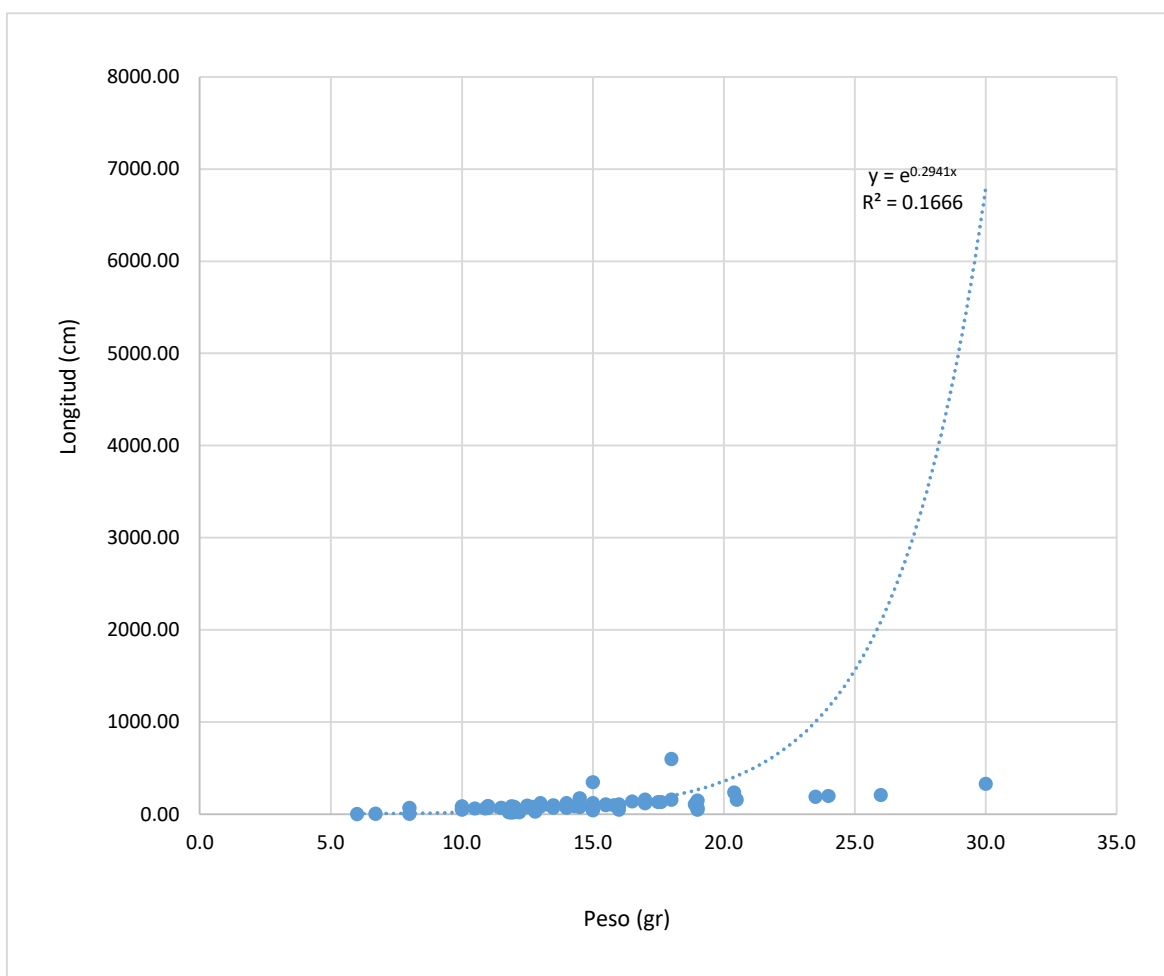
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) gr/cm ³
QLCHI 01	19	50	0.015
	18.9	110	0.001
	14	70	0.004
	16	90	0.002
	20.5	160	0.001
	12.5	80	0.002
	17	140	0.001
	17	135	0.001
	17.5	135	0.001
	17.6	135	0.001
	15.5	100	0.002
	16	50	0.013
	18.0	160.00	0.000
	15.8	100.00	0.002
	15.5	110.00	0.001
	11.5	70.00	0.003
	12.7	80.00	0.002
13.0	85.00	0.002	
QLVIZ 04	15.0	110.00	0.001
	15.0	100.00	0.002
	12.0	70.00	0.003
	13.5	75.00	0.003
	16.0	110.00	0.001
	12.5	95.00	0.001
QLCHR 01	17.0	160.00	0.000
	14.0	120.00	0.001
	13.0	90.00	0.002
	19.0	150.00	0.001
	11.0	70.00	0.003
	13.0	100.00	0.001
	13.0	95.00	0.002
	12.0	80.00	0.002
	13.0	110.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	100.00	0.001
	11.0	90.00	0.002
	13.0	120.00	0.001
	8.0	70.00	0.002
	11.0	85.00	0.002
10.0	85.00	0.002	
13.0	110.00	0.001	
Minimo	6.00	4.86	0.00
Máximo	30.00	600.00	5.23
Promedio	14.44	107.56	0.14

