



Servicio de línea base de limnología de los  
Humedales Urbanos de Lo Barnechea:

EMBALSE LARRAÍN  
LOS TRAPENSES  
ESTERO LAS GUALTATAS y  
VEGAS DE MONTAÑA

ID 2735-340-LP23

INFORME CONSOLIDADO

ABRIL 2025

## Índice general

1	Introducción .....	10
1.1	Emplazamiento en la cuenca del río Maipo .....	10
1.1	Caracterización hidrológica de la cuenca río Maipo, segmento MP-1 .....	13
1.1.1	Periodo 1980 – 2002 .....	13
1.1.2	Caracterización Periodo 2015-2020.....	14
1.1.3	Caracterización en base a datos de Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea (Periodo 2021-2022) .....	17
1.2	Humedales Urbanos de la comuna de Lo Barnechea .....	20
1.2.1	Humedal Urbano Embalse Larraín.....	20
1.2.2	Humedal Urbano Los Trapenses .....	20
1.2.3	Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	21
1.2.4	Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	22
2	Metodología para la Caracterización de los Humedales Urbanos .....	24
2.1	Descripción del hábitat.....	24
2.2	Caracterización en función de la Calidad de las Aguas Superficiales.....	24
2.2.1	Parámetros <i>in situ</i> .....	24
2.2.2	Parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio.....	25
2.2.3	Normativa de calidad de aguas superficiales vigentes .....	26
2.3	Caracterización de los Humedales Urbanos en función de su biodiversidad acuática .....	27
2.3.1	Fitoplancton .....	27
2.3.2	Flora acuática y vegetación de ribera .....	27
2.3.3	Macrozoobentos .....	28
2.3.4	Zooplancton.....	28
2.3.5	Macrocrustáceos .....	29
2.3.6	Anfibios en fase acuática .....	29
2.3.7	Fauna íctica .....	29
2.3.8	Determinación de Índices ecológicos.....	30
2.3.9	Estado de Conservación .....	34
2.3.10	Especies Indicadoras .....	34
2.4	Caracterización de los Humedales Urbanos en función del sedimento .....	34
2.5	Determinación del estado trófico .....	35
2.6	Especies potenciales y su estado de conservación .....	36
2.7	Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas.....	39
2.7.1	Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria .....	39
2.7.2	Parámetros fisicoquímicos en sedimentos y diversidad en organismos bentónicos .....	39
3	Resultados consolidados .....	40
3.1	EMBALSE LARRAÍN .....	40
3.1.1	Estaciones de Monitoreo.....	40

3.1.2	Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo.....	42
3.1.3	Calidad del agua: Parámetros medidos <i>in situ</i> .....	45
3.1.4	Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio .....	47
3.1.5	Caracterización del sedimento acuático .....	52
3.1.6	Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año.....	56
3.1.7	Estado Trófico .....	63
3.1.8	Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas 64	
3.1.9	Amenazas .....	66
3.1.10	Recomendaciones.....	67
3.1.11	Conclusiones .....	68
3.2	<b>HUMEDAL URBANO LOS TRAPENSES .....</b>	<b>69</b>
3.2.1	Estaciones de Monitoreo.....	69
3.2.2	Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo.....	71
3.2.3	Calidad del agua: Parámetros medidos <i>in situ</i> .....	73
3.2.4	Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio .....	76
3.2.5	Caracterización del sedimento acuático .....	80
3.2.6	Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año.....	84
3.2.7	Estado Trófico .....	94
3.2.8	Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas 95	
3.2.9	Amenazas .....	98
3.2.10	Recomendaciones.....	98
3.2.11	Conclusiones .....	99
3.3	<b>HUMEDAL URBANO LAS GUALTATAS.....</b>	<b>99</b>
3.3.1	Estaciones de Monitoreo.....	99
3.3.2	Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo.....	102
3.3.3	Calidad del agua: Parámetros medidos <i>in situ</i> .....	114
3.3.4	Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio .....	116
3.3.5	Caracterización del sedimento acuático .....	121
3.3.6	Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año.....	125
3.3.7	Estado Trófico .....	138
3.3.8	Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas 140	
3.3.9	Amenazas .....	142
3.3.10	Recomendaciones.....	143
3.3.11	Conclusiones .....	144
3.4	<b>HUMEDAL URBANO VEGAS DE MONTAÑA .....</b>	<b>144</b>
3.4.1	Estaciones de monitoreo.....	144

3.4.2	Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo.....	147
3.4.3	Calidad del agua: Parámetros medidos <i>in situ</i> .....	162
3.4.4	Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio .....	165
3.4.5	Caracterización del sedimento acuático .....	169
3.4.6	Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año.....	173
3.4.7	Estado Trófico .....	186
3.4.8	Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas 188	
3.4.9	Amenazas .....	191
3.4.10	Recomendaciones.....	191
3.4.11	Conclusiones .....	192
4	Especies Indicadoras .....	193
4.1	Especies nativas de fauna acuática.....	193
4.2	Invertebrados bentónicos.....	194
4.3	Jerarquización de Estaciones de Monitoreo en función de especies indicadoras .....	195
5	Referencias bibliográficas .....	196
5.1	Proceso Clasificación Estado de Conservación .....	199
5.2	Fuentes de información calidad de aguas .....	200
5.3	Fuentes de información biota acuática .....	201
6	Apéndices.....	202
6.1	Parámetros fisicoquímicos a analizar en laboratorio .....	202
7	Anexos.....	203

## Índice de Tablas

Tabla 1-1	Factores incidentes en la calidad de aguas del Río Mapocho en Los Almendros .....	13
Tabla 1-2.	Calidad de Agua por Períodos Estacionales para río Mapocho en Los Almendros (1993) ...	14
Tabla 1-3.	Resultado del monitoreo en áreas de vigilancia MP-1 durante el período 2015-2017.....	15
Tabla 1-4.	Resultado del monitoreo en áreas de vigilancia MP-1 durante el período 2017-2020.....	16
Tabla 1-5.	Estaciones calidad de aguas DGA. ....	17
Tabla 1-6.	Registros en estaciones de calidad de aguas la DGA.....	18
Tabla 1-7.	Registros en estaciones de calidad de aguas de la DGA.....	19
Tabla 2-1.	Parámetros a medir <i>in situ</i> .....	24
Tabla 2-2.	Parámetros fisicoquímicos a medir <i>in situ</i> .....	25
Tabla 2-3.	Parámetros fisicoquímicos a analizados en laboratorio .....	25
Tabla 2-4.	Sistema de clasificación basado en los valores del Índice Biótico de Familias (ChIBF) .....	32
Tabla 2-5.	Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas.....	32
Tabla 2-6.	Parámetros fisicoquímicos de sedimentos .....	34
Tabla 2-7.	Clasificación trófica de lagos y ríos de acuerdo con Smith <i>et al</i> (1999) .....	35

Tabla 2-8. Especies potenciales de flora y fauna acuática en la cuenca del río Maipo y área de estudio según referencias bibliográficas.....	36
Tabla 3-1 Estaciones de muestreo en Humedal Urbano Embalse Larraín .....	40
Tabla 3-2. Especies de fitoplancton detectadas en Humedal Urbano Embalse Larraín .....	56
Tabla 3-3. Riqueza de fitoplancton por campaña de muestreo en Humedal Urbano Embalse Larraín ..	56
Tabla 3-4. Distribucion de los taxa de zooplancton por estación de monitoreo. ....	57
Tabla 3-5. Riqueza de zooplancton registrado por campaña en HU Embalse Larraín .....	58
Tabla 3-6. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Embalse Larraín .....	59
Tabla 3-7 Riqueza de flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Embalse Larraín .....	59
Tabla 3-8. Especies de invertebrados bentónicos detectados en HU Embalse Larraín.....	60
Tabla 3-9. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos.....	61
Tabla 3-10. Índice ChIBF en Humedal Urbano Embalse Larraín .....	63
Tabla 3-11. Estado trófica de cada estacion de monitoreo a lo largo del año. ....	63
Tabla 3-12. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.....	64
Tabla 3-13. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.....	65
Tabla 3-14. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y indice de biodiversidad de invertebrados bentónicos.....	66
Tabla 3-15. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados. ....	66
Tabla 3-16. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Los Trapenses .....	69
Tabla 3-17. Taxa de fitoplanton registrados por estacion de monitoreo.....	84
Tabla 3-18. Riqueza de fitoplancton por campaña de muestreo en Humedal Urbano Los Trapenses ...	84
Tabla 3-19. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Los Trapenses .....	85
Tabla 3-20. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Los Trapenses .....	86
Tabla 3-21. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Los Trapenses .....	87
Tabla 3-22. Riqueza de macro flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Los Trapenses .....	87
Tabla 3-23. Especies de invertebrados bentónicos detectadas en HU Los Trapenses .....	88
Tabla 3-24. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos en HU Los Trapenses ...	89
Tabla 3-25. Índice ChIBF de invertebrados bentónicos en Humedal Urbano Los Trapenses .....	91
Tabla 3-26. Anfibios registrados en Humedal Urbano Los Trapenses .....	91
Tabla 3-27. Abundancia y riqueza de anfibios en Humedal Urbano Los Trapenses por campaña de muestreo.....	91
Tabla 3-28 Fauna íctica registrada en Humedal Urbano Los Trapenses .....	93
Tabla 3-29. Abundancia y riqueza de <i>Trichomycterus areolatus</i> en Humedal Urbano Los Trapenses, durante cuatro campañas.....	93
Tabla 3-30. Estado trófica de cada estacion de monitoreo a lo largo del año. ....	94
Tabla 3-31. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.....	96
Tabla 3-32. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados. ....	96
Tabla 3-33. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento e índice de biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos.....	97
Tabla 3-34. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.....	97

Tabla 3-35. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Las Gualtatas .....	100
Tabla 3-36. Taxa de fitoplancton registrados por estación de monitoreo .....	125
Tabla 3-37. Riqueza de fitoplancton por estación de monitoreo en Humedal Urbano Las Gualtatas ..	126
Tabla 3-38. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	127
Tabla 3-39. Riqueza de zooplancton registrado por estación en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	128
Tabla 3-40. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Estero Las Gualtatas .....	129
Tabla 3-41. Riqueza de macro flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas ..	130
Tabla 3-42. Especies de invertebrados bentónicos detectadas en HU Las Gualtatas .....	132
Tabla 3-43. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos en HU Estero Las Gualtatas .....	133
Tabla 3-44. Índices ChIBF en Humedal Urbano Las Gualtatas .....	134
Tabla 3-45. Anfibio registrado en Humedal Urbano Las Gualtatas durante cuatro campañas de monitoreo.....	135
Tabla 3-46. Abundancia y riqueza de anfibios en Humedal Urbano Las Gualtatas .....	135
Tabla 3-47. Especie de fauna íctica registrada en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	136
Tabla 3-48. Abundancia y riqueza de <i>Trichomycterus areolatus</i> por estación de monitoreo, durante cuatro campañas de terreno en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	136
Tabla 3-49. Estado trófico de cada estacion de monitoreo a lo largo del año. ....	138
Tabla 3-50. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.....	140
Tabla 3-51. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.....	141
Tabla 3-52. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y indice de biodiversidad. ....	141
Tabla 3-53. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados. ....	142
Tabla 3-54. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	144
Tabla 3-55. Riqueza de fitoplancton por estación de muestreo en HU Vegas de Montaña .....	173
Tabla 3-56. Riqueza de fitoplancton registrado por campaña por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	174
Tabla 3-57. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	176
Tabla 3-58 Riqueza de zooplancton registrado por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo. ....	176
Tabla 3-59. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Vegas de Montaña .....	178
Tabla 3-60. Riqueza de flora acuática y de ribera en HU Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo.....	180
Tabla 3-61. Especies de invertebrados bentónicos detectadas por estaciones de monitoreo.....	182
Tabla 3-62 Abundancia y riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos en HU Vegas de Montaña.....	182
Tabla 3-63. Índice ChIBF de invertebrados bentónicos del Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	184
Tabla 3-64. Anfibio registrado en Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	185
Tabla 3-65. Abundancia y riqueza de <i>Rhinella spinulosa</i> por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo .....	185

Tabla 3-66. Estado trófica de cada estacion de monitoreo a lo largo del año. ....	186
Tabla 3-67. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a. ....	188
Tabla 3-68. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados. ....	189
Tabla 3-69 Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y indice de biodiversidad. ....	190
Tabla 3-70. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados. ....	190
Tabla 4-1. Especies en categoría de conservación .....	194
Tabla 4-2. Taxa de invertebrados sensibles a contaminacion presentes en Humedales Urbanos Lo Barnechea .....	195
Tabla 4-3. Estaciones de monitoreo con presencia de especies indicadora de buena calidad de aguas .....	195

## Índice de Figuras

Figura 1-1. Red hidrográfica y subsubcuenca en área de estudio. ....	12
Figura 1-2. Polígono de extensión Humedal Urbano Embalse Larraín .....	20
Figura 1-3. Polígono de extensión Humedal Urbano Los Trapenses .....	21
Figura 1-4. Polígono de extensión Humedal Urbano Las Gualtatas.....	22
Figura 1-5. Polígono de extensión Humedal Urbano Vegas de Montaña.....	23
Figura 3-1. Estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín .....	41
Figura 3-2. Variación de la velocidad y profundidad Afluente Canal La Dehesa.....	45
Figura 3-3. Parámetros medidos <i>in situ</i> durante cuatro campañas en HU Embalse Larraín .....	46
Figura 3-4. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Embalse Larraín ..	48
Figura 3-5. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo .....	53
Figura 3-6. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	57
Figura 3-7. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	58
Figura 3-8. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo.....	60
Figura 3-9. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo .....	62
Figura 3-10. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año .....	64
Figura 3-11. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Los Trapenses .....	70
Figura 3-12. Variación de la velocidad y profundidad Estero Carrizo/Los Trapenses .....	72
Figura 3-13. Parámetros medidos <i>in situ</i> durante cuatro campañas de muestreo en el HU Los Trapenses.....	74
Figura 3-14. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Los Trapenses...76	
Figura 3-15. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo.....81	
Figura 3-16. Variación de riqueza de fitoplancton a lo largo del año en estación de monitoreo HT-1 ....85	
Figura 3-17. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	86
Figura 3-18. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo.....88	
Figura 3-19. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo .....	90

Figura 3-20. Abundancia de anfibios por especie en Humedal Urbano Los Trapenses por campaña ...	92
Figura 3-21. Abundancia de <i>Trichomycterus areolatus</i> en Humedal Urbano Los Trapenses .....	94
Figura 3-22. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año .....	95
Figura 3-23. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Estero Las Gualtatas .....	101
Figura 3-24. Variación de la velocidad y profundidad en Desembocadura Las Gualtatas .....	103
Figura 3-25. Variación de la velocidad y profundidad en Fundación CAZ.....	105
Figura 3-26. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Las Gualtatas/Cerro del Medio .....	107
Figura 3-27. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Carrizo Af/Las Gualtatas .....	109
Figura 3-28. Variación de la velocidad y profundidad en Límite Urbano Estero Las Gualtatas .....	111
Figura 3-29. Variación de la velocidad y profundidad en Naciente Las Gualtatas/Quebrada Queltehues .....	112
Figura 3-30. Variación de la velocidad y profundidad en Quebrada El Maqui.....	114
Figura 3-31. Parámetros medidos <i>in situ</i> durante cuatro campañas en HU Las Gualtatas .....	115
Figura 3-32. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Las Gualtatas ..	117
Figura 3-33. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo..	122
Figura 3-34. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	127
Figura 3-35. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	128
Figura 3-36. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo.....	131
Figura 3-37. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo .....	133
Figura 3-38. Abundancia de <i>Trichomycterus areolatus</i> en Humedal Urbano Las Gualtatas .....	137
Figura 3-39. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año .....	139
Figura 3-40. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Vegas de Montaña .....	146
Figura 3-41. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Manzanito/Mapocho.....	148
Figura 3-42. Variación de la velocidad y profundidad en Vega CS La Parva .....	150
Figura 3-43. Variación de la velocidad y profundidad en Qda. Manzanito .....	152
Figura 3-44. Variación de la velocidad y profundidad en Vega La Vaca/Villa Militar.....	156
Figura 3-45. Variación de la velocidad y profundidad en Vega Manantiales .....	159
Figura 3-46. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Barros Negros .....	161
Figura 3-47. Parámetros medidos <i>in situ</i> durante cuatro campañas en HU Vegas de Montaña .....	163
Figura 3-48. Parámetros medidos en laboratorio durante cuatro campañas en HU Vegas de Montaña .....	166
Figura 3-49. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo..	170
Figura 3-50. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	175
Figura 3-51. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo .....	177
Figura 3-52. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo.....	181
Figura 3-53. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo .....	183
Figura 3-54. Abundancia de <i>Rhinella spinulosa</i> por especie en Humedal Urbano Vegas de Montaña	186
Figura 3-55. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año .....	187

## Índice de Fotografías

Fotografía 3-1. Embalse Larraín durante las cuatro campañas de terreno .....	42
Fotografía 3-2. Canal La Dehesa durante las cuatro campañas de terreno .....	44
Fotografía 3-3. Estación Estero Carrizo/Los Trapenses durante las cuatro campañas de muestreo .....	71
Fotografía 3-4. Estación Quebrada Oscura/Estero Carrizo durante cuatro campañas de muestreo .....	73
Fotografía 3-5. Estación Desembocadura Las Gualtatas durante las cuatro campañas de muestreo .....	102
Fotografía 3-6. Estación Fundación CAZ, Estero Las Gualtatas durante cuatro estaciones de muestreo .....	104
Fotografía 3-7. Estación Estero Las Gualtatas/Cerro del Medio durante cuatro campañas de muestreo .....	106
Fotografía 3-8. Estación Estero Carrizo Af/Las Gualtatas durante cuatro campañas de muestreo .....	108
Fotografía 3-9. Estación Límite Urbano Las Gualtatas durante cuatro campañas de muestreo .....	110
Fotografía 3-10. Estación Naciente Estero Las Gualtatas en quebrada Queltehues durante cuatro campañas de muestreo .....	111
Fotografía 3-11. Estación Quebrada El Maqui durante cuatro campañas de terreno .....	113
Fotografía 3-12. Estación Estero Manzanito durante cuatro campañas de muestreo .....	147
Fotografía 3-13. Estación Vega en Centro Ski La Parva durante cuatro campañas de muestreo .....	149
Fotografía 3-14. Estación de monitoreo Qda. Manzanito durante las cuatro temporadas .....	151
Fotografía 3-15. Estación de monitoreo Lagunita durante cuatro campañas de muestreo .....	153
Fotografía 3-16. Estación de monitoreo Vega La Vaca/Villa Militar durante cuatro campañas de muestreo .....	154
Fotografía 3-17. Estación de monitoreo Vega Los Chirihues durante cuatro campañas de monitoreo .....	157
Fotografía 3-18. Estación de monitoreo Vega Manantiales durante cuatro estaciones de muestreo .....	158
Fotografía 3-19. Estación de monitoreo Estero Barros Negros durante cuatro campañas de muestreo .....	160
Fotografía 3-20. Estación Vega Valle Nevado durante cuatro campañas de muestreo .....	162
Fotografía 3-21. Ejemplares de zooplancton detectados en los Humedales Urbanos Vegas de Montaña .....	177
Fotografía 4-1. Ejemplares de <i>Rhinella spinulosa</i> y <i>Trichomycterus areolatus</i> en Los Trapenses, verano 2025 .....	194

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca en la necesidad de caracterizar cuatro Humedales Urbanos declarados: Embalse Larraín, Los Trapenses, Estero Las Gualtatas y Vegas de Montaña, con el fin de respaldar la conservación y gestión de estos ecosistemas. La ubicación geográfica en la zona de precordillera de Santiago y la declaración de escasez hídrica son factores clave, pues representan un riesgo a la conservación de estos.

En este contexto, la Municipalidad de Lo Barnechea ha demostrado compromiso solicitando la declaración de sus Humedales como Urbanos, mediante la Ley N°21.202/2020 del Ministerio del Medio Ambiente y su reglamento, lo que obliga a que estos deben ser incluidos en los Instrumentos de Planificación Territorial como “área de protección de valor natural”. Esto conlleva a que los proyectos o actividades que se ejecuten en o cercanos a estos Humedales deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, la declaración de un Humedal Urbano obliga a los municipios a elaborar una ordenanza que contenga criterios de protección, conservación y preservación. De esta forma, el presente estudio entrega los resultados consolidados para la caracterización de los componentes limnológicos de los Humedales Urbanos declarados.

A través de la licitación “Servicio de Línea de Base de Limnología de Los Humedales Urbanos de Lo Barnechea Embalse Larraín, Los Trapenses, Estero Las Gualtatas y Vegas De Montaña” del año 2024 cuyo objetivo principal es consolidar la caracterización limnológica de estos cuatro Humedales Urbanos declarados a partir del análisis de los resultados obtenidos en cuatro campañas de terreno, con el fin de respaldar su conservación y gestión.

Los objetivos más específicos definidos con la contraparte técnica y los consultores son:

1. *Identificar las principales amenazas a la conservación de los Humedales Urbanos*
2. *Determinar los parámetros fisicoquímicos de mayor relevancia en cada Humedal Urbano*
3. *Determinar la biota acuática de relevancia en cada Humedal Urbano*
4. *Analizar los Humedales Urbanos declarados en función de su calidad de agua.*
5. *Analizar los Humedales Urbanos declarados en función de su biodiversidad acuática.*
6. *Analizar los Humedales Urbanos declarados en función de sus sedimentos.*
7. *Determinar el estado trófico de los cuatro Humedales Urbanos declarados.*
8. *Proponer medidas y gestión para la conservación, preservación y uso de cada Humedal Urbano.*

### 1.1 Emplazamiento en la cuenca del río Maipo

Los Humedales Urbanos declarados incluidos en estudio corresponden se ubican dentro de la comuna de Lo Barnechea, en la Región Metropolitana de Santiago y son parte de la cuenca del río Maipo y en específico en subcuenca del río Mapocho Alto, que drena una superficie de 1.022 km<sup>2</sup> (CADE-IDEPE 2004). El aporte hídrico de esta subcuenca se forma a partir de la confluencia

entre río San Francisco y río Molina, recibiendo aportes de estero del Arrayán y estero Las Gualtatas.

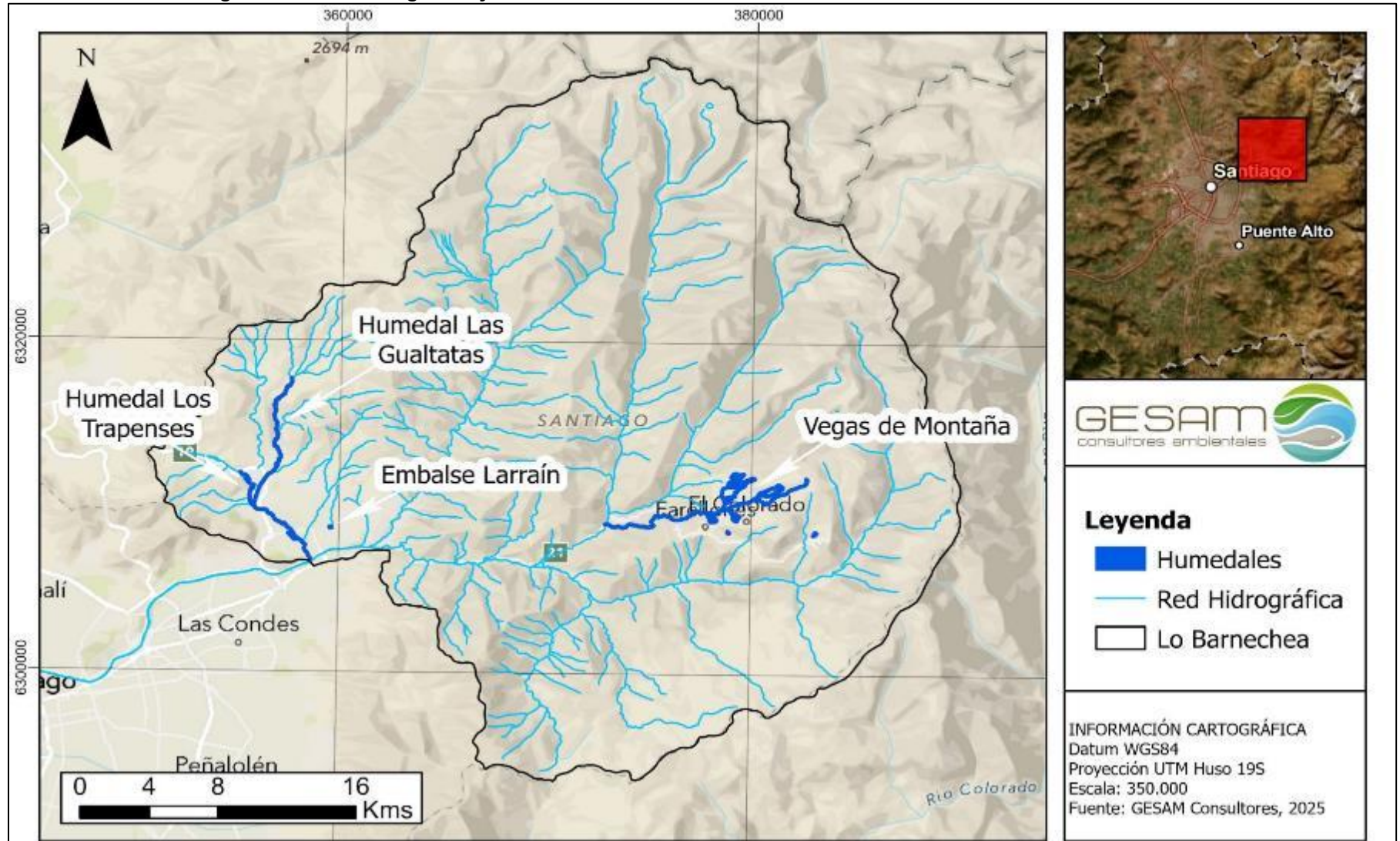
La zona en estudio muestra un régimen hidrológico nival en las partes más altas, donde se identifican los mayores caudales en la época de deshielos y pluvio-nival en la zona del valle central, donde los caudales demuestran dos crecidas en el año: ya sea por los deshielos en primavera o productos de las lluvias invernales. Sin embargo, los mayores caudales se aprecian en junio y julio, producto de las lluvias invernales.