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.23 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

Figura 5.25. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

Temporada seca 2020

En el Cuadro 5.27 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue AS1.

Cuadro 5.29. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
P12	7	1,800	0.0039
AS1	10	1,800	0.0056
ALT4	4	1,800	0.0022
COS1	4	1,800	0.0022
QVIL-05	4	1,800	0.0022
QLCHI-04	1	1,800	0.0006
QLHUA-02	1	1,800	0.0006

QLCHI07	1	1,800	0.0006
---------	---	-------	--------

Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada húmeda 2021

En el Cuadro 4.28 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHR-01.

Cuadro 5.30. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
AS1	6	1,800	0.0033
COS1	1	1,800	0.0006
P11	1	1,800	0.0006
P12	1	1,800	0.0006
QLBHUA-05	1	1,800	0.0006
QLCHI-01	9	1,800	0.0050
QLCHI-03	1	1,800	0.0006
QLCHR-01	14	1,800	0.0078
QLHUA-02	4	1,801	0.0022
QLVIZ-04	9	1,802	0.0050

Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada seca 2021

En el Cuadro 4.28 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHI 01.

Cuadro 5.31. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
AS-01	10	1,800	0.0056
P-12	1	1,800	0.0006
COS-01	1	1,800	0.0006
QLHUA 02	6	1,800	0.0033
QLBHUA 05	17	1,800	0.0094
QLCHI 01	18	1,800	0.0100
QLVIZ 04	6	1,800	0.0033
QLCHR 01	17	1,800	0.0094

Elaboración: Asilorza, 2021

5.4. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado. Actualmente el monitoreo biológico y/o biomonitoreo es muy promovido, y está orientado a la utilización de la entidad biológica como indicador de contaminantes orgánicos y su respuesta como una herramienta que nos permite detectar condiciones ambientales específicas (Karr & Chu, 1997); asimismo nos proporciona información acerca de la composición biológica y estado trófico del sistema acuático, revelándonos aquellos cambios ocurridos en un periodo determinado. Para analizar la calidad del agua en el estudio realizado, se calcularon los índices EPT, BMWP/COL, IBF y ABI en las estaciones por componente del proyecto.

5.4.1. ABASTECIMIENTO

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes durante las tres evaluaciones. Se resalta el estado de conservación de las estaciones QLHUA-04 (EPT= 94) y QLACHI-07 (EPT= 73). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.29.

5.4.2. OPERACIONES

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes en las evaluaciones realizadas. Se resalta el estado de conservación de las estaciones CAP-1 (EPT= 84) y CH3 (EPT= 72). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.30

Cuadro 5.32. Valores de índices de calidad de agua, abastecimiento

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	19%	50	4.3	40
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	19%	50	4.5	40
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	70	5.2	37
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	9%	65	5.3	32
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	16%	70	5.01	37
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	45%	80	4.26	45
QLBCHI-07	Humedal Chilota	22%	68	5.4	40	73%	68	5.7	40	22%	68	5.4	40
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	50%	72	4.3	40
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	9%	65	5.06	31
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	8%	65	5.2	35
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	2%	65	5.5	34	94%	65	5.5	34	2%	65	5.5	34
QLBCHI-01	Humedal Chilota	9%	65	5.04	32	70%	65	5.04	30	9%	65	5.04	32
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	20%	70	4.4	30
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	13%	68	4.4	35