En la Figura 1-1 se muestra la representación cartográfica del área en estudio, identificándose la red hidrográfica de la zona, y las subsubcuenca donde se ubican los Humedales Urbanos en cuestión.

Los Humedales Urbanos declarados incluidos en estudio corresponden a los llamados Vegas de Montaña, Los Trapenses, estero Las Gualtatas y Embalse Larraín, y se ubican dentro de la comuna de Lo Barnechea, en la región Metropolitana de Santiago.

En cuanto a la ubicación en la subsubcuenca, los Humedales Urbanos de Los Trapenses, Estero Las Gualtatas y Embalse Larraín se ubican en la subsubcuenca del río Mapocho entre estero del Arrayán y estero Las Rosas. El Humedal Vegas de Montaña se ubica en su mayoría, en la subsubcuenca de río San Francisco y solo dos cuerpos de agua del Humedal se ubican en la subsubcuenca de Río Molina, a saber: Lagunita y Valle Nevado.

Figura 1-1. Red hidrográfica y subsubcuenca en área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

## 1.1 Caracterización hidrológica de la cuenca río Maipo, segmento MP-1

### 1.1.1 Periodo 1980 – 2002

La información presentada a continuación forma parte del estudio “Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad” (CADE-IDEPE, 2004), el cual efectúa un análisis y caracterización a la calidad de las aguas de la cuenca del río Maipo. Los datos recopilados hacen referencia al Río Mapocho en los Almendros, en la comuna de Lo Barnechea, en el segmento 0572-MP-1.

En la Tabla 1-1 se indican los valores estacionales para el río Mapocho en Los Almendros, junto con la clasificación de las aguas de acuerdo con el instructivo CONAMA. Estos valores son el resultado de las tendencias observadas entre 1980 a 2002.

Los antecedentes recopilados demostrarían una tendencia de altas concentraciones de Cobre, DBO5, Hidrocarburos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Hierro, Azufre, Sólidos Suspendidos y Aceites y Grasas. Cabe destacar que los estudios de la cuenca revelan concentraciones no despreciables de Cobre, aluminio, hierro y molibdeno.

En relación con los factores que inciden en la calidad de las aguas en el tramo del río Mapocho en Los Almendros, estos se verían afectados por factores naturales y antropogénicos.

**Tabla 1-1 Factores incidentes en la calidad de aguas del Río Mapocho en Los Almendros**

Parámetro	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
pH	7,1	0	7,6	0	7,6	0	7,4	0
Conduct. (µS/cm)	330,5	0	274,7	0	233,7	0	194,5	0
Oxígeno dis. (mg/L)	10	0	10	0	10,8	0	9,5	0
RAS	0,3	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0
Cloruro (mg/L)	9,2	0	13,3	0	10,9	0	7,8	0
Sulfato (mg/L)	129,3	1	126,7	1	72,6	0	43,2	0
Cobre (mg/L)	53	2	30	2	1600	4	2310	4
Cromo (µg/L)	20	2	<10	<1	<10	1	<10	<1
Hierro (mg/L)	3,5	2	1,0	1	1,3	2	1,2	2
Manganeso (mg/L)	0,65	4	0,50	4	0,03	0	0,32	4
Molibdeno (mg/L)	0,02	2	<0,01	<1	0,02	2	<0,01	<1
Zinc (mg/L)	0,18	2	0,12	1	0,01	0	0,06	0
Aluminio	6,0	4	3,5	3	0,7	2	11,5	4
Arsénico	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0	0,01	0
Plomo	0,02	1	<0,01	<1	<0,01	<1	<0,01	<1

Parámetro	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase	Valor	Clase
	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
Sólidos sus. (mg/L)	-	-	-	-	139,6	4	-	-
DBO5 (mg/L)	-	-	-	-	2,6	1	-	-
Coliformes Fecales (NMP/100mL)	-	-	-	-	<2	0	-	-
Coliformes Totales (NMP/100mL)	-	-	-	-	6,6	0	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	<0,02	0	-	-

Fuente: Cade-Idepe, 2004.

**Tabla 1-2. Calidad de Agua por Períodos Estacionales para río Mapocho en Los Almendros (1993)**

Factores		Parámetros afectados
Naturales	Antropogénicos	
Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogénica.  Escorrentías de arcillas (aluminosilicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución.  Características dadas por los tributarios que ejercen efectos de concentración y/o dilución.	Descargas difusas de caseríos	SO <sub>4</sub> , Fe, Cu, Cr, Mn, Zn, Al, Pb, Mo.  Posiblemente: SST, Sn, CF, CT, DBO5

Fuente: Cade-Idepe, 2004.

### 1.1.2 Caracterización Periodo 2015-2020

En base al “Informe Técnico de Cumplimiento de Normas de Calidad Ambiental”, elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente y a los “Informes de calidad ambiental” elaborados por el Ministerio del Medio Ambiente, se presentan los resultados para el periodo 2015 a 2017 en la Tabla 1-3 y para el periodo de 2017 a 2020 en la Tabla 1-4.

De acuerdo con estos antecedentes, se evidencian valores puntuales (1 o 2 registros en el periodo) de altas concentraciones de DBO5, nitrato y fosfato, lo que podría asociarse a la contaminación difusa de descargas domiciliarias. En cuanto a los resultados de parámetros metálicos, estos demuestran altas concentraciones de Zinc disuelto y Sulfato en repetidas oportunidades, lo que coincide con las tendencias registradas para la misma estación, en los estudios CADE-IDEPE ejecutados para la cuenca, lo que demuestra una tendencia histórica en estas concentraciones.

**Tabla 1-3. Resultado del monitoreo en áreas de vigilancia MP-1 durante el período 2015-2017**

Parámetros	Unidad	Valor Norma	2015				2016				2017			
			Ver	Ot	Inv	Pri	Ver	Ot	Inv	Pri	Ver	Ot	Inv	Pri
pH	mg/L	6,5 – 8,7	6,5	8,3	8	7,3	6,4	7,5	8,2	8,3	7,9	7,9	8,5	9,3
Conductividad	mg/L	400	358	382	280	160	341	267	179	236	353	280	208	225
Oxígeno Disuelto	mg/L	8	9	10	11	9	8	11	10	10	9	10	9	9
Cloruro	mg/L	30	9	26	39	9	9	12	18	9	6	17	60	9
Sulfato	mg/L	150	127	130	53	SM	133	51	31	42	154	91	55	95
Cromo	mg/L	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Níquel disuelto		0,02	DI	0,005	0,002	0,001	0,001	0,01	0,002	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01
Plomo	µS/cm	0,007	DI	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Zinc	mg/L	0,03	0,11	0,06	0,02	0,01	0,09	0,05	0,02	0,04	0,11	0,03	0,03	0,07
Nitrato	mg/L	1,5	0,3	0,4	0,9	0,4	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,4
Ortofosfato	mg/L	0,08	0,01	0,004	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,003	0,01	0,01	0,02	0,01
DBO5	mg/L	5	SM	DI	DI	DI	DI	3	3	2	8	2	2	2

Celdas en naranja indican valores que sobrepasan la NSCA area de Vigilancia MP-1. Fuente: MMA, 2019.

**Tabla 1-4. Resultado del monitoreo en áreas de vigilancia MP-1 durante el período 2017-2020**

Parámetro	Unidad	Valor Norma	2018				2019				2020			
			Ver	Ot	Inv	Pri	Ver	Ot	Inv	Pri	Ver	Ot	Inv	Pri
pH	Unidad	6,5 – 8,7	7,39	7,97	7,94	8,2	7,6	7,17	7,38	7,54	7,76	8,15	8,17	8,21
Conductividad	µS/cm	400	364,3	308	279	212	365	368	452	352	399	419	186	178
Oxígeno Disuelto	mg/L	8	7,55	9,12	9,98	8,34	7,97	8,56	9,8	8,96	8,36	10,3	11,8	11,3
Cloruro	mg/L	30	8,5	11,8	29,3	19,6	8,6	13,6	34,2	10,7	7,5	20,2	7,1	4,9
Sulfato	mg/L	150	194,5	140	51,8	86,4	144	129	94,3	118,5	179	152	18,4	40,1
Cromo Total	mg/L	0,05	0,001	0,010	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,016	0,03	0,03
Níquel Disuelto	mg/L	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0093	0,0027	0,009	0,001	0,006	0,001	0,001
Plomo Disuelto	mg/L	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0034	0,0003	0,003	0,001	0,0006	0,001	0,001
Zinc disuelto	mg/L	0,03	0,1	0,04	0,04	0,02	0,11	0,07	0,02	0,06	0,3	0,06	0,03	0,05
Nitrato	mg/L	1,5	0,409	0,57	0,73	0,46	0,36	0,49	0,68	0,40	0,29	1,81	1,92	0,63
Ortofosfato	mg/L	0,08	0,009	0,004	0,02	0,01	0,003	0,004	0,013	0,005	0,014	0,11	0,023	0,008
DBO5	mg/L	5	2	2	3	2	2	3	2	1	1	1,6	2	2

Celdas en naranja indican valores que sobrepasan la NSCA Area de Vigilancia MP-1. Fuente: SMA, 2021.

### 1.1.3 Caracterización en base a datos de Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea (Periodo 2021-2022)

Para complementar los hallazgos extraídos del estudio CADE-IDEPE (2004) para la cuenca del río Maipo, se obtuvieron los registros de calidad de aguas del portal “Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea”<sup>1</sup> para tres estaciones: Río Mapocho en Los Almendros (la misma caracterizada con datos de CADE-IDEPE) y dos adicionales, Río Mapocho después de junta con Estero Las Gualtatas y Estero Manzanito en puente Manzanito.

En la Tabla 1-5 se presenta el detalle de las estaciones utilizadas para realizar los análisis de la tendencia históricas para distintos parámetros.

**Tabla 1-5. Estaciones calidad de aguas DGA.**

Código estación	Nombre estación	Coordenadas UTM WGS 84		
		Huso	Norte	Este
05721018-4	Estero Manzanito en puente Manzanito	19	376.206	6.309.393
05722002-3	Río Mapocho en Los Almendros	19	365.020	6.306.679
05730060-4	Río Mapocho después de junta con estero Las Gualtatas	19	358.524	6.306.550

Fuente: DGA, 2024.

De estas estaciones se obtuvieron los registros de cuatro campañas de monitoreo para cada estación, entre los años 2021 y 2022. El área de estudio abarca los dos tramos de vigilancia definidos para el río Mapocho, el segmento 0572-MP-1 (desde su nacimiento hasta estero del Arrayán) y segmento 0572-MP-2 (desde el río Mapocho en el Arrayán hasta la confluencia con el río Maipo). En las Tabla 1-6 y Tabla 1-7 se entregan los resultados para las estaciones ubicadas en el segmento MP-1 y MP-2 respectivamente.

De forma adicional, los resultados se contrastaron con los límites establecidos para ambos tramos, de acuerdo con el DS 53/2014 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.

Con respecto al segmento MP-1, los resultados en estero Manzanito muestran eventos puntuales de altas concentraciones de DBO5, Nitrato y Fosfato, esto podría asociarse a la contaminación difusa de descargas domiciliarias. En cuanto a los resultados en el río Mapocho en los Almendros, estos demuestran altas concentraciones de Zinc disuelto y Sulfato en verano del 2021 y 2022, sin embargo, estos resultados coinciden con las tendencias registradas para la misma estación, en los estudios CADE-IDEPE (2004) ejecutados para la cuenca, lo que demuestra una tendencia histórica en las concentraciones.

Finalmente, y si bien no está normado en el DS 53/2014, se hace énfasis en las concentraciones de Cobre encontradas en el Río Mapocho en Los Almendros y después de Estero Las Gualtatas,

<sup>1</sup> <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>

donde se identificaron concentraciones superiores a 0,2 mg/L, valor máximo establecido para aguas de riego de acuerdo con la NCh 1.333 Of. 78 Mod. 87.

**Tabla 1-6. Registros en estaciones de calidad de aguas la DGA**

Parámetro	Unidad	DS5	ESTERO MANZANITO EN PUEBLO MANZANITO				RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS			
		3	7-6-21	15-11-21	22-6-22	30-11-22	17-11-21	30-9-22	2-11-22	20-12-22
Alcalinidad	mg/L	-	-	55	-	34,5	25	51	36	20
Arsénico Tot.	mg/L	-	0,004	0,002	0,002	0,004	0,004	-	0,005	-
Cloruro	mg/L	<b>30</b>	1,3	1	13,4	1	8,4	9,4	6,7	10
Calcio Tot.	mg/L	-	25,1	19,4	40	20,3	47,9	-	36,6	-
Cobre Tot.	mg/L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<b>2,41</b>	-	<b>0,447</b>	-
Conductividad Específica	µS/cm	<b>400</b>	183	89,3	292,2	123,8	323,6	124	223,4	390,9
Cromo Tot.	mg/L	<b>0,05</b>	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,003
DBO5	mg/L	<b>5</b>	3	<b>19,4</b>	<1	<1	5	<1	<1	-
Hierro Tot.	-	-	0,68	0,76	0,92	1,05	0,98	-	1,93	-
Fosfato (Ortofosfato)	mg/L	<b>0,08</b>	0,041	0,016	<b>0,235</b>	0,018	<0,008	-	0,009	<0,008
Magnesio Tot.	mg/L	-	4,12	2,89	5,93	3,03	<6,82	-	5,14	-
Níquel Dis.	mg/L	<b>0,02</b>	0	<0,001	0	<0,001	0,012	<0,001	0,002	<0,01
N-nitrato	mg/L	<b>1,5</b>	0,635	0,07	<b>3,463</b>	0,376	0,308	-	0,607	0,367
Níquel Tot.	mg/L		0,001	<0,001	0	<0,001	0,006	0,002	0,008	-
Oxígeno Dis.	mg/L	<b>8</b>	10,63	9,26	10,19	9,88	-	9,57	10,09	9,3
Ph	UpH	<b>6,5-8,5</b>	8,34	8,23	8,27	7,61	7,98	6,88	6,86	6,8
Plomo Tot.	mg/L	-	0,002	<0,001	0	0,006	0,001	0,005	0,002	-
Plomo Dis.	mg/L	<b>0,007</b>	0,001	<0,001	0	<0,001	0,005	<0,001	0,001	0,006
Sulfato	mg/L	<b>150</b>	16,1	11,4	25,3	7,4	123,9	42,4	54,8	<b>169,9</b>
Temperatura	°C	-	5,86	7,82	2,4	7,6	11,65	10,37	8,2	13,9
Turbiedad	NTU	-	-	13,2	27,5	-	22,8	-	-	30,15
Zinc Tot.	mg/L	-	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	12	-	0,03	-
Zinc Dis.	mg/L	<b>0,03</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<b>0,05</b>	0,01	0,02	<b>0,12</b>

Celdas en color naranja indican valores que sobrepasan la NSCA 53/14 y números en rojo indica altas concentraciones respecto a la NCh 1.333. Fuente: DGA, 2024. Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea.

Con respecto al segmento MP-2 (Tabla 1-7), los resultados en el río Mapocho dan cuenta de aguas que se mantienen en los límites de calidad establecidos para distintos parámetros, con

excepción de la Conductividad. En verano del 2022 se evidencia un alza puntual para este parámetro, sin embargo, no es posible justificar su origen.

**Tabla 1-7. Registros en estaciones de calidad de aguas de la DGA**

Parámetro	Unidad	DS53	RIO MAPOCHO DESPUES DE JUNTA CON ESTERO LAS GUALTATAS			
			MP2	8-6-21	17-11-21	23-6-22
Alcalinidad	mg/L	-	-	90	-	102
Arsénico Tot.	mg/L	-	0,005	0,006	0,005	0,008
Cloruro	mg/L	<b>240</b>	51,8	1,7	29,5	16,8
Calcio Tot.	mg/L	-	72,289	60,1	65,7	57,6
Cobre Tot.	mg/L	-	0,05	<b>0,49</b>	0,07	0,089
Conductividad Específica	µS/cm	<b>1.600</b>	222	438,7	492	<b>3.860</b>
Cromo Tot.	mg/L	<b>0,05</b>	<0,03	0,03	<0,03	<0,03
DBO5	mg/L	<b>10</b>	<2	-	<2	<1
Hierro Tot.	-	-	0,19	1,21	0,94	1,75
Fosfato (Ortofosfato)	mg PO4/L	<b>2,5</b>	0,01	0,059	0,26	0,05
Magnesio Tot.	mg/L		14,68	12,44	11,61	11,27
Níquel Dis.	mg/L	<b>0,02</b>	0,001	-	0	<0,001
N-nitrato	mg/L	<b>10</b>	1,751	1,022	1,978	1,235
Níquel Tot.	mg/L		0,003	-	0	<0,001
Oxígeno Dis.	mg/L	<b>6</b>	10,77	9,43	10,15	9,66
pH	UpH	<b>6,5-8,5</b>	8,12	8,36	7,96	8,44
Plomo Tot.	mg/L	-	0,001	-	0	<0,001
Plomo Dis.	mg/L	<b>0,007</b>	0	-	0	<0,001
Sulfato	mg/L	<b>380</b>	107,7	122,4	84,3	74,2
Temperatura	°C	-	9,87	16,6	10,6	150
Turbiedad	NTU	-	-	35,6	27,94	-
Zinc Tot.	mg/L	-	0,02	0,03	0,02	0,01
Zinc Dis.	mg/L	<b>0,03</b>	<0,01	<0,01	0,01	<0,01

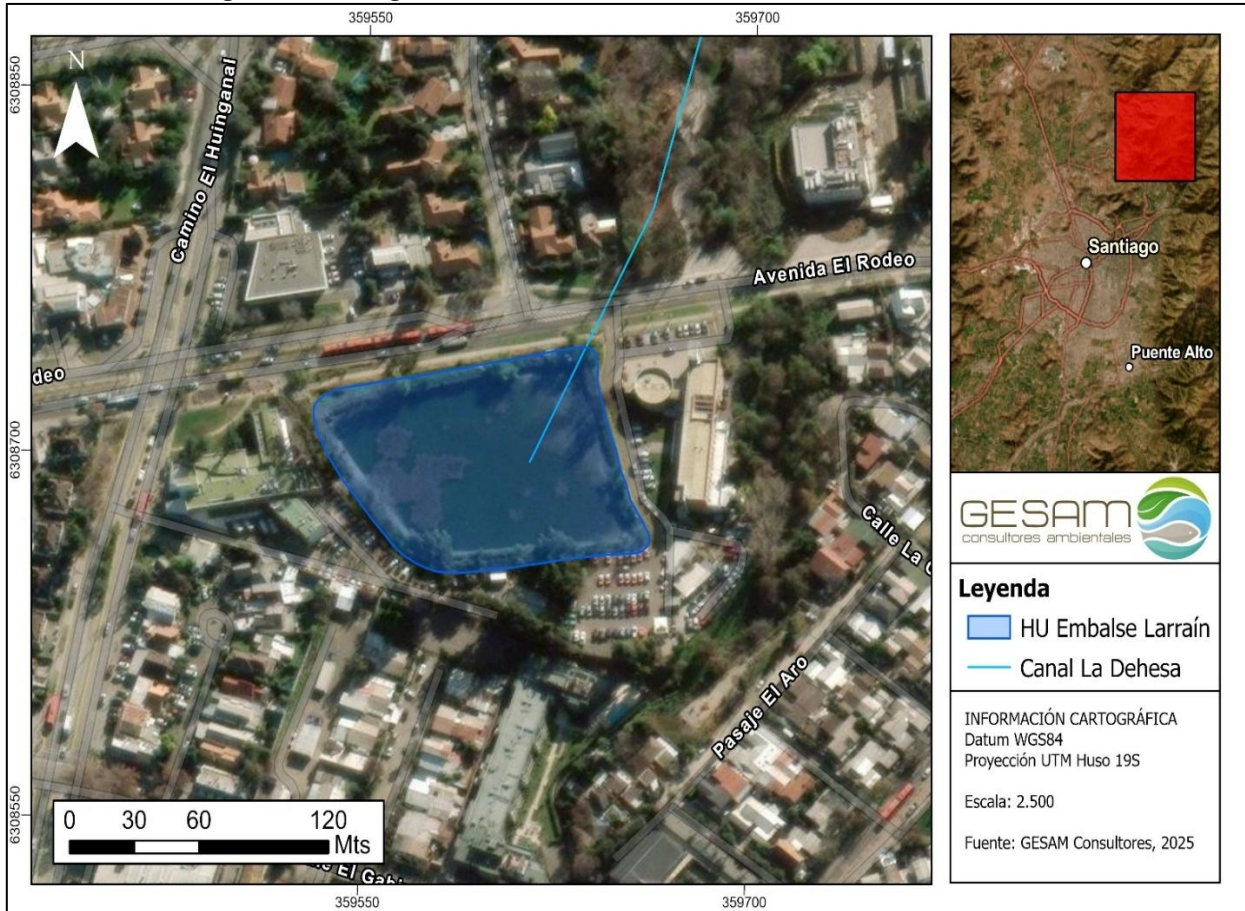
Celdas en naranja indican valores que sobrepasan la norma y numeros en rojo indica altas concentraciones respecto a la NCh 1.333. Fuente: DGA, 2024. Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea.

## 1.2 Humedales Urbanos de la comuna de Lo Barnechea

### 1.2.1 Humedal Urbano Embalse Larraín

Embalse de origen antrópico inmerso en la ciudad, entre las calles El Rodeo y Camino del Candil. El polígono y ubicación promulgado en la declaración como humedal urbano se presenta en la Figura 1-2.

**Figura 1-2. Polígono de extensión Humedal Urbano Embalse Larraín**



Fuente: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-municipales-region-metropolitana-de-santiago/>

### 1.2.2 Humedal Urbano Los Trapenses

El Humedal Los Trapenses pertenece a la cuenca del Río Maipo, la cual es de tipo exorreica y de origen andina, el estero aportante al humedal es el Estero Las Gualtatas, que a su vez se alimenta del Estero Los Hippiés y del Estero El Carrizo. El polígono y ubicación promulgado en la declaración como humedal urbano se presenta en la Figura 1-3.

**Figura 1-3. Polígono de extensión Humedal Urbano Los Trapenses**

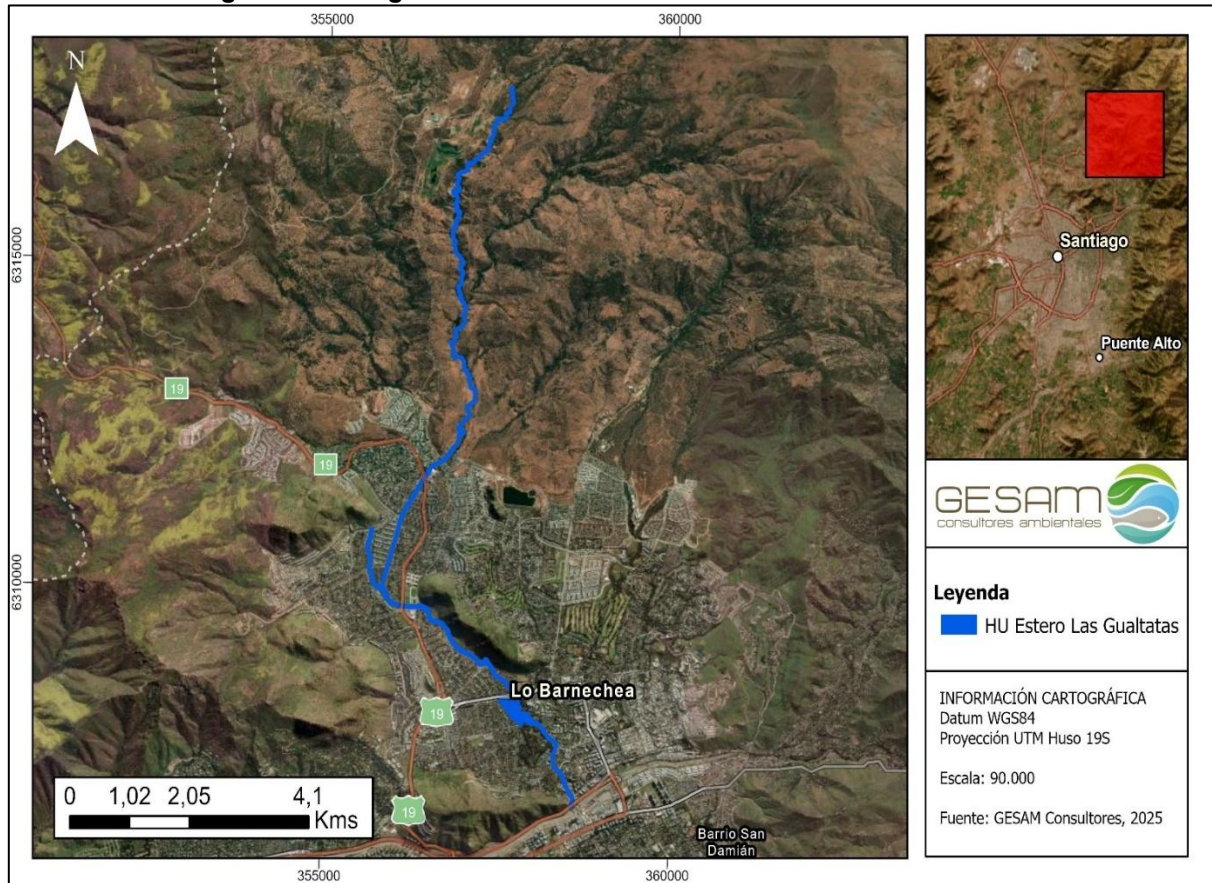


Fuente: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-municipales-region-metropolitana-de-santiago/>

### 1.2.3 Humedal Urbano Estero Las Gualtatas

El humedal Estero Las Gualtatas pertenece a la Cuenca del Río Maipo, la cual es de tipo exorreica y de origen andina. A su vez, este humedal es parte de la subcuenca del Río Mapocho Alto y de la subsubcuenca del Río Mapocho entre Estero Arrayán y bajo unta Estero de Las Rosas (DGA, 2017). Los principales afluentes de este estero son la Quebrada Los Hundidos, la Quebrada Los Queltehues, Quebrada El Maqui, Quebrada el Manzano y otras quebradas sin nombre. El polígono y ubicación promulgado en la declaración como humedal urbano se presenta en la Figura 1-4.

**Figura 1-4. Polígono de extensión Humedal Urbano Las Gualtatas**



Fuente: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-municipales-region-metropolitana-de-santiago/>

#### 1.2.4 Humedal Urbano Vegas de Montaña

El humedal se emplaza en un paisaje cordillerano marcado por una geomorfología accidentada por formaciones rocosas, quebradas de gran profundidad, vegetación nativa asociada a las laderas inclinadas con grandes volúmenes de material de acarreo y cursos de agua permanentes y superficiales que generan ambientes propicios para el desarrollo de humedales, como son las vegas altoandinas. La acumulación de nieve y posterior derretimiento da origen a arroyos y vegas. El polígono y ubicación promulgado en la declaración como humedal urbano se presenta en la Figura 1-5.

**Figura 1-5. Polígono de extensión Humedal Urbano Vegas de Montaña**



Fuente: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-municipales-region-metropolitana-de-santiago/>

## 2 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES URBANOS

### 2.1 Descripción del hábitat

En cada estación de monitoreo definidas para los Humedales Urbanos se registraron las condiciones básicas del hábitat acuático y características de contaminación según observaciones del profesional en terreno. Todos los parámetros y atributos medidos *in situ* se presentan en la Tabla 2-1.

**Tabla 2-1. Parámetros a medir *in situ***

Parámetro	Unidad de medida	Método
Ancho típico	Metros	Cinta métrica
Ancho total	Metros	Cinta métrica
Profundidad típica	Metros	Cinta métrica
Profundidad máxima	Metros	Cinta métrica
Transparencia	Metros	Disco Secchi. Solamente en Embalse Larraín
Velocidad	Metros/segundos	Correntómetro
Parámetros de observación		
Flujo	Visual	Alta, media, baja o nula
Tipo general del curso de agua		Laguna, vega, ritrón, potamón, estuario, pozón, humedal o bofedal
Morfología		Rápidos, pozón, canal o caídas
Sustrato		Arena, clastos, limo o bolones
Sólidos flotantes y/o espumas no naturales	Presencia/ausencia	Según observador en terreno
Materias que sedimenten formando depósitos objetables		
Materias que en concentraciones o combinaciones que sean tóxicas o que produzcan olor, color, sabor o turbiedad objetable		
Sustancias y condiciones o combinaciones de éstas en concentraciones que produzcan vida acuática indeseable		
Olor		
Color		
Transparencia		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2 Caracterización en función de la Calidad de las Aguas Superficiales

#### 2.2.1 Parámetros *in situ*

Para la determinación de la calidad de las aguas superficiales de los Humedales Urbanos

declarados se hicieron mediciones de cinco parámetros fisicoquímicos *in situ*, los cuales, junto con el método de análisis, se presentan en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2. Parámetros fisicoquímicos a medir *in situ***

Parámetro	Unidad de medida	Método de análisis
Temperatura en agua corriente	°C	Termómetro digital
Conductividad eléctrica	µS/cm	Conductímetro digital
pH	UpH	pH-metro digital
Oxígeno Disuelto	mg/L	APHA/AWWA/WEF."

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio

Se tomaron muestras de aguas en cada estación de monitoreo. Las muestras de agua fueron tomadas por el ETFA del Laboratorio ALS Life Sciences, utilizando frascos de polietileno de alta densidad o vidrio directamente del agua según los procedimientos de la Norma Chilena, específicamente la Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua (NCh-ISO 5667/6.2015). Las muestras fueron almacenadas en cajas térmicas aislantes y transportadas a laboratorio para los respectivos análisis, respetando su cadena de custodia, de acuerdo con lo indicado en la Guía sobre la preservación y manejo de las muestras (NCh 411/3.Of.2014).

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio ALS, acreditado según la norma NCh. -ISO 17025. Los parámetros de calidad del agua se analizaron mediante los métodos del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 23th Edition (AWWA, 2017) y las "Normas Chilenas del Manual de la Superintendencia de Servicios Sanitarios: Métodos de Análisis Fisicoquímicos de Agua Potable" (1997).

Las variables por estudiar corresponden a las exigidas definidas en las bases de la licitación En la Tabla 2-3 se presenta el listado de parámetros, unidades, junto con el método de análisis y los límites de detección reportados por el laboratorio ALS.

**Tabla 2-3. Parámetros fisicoquímicos a analizados en laboratorio**

Parámetro	Métodos	Unidad	LD	LQ
Temperatura	QWI-IO-TEMP-01 (Issue B Modification 1)	°C	0,1	0,1
Conductividad	QWI-IO-CE-01 Emisión B mod. 6	µS/cm	0,5	1,0
pH	QWI-IO-pH-01 Emisión B mod. 3	---	---	---
Oxígeno Disuelto	APHA 4500 O-G, Ed 23, 2017	mg/L	0,1	0,5
Nitrógeno Total	SM 4500-N. Ed. 23, 2017	mg/L	0,5	1,0
Nitrógeno-Nitrato (Nitrato)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,01	0,05

Parámetro	Métodos	Unidad	LD	LQ
Nitrógeno-Nitrito (Nitrito)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,0 1	0,0 9
Amonio	SM 4500-NH3-D, Ed.23 2017	mg/L	0,0 3	0,1 0
Fósforo Total	US EPA Method 6020 A; Rev 1,2007, US EPA Method 3010 A Rev 1,1992. Espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente ICPM	mg/L	0,0 010 0	0,0 050 0
Fosfato-P (Ortofosfato)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,0 1	0,1 3
Clorofila-a	QWI-IO-Clorofila-01 (Issue B Modification 6)	mg/m <sup>3</sup>	2	5
Coliformes Fecales	9221. E (E1 y E2)	NMP/ 100 mL	1,8	160 0
Coliformes Totales	9221. B	NMP/ 100 mL	1,8	1,8
Aceites y Grasas (Grasas y aceites)	QWI-ORG-AyGIR-01 (Issue B Modification 5)	mg/L	0,8	1,0
DBO5	QWI-IO-DBO5-01 (Issue A Modification 3)	mg/L	2,0	5
Color	QWI-IO-Color-01 (Issue B Modification 2)	UC Pt-Co	5	5
Olor	SM 2150 B Ed 23, 2017 2150 B	---	---	---
Turbiedad	QWI-IO-TURB-01 (Issue B Modification 3)	NTU	0,0 2	0,5 0

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Normativa de calidad de aguas superficiales vigentes

Los resultados de los parámetros de calidad de agua antes mencionados, son comparados con los valores de los límites máximo/o mínimos, señalados en la normativa vigente. En este monitoreo se tienen como indicadores de calidad de agua superficiales a:

#### 2.2.3.1 Norma Chilena 1.333 de 1978 (modificada en 1987)

Norma chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos”: Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo con requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado.

#### 2.2.3.2 Decreto Supremo N° 53 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.

Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.

Para los análisis de los resultados de este monitoreo, se utilizó los valores de referencia de los dos tramos de vigilancia definidos para el río Mapocho en los MP-1 y MP-2 (segmento 0572-MP-1 desde su nacimiento hasta estero del Arrayán y segmento 0572-MP-2 desde el río Mapocho en el Arrayán hasta la confluencia con el río Maipo), dada el área geográfica de los Humedales Urbanos de Lo Barnechea.

## 2.3 Caracterización de los Humedales Urbanos en función de su biodiversidad acuática

### 2.3.1 Fitoplancton

Para el análisis cuantitativo de fitoplancton se toman muestras subsuperficiales de agua, en la zona fótica de los Humedales. Las muestras son obtenidas a partir del filtrado de 1 litro de volumen de agua y preservadas con lugol para su traslado al laboratorio.

Las muestras son analizadas de acuerdo el método de sedimentación (Utermöhl, 1958) en cámaras de sedimentación marca Hydrobios con volúmenes que varían entre 3 y 50 cc, dejando sedimentar por lo menos 2 horas por centímetro de altura según las recomendaciones de Elosegi & Sabater (2009), para el análisis se utiliza un microscopio invertido Leica DMi1 con objetivos de 4X, 10X, 20X y 40X y con oculares con una magnificación de 10x. Utilizándose para el conteo de organismo el aumento de 40x. Para cada muestra se contabilizaron los individuos viables (que aún presenten cloroplastos) hasta que la especie más abundante alcance los 100 individuos o se llegase a los 300 campos, lo que se cumpliera primero.

La identificación taxonómica de los géneros se basa en: Bicudo & Menezes (2005) Bigg & Kilroy (2000), Bourrelly (1970), Cox (1996), Parra & Bicudo (1996), Parra et al. (1982a, 1982b, 1982c y 1983), Round et al. (1996) y Sant'Anna et al. (2006).

### 2.3.2 Flora acuática y vegetación de ribera

El muestreo de la macroflora acuática incluyó colecta e identificación en terreno de plantas vasculares acuáticas y ribereña, hasta un radio de 50 metros en cada estación de monitoreo, incluyendo: la ribera húmeda; playas de sustratos blandos (arenas y limos): playas de sustratos duros (clastos y rocas): el cauce del río hasta la profundidad con presencia de plantas; y zonas de salpique en rocas del cauce con presencia de plantas. Se colectaron e identificaron las especies emergentes, semi-emergentes y sumergidas.

Las especies fueron identificadas en terreno por el especialista, y en caso de duda, herborizadas para su posterior identificación en gabinete. La identificación se realizó al máximo nivel taxonómico posible considerando las descripciones de Ramírez et al. (1982), Matthei (1995), San Martín et al. (1999) y de acuerdo a la taxonomía del Catálogo de las plantas vasculares de Chile Rodríguez et al. 2018. Con esta información se elaboró un listado de especies presentes por estación.

De forma adicional, se realizó una estimación semi cualitativa de la vegetación en el lugar de

muestreo, considerando del porcentaje de cobertura vegetal a través de la proyección vertical del dosel presente con relación a la superficie total de la estación de monitoreo. Los porcentajes de cobertura se estiman en rangos de: 1-5 %; 5-10 %; 10-25 %; 25-50 %; 50-75 %; 75-100 %, de acuerdo a Etienne y Prado (1982).

### 2.3.3 Macrozoobentos

En todas las estaciones de monitoreo prospectadas se colectó muestras del sustrato (mediante pesca eléctrica y remoción del fondo) y se envió a laboratorio para la identificación de macroinvertebrados.

El método consiste en una revisión del tramo del cauce (piedras, arena y fango), mediante una técnica conjunta de remoción del sustrato y pesca eléctrica (Stark et al. 2001; Taylor et al. 2001). El asistente de terreno fija la red al sustrato en dirección contraria al flujo del cauce, mientras el otro profesional remueve el fondo y revisa manualmente bajo clastos grandes y bolones.

Este procedimiento se realiza con una red de ancho de base 33 cm, de 20 cm de altura. Las patadas y revisiones abarcan 1 m delante de la red completando 0,33 m<sup>2</sup>. El procedimiento se repite 3 veces, cubriendo los microhábitats representativos, abarcando un área total de 1 m<sup>2</sup>.

Esta metodología entrega una caracterización cuantitativa del área y contempla una mayor superficie que los métodos tradicionales, por cuanto el número de réplicas está asociado a la diversidad de microhábitats (Barbour & Gerritsen, 1996; Cummins, 1962; Morin, 1985). Con la pesca eléctrica se incluyen los sectores de fondos blandos, disminuyendo el detrito acumulado por los métodos de colección manuales (Taylor et al. 2001). Además, este procedimiento permite muestrear la sección completa del cauce, mientras que los métodos tradicionales (redes Surber, Hess, etc.) generalmente están asociados a una caracterización ribereña (Scrimgeour et al. 1993; Cummins, 1962; Morin, 1985; Taylor et al. 2001).

Los individuos fueron identificados siguiendo los trabajos de Lepretto & Tell (1995), Bertrand (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1996, 1999), Merrit & Cummins (1996), Fernández & Domínguez (2001), Jerez & Moroni (2006), Rojas (2006), Jara et al. (2006), Valdovinos (2006), Vera & Camousseight (2006) y Camousseight (2006). Esta identificación se realiza al nivel máximo posible considerando Phylum, Clase, Orden y Familia. Con esta información se elaboró un listado de taxón por estación.

### 2.3.4 Zooplancton

Para la obtención de las muestras se utilizó una red tipo Wisconsin con diámetro de boca de 9,0 cm y abertura de malla de 55 µm. Para la toma de muestras se filtró un volumen conocido (al menos 10 litros) de agua. Las muestras fueron fijadas con alcohol.

Para el recuento de la muestra se utilizó un microscopio estereoscópico Leitz a diferentes magnitudes. Los valores se expresan en valores de densidad (Ind/l). Con esta información se

elaboró un listado de taxón presentes por estación.

### 2.3.5 Macrocrustáceos

Se colectó muestras para macrocrustáceos en las aguas superficiales mediante la técnica de pesca eléctrica descrita para la ictiofauna y zoobentos (Stark et al., 2001; Taylor et al., 2001). Los individuos fueron identificados siguiendo a Jara (1994), Bahamonde et al. (1998), Pérez et al. (2002), Pérez-Losada et al. (2002). Esta identificación se realiza al nivel máximo posible considerando Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Se elaboró un listado de especies presentes por estación de terreno.

### 2.3.6 Anfibios en fase acuática

Se realizó un muestreo de anfibios en fase acuática mediante la técnica de pesca eléctrica descrita para la ictiofauna, macrozoobentos y macrocrustáceos (Stark *et al.* 2001, Taylor *et al.* 2001), en las 20 estaciones de monitoreo. Se colectó muestras para anfibios en las aguas superficiales (mediante pesca eléctrica y filtrado del curso de agua).

Esta identificación se realiza al nivel máximo posible considerando Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Se elaboró un listado de especies presentes por estación de terreno.

### 2.3.7 Fauna íctica

Se realizó el muestreo durante la campaña de primavera para la fauna íctica, en todas las estaciones de monitoreo prospectadas mediante pesca eléctrica.

El muestreo de la fauna íctica se realizó mediante pesca eléctrica utilizando un equipo electrónico de bajo impacto (SAMUS 725MP). La técnica empleada, que permite la pronta recuperación y restitución de los ejemplares, se aplicó por unidades de tiempo fijas de hasta 30 minutos o estandarizada en barridos representativos de 100 m<sup>2</sup> por cada estación.

Los ejemplares capturados fueron identificados *in situ* hasta nivel de especie, medidos para longitud estándar (LE) y peso total (PT), siendo luego liberados en el sitio de captura. Con los valores de LT y PT se determinó el factor de crecimiento de las especies colectadas. La identificación se hizo según Arratia (1981), Campos (1979) y Ruíz & Marchant (2004).

Se elaboró un listado de especies a nivel de Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y especie. Se determinó además el estado de conservación para cada especie identificada según las clasificaciones del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE D.S. N° 75/2005) o según prelación.

#### 2.3.7.1 Permiso de pesca

El consultor cuenta con el permiso de pesca extendido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, que lo autorizan a realizar pesca de investigación en este proyecto (R. EX. N° E-

2024-117). Este permiso se incluye como Anexo 1.

### 2.3.8 Determinación de Índices ecológicos

Para el grupo de zoobentos, de mayor importancia relativa en este estudio, se estimaron índices ecológicos con el objetivo de estandarizar la biodiversidad en cada estación de monitoreo, considerando las variaciones de abundancia y riqueza específica de las especies registradas. Estos índices presentan relevancia informativa en tanto que entregan, de manera directa, una asociación con distintos componentes asociados a la diversidad, como la homogeneidad de la muestra, entendida como la representatividad similar de las especies colectadas, y la dominancia, que entrega una probabilidad de ocurrencia de aquellas especies mayormente colectadas.

Los índices calculados corresponden a riqueza específica (S), abundancia relativa ( $p_i$ ) y los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), homogeneidad de Pielou ( $J'$ ) y dominancia de Simpson (C). Una breve descripción de cada uno de estos índices y las fórmulas de cálculo correspondientes a cada uno de estos diferentes índices ecológicos se entregan a continuación:

#### 2.3.8.1 Riqueza específica

La riqueza específica (S) corresponde al número total de especies obtenido por un censo de la muestra.

#### 2.3.8.2 Abundancia relativa

Corresponde a la proporción que representa los individuos de una especie en particular respecto al total de individuos de la muestra, expresado en valor porcentual.

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_i n_i} \times 100$$

Donde:

$p_i$  = Abundancia relativa de la especie  $i$ .

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$ .

#### 2.3.8.3 Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Considera la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza específica) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$ , registrados en la muestra (número de individuos de la especie  $i$  dividido por el número total de individuos de la muestra).

S = Número total de especies presentes (riqueza específica).

#### 2.3.8.4 Índice de dominancia de Simpson

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra correspondan a la misma especie. Adquiere valores entre 0 y 1.

$$C = \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

Donde:

C = Índice de dominancia de Simpson.

pi = Proporción de individuos en la muestra que pertenecen a la especie i.

S = Número total de especies presentes (riqueza específica).

#### 2.3.8.5 Índice de homogeneidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou, o índice de homogeneidad, mide la proporción en que se encuentra representada la diversidad observada respecto a la máxima diversidad esperada. Es decir, compara qué tan diversa es una muestra en relación con la diversidad máxima esperada a partir del número de especies presentes. Su valor varía entre 0 a 1.

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

Donde:

J' = Índice de uniformidad.

H = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H<sub>max</sub> = Diversidad máxima esperada, calculada como ln(S).

S = Número total de especies presentes (riqueza específica).

#### 2.3.8.6 Índice Biótico de Familias para macroinvertebrados bentónicos

Adicionalmente a los índices ecológicos, se calculó el Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF), el cual contempla el uso de macroinvertebrados bentónicos o macrozoobentos como indicadores de la calidad del sistema acuático. Este índice biótico clasifica los cuerpos de agua respecto a la composición y tolerancia de los taxa frente a perturbaciones ambientales. De esta manera, la presencia o ausencia de un grupo y su abundancia se pondera de acuerdo con la sensibilidad que presenta al factor de perturbación que se quiera valorar. Dentro de los índices bióticos en Chile, el ChIBF goza de mayor aceptación y suele utilizarse en conjunto con el SIGNAL (Figueroa *et al.*, 2007).

El Índice Biótico de Familias (IBF) fue desarrollado por Chutter en 1972 para los ríos de Sudáfrica y modificada por Hinselhoff en 1988 para aguas de climas templados de Norteamérica. Actualmente es uno de los más utilizados por la US EPA (Mackie, 2001). Este índice, sobre la base del tipo de familias presentes en un tramo del río y un puntaje asignado a cada familia en función a su sensibilidad a la contaminación, permite clasificar el tramo de un río de Clase I

(excelente) a Clase VII (muy malo) (Tabla 2-4). La aplicación del IBF en Chile (ChIBF) sigue a Figueroa *et al.* (2003, 2007).

**Tabla 2-4. Sistema de clasificación basado en los valores del Índice Biótico de Familias (ChIBF)**

Clase de calidad	Rangos del ChIBF	Calidad del agua	Código de colores
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: Figueroa *et al.*, 2003.

El valor del IBF se obtiene de la fórmula:

$$IBF = \frac{\sum n_i t_i}{N}$$

Donde:

$n_i$  = Número de individuos por familia.

$t_i$  = Puntaje de tolerancia asignado a cada familia (tabla siguiente).

$N$  = Total de individuos de la muestra.

Los puntajes de tolerancia se muestran en la Tabla 2-5, donde el valor 0 es asignado a las familias más sensibles a la contaminación orgánica y un valor 10 a las familias más tolerantes. Aquellas Familias que aparezcan en la muestra que no tienen valor de tolerancia no se incluyen para calcular el índice.

**Tabla 2-5. Valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos dulceacuícolas.**

Orden o clase	Familia	Valor de tolerancia
Plecoptera	Gripopterygiidae	1
	Notonemouridae	0
	Perlidae	1
	Diamphipnoidae	0
	Eustheniidae	0
	Austroperlidae	1
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Caenidae	7
	Leptophlebiidae	2
	Siphoneuridae	7
	Oligoneuridae	2
	Ameletopsidae	2
	Coloburiscidae	3

Orden o clase	Familia	Valor de tolerancia
	Oniscigastridae	3
Odonata	Aeshnidae	3
	Calopterygidae	5
	Gomphidae	1
	Lestidae	9
	Libellulidae	9
	Coenagrionidae	9
	Cordulidae	5
	Petaluridae	5
Trichoptera	Calamoceratidae	3
	Glossosomatidae	0
	Helicopsychidae	3
	Hydropsychidae	4
	Hydroptilidae	4
	Leptoceridae	4
	Limnephilidae	2
	Ecnomidae	3
	Helicophidae	6
	Polycentropodidae	3
	Philopotamidae	2
	Hydrobiosidae	0
	Sericostomatidae	3
Megalóptera	Corydalidae	0
	Sialidae	4
Lepidóptera	Pyralidae	5
Turbellaria	Todas las familias	4
Acari	Todas las familias	4
Decápoda	Todas las familias	6
Coleóptera	Elmidae	4
	Psephenidae	4
Díptera	Athericidae	2
	Blephariceridae	6
	Ceratopogonidae	6
	Chironomidae	7
	Empididae	6
	Ephydriidae	6
	Psychodidae	10
	Simuliidae	6
	Tipulidae	3
Amphipoda	Gammaridae	4
	Hyalellidae	8
Mollusca	Amnicolidae	6
	Lymnaeidae	6
	Physidae	8
	Sphaeriidae	8
	Chilinae	6
Oligochaeta	Todas las familias	8
Hirudinea	Todas las familias	10

Fuente: Figueroa *et al.*, 2003.