Elaboración: Asilorza, 2021

Cuadro 5.33. Valores de índices de calidad de agua, operaciones

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
P12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	5%	65	5.04	30
AS1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35
CH3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	16%	70	4.5	37
ALT4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	8%	65	5.05	28
P11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	13%	68	4.2	35
COS1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	10%	66	5.1	32
CAP3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	63%	75	4.5	50
TUM 3	Rio Tumilaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70	91%	110	4	80
TUM 1	Rio Tumilaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	69%	80	3.9	60
CAP1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	15%	68	5.1	40
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	86%	102	4.3	75

Elaboración: Asilorza, 2021

5.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL

Las comunidades de plancton y bentos no son consideradas para protección por la legislación nacional. Por otro lado, en el área evaluada, no se han registrado especies endémicas ni especies en veda.

5.6. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

En la presente evaluación no se registraron especies incluidas en categorías de conservación internacional (IUCN 2019 y CITES 2019). En la actualidad solo la especie *Arapaima gigas* "paiche", especie amazónica, se encuentra registrada como especie vulnerable (CITES Apéndice II).

5.7. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las 3 especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* "trucha". No se evidenció actividad pesquera durante la evaluación.

6. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos hasta la fecha con los resultados previos desarrolladas por Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza.

- Diciembre 2014. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época seca agua superficial – zona de abastecimiento de agua suelo, aire e hidrobiología.
- Abril 2015. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época húmeda agua superficial – zona de abastecimiento de agua, aire, ruido, vibraciones e hidrobiología.
- Julio 2017. Presentación de resultados de quinta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-5) época húmeda agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo aire – zona de operaciones hidrobiológico. Temporada húmeda 2017.
- Diciembre 2018. Informe de interpretación de monitoreo de hidrobiología de la sexta campaña. Época seca 2018.
- Marzo 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época húmeda 2019.
- Noviembre 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época seca 2019.
- Octubre 2020, Informe de Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada seca
- Abril 2021, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada húmeda

Se debe tener en consideración que en no en todas las evaluaciones coinciden la misma cantidad de puntos de monitoreo, ni las mismas coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizado de forma cualitativa.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en la evaluación de la época seca 2020 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLACHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