### 2.3.9 Estado de Conservación

Se asignó los estados de conservación de las especies de flora y fauna acuática identificada en cada estación de monitoreo de acuerdo con las listas de clasificación correspondientes al Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) y de no estar incluidas en esas listas, se utilizó los listados del Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural.

### 2.3.10 Especies Indicadoras

Se definió una o más especies indicadoras que pueden ser útiles para establecer parámetros de seguimiento o planes de manejo. Estas especies responden a los siguientes criterios ordenados en importancia, atendiendo a la relevancia que representan para la conservación del ecosistema acuático:

- a) Anfibios y peces nativos en categoría de conservación amenazada

En primera instancia, son especies indicadoras la fauna íctica y anfibios nativos que se encuentren en categoría de conservación de Amenazadas de Extinción según las Clasificación en las siguientes referencias: Reglamento de Clasificación de Especies (DS N°75/2005, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, y los procesos derivados) y Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural (1998).

- b) Flora ribereña endémica y en categoría de conservación amenazada

- c) Fauna bentónica indicadora de la calidad del agua

Como tercer criterio se contemplan aquellas especies de fauna bentónica que presentan relevancia en cuanto a características bioindicadoras del estado de los sistemas acuáticos (Figueroa *et al.*, 2003; 2007).

## 2.4 Caracterización de los Humedales Urbanos en función del sedimento

Las muestras de sedimento fueron tomadas por el Laboratorio ALS Life Sciences. Para esto se tomaron muestras puntuales en 19 estaciones de ambientes lóticos, y en una estación de ambiente léntico. Las actividades se ejecutaron acorde a los lineamientos planteados en la Guía para muestreo de sedimentos de fondo de ríos, lagos y áreas de estuarios (NCh 411/12:2018, parte 12). Los certificados de terreno entregados por ALS se presentan en el Anexo 4.

En cada estación obtuvieron muestras de sedimento acuático, con el fin de caracterizar fisicoquímicamente los sedimentos del cuerpo de agua mediante los parámetros definidos en las bases de la licitación. El listado de estos, junto con las metodologías de análisis, y los límites de detección y cuantificación definidos por el laboratorio se presentan en la Tabla 2-6.

**Tabla 2-6. Parámetros fisicoquímicos de sedimentos**

Parámetro	Unidad	LD	LQ	Método de análisis
Materia Orgánica total	% m/m	---	---	ASTM D2974/2020

Parámetro	Unidad	LD	LQ	Método de análisis
Nitrógeno Total Kjeldahl (Nitrógeno orgánico)	mg/Kg	10	50	Standard Methods Ed 23, 2017; 4500 N- B
Fósforo	mg/kg	0,5	3,0	QWI-IO-ICP-OES-01 (Issue A Modification 3), QWI-IO-EXT-02 (Issue B Modification 6). Method based on EPA method 3050 B Acid Digestion of Sediments, Sludges and soils. Inductively Coupled Plasma Spectrometry ICPOES).
Mercurio	mg/kg	1,0	2,0	
Cadmio	mg/kg	0,5	1,0	
Plomo	mg/kg	0,5	1,0	
Zinc	mg/kg	0,5	1,0	
Cobre	mg/kg	1,0	2,0	
Potencial redox	mV	---	---	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2580 B
Nitrógeno Total	mg/kg	10,0	50,0	---

En paréntesis se indica el parámetro como se plantea en las bases. Fuente: Bases de licitación D DAL N°1280/2023 e informes de laboratorio.

En vista de que no existe una norma o criterio que establezca límites a la concentración de parámetros en sedimentos en Chile, para comparar los resultados entregados por el laboratorio se utilizó como referencia las Guías de calidad ambiental canadiense (Canadian Environmental Quality Guidelines).

Como la matriz en estudio corresponde a sedimentos acuáticos, se utilizaron los lineamientos de calidad del sedimento para la protección de la vida acuática (Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life).

## 2.5 Determinación del estado trófico

Para lograr la caracterización trófica de los cuerpos de agua en estudio se utilizaron los resultados de los parámetros de Nitrógeno total, Fósforo total y Clorofila-a de acuerdo con los criterios de Smith *et al.* (1999), quien compila los estudios de Nürnberg (1996) y Dodds *et al.* (1998), para la clasificación trófica de lagos y ríos por separado. La propuesta se basa en el análisis de Nitrógeno total, Fósforo total y Clorofila a para la toma de ediciones.

En la Tabla 2-7 se presentan los límites definidos por el autor.

**Tabla 2-7. Clasificación trófica de lagos y ríos de acuerdo con Smith *et al.* (1999)**

Condición trófica	Lagos			Ríos		
	Nitrógeno total	Fósforo total	Clorofila a	Nitrógeno total	Fósforo total	Clorofila a
	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	µg/L
Oligotrofia	< 0,35	< 0,01	< 3,5	0,7	0,025	10
Mesotrofia	0,35 – 0,65	0,01 – 0,03	3,5 - 9	1,5	0,075	30
Eutrofia	0,65 – 1,2	0,03 – 0,1	25	>1,5	>0,075	>30
Hipereutrofia	> 1,2	> 0,1	> 25	-	-	-

Fuente: Smith *et al.* (1999).

## 2.6 Especies potenciales y su estado de conservación

En total se registraron 12 estudios que hacen referencia al área. Los estudios que forman parte de la caracterización biológica provienen principalmente de documentos públicos e investigación científica.

El área de estudio se presenta en una formación vegetacional propia de las partes altas de los Andes mediterráneos de Chile central. Con las referencias consultadas se registró un total de 81 especies potencialmente presente en el área de este estudio, sumando flora vascular y fauna vertebrada e invertebrada acuática: 59 especies de macrófitas y flora ribereña, una especie de macrocrustáceo, ocho macroinvertebrados bentónicos y 15 especies de fauna íctica.

Del total de especies potenciales, 15 se encuentran listadas en categoría de conservación: los macrocrustáceos *Aegla laevis*, las macrófitas *Laretia acaulis*, *Kageneckia angustifolia*, *Austracactus spiniflorus*, *Alstroemeria exerens* y *Alstroemeria umbellata*, y los peces *Basilichthys australis*, *Odontesthes brevianalis*, *Cheirodon pisciculus*, *Mugil sp.*, *Percichthys melanops*, *Percichthys trucha*, *Trichomycterus areolatus*, *Percilia gillissi* y *Nematogenys inermis*.

En la Tabla 2-8 se listan las especies potenciales, su nombre común y categoría de conservación.

**Tabla 2-8. Especies potenciales de flora y fauna acuática en la cuenca del río Maipo y área de estudio según referencias bibliográficas**

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
Macrófitas	<i>Agrostis capillaris</i>	Chépica o pasto quila	-
	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Llantén	-
	<i>Austracactus spiniflorus</i>	Espinifloro	En Peligro- DS 50/2008 MINSEGPRES
	<i>Alstroemeria exerens</i>	Lirio de monte	
	<i>Alstroemeria umbellata</i>	Lirio de cordillera	Vulnerable - DS 13/2013 MMA
	<i>Azorella acaulis</i>	Llaretá	-
	<i>Azorella madreporica</i>	Llaretá	-
	<i>Berberis empetrifolia</i>	Calafatillo, uva de la cordillera	-
	<i>Callitriche deflexa</i>	Esterillo	-
	<i>Callitriche terrestris var. turfosa</i>	Huenchecó	-
	<i>Cardamine nasturtioides</i>	Berro picante	-
	<i>Chenopodium ambrosioides Sin. Dysphania chilensis</i>	Paico	-
	<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	Hierba blanca	-
	<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de dorado o cótula	-
<i>Crassula erecta</i>	Crasula	-	

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
	<i>Cyperus conceptionis</i>	Ñocha	-
	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	-
	<i>Elatine chilensis</i>	Yerbilla	-
	<i>Elodea densa</i>	Elodea o luchechillo	-
	<i>Gratiola peruviana</i>	-	-
	<i>Haplopappus pulchellus</i>	Bailahuén	-
	<i>Heleocharis pachycarpa</i>	Coirón	-
	<i>Holcus lanatus</i>	Pasto dulce	-
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Hierba de la plata	-
	<i>Hydrocotyle volckmanni</i>	-	-
	<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chancho	-
	<i>Juncus cyperoides</i>	Junco	-
	<i>Juncus microcephalus var floribundus</i>	Junquillo	-
	<i>Juncus procerus</i>	Junquillo	-
	<i>Jussiaea repens, Sin. Ludwigia peploides</i>	Pasto de la rana	-
	<i>Kageneckia angustifolia</i>	Olivillo, frangel	Casi amenazada- DS 44/2021 MMA
	<i>Laretia acaulis</i>	Llaretia	Preocupación menor DS 42/2011 MMA
	<i>Leptocarpus chilensis</i>	Canutillo	-
	<i>Lilaeopsis lineata</i>	Isru	-
	<i>Lotus pedunculatus</i>	Trébol grande, alfalfa chilota	-
	<i>Lythrium album</i>	Cavinillo	-
	<i>Menonvillea spathulata</i>	-	-
	<i>Mimulus bridgessi</i>	Berro	-
	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Lima, wcalima	-
	<i>Myriophyllum elatinooides (quitense)</i>	Aguasana, Lorona	-
	<i>NardoPhyllum lanatum</i>	Macabeo	-
	<i>Nastanthus spathulatus</i>	Nastanto	-
	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro de agua	-
	<i>Nymphaea alba</i>	Ninfa	-
	<i>Patosia clandestina</i>	-	-
	<i>Plantago brasiliense</i>	Llantén tandilense	-
	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Pimiento de agua, lagunilla o catay	-

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
	<i>Potamogeton linguatus</i>	Huiro	-
	<i>Ranunculus monanthos</i>	Ranunculo	-
	<i>Sagittaria chilensis</i>	Lengua de vaca	-
	<i>Salicornia fruticosa, Sin. Sarcocornia andina</i>	Hierba sosa	-
	<i>Salix viminalis</i>	Sauce enano	-
	<i>Senecio fistulosus</i>	Hualtata	-
	<i>Senecio zosterifolius</i>	Senecio común	-
	<i>Laretia acaulis</i>	Llaretilla	
	<i>Kageneckia angustifolia</i>	Olivillo de la cordillera	
Crustáceos	<i>Aegla laevis</i>	Pancora	EN - DS 52/2014 MMA
Moluscos	<i>Cornu aspersum</i>	Caracol común	No aplica
	<i>Limax maximus</i>	Babosa tigre	No aplica
Insecta	<i>Acrophthalmyda paulseni</i>	-	-
	<i>Adalia angulifera</i>	-	-
	<i>Aegorhinus phaleratus</i>	-	-
	<i>Agathemera crassa</i>	-	-
Peces	<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	NT - DS 19/2012 MMA
	<i>Odontesthes brevianalis</i>	Pejerrey	VU - DS 51/2008 MINSEGPRES
	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia	No aplica
	<i>Carassius carassius</i>	Carpa	No aplica
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa	No aplica
	<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	VU - DS 38/2015 MMA
	<i>Mugil sp.</i>	Lisa	LC - DS 52/2014 MMA
	<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra	VU - DS 51/2008 MINSEGPRES
	<i>Percichthys trucha</i>	Trucha	LC - DS 19/2012 MMA
	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	EN - DS 33/2011 MMA
	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	-
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris	No aplica
	<i>Salmo trutta</i>	Trucha marrón	No aplica
	<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre	EN - DS 38/2015 MMA
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	VU - DS 51/2008 MINSEGPRES	
Anfibios	<i>Alsodes montanus</i>	Sapo de monte	EN-R - DS 50/2008 MINSEGPRES
	<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo arriero	NT - DS 42/2011 MMA

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
	<i>Alsodes tumultuosus</i>	Sapo de la Parva	EN-R - DS 50/2008 MINSEGPRES
	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	NT - DS 41/2011 MMA
	<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	VU - DS 41/2011 MMA
	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC - DS 41/2011 MMA

Fuente: Base de datos GESAM- SERNAPECSA (2006), GESAM-SUBPECSA (2014) y estudios señalados.  
 Categorías de conservación según RCE.

## 2.7 Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas

### 2.7.1 Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria

Con el total de las campañas de muestreo y para nueve parámetros fisicoquímicos se realizó un análisis estadístico para determinar potenciales correlaciones entre la variación de la productividad primaria (medida en Clorofila a) y los parámetros seleccionados.

Para ello se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) con rotación ortogonal Varimax utilizando el software IBM SPSS Statistics (versión 14.1). Se empleó el método de extracción de componentes principales para identificar la estructura subyacente de los ítems

### 2.7.2 Parámetros fisicoquímicos en sedimentos y diversidad en organismos bentónicos

Con el total de las campañas de muestreo y para nueve parámetros fisicoquímicos se realizó un análisis estadístico para determinar potenciales correlaciones entre la variación de la diversidad de los organismos invertebrados bentónicos (Índice de Shannon y Wieber) y los parámetros fisicoquímicos.

Para ello se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) con rotación ortogonal Varimax utilizando el software IBM SPSS Statistics (versión 14.1). Se empleó el método de extracción de componentes principales para identificar la estructura subyacente de los ítems.

### 3 RESULTADOS CONSOLIDADOS

A continuación, se presentan los resultados consolidados de un año de monitoreo en cuatro humedales urbanos declarados de acuerdo con el contenido indicado en las bases De Licitación Pública “Servicio de Línea de Base de Limnología de Los Humedales Urbanos de Lo Barnechea Embalse Larraín, Los Trapenses, Estero Las Gualtatas y Vegas de Montaña” Id 2735-340-LP23, Decreto N°1280/2023.

Con los siguientes contenidos:

1. Ubicación estaciones de monitoreo
2. Descripción hábitat acuático
3. Calidad del agua: parámetros medidos *in situ*
4. Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio
5. Caracterización del sedimento acuático
6. Caracterización biodiversidad acuática: Diversidad, Riqueza y Abundancia de biota acuática a lo largo de un año
7. Determinación del Estado Trófico
8. Cartografía tematica: Estado Trófico de cada estación de monitoreo.
9. Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas.
10. Conclusiones
11. Amenazas
12. Recomendaciones

#### 3.1 EMBALSE LARRAÍN

##### 3.1.1 Estaciones de Monitoreo

Dentro del polígono definido en la declaración del Humedal Urbano Embalse Larraín, se decidió realizar este estudio con dos estaciones de moniteo: una estación lótica, en el canal La Dehesa y una estación léntica en el embalse mismo. Cabe destacar que en el embalse se tomaron muestras de aguas en la superficie y en el fondo (ver Tabla 3-1 y Figura 3-1).

**Tabla 3-1 Estaciones de muestreo en Humedal Urbano Embalse Larraín**

N°	Localización relativa	Coordenadas UTM Datum WGS 84 H 19	
		Este	Norte
EL-1	Embalse Larraín	359.599	6.308.698
EL-2	Afluyente, Canal La Dehesa	359.650	6.308.813

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-1. Estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larrain**



Fuente: Elaboración propia.

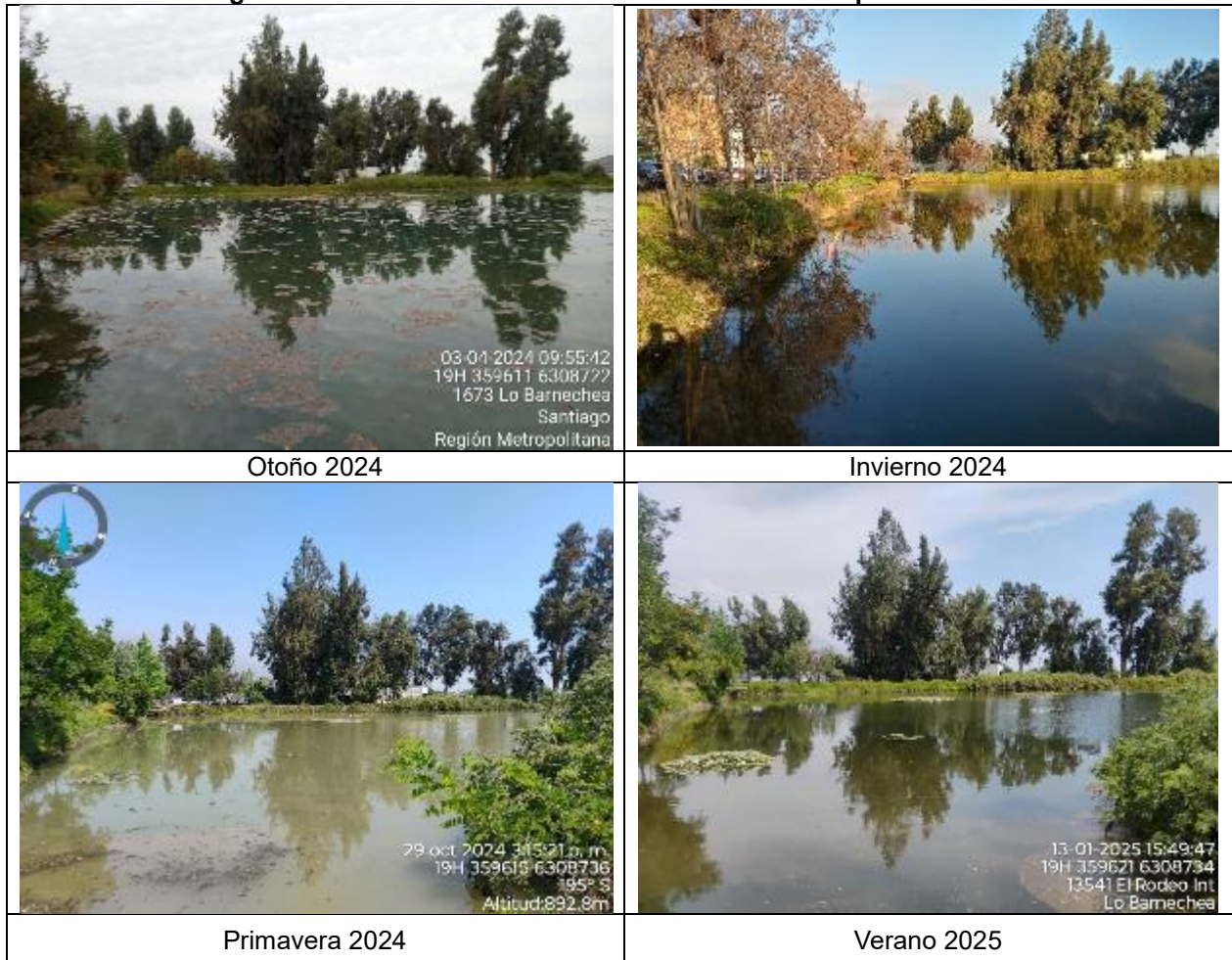
### 3.1.2 Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo

#### 3.1.2.1 EL-1: Embalse Larraín

El Embalse Larraín en todas las campañas se presenta como un cuerpo de agua del tipo laguna, sin movimiento, con cobertura de materia orgánica y vegetación en la superficie. El color de sus aguas es café-negro y con baja transparencia, ya que la circulación de la columna de agua es escasa y permanece con fondo limoso. Con respecto al tamaño del espejo de agua, en promedio, tiene una dimensiones de 80 x 100 metros, con una profundidad típica y máxima de 1,0 metros, alcanzando los 2 metros de profundidad cuando el llenado del embalse se encuentra en su máximo nivel. Asimismo, destaca la abundante cobertura vegetal y presencia de vegetación ribereña.

La Fotografía 3-1 muestra la estación Embalse Larraín durante las cuatro campañas de terreno.

**Fotografía 3-1. Embalse Larraín durante las cuatro campañas de terreno**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.2.1.1 *Morfología del cauce*

Para el Embalse Larraín no se grafica la morfología de cauce, puesto que sus aguas no presentan movimiento y su profundidad varía entre los 1 y 2 metros dependiendo del llenado según la época. Durante las cuatro campañas, en invierno alcanzó la profundidad máxima registrada de 2,5 m.

#### 3.1.2.2 **EL-2: Afluente Canal La Dehesa**

El canal La Dehesa se ubica al interior del Parque Huinganal, por lo cual, se mantiene libre de basura y de materia orgánica. El canal corresponde a un cuerpo de agua tipo ritrón. Las aguas del canal se presentan transparentes o de color café dependiendo de la época, de flujo laminar y sin olor. El cauce presenta un ancho menor a un metro (90 cm aprox), con baja pendiente y profundidad promedio de 15 cm. Cuenta con vegetación alta, dominada por especies exóticas ornamentales en baja cobertura, y un sustrato compuesto por limos, arenas, clastos chicos y bolones.

En la Fotografía 3-2 se observa la estación Canal La Dehesa durante las cuatro temporadas de monitoreo.

**Fotografía 3-2. Canal La Dehesa durante las cuatro campañas de terreno**

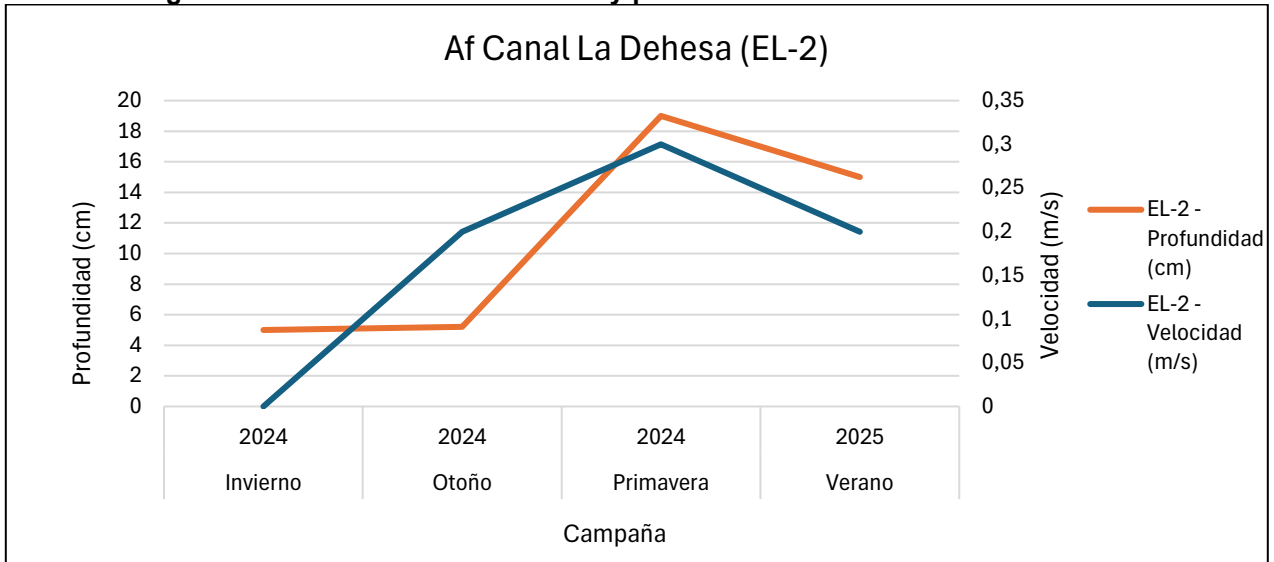


Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.2.1 Morfología de cauce

La Figura 3-2 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo del Af Canal La Dehesa durante las cuatro campañas de terreno. Con un ancho total 0,90 m, profundidad promedio de 11 cm y con velocidad promedio de 0,2 m/s. Lo cual indican que el canal presenta aguas con movimiento en un rango lento a medio, alcanzando su máxima velocidad en temporada de primavera. Esto permite albergar microorganismos y plantas acuáticas pequeñas.