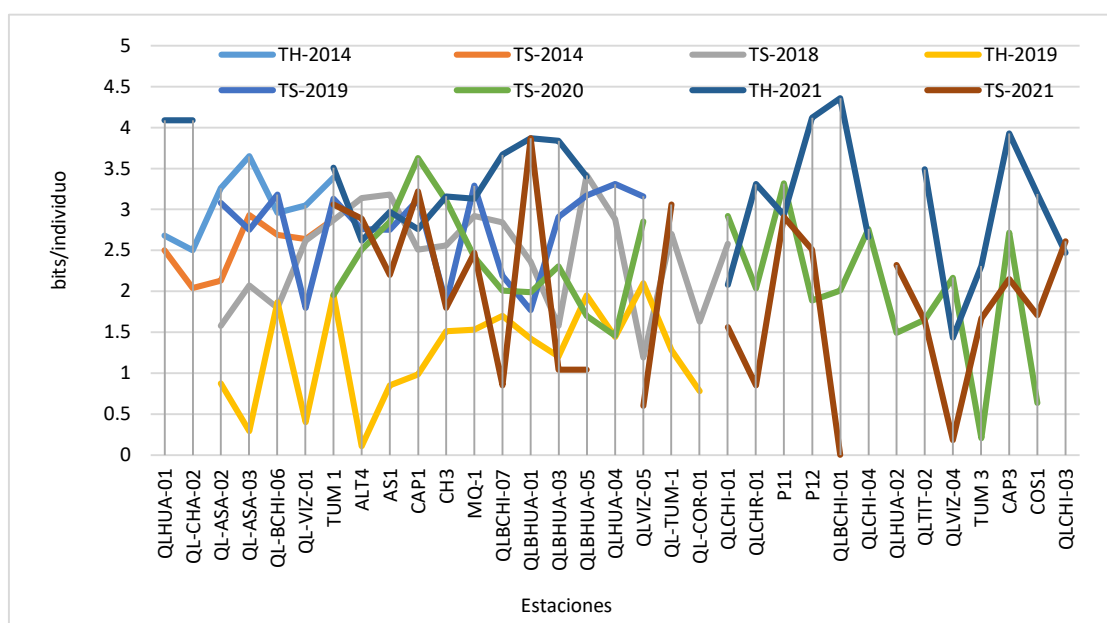
6.1. PLANCTON

En todas las evaluaciones realizadas se registraron organismos del fitoplancton. Como se observa en la figura 6.1, la diversidad de esta comunidad varió entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las 3 temporadas secas 2018, 2019, 2020 y 2021 en comparación a la temporada húmeda.

Si bien en la temporada húmeda 2019 se registraron valores bajos menores a 2.96 bits/individuo (MQ-1); en la mayoría de las estaciones los valores fueron moderados 3.14 bits/individuos (ALT4), 3.18 bits/individuos (AS1) y 3.42 bits/individuos (QLBHUA-05).

Como se muestra en la Figura 6.1, la diversidad sigue un patrón, manteniéndose en un rango aceptable de diversidad, con valores de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 6.1. Comparación de los valores de diversidad del fitoplancton



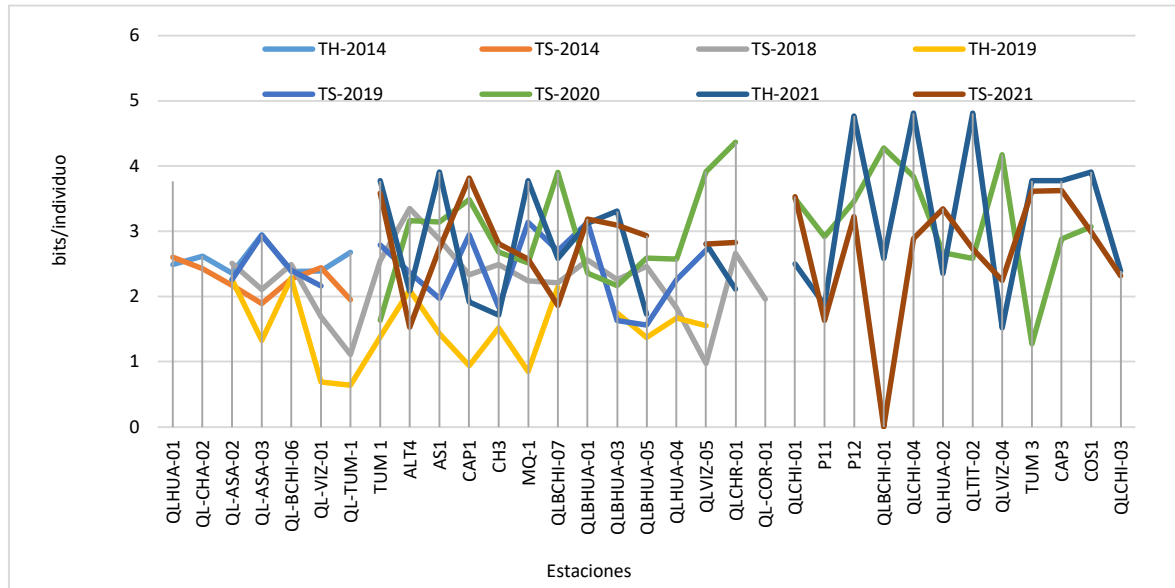
Elaboración: Asilorza, 2021

6.2. BENTOS

Los valores de diversidad del bentos, siguieron la misma tendencia que los valores registrados para el fitoplancton y el plancton, manteniendo valores de intermedios a altos en las temporadas secas. En la Figura 6.2, se observa que los valores de diversidad están influenciados por la temporalidad. Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (2.95 bits/individuo, estación QLHUA-01), temporada seca 2018 (3.35 bits/individuos, estación ALT4) y temporada seca 2019 (3.14 bits/individuo, QLBHUA-01) y temporada seca 2020 (4.36

bits/individuos, QLCHR-01) son considerados valores altos de diversidad.