**Figura 3-2. Variación de la velocidad y profundidad Afluyente Canal La Dehesa**



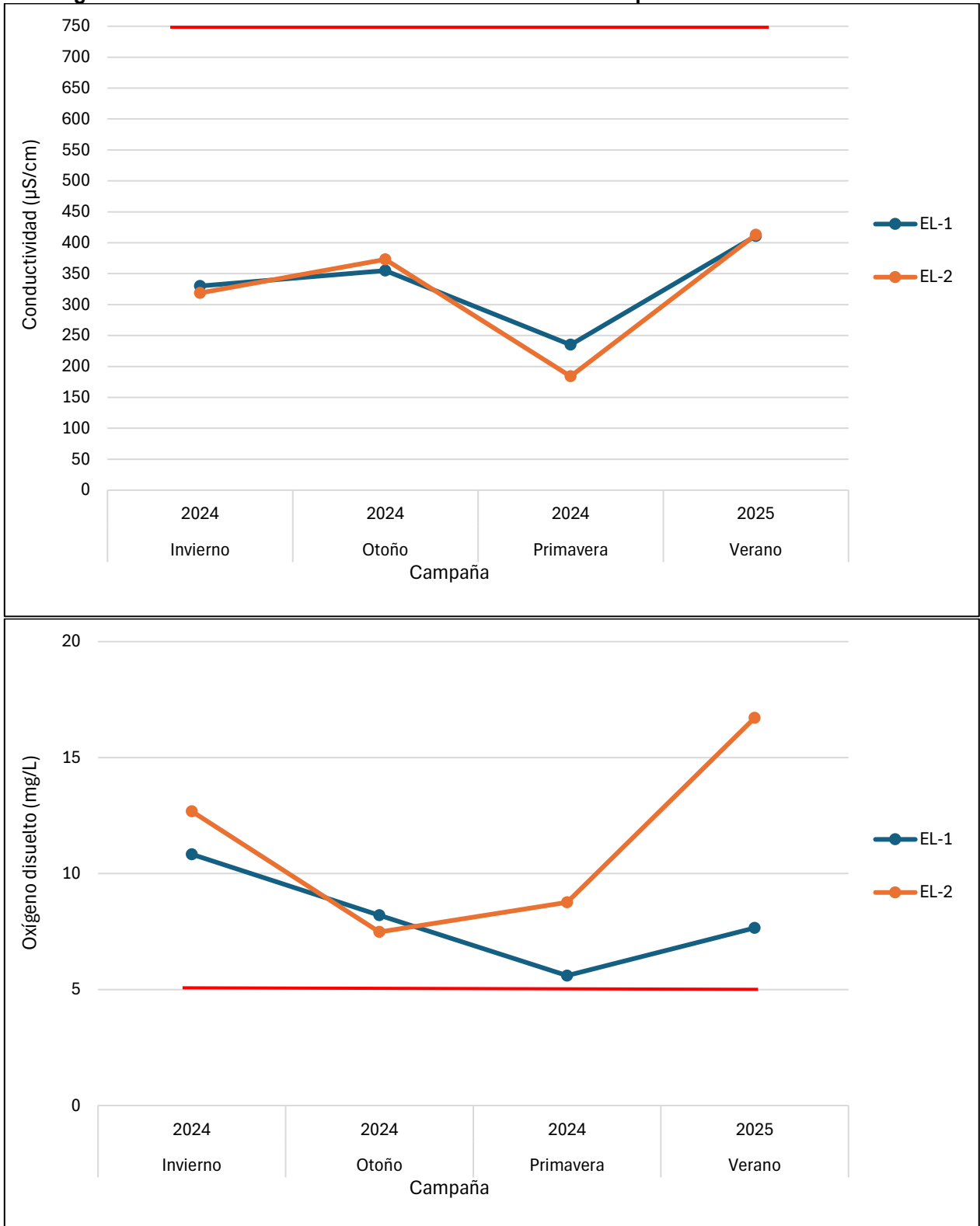
Fuente: Elaboración propia.

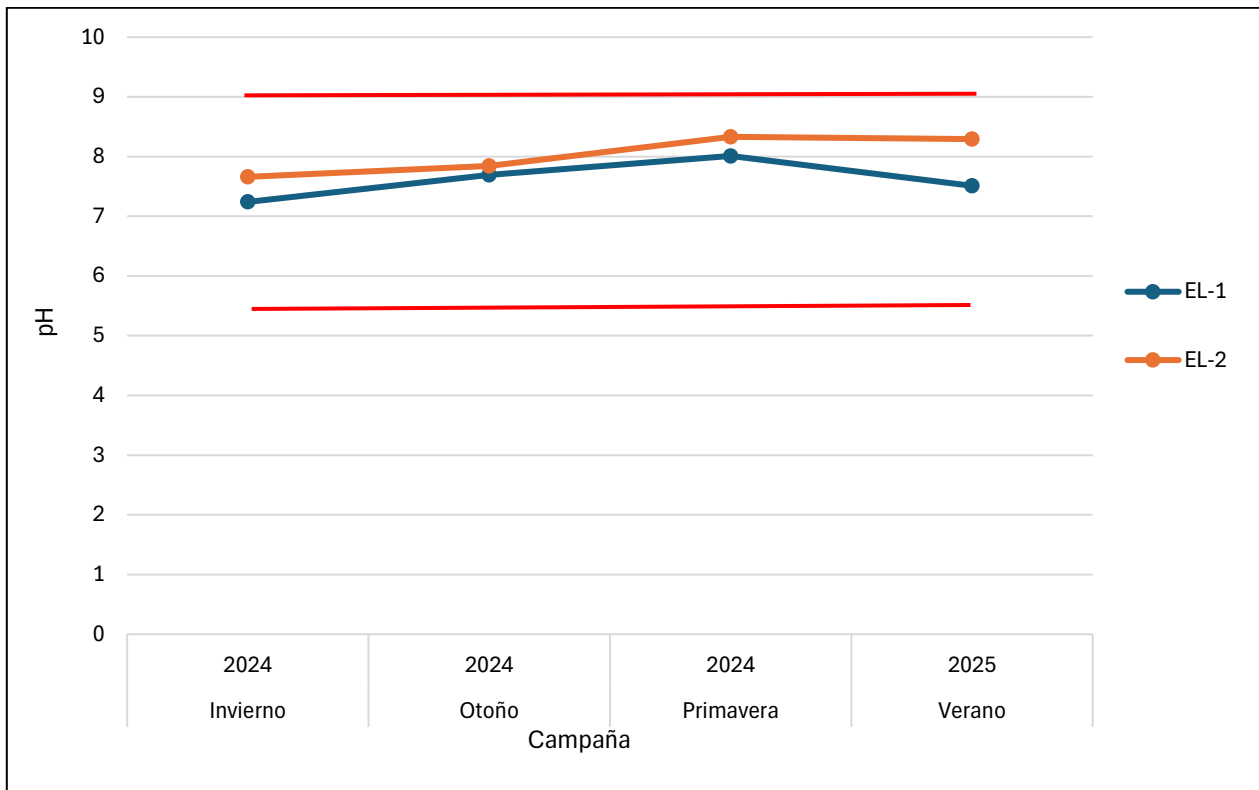
### 3.1.3 Calidad del agua: Parámetros medidos *in situ*

En la Figura 3-3 se presenta la tendencia de tres parámetros medidos *in situ* en las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, tanto el pH, la conductividad y el Oxígeno disuelto, mantienen variaciones estacionales y diferencias según el punto de muestreo, sin embargo, se mantienen dentro de los límites establecidos en la norma NCh. 1.333 Of 78 Mod. 87.

**Figura 3-3. Parámetros medidos *in situ* durante cuatro campañas en HU Embalse Larrain**





Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo permitido según NCh. 1.333.

### 3.1.4 Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio

En la Figura 3-4 se presenta la tendencia de nueve parámetros analizados en laboratorio para las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, el parámetro de coliforme fecales sobrepasó el límite máximo permitido según la norma NCh. 1.333 en el punto EL-2 en invierno y primavera, mientras que en EL-1 este parámetro se mantuvo bajo y constante en el tiempo.

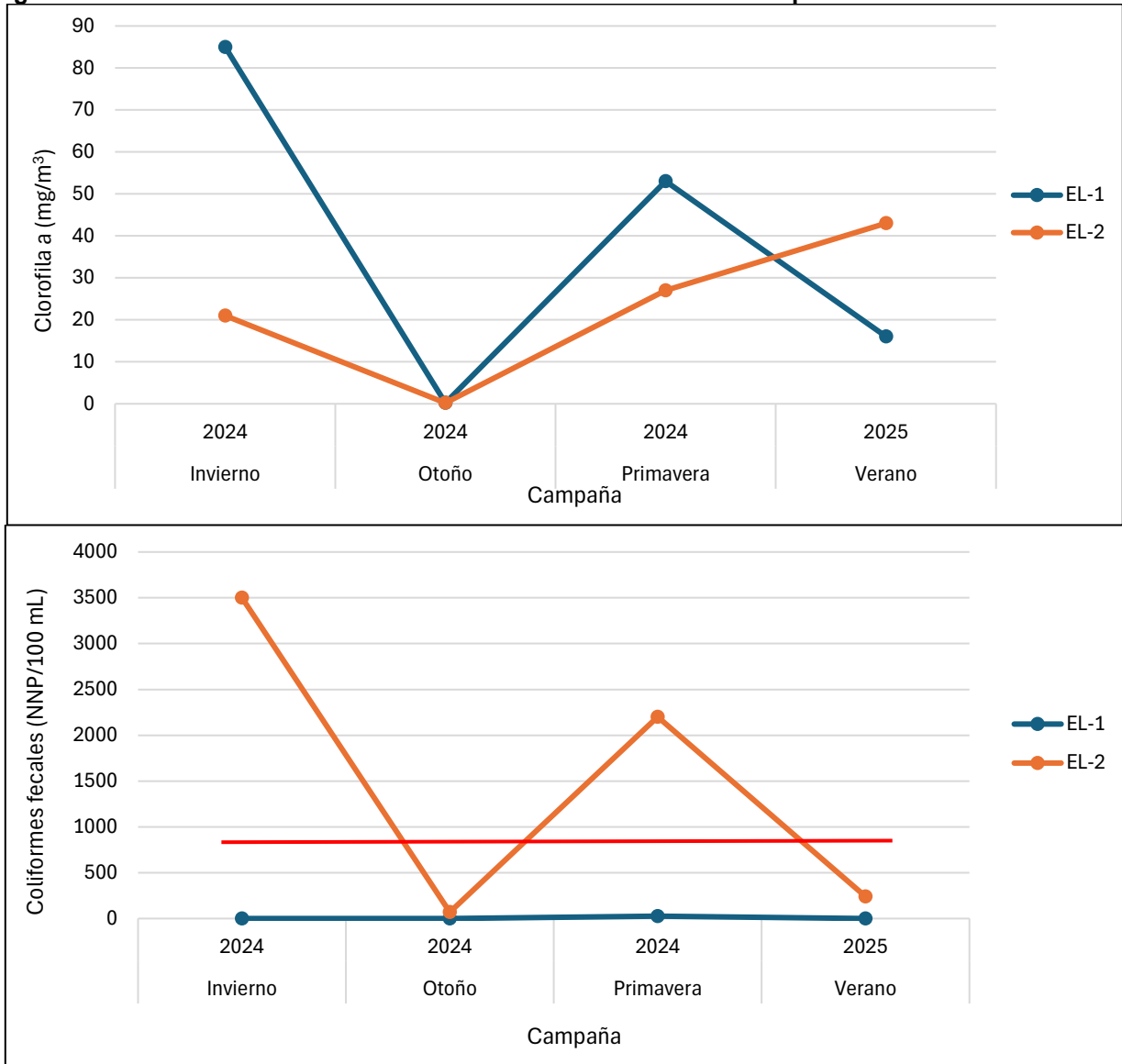
El oxígeno disuelto se presentó por sobre el mínimo establecido en ambas estaciones y en todas las campañas, lo que indica aguas óptimas para el desarrollo de vida acuática.

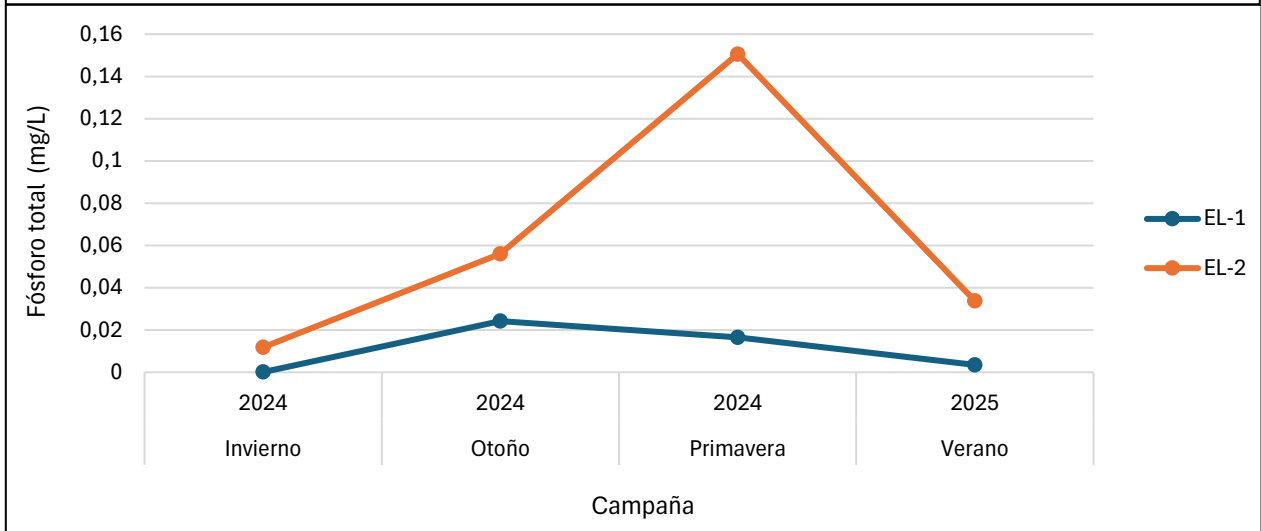
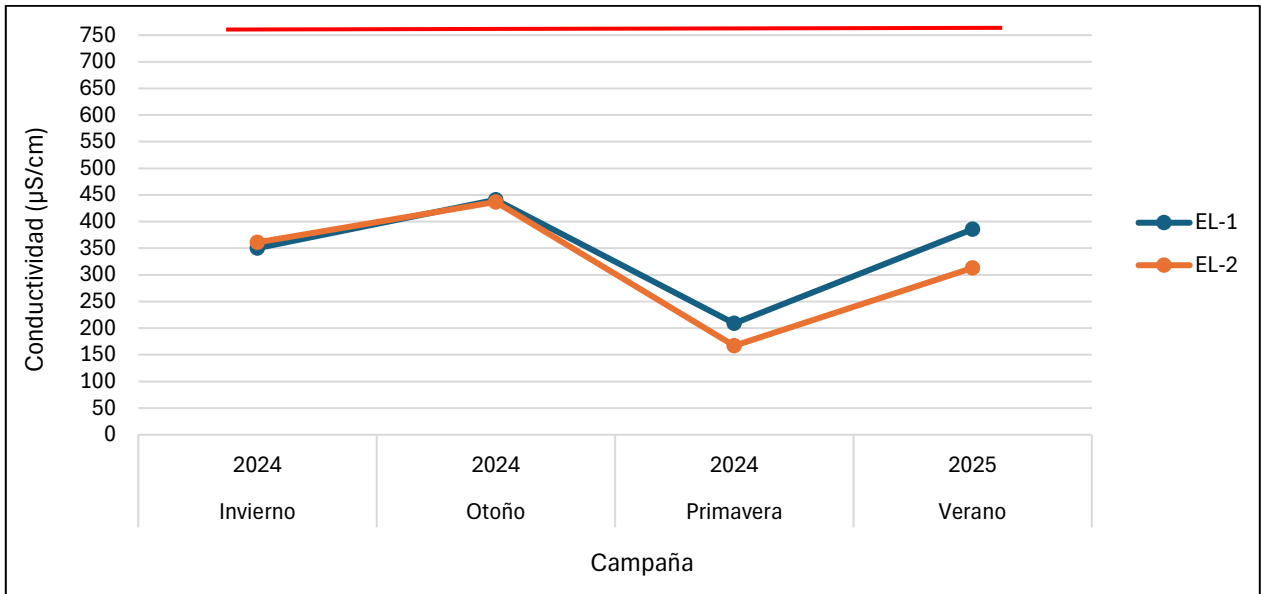
En cuanto al pH, este se registró entre los 7 y 8 UpH, para ambas estaciones y sin presentar mayor variación entre campañas. En consecuencia, se mantuvo dentro de los valores mínimo y máximo normados.

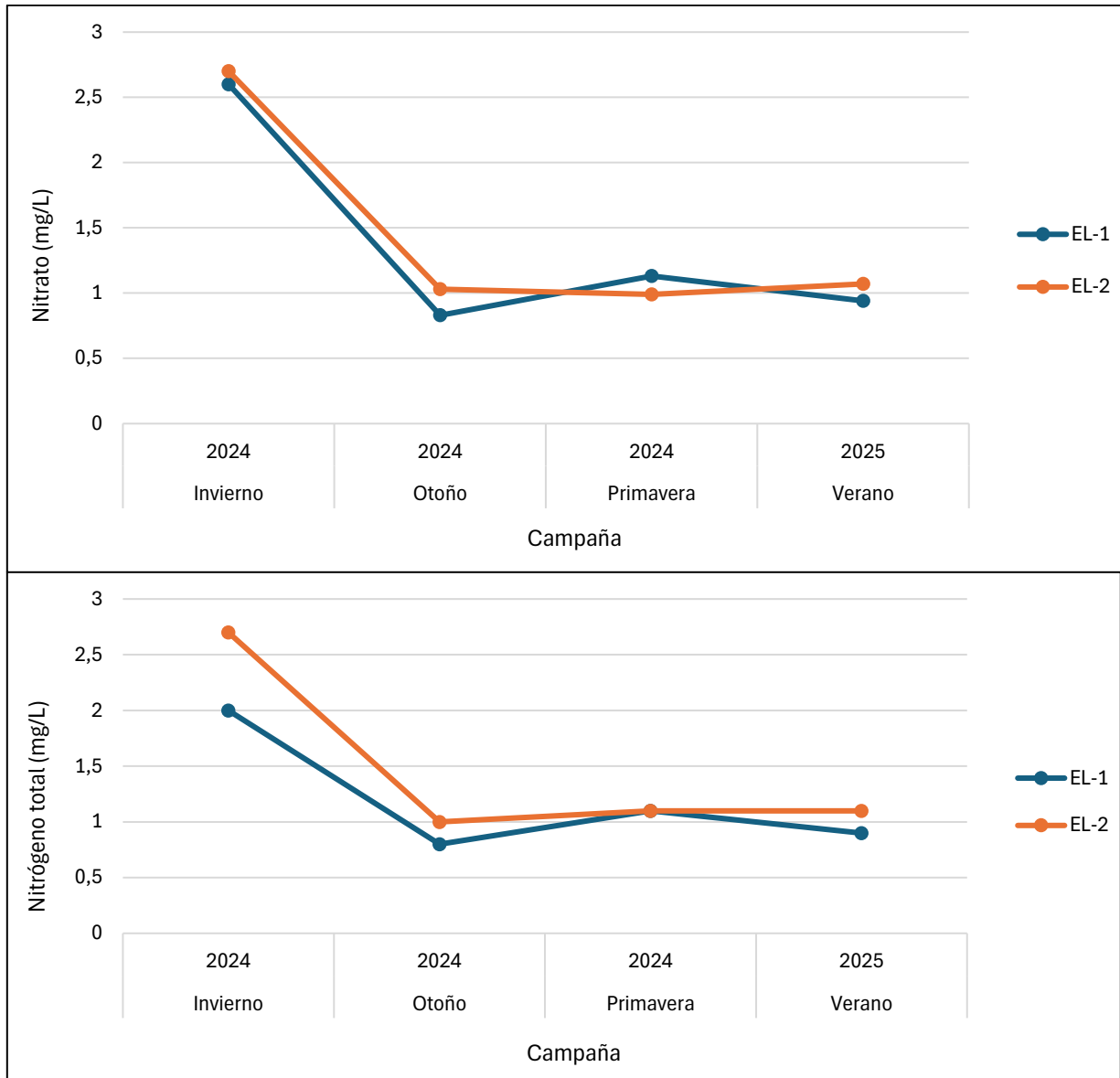
Para los parámetros indicadores de estado trófico, como Clorofila **a**, Fósforo y Nitrógeno, las dos estaciones de monitoreo pertenecientes al HU Embalse Larraín representan cuerpos de agua sumamente distintos, por lo que la dinámica de estos parámetros es esperable que sea diferente entre estación y campaña.

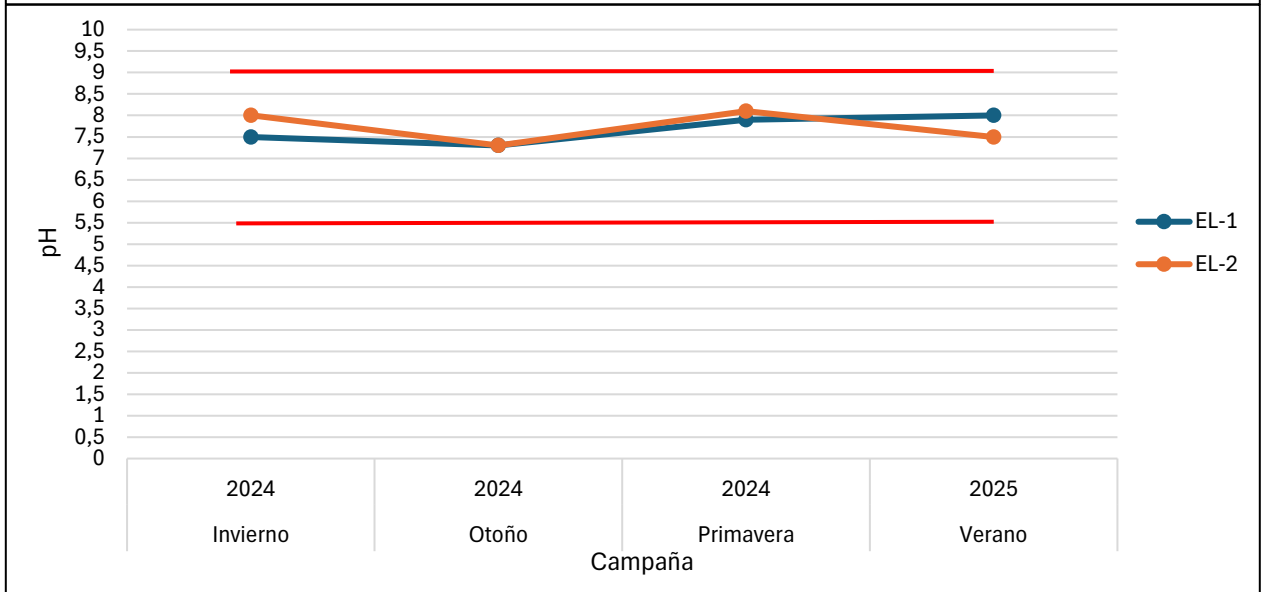
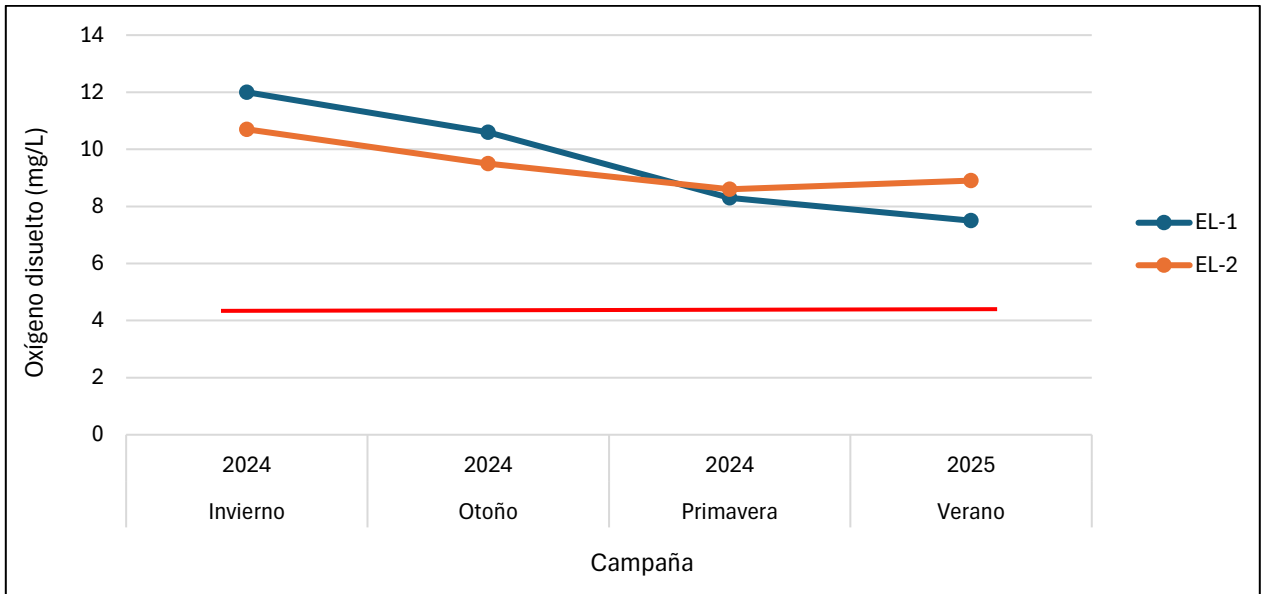
Por último, la turbiedad solo se encontró elevada y sobre el límite (50 NTU) en la estación EL-2 durante la campaña de primavera 2024.