Figura 6.2. Comparación de los valores de diversidad de macroinvertebrados



Elaboración: Asilorza, 2021




6.3. PECES

En el área de evaluación se han registrado y colectado 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris”).

En la temporada seca del 2018 solo se colectaron *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris”, mientras que en siguientes temporadas (temporada seca 2019, húmeda 2019, seca 2020 y húmeda 2021) se colectaron las tres especies mencionadas. En esta ultima evaluación en temporada seca 2020 se colectaron dos especies, *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” y el bagre *Trichomycterus sp.*

7. CONCLUSIONES

7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

-  De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats, comparando las temporadas seca 2020, húmeda 2021 y seca 2021, los valores obtenidos se han mantenido, de tal forma que cinco estaciones registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, Ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, Diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”.
-  De acuerdo al índice SVAT, cinco estaciones mantuvieron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad” de las cuales COA-1, ALT-4 Y TUM-3 de la zona de operaciones y QLBHUA-01 Y QLVIZ-04 de la zona de abastecimiento, 8 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, 10 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular”, las cuales corresponden a las estaciones de monitoreo denominadas, P-12, AS-1, P-11, CAP-3, CAP-1 Y MQ- 1 de la zona de operaciones y las estaciones denominadas QLVIZ-03, QLCHI-04, QLHUA-04 y QLHUA-01 de la zona de abastecimiento, y finalmente, tres estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre” debido a alteraciones por presentar impactos antropogénicos, cabe mencionar que, en su mayoría son provenientes de las poblaciones locales como son QLTIT-02 rio Titire y QLACHI-01 humedal chilota perteneciente a la zona de abastecimiento.
-  Con respecto a los resultados del índice QR-A, dos estaciones evaluadas mantuvieron una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones, la estación QLTIT-02 y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad catalogada como pésima, cabe indicar que, estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería).

7.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

7.2.1. PLANCTON

- ⑥ La composición acumulada del plancton en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton. El total de especies registrada fue de 157, distribuidas de forma global en 95 especies del fitoplancton y 62 especies del zooplancton.
- ⑥ La composición acumulada a la fecha en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton, composición que se ha mantenido en las últimas dos evaluaciones. El total de especies registrada se incrementó de 111, registradas en la temporada seca 2020, a 157 registradas en la temporada húmeda 2021 (46 especies, 41%), hasta 178 registradas en la última evaluación. Estas últimas 21 especies significan un incremento del 13% en el registro de especies con respecto a la última evaluación.
- ⑥ Con respecto a la última evaluación, temporada seca 2021, el número de especies registrado fue de 87, disminuyendo en un 28% en comparación a la temporada previa; y comparando temporadas similares (temporadas secas 2020 y 2021) se aprecia que, aunque en la última evaluación se registró un número menor de especies (87 versus 111), 21 de estas representan nuevos registros para el área evaluada. Esta información es relevante ya que permite evidenciar que 1) la riqueza de especies varía entre temporadas, 2) un mayor número de evaluación, o un mayor esfuerzo de muestreo, permite cuantificar la composición de especies del área de estudio. Cuadro 5.4.
- ⑥ La composición acumulada de especies del fitoplancton estuvo representada por 110 especies, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 47% (52 especies), Chlorophyta 25% (28 especies), Cyanobacteria 13% (14 especies), Euglenozoa 5% (cinco especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 9% (10 especies).
- ⑥ El número de especies fue mayor en la temporada seca con 80 especies con respecto a la húmeda con 68 especies; cabe mencionar que en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación.
- ⑥ En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (58%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,92 a 4,51 bits/Individuo).
- ⑥ En la temporada seca 2020, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda 2021, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de las

estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. En la temporada húmeda 2020, el phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (10%), Amoebozoa (21%), Ciliophora (3%), Nematoda (2%) y Tartigrada (2%). Esta distribución cambió en la última evaluación, temporada seca 2021 en donde el phylum Arthropoda registró la mayor riqueza que representa el 34% (866 especies), seguido de los Rotifera (30%, 753 especies). Figura 5.8.

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en la temporada húmeda 2021 se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca 2020 (31) y que en la temporada seca 2021 (24). Los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 37% de la riqueza total.

En el análisis comparativo, en la última evaluación de temporada seca 2021, el phylum con mayor abundancia fue Arthropoda (34%, 866 células/ml), En la temporada anterior, húmeda 2021 el phylum con mayor abundancia fue Rotifera (37%, 704 células/ml).

7.2.2. BENTOS

La composición acumulada de macroinvertebrados a la fecha incluye 112 especies. La riqueza se ha incrementado durante las dos últimas evaluaciones. En la temporada húmeda 2020 se registraron 36 especies, es decir la riqueza de especies disminuyó con respecto a la evaluación anterior; sin embargo, el total acumulado fue de 74 especies, es decir se colectaron 14 especies (23%) más como nuevos registros para el área. En el caso de la temporada seca 2021, la riqueza se incrementó en 65 especies, de las cuales 38 (51%) fueron nuevos registros para el área de evaluación.

Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 99 especies (88%), seguido de los phylum Annelida (6 especies, 5%), Mollusca (4 especies, 4%), Platyhelminthes (2 especies, 2%) y Nematoda (una especie, 1%).

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tiene larvas acuáticas inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos

de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazaran hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).

- Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 34,766 organismos/muestra.
- El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 5.18, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (9,431 organismo/muestra; 78%).


7.2.3. PECES

- Se colectaron 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris").
- Los resultados del factor de condición siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de las variables de crecimiento de los peces. En temporada seca 2020 el calculado se basó en 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha", mientras que en temporada húmeda 2021 se basó en 47 especímenes y en la temporada seca 2021 se calculó en base a 76 especímenes; de tal forma que al incrementarse el tamaño de la muestra el análisis fue más robusto.
- Los valores obtenidos para el factor de condición vario entre entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 en temporada seca 2020, entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 en temporada húmeda 2021 y desde cero hasta a 5.23 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 0.14 gr/cm^3 . En la temporada seca 2021.

7.3. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

- Como se aprecia en los resultados, los valores de riqueza y diversidad de las comunidades del fitoplancton y bentos se mantuvieron como moderados en la línea de tiempo de las evaluaciones, siendo mayores en las temporadas secas; por lo que se infiere que estas variables están influenciadas por la temporalidad.
- Con respecto a los peces, en base a los resultados obtenidos se puede corroborar que los cuerpos evaluados en la línea de tiempo con la información disponible se siguen reportando las 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus*

sp. “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”), siendo esta última la más abundante y con mayor frecuencia de ocurrencia.

-  Los resultados del análisis comparativo son relativos, ya que no se cuenta con una línea de tiempo estandarizada de evaluaciones (trimestral, semestral o anual); ya que no se han evaluado las mismas estaciones ni en número ni en ubicación, Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó de forma cualitativa. En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019, Época seca 2020, Época húmeda 2021 y Época seca 2021 se monitorearon 19 estaciones de muestreo comunes; y a partir de la época seca 2020 a la fecha se vienen evaluando 25 estaciones, anteriormente descritas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C., Ríos B., Rieradevall, M. & N. Prat (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.
- ARMITAGE, P. D., D. MOSS Y M.T. FURSE. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*, 17: 33-347.
- Domínguez, E. & H. Fernández. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Forster, K. (1982). *Das phytoplankton des süßwassers*, 8 teil 1 hälfte Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u obermiller, Stuttgart - Germany.
- Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. *Revista del Museo de la Plata*. Tomo V, Botánica N°20.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Komárek J. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales. Band/Volume 19/2.
- Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.
- Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). *Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively*. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.
- Krammer, K. (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Printed in Germany.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.
- MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de rital del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primária do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. *Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahia, Brasil*. 250 p.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para

- América Latina y el Caribe de la UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- National Water and Climate Center. Stream Visual Assessment Protocol. (1998). Technical Note 99-1.
 - ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de la Antioquia, Medellín. 170p.
 - Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.
 - WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.