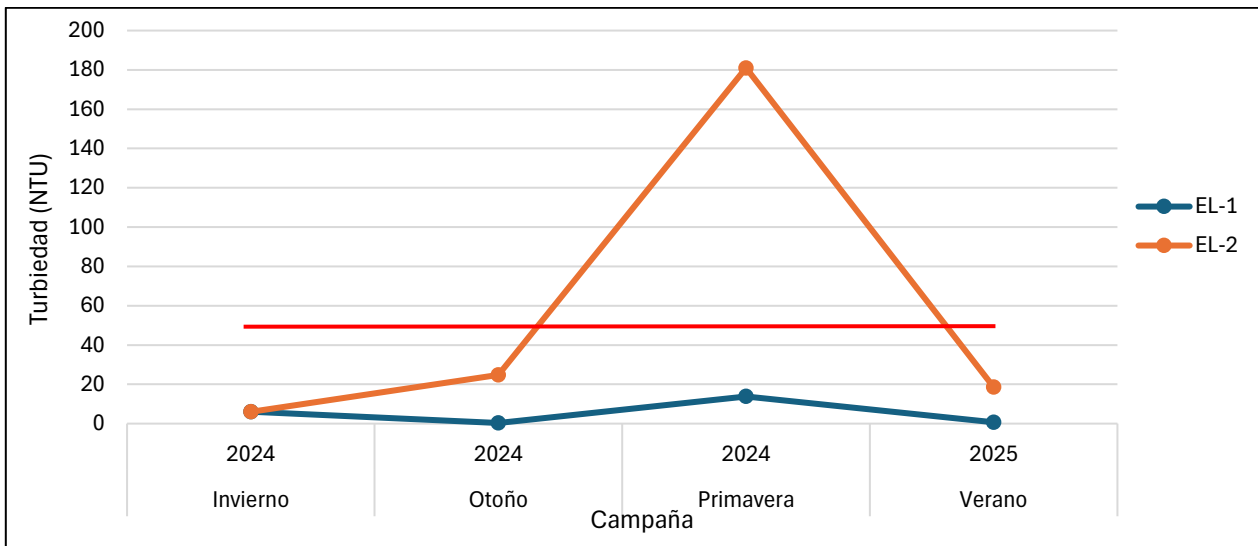
**Figura 3-4. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Embalse Larrain**











Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

### 3.1.5 Caracterización del sedimento acuático

En la Figura 3-5 se presenta la tendencia de ocho parámetros medidos para sedimento acuático en las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca la gran diferencia en el porcentaje de materia orgánica entre ambos puntos, siendo EL-2 el que presenta mayores valores, ya que posiblemente el canal recibe aportes de la vegetación ornamental presente en el Parque Urbano el Huinganal.

Asimismo, el Fósforo en EL-1 presentó concentraciones moderadas a altas, con un máximo en primavera, lo que sugiere acumulación estacional. En EL-2 se registraron valores elevados en verano y otoño, probablemente asociados a aportes de fertilización u otras actividades de mantención dentro del Parque Urbano, lo que indica una fuerte influencia antrópica en un sistema de baja capacidad de dilución.

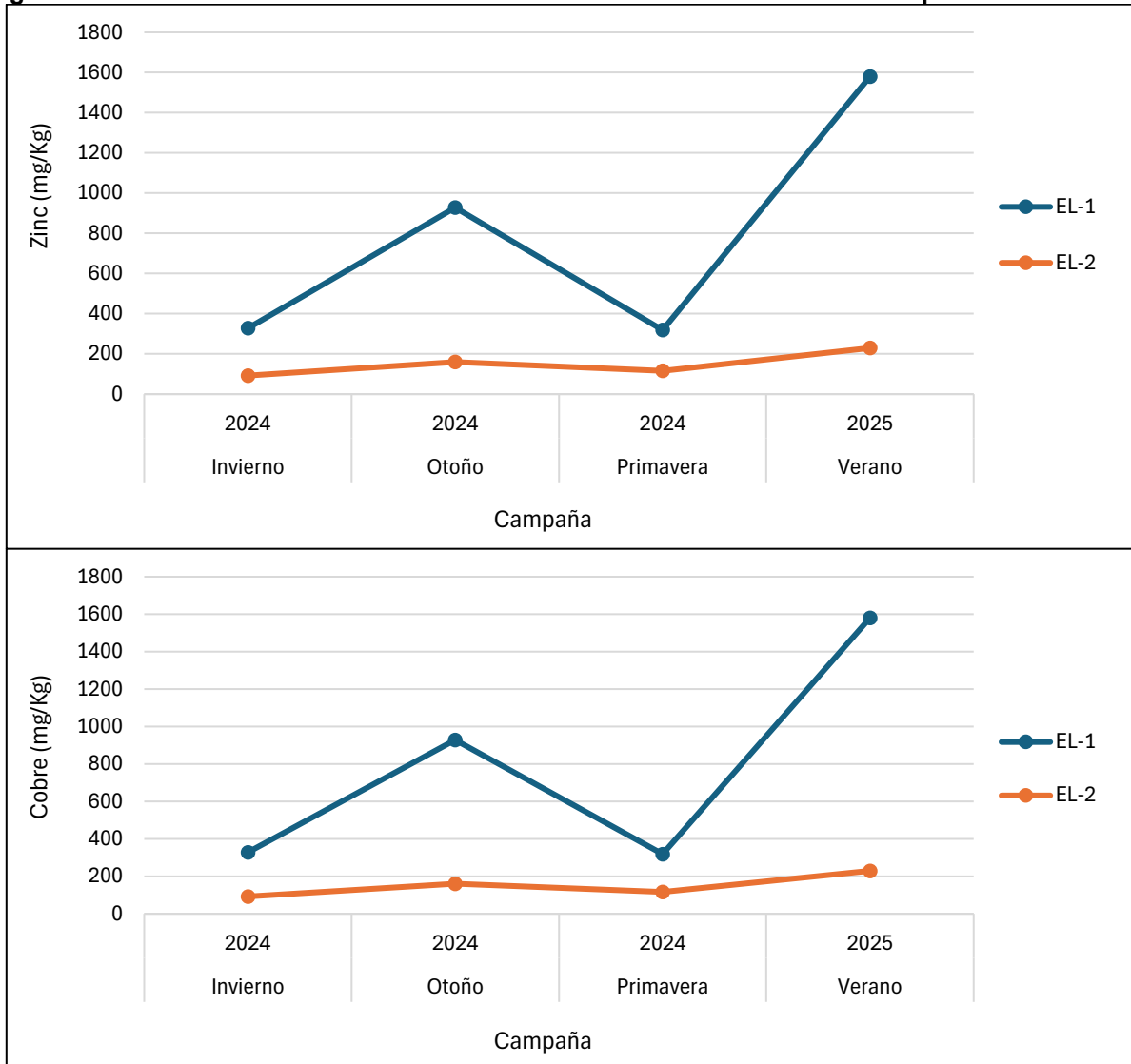
Para el nitrógeno, EL-1 mostró un marcado aumento en primavera y verano, alcanzando un máximo en esta última estación, lo que sugiere acumulación estacional asociada a mayor deposición de materia orgánica y menor renovación del fondo. A su vez, EL-2 también presentó concentraciones altas en primavera y verano, probablemente vinculadas al arrastre de residuos vegetales, fertilizantes y materia orgánica desde el entorno, intensificado por el riego y escasa circulación hídrica.

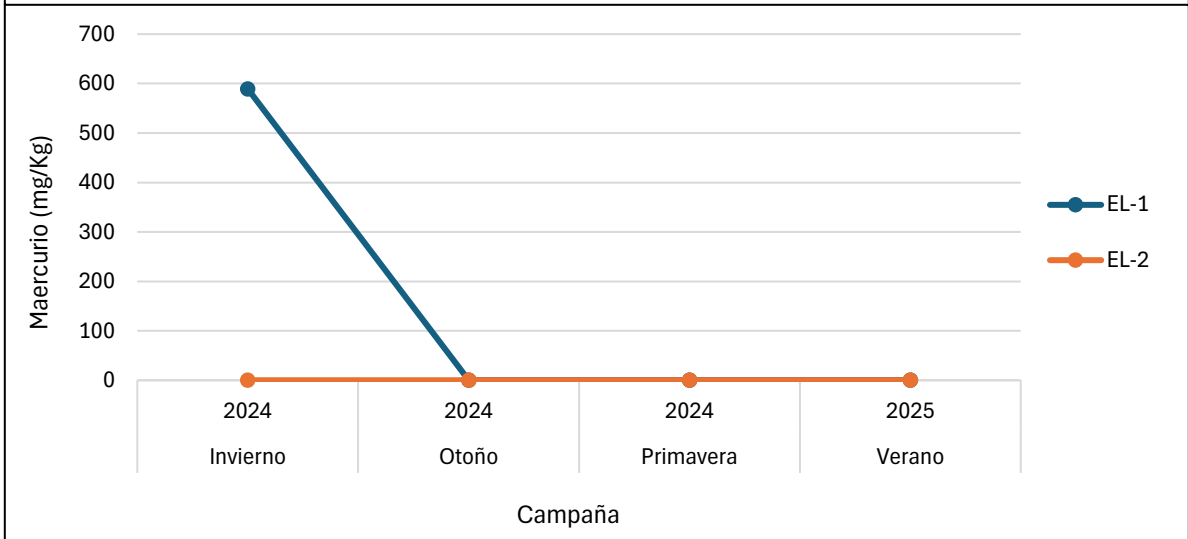
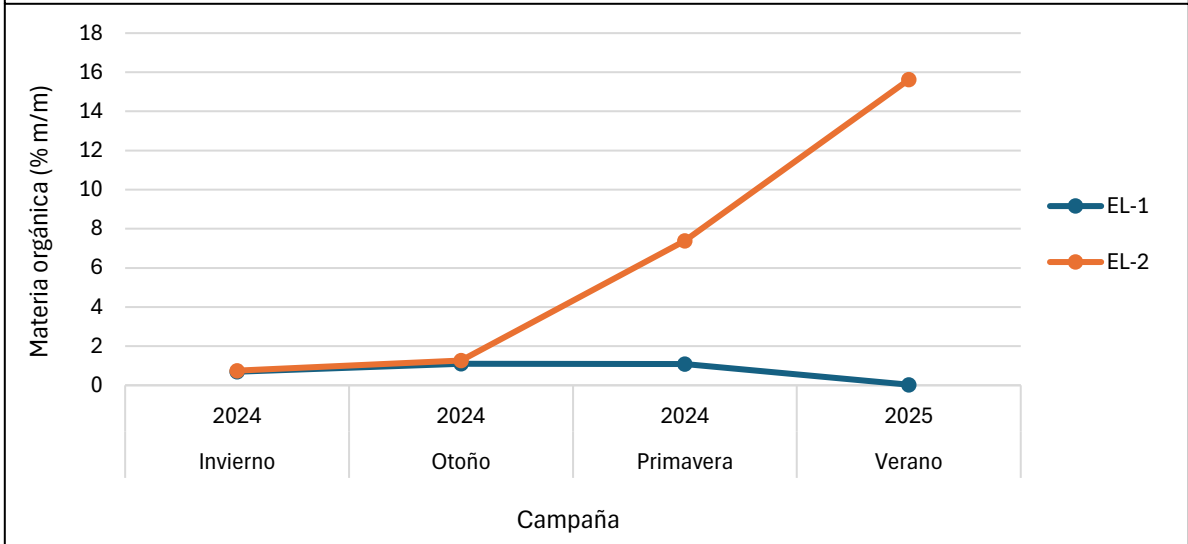
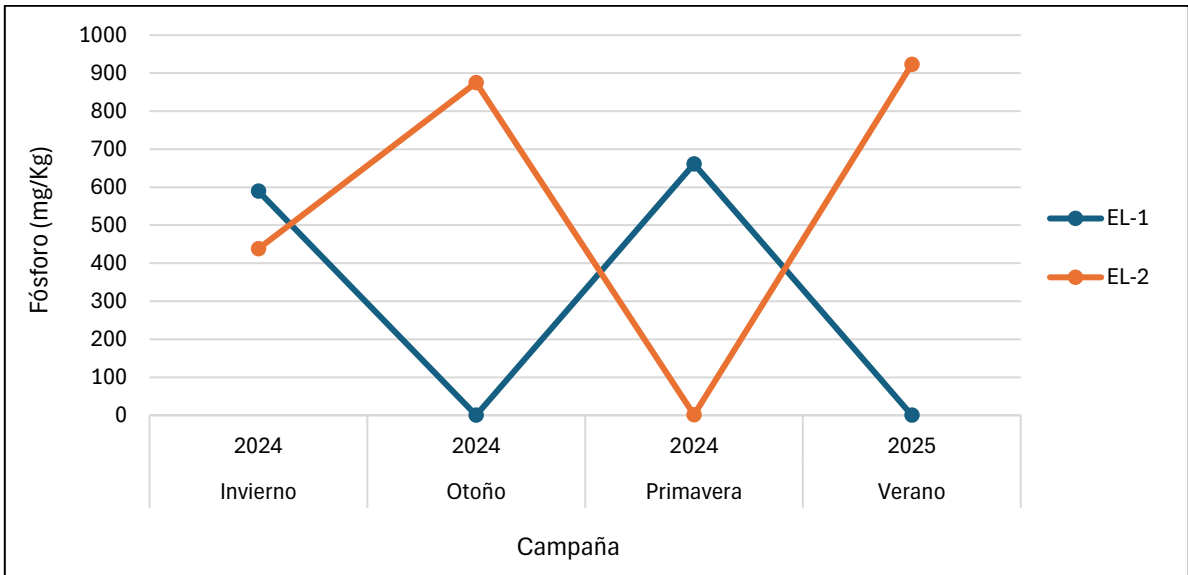
Si bien Chile no cuenta con norma de referencia para sedimentos, los altos valores de cobre encontrados durante algunas campañas en EL-1 podrían ser perjudiciales para la vida acuática. En cuanto al Zinc, Plomo y Mercurio, presentaron, en general, valores bajos y/o constantes en ambas estaciones de monitoreo.

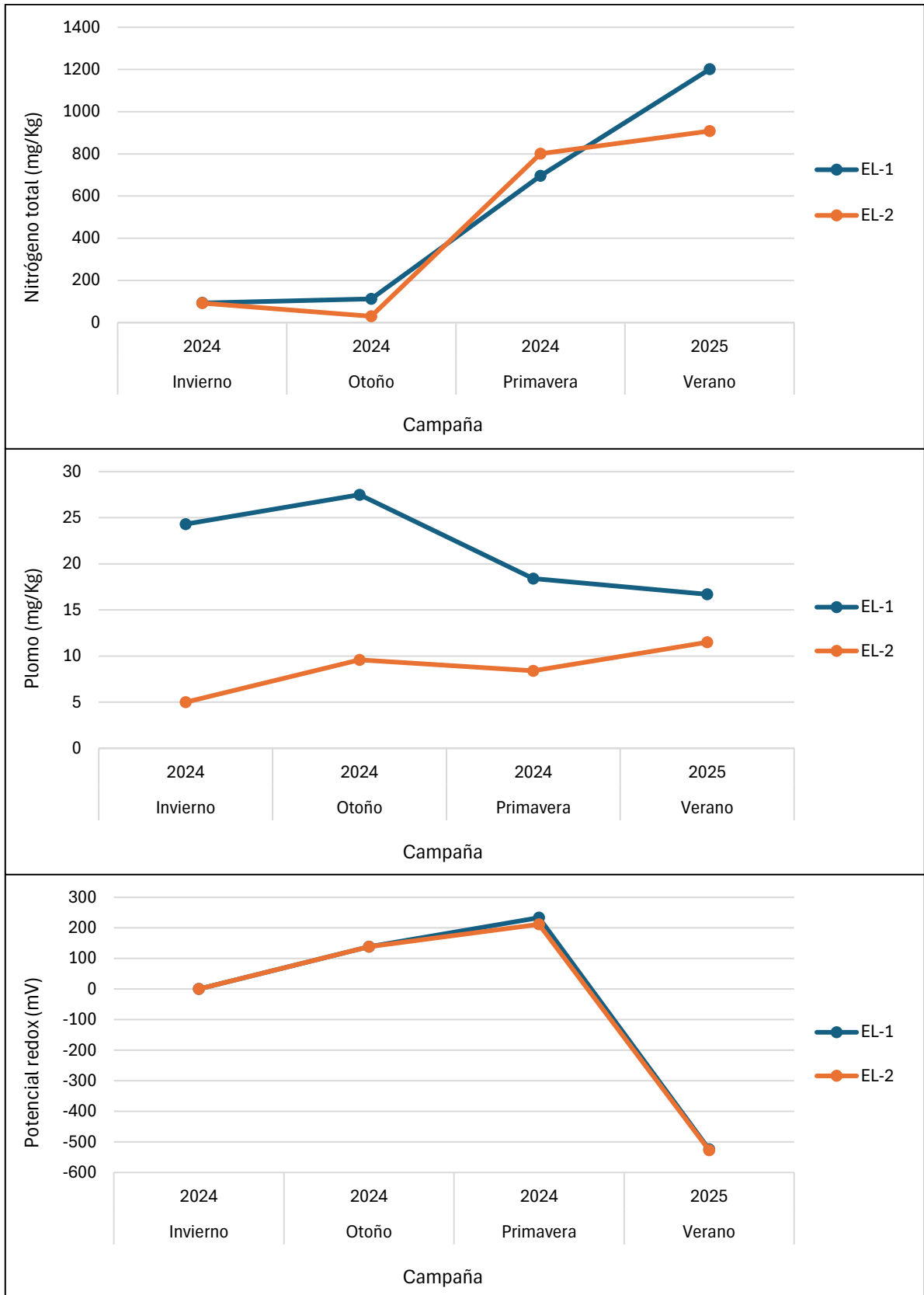
Por último, el potencial redox en ambas estaciones de muestreo, indican cuerpos de agua con ambiente sedimentario oxidante, es decir, hay disponibilidad de Oxígeno u otros aceptores de electrones con alto potencial Redox (como nitratos, manganeso, hierro o sulfatos), exceptuando

en la campaña de verano 2025, donde los resultados indican ambientes fuertemente reductores con muy bajo niveles de oxígeno disponible.

**Figura 3-5. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo**







Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6 Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año

#### 3.1.6.1 Fitoplancton

En el Embalse Larrain se identificó un total de 12 taxa de fitoplancton, los cuales se distribuyen en las dos estaciones de monitoreo como se indica en la Tabla 3-2.

En la estación de monitoreo EL-1 se registró mayor riqueza, ya que el Embalse Larraín tiene condiciones propicias para la proliferación de este grupo.

En las Tabla 3-3 y Figura 3-6 se entregan detalles de la riqueza de fitoplancton registradas por estación de monitoreo, durante las cuatro campañas de terreno en Humedal Urbano Embalse Larraín. Para ambas estaciones, se alcanzó la mayor riqueza en la campaña de invierno.

No se detectó la presencia de *Didymosphenia geminata* en ninguna de las muestras.

**Tabla 3-2. Especies de fitoplancton detectadas en Humedal Urbano Embalse Larraín**

Género/Taxa	EL-1	EL-2
<i>Achnantheidium</i>	X	-
<i>Closterium</i>	X	-
<i>Cosmarium</i>	X	-
<i>Diatoma</i>	X	-
<i>Melosira</i>	-	X
<i>Navicula</i>	X	-
<i>Nitzschia</i>	X	X
<i>Oscillatoria</i>	X	-
Pennada	X	X
<i>Peridinium</i>	X	-
<i>Ulnaria</i>	X	X
<i>Ulothrix</i>	-	X
<b>Riqueza total</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

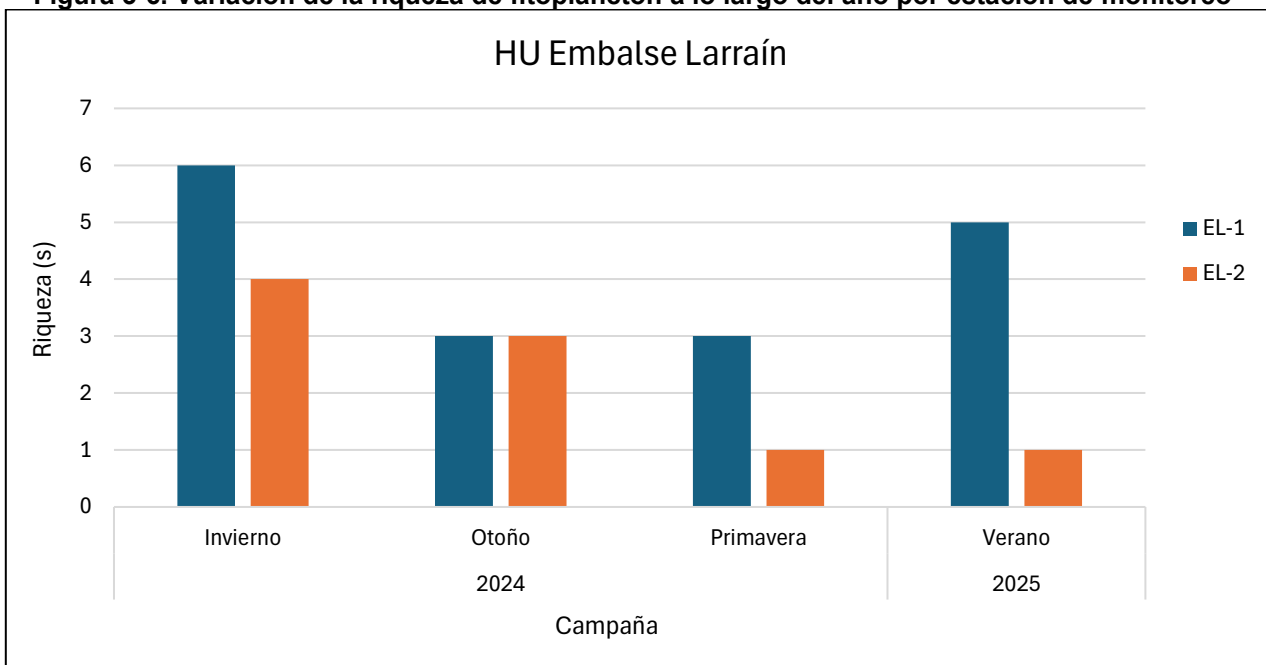
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-3. Riqueza de fitoplancton por campaña de muestreo en Humedal Urbano Embalse Larraín**

Campaña	Estación de monitoreo	
	EL-1	EL-2
Invierno	6	4
Otoño	3	3
Primavera	3	1
Verano	5	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-6. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6.2 Zooplancton

En el Embalse Larraín se identificó un total de cinco taxa de zooplancton, los cuales se distribuyen en las dos estaciones de monitoreo como se indica en la Tabla 3-4. Ambas estaciones de monitoreo tiene baja riqueza ,con tres y cuatro taxa respectivamente.

En la Tabla 3-5 y Figura 3-7 se entrega el detalle de la variación de la riqueza de especies de zooplancton registradas durante las cuatro campañas de terreno en las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín.

El análisis de zooplancton registró la presencia de taxa en ambas estaciones, siendo la estación EL-1 la más óptima para el desarrollo de especies zooplanctónicas, registrando la mayor riqueza entre ambas estaciones.

Las dos estaciones de monitoreo registraron su mayor riqueza en la campaña de otoño. Por otro lado, en invierno no se registraron taxa en EL-1, mientras que en EL-2 no se obtuvieron resultados en primavera.

**Tabla 3-4. Distribución de los taxa de zooplancton por estación de monitoreo.**

Género/Taxa	EL-1	EL-2
<i>Alona sp.</i>	X	-
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	X	X
<i>Daphnia pulex</i>	X	-

Género/Taxa	EL-1	EL-2
Cyclopoida indet.	-	X
Harpacticoida indet.	X	X
<b>Riqueza total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-5. Riqueza de zooplancton registrado por campaña en HU Embalse Larrain**

Campaña	Estación de monitoreo	
	EL-1	EL-2
Invierno	0	1
Otoño	4	3
Primavera	2	0
Verano	1	2

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-7. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**

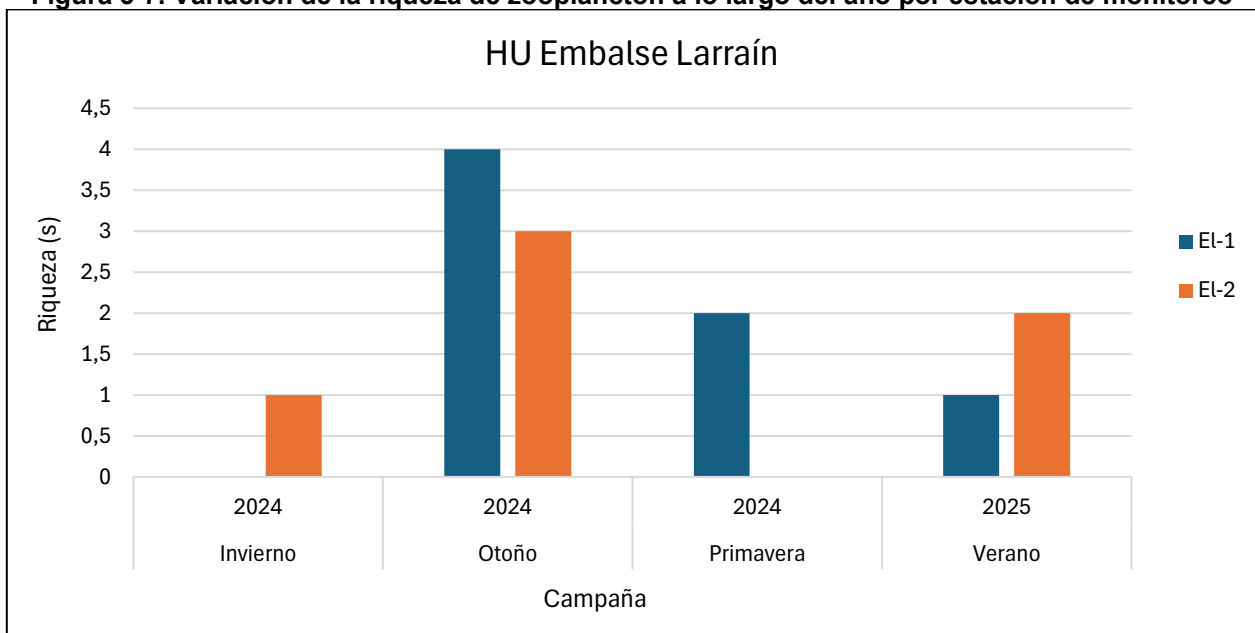


Figura: Elaboración propia.

### 3.1.6.3 Flora acuática y vegetación de ribera

En la Tabla 3-6 se indican las especies de flora vascular registrada en este humedal, tanto acuáticas como ribereñas.

A continuación, en las Tabla 3-7 y Figura 3-8 se entregan detalles de la riqueza de especies de flora acuática y de ribera encontrada en las estaciones de Humedal Urbano Embalse Larrain, durante cuatro campañas de muestreo realizadas.

La presencia de especies de flora en ambas estaciones está claramente determinada por la

estación del año, obteniendo la máxima riqueza registrada entre otoño y primavera.

La mayor riqueza obtenida fue en la estación EL-1, con 22 especies durante la campaña de otoño 2024. La estación EL-2, en general, no presenta alta riqueza ya que se encuentra dentro del Parque Urbano El Huinganal, donde predomina la presencia de especies ornamentales y se realiza mantención y limpieza constante en el sector.

**Tabla 3-6. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Embalse Larrain**

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Bromus berterianus</i>	Pasto largo	Nativa
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	Hiedra Verde	Introducida
	Asterales	Asteraceae	<i>Haplopappus poeppigianus</i>	-	Endémica
			<i>Senecio chilensis</i>	Senecio	Nativa
			<i>Senecio crassiflorus</i>	Margarita de las dunas	Introducida
	Boraginales	Boraginaceae	<i>Phacelia brachyanta</i>	Té de burro	Nativa
	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia australiana	Introducida
			<i>Galega officinalis</i>	Galega	Introducida
			<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Introducida
	Lamiales	Oleaceae	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno	Introducida
		Verbenaceae	<i>Verbena bonaerensis</i>	Verbena Argentina	Nativa
	Oxalidales	Elaeocarpaceae	<i>Aristolelia chilensis</i>	Maqui	Nativa
	Rosales	Rosaceae	<i>Acaena spp</i>	Abrojos	Nativa
			<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Introducida

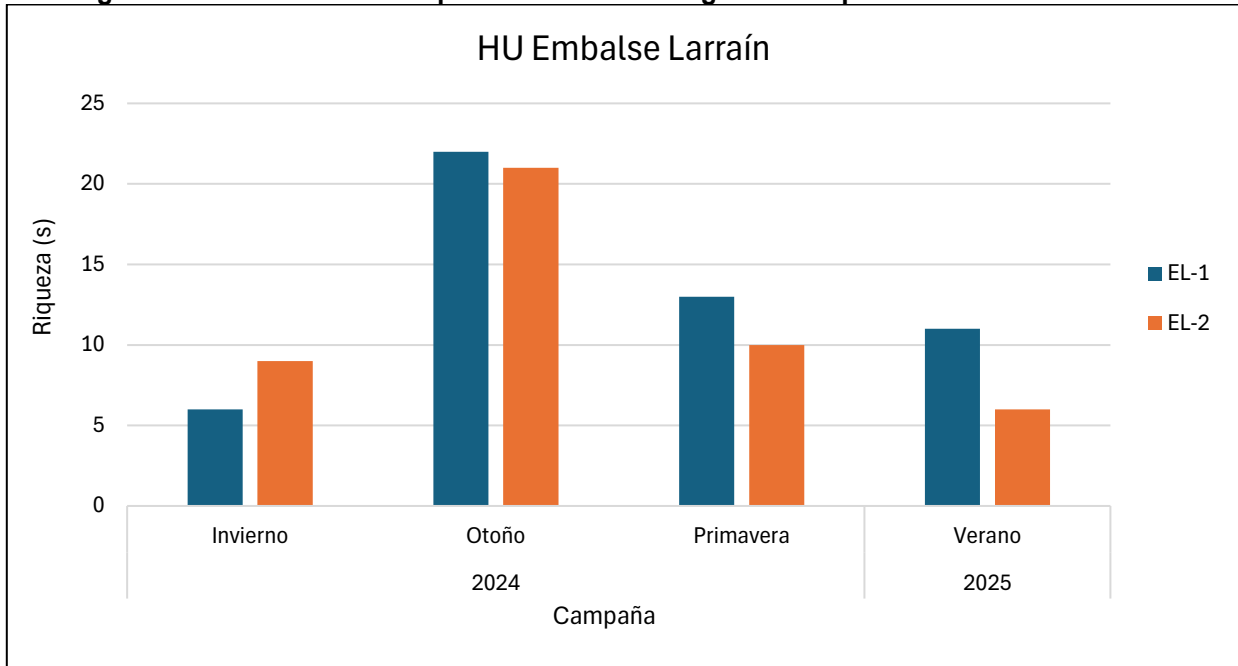
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-7 Riqueza de flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Embalse Larrain**

Campaña	Estación	
	EL-1	EL-2
Invierno	6	9
Otoño	22	21
Primavera	13	10
Verano	11	6

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-8. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

A continuación, en las Tabla 3-8 y Figura 3-9 se entregan detalles de los taxa encontrados y su distribución por estación en el Humedal Urbano Embalse Larraín.

En el Embalse Larraín se identificó un total de 12 taxa de invertebrados bentónicos. En la estación de monitoreo EL-1 se registró mayor riqueza

El análisis de macroinvertebrados bentónicos indica que la abundancia y riqueza en ambas estaciones de monitoreo es baja, por lo que no son hábitats que favorezcan el desarrollo de este grupo, independiente de las condiciones de cada campaña. Esto se ve reflejado en que solo en la campaña de primavera se registraon individuos en la estación EL-2 y en cuanto al punto EL-1, se encontraron individuos en tres de cuatro campañas. La mayor riqueza y abundancia se presentó en EL-1 en las campañas de primavera y verano.

**Tabla 3-8. Especies de invertebrados bentónicos detectados en HU Embalse Larraín**

Género/Taxa	EL-1	EL-2
Hirudinea Indet.	X	-
Ceratopogonidae	X	-
Belostomatidae	X	-
Oligochaeta Indet.	X	-
Chironomidae	X	X
Dolichopodidae	-	X
Notonectidae	X	-

Género/Taxa	EL-1	EL-2
<b>Riqueza total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

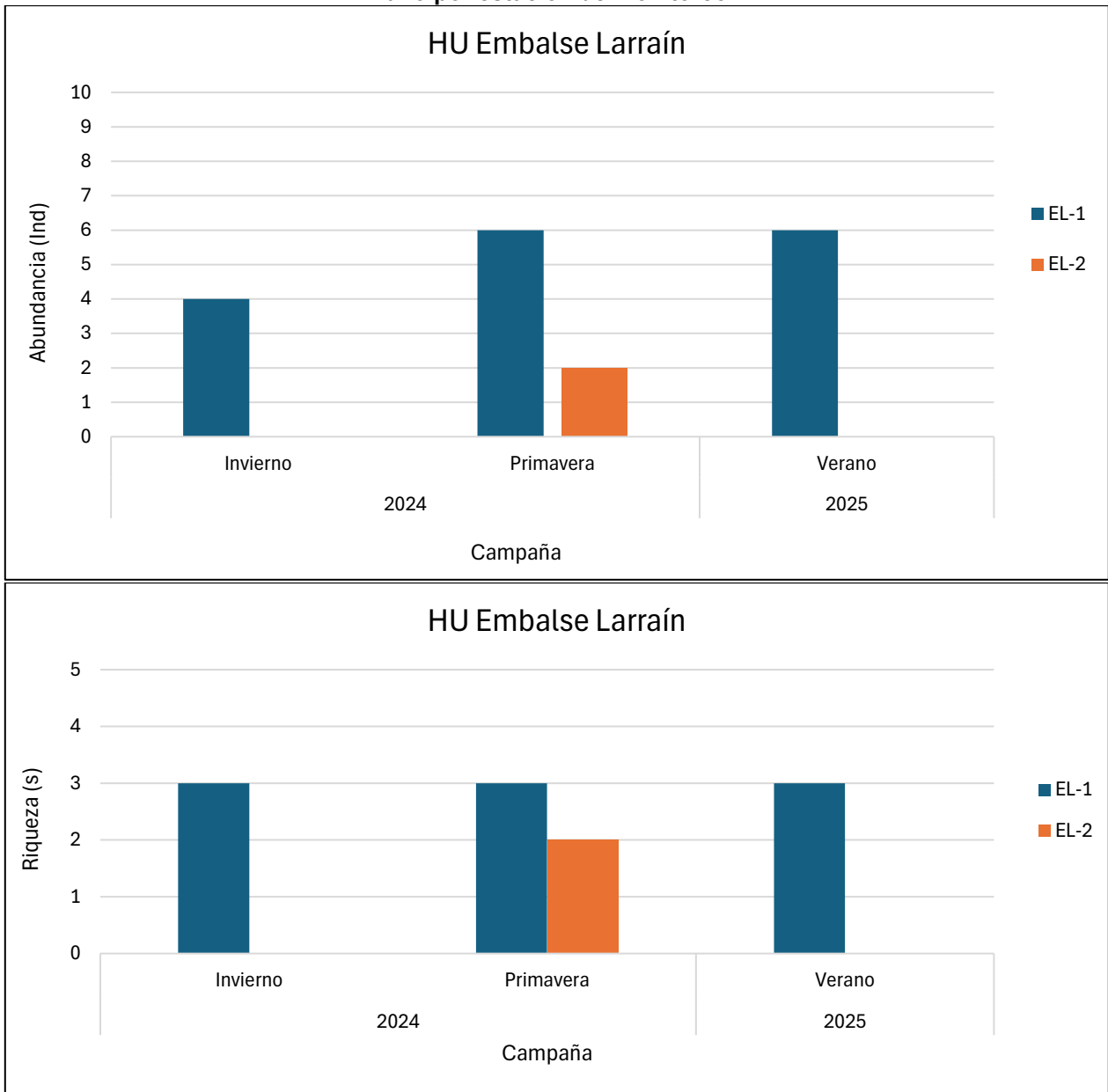
Fuente: Elaboracion propia.

**Tabla 3-9. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos**

Campaña	Estación de monitoreo			
	EL-1		EL-2	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Otoño	0	0	0	0
Invierno	4	3	0	0
Primavera	6	3	2	2
Verano	6	3	0	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-9. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6.5 Índice Biótico de Familias para macroinvertebrados bentónicos

En cuanto a la calidad de las aguas determinada a partir del ChIBF, los resultados demuestran aguas de calidad “Muy Mala” y “Mala” debido principalmente por la presencia de familias altamente tolerables a la contaminación como Physidae (Figuroa *et al.*, 2003).

En la Tabla 3-10 se entrega el detalle de los valores del índice ChIBF obtenido para cada campaña. El detalle de los colores se presenta en la Tabla 2-4.

**Tabla 3-10. Índice ChIBF en Humedal Urbano Embalse Larrain**

Campaña	Estación	
	EL-1	EL-2
Invierno	0	0
Otoño	0	0
Primavera	7,67	7,00
Verano	7,00	0

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6.6 Macrocrustáceos

Durante cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de macrocrustáceos en ninguna de las dos estaciones de Humedal Urbano Embalse Larrain.

### 3.1.6.7 Anfibios en fase acuático

Durante las cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de anfibios en fase acuática en ninguna de las dos estaciones de Humedal Urbano Embalse Larrain.

### 3.1.6.8 Fauna íctica

Durante cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de fauna íctica en ninguna de las dos estaciones de Humedal Urbano Embalse Larrain.

### 3.1.7 Estado Trófico

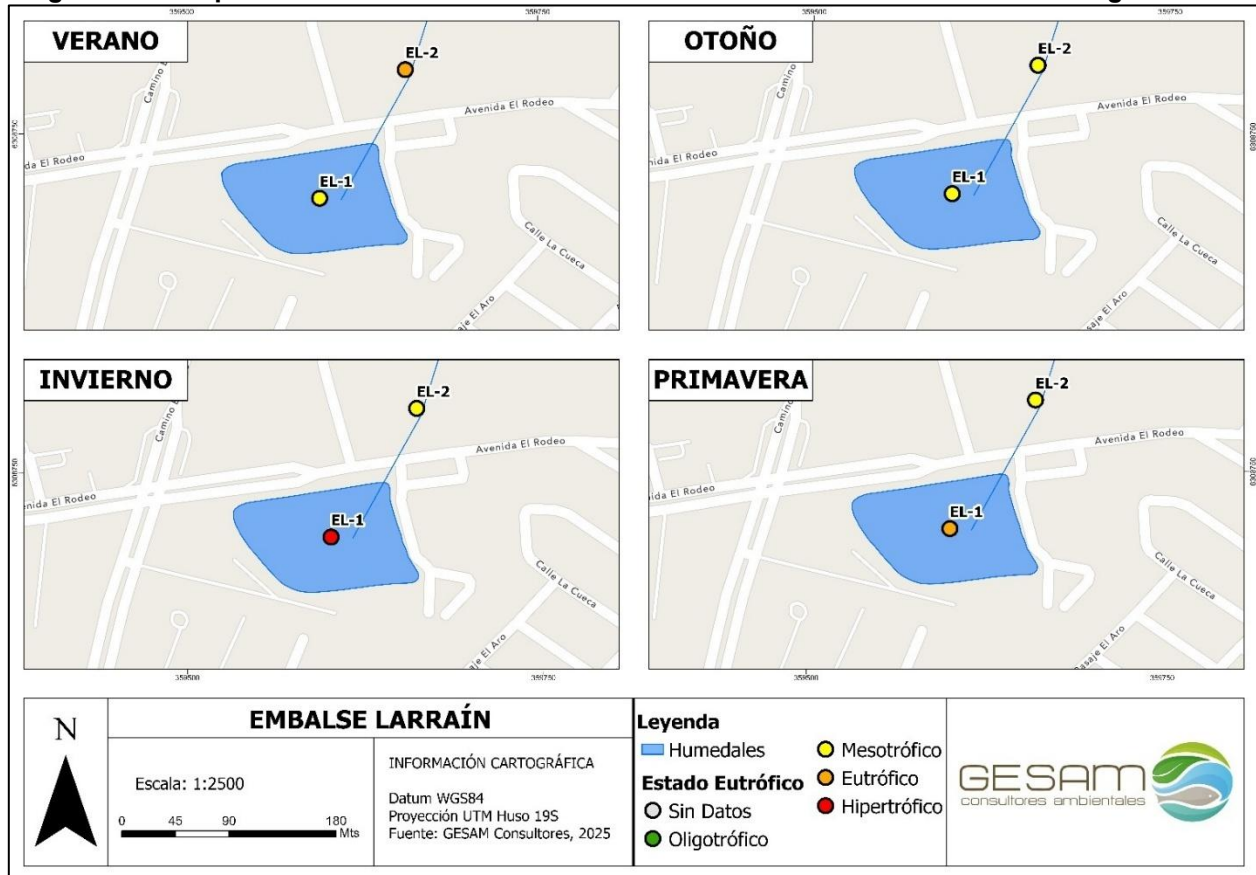
De acuerdo con los valores de Nitrógeno, Fósforo y Clorofila a registrados en cada estación de monitoreo se determinó el estado trófico como lo indica en Tabla 3-11 el embalse mismo tiene un proceso de eutroficación, o aumento de nutrientes y Bloom de fitoplancton en invierno y primavera, a diferencia del canal La Dehesa que sufre perdida de caudal en verano y aumento de las concentraciones de materia orgánica y nutrientes.

**Tabla 3-11. Estado trófica de cada estacion de monitoreo a lo largo del año.**

Estación	Nombre	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
EL-1	Embalse Larrain	Mesotrófico	Mesotrófico	Hiper eutrófico	Eutrófico
EL-2	AF Canal La Dehesa	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-10. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.8 Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas

#### 3.1.8.1 Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria

De acuerdo con la matriz de correlaciones de las variables indicadas en la Tabla 3-12 se seleccionó aquellas correlaciones sobre 0,5 (ó del 50%) entre clorofila a y parámetros fisicoquímicos y se corrigió con la desviación estándar. Ver Tabla 3-13.

De acuerdo con este criterio, para este humedal, la producción primaria solamente mostró relación positiva con las concentraciones de Nitrato.

**Tabla 3-12. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.**

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	DBO5	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Clorofila-a	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecales	-0,11	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	DBO5	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Coliformes Totales	-0,06	0,72	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad	-0,16	-0,28	-0,56	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO5	-0,21	-0,12	-0,20	0,31	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	-0,04	0,40	0,29	-0,52	0,20	1,00	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	0,25	-0,28	-0,36	0,55	0,52	0,07	1,00	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total	0,54	0,57	0,45	-0,30	-0,36	-0,12	-0,41	1,00	-	-	-	-
Nitrógeno-Nitrato	0,71	0,37	0,30	-0,05	-0,12	-0,18	0,03	0,87	1,00	-	-	-
Oxígeno Disuelto	0,29	0,17	-0,02	0,37	0,04	-0,14	0,41	0,27	0,58	1,00	-	-
pH	-0,27	0,07	0,14	-0,55	-0,35	0,17	0,75	0,03	-0,37	-0,73	1,00	-
Turbiedad	0,43	0,35	0,26	-0,56	-0,03	0,85	0,09	0,21	0,17	-0,07	0,18	1,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-13. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados**

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
Fósforo Total	0,0	0,0	13,0
pH	7,7	0,3	13,0
Nitrógeno Kjeldahl (Nitrógeno Orgánico)	0,3	0,4	13,0
Nitrógeno-Nitrato	1,3	0,7	13,0
Nitrógeno Total	1,0	0,8	13,0
Oxígeno Disuelto	9,3	1,3	13,0
DBO5	0,7	1,8	13,0
Color	6,7	6,5	13,0
Turbiedad	30,0	54,7	13,0
Clorofila-a	38,7	54,9	13,0
Conductividad	340,6	92,7	13,0
Coliformes Fecales	487,4	1.084,7	13,0
Coliformes Totales	4.063,6	5.959,7	13,0

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.8.2 Parámetros en sedimento y biodiversidad bentónica

De acuerdo con la matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento el índice de biodiversidad de Shannon-Wieber para invertebrados bentónicos indica que la diversidad de especies de invertebrados bentónicos se relaciona positivamente con el Nitrógeno Total, probablemente asociado a un aumento de materia orgánica en el humedal. Sin embargo, el bajo

número de replicas y la alta desviación estándar de las variables hacen poco predecible este resultado (Tabla 3-14 y Tabla 3-15).

**Tabla 3-14. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y índice de biodiversidad de invertebrados bentónicos.**

	Cobre	Zinc	Potencial Redox	Plomo	Nitrógeno Total	Materia Orgánica	Fósforo
Cobre	1,000	-	-	-	-	-	-
Zinc	0,973	1,000	-	-	-	-	-
Potencial Redox	-0,425	-0,480	1,000	-	-	-	-
Plomo	0,591	0,496	0,080	1,000	-	-	-
Nitrógeno Total	0,282	0,430	-0,592	-0,139	1,000	-	-
Materia Orgánica	-0,332	-0,341	-0,419	-0,327	0,425	1,000	-
Fósforo	-0,614	-0,587	-0,079	-0,240	-0,233	0,324	1,000
Índice de Shannon	0,242	0,416	-0,034	0,004	0,736	-0,178	-0,392

Fuente: Elaboracion propia.

**Tabla 3-15. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.**

	Media	Desv. estándar	N de análisis
Cobre	6.399	7.836	8
Zinc	469	522	8
Potencial Redox	-41	311	8
Plomo	15	8	8
Nitrógeno Total	492	461	8
Materia Orgánica	3	5	8
Fósforo	436	392	8
Índice de Shannon	0,339	0,479	8

Fuente: Elaboracion propia.

### 3.1.9 Amenazas

**Escasez hídrica y cambio climático:** Representan amenazas críticas para los humedales, ya que alteran los regímenes naturales de estos ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua. Por su parte, el aumento de temperaturas junto con una mayor frecuencia de sequías acelera la evaporación y modifica los ciclos hidrológicos, disminuyendo la capacidad de los humedales para cumplir funciones clave como la regulación del clima, la purificación del agua y el almacenamiento de carbono.

**Extracción ilegal de agua:** La extracción mediante mangueras, tomas de agua no declaradas o desviación de los cauces, genera una disminución de caudal no controlada y que causa impactos

en la vida acuática al reducir sus condiciones naturales para su desarrollo de forma abrupta y constante.

**Contaminación:** La presencia constante de basura domiciliaria o industrial es una amenaza que puede afectar tanto a la calidad del agua de los humedales como al hábitat de estos, produciendo estancamiento o desvíos del curso de agua, los cuales pueden generar que los humedales no cumplan de manera eficiente una de sus funciones clave como lo es el control de inundaciones y crecidas de los ríos.

**Descarga de fertilizantes:** En particular, la estación EL-2 (Canal La Dehesa), se encuentra ubicada dentro del Parque Urbano El Huinganal, el cual cuenta con abundante flora ornamental y que producto de su mantención o actividades de fertilización, pueden generar un aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo y que luego son arrastrados por el agua (riego en este caso) hasta el curso del canal, elevando así las probabilidades de eutrofización de sus aguas.

### 3.1.10 Recomendaciones

**Prácticas profesionales o tesis académicas de medioambiente:** Subir a la plataforma de prácticas profesionales o tesis el trabajar en la biodiversidad acuática y terrestres en la subcuenca del Estero Las Gualtatas, en conjunto con la Unidad de Medio ambiente de la Municipalidad. Dando facilidades logísticas a los estudiantes para realizar sus trabajos en terreno.

**Programas de educación ambiental:** En asociación con los establecimientos educacionales de la comuna, elaborar planes y programas para incluir contenidos de los ecosistemas de humedales urbanos en los contenidos mínimos de enseñanza municipal.

**Monitoreo ambiental:** Monitorear las concentraciones de Cobre y Zinc en los sedimentos de ambas estaciones de muestreo y determinar la fuente de la sobrecarga en verano y otoño.

### 3.1.11 Conclusiones

El embalse representa un cuerpo de agua lenticó, ya que la circulación de la columna de agua es escasa y permanece con fondo limoso y de baja profundidad, solamente en invierno alcanzó la profundidad máxima registrada de 2,5 m.

A diferencia del canal La Dehesa que presenta aguas con movimiento en un rango lento a medio, de muy baja profundidad y alcanzando su máxima velocidad en temporada de primavera. Sin embargo, se mantiene libre de basura y de materia orgánica.

El pH, la conductividad y el Oxígeno disuelto, mantienen variaciones estacionales y diferencias según el punto de muestreo, sin embargo, dentro de los límites establecidos en la norma NCh. 1.333 Of 78 Mod. 87, excepto que los coliformes fecales sobrepasaron el límite máximo permitido según la norma NCh. 1.333 en invierno y primavera.

El Potencial Redox en sedimentos de ambas estaciones de muestreo, indican cuerpos de agua con ambiente sedimentario oxidante, es decir, hay disponibilidad de Oxígeno u otros aceptores de electrones con alto potencial Redox (como nitratos, manganeso, hierro o sulfatos).

Destaca la gran diferencia en el porcentaje de materia orgánica entre ambos puntos, siendo EL-2 el que presenta mayores valores, ya que posiblemente el canal recibe aportes de la vegetación ornamental presente en el Parque Urbano El Huinganal.

Fósforo en el embalse presentó concentraciones moderadas a altas, con un máximo en primavera, lo que sugiere acumulación estacional. En el canal La Dehesa se registraron valores elevados en verano y otoño, probablemente asociados a aportes de fertilización u otras actividades de mantención dentro del Parque Urbano, lo que indica una fuerte influencia antrópica en un sistema de baja capacidad de dilución.

El Nitrógeno en el embalse mostró un marcado aumento en primavera y verano, alcanzando un máximo en esta última estación, lo que sugiere acumulación estacional asociada a mayor deposición de materia orgánica y menor renovación del fondo. A su vez, en el canal La Dehesa también presentó concentraciones altas en primavera y verano, probablemente vinculadas al arrastre de residuos vegetales, fertilizantes y materia orgánica desde el entorno, intensificado por el riego y escasa circulación hídrica.

El Fósforo en el embalse presentó concentraciones moderadas a altas, con un máximo en primavera, lo que sugiere acumulación estacional y en el canal se registraron valores elevados en verano y otoño, probablemente asociados a aportes de fertilización u otras actividades de mantención dentro del Parque Urbano, lo que indica una fuerte influencia antrópica en un sistema de baja capacidad de dilución.

Cabe destacar que en verano las concentraciones de Zinc en los sedimentos de ambas estaciones de monitoreo superan ampliamente el límite respecto a la norma canadiense utilizada. En el caso del Cobre este supera las concentraciones límite tanto en verano como en otoño (sobre 15.000 unidades).

Conclusión general: las condiciones limnológicas del Humedal Urbano Embalse Larraín a lo largo de un año de monitoreo reflejan o la influencia antrópica en la calidad del sedimento en el canal La Dehesa y la baja diversidad de biota acuática, a pesar de que algunos parámetros de calidad de agua superficial se mantienen dentro de rangos adecuados para la vida acuática. La alta concentración de metales como Cobre y Zinc en los sedimentos en algunas estaciones es un factor que considerar. La condición trófica varía estacionalmente, alcanzando estados de eutrofia e hipereutrofia en el embalse.

## 3.2 HUMEDAL URBANO LOS TRAPENSES

### 3.2.1 Estaciones de Monitoreo

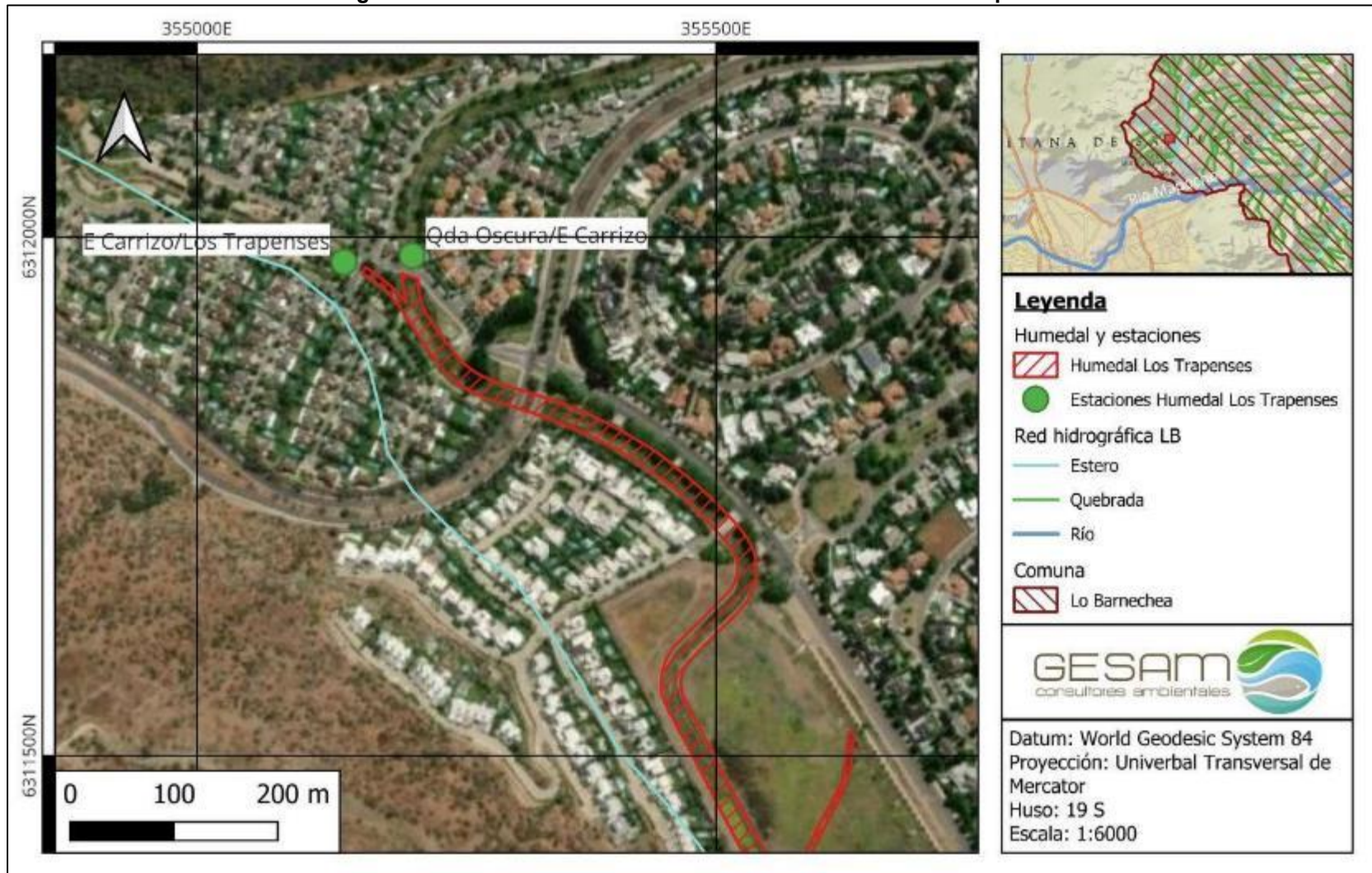
Dentro del polígono definido en la declaración del Humedal Urbano Los Trapenses, se decidió realizar este estudio con dos estaciones de monitoreo del tipo lotica: Estero Carrizo con Los Trapenses y Quebrada Oscura con Estero Carrizo (ver Tabla 3-16 y Figura 3-11).

**Tabla 3-16. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Los Trapenses**

N°	Localización relativa	Coordenadas UTM Datum WGS 84 H 19	
		Este	Norte
HT-1	Estero Carrizo/Los Trapenses	355.150	6.311.966
HT-2	Quebrada Oscura/E Carrizo	355.202	6.311.978

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-11. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Los Trapenses**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo

#### 3.2.2.1 HT-1: Estero Carrizo/Los Trapenses

El estero Carrizo se presenta como un cuerpo de agua de tipo ritrón y morfología de canal, con aguas café o transparentes dependiendo de la época. Mantiene un ancho total de 5 metros, pendiente y profundidad baja, pero flujo constante y en ocasiones estancado. Presenta vegetación de ribera y especies acuáticas que cubren sus aguas. El sustrato, estuvo compuesto por arena, clastos chicos y bolones. No se evidenció la presencia de basura en las riberas ni fondo.

Cabe destacar que gran parte del estero se encuentra al interior de un condominio privado, lo cual favorece la conservación del hábitat y de sus aguas, debido al limitado acceso al cauce. En la Fotografía 3-3 se observa la estación de monitoreo Estero Carrizo/Los Trapenses durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-3. Estación Estero Carrizo/Los Trapenses durante las cuatro campañas de muestreo**

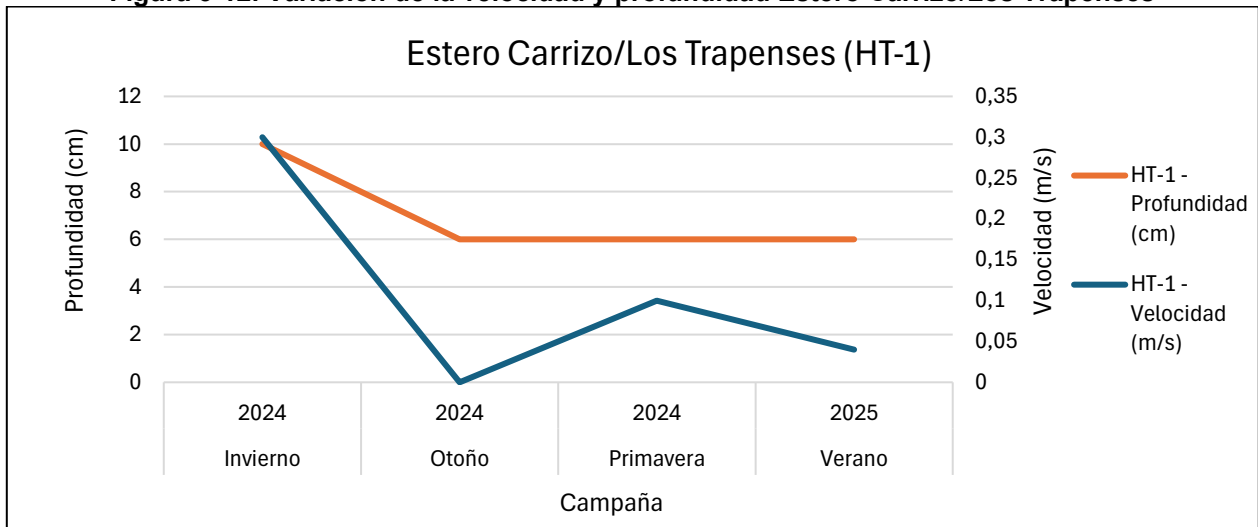


Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.1.1 Morfología de cauce

La Figura 3-12 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo del Estero Carrizo/Los Trapenses durante cuatro campañas de terreno. Con un ancho máximo de 5 m y profundidad promedio de 7 cm, con velocidad media de 0,1 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta un flujo lento, que alcanza su máximo caudal en época de invierno. Aun así, puede albergar microorganismos, plantas acuáticas pequeñas, fauna íctica y anfibios. La baja velocidad también genera condiciones propicias para la sedimentación, lo cual es beneficioso para ciertos invertebrados.

**Figura 3-12. Variación de la velocidad y profundidad Estero Carrizo/Los Trapenses**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.2 HT-2: Quebrada Oscura/Estero Carrizo

La estación de monitoreo HT-2 se presentó seca en tres de las cuatro campañas, solo en invierno 2024 se registró con agua, presentando un caudal medio. En dicha campaña, el cuerpo de agua fue de tipo ritrón, pendiente media y un ancho de 3,8 metros aprox., el agua fue de color café y poco profundas. De igual forma, se presenció vegetación de ribera en todas las campañas, a pesar de la ausencia de agua superficial. Se observó contaminación industrial y domiciliaria en todas las campañas. En la Fotografía 3-4 se presenta la estación Quebrda Oscura/Estero Carrizo durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-4. Estación Quebrada Oscura/Estero Carrizo durante cuatro campañas de muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.2.1 Morfología del cauce

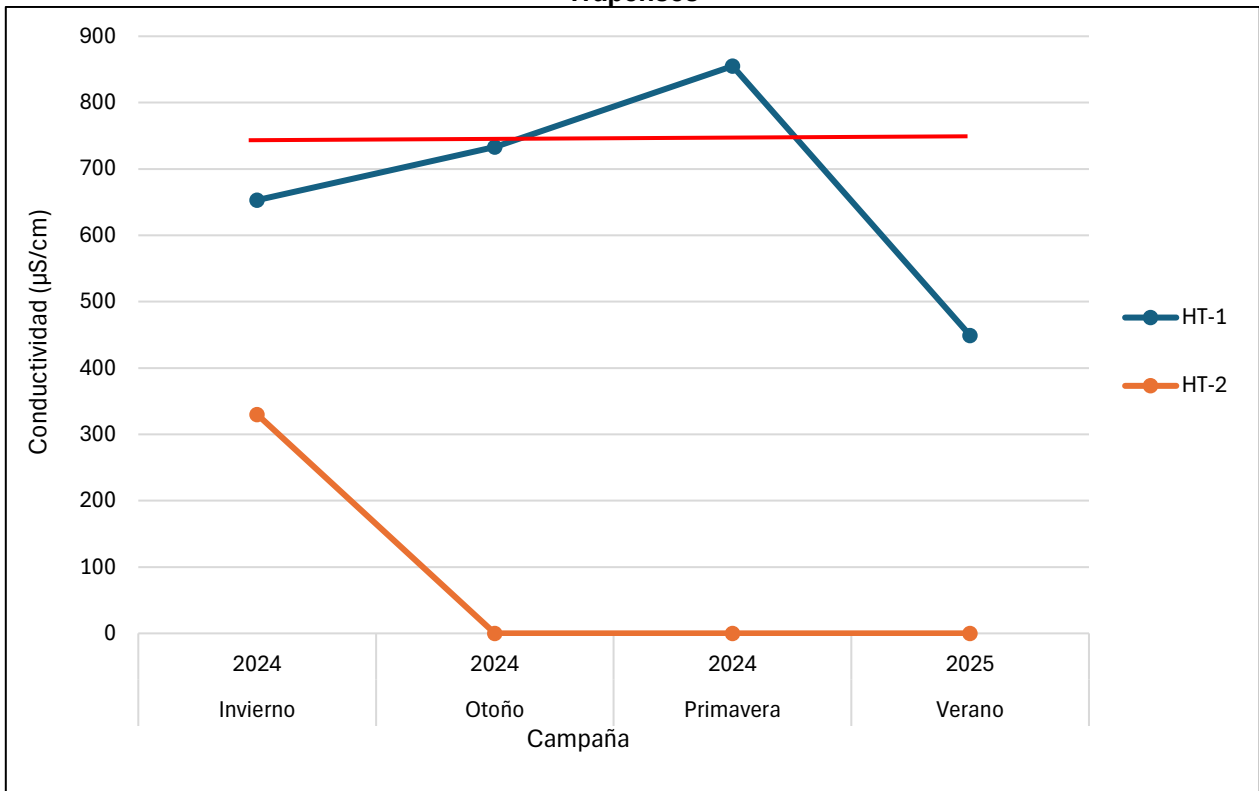
Considerando que solo en una campaña se registró la estación HT-2 con agua, los resultados no se grafican. Sin embargo, durante las mediciones realizadas en invierno 2024, se pudo obtener que el curso de agua presentó una profundidad típica de 15 cm y máxima de 25 cm, el ancho total fue de 3,8 metros aproximadamente y una velocidad de corriente de 0,6 m/s, presentando así un flujo medio. Si bien estas condiciones pueden favorecer a ciertas especies acuáticas, estas no logran establecerse ya que el estero se seca durante el resto del año.

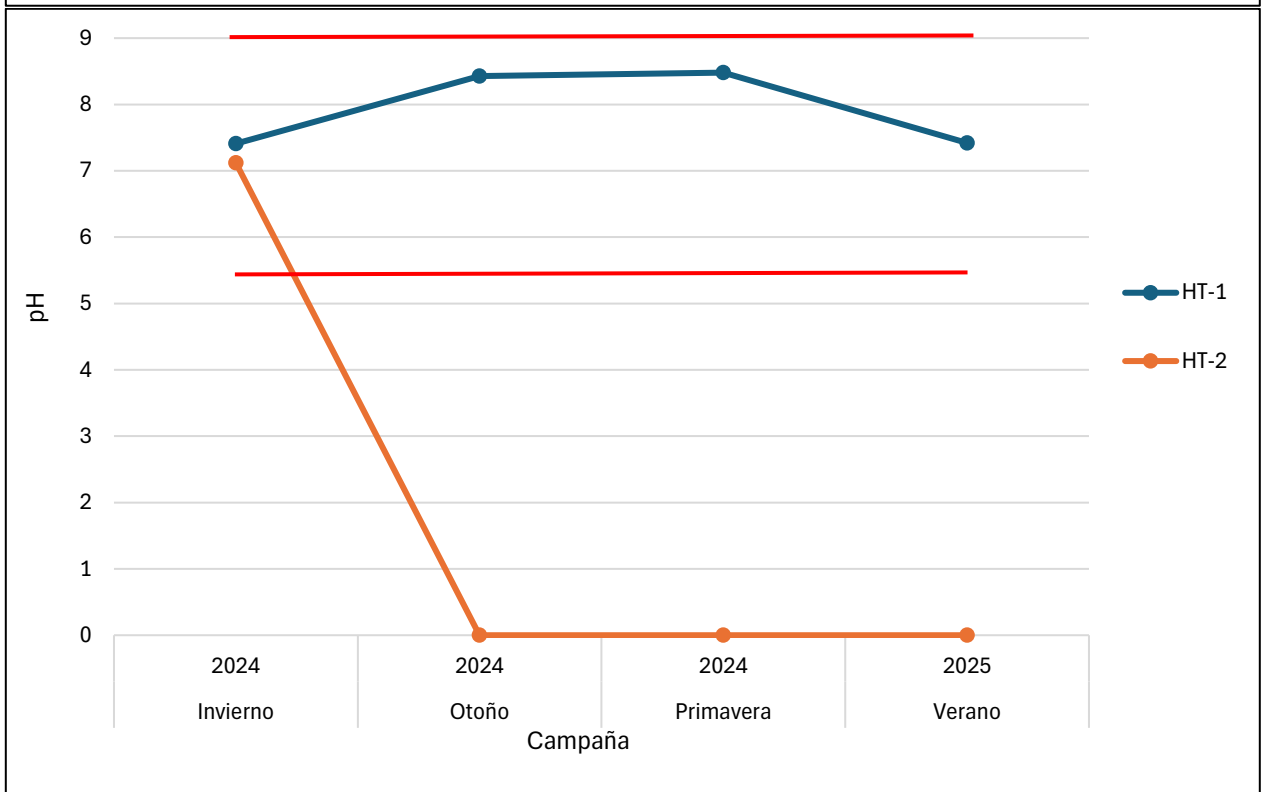
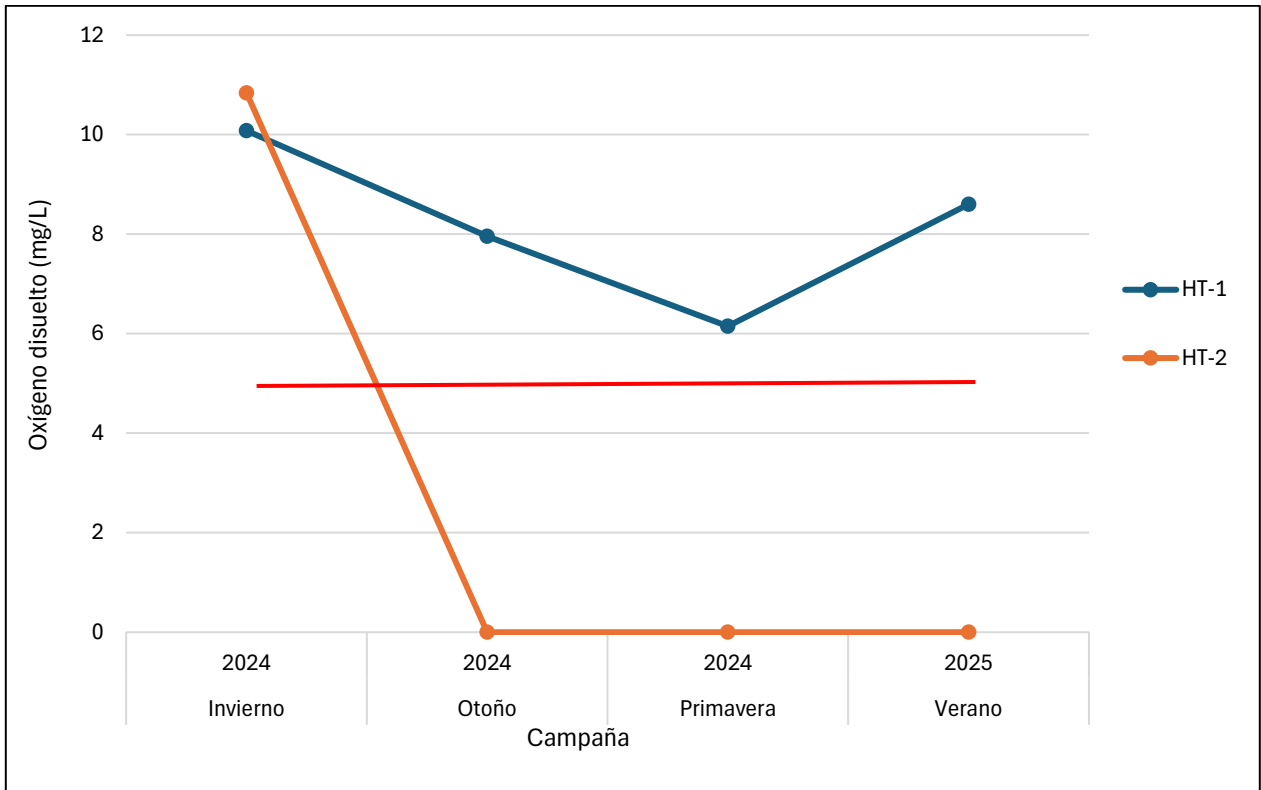
### 3.2.3 Calidad del agua: Parámetros medidos *in situ*

En la Figura 3-13 se presenta la tendencia de tres parámetros medidos *in situ* en las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Embalse Larraín, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, tanto el pH, la Conductividad y el Oxígeno disuelto, mantienen variaciones estacionales y diferencias según el punto de muestreo, sin embargo, se mantienen dentro de los límites establecidos en la norma NCh. 1.333. Solo en la campaña de primavera 2024, la Conductividad se evidenció por sobre 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el cual es el límite máximo normado. De igual forma, cabe mencionar que para el punto HT-2 solo se obtuvieron datos en la campaña de invierno 2024, ya que fue solo en esta temporada donde se presenció agua superficial durante la visita de terreno.

**Figura 3-13. Parámetros medidos *in situ* durante cuatro campañas de muestreo en el HU Los Trapenses**





Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

### 3.2.4 Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio

En la Figura 3-14 se presenta la tendencia de nueve parámetros analizados en laboratorio para las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Los Trapenses, durante cuatro campañas de terreno. Destaca que, para la estación HT-2 solo se obtuvieron datos durante la campaña de invierno 2024, momento en el que se registró agua superficial y con escorrentía en el sector.

Aun así, el parámetro de coliformes fecales se registró bajo el límite permitido según NCh. 1.333, para ambas estaciones y en todas las campañas.

Por su parte, la conductividad se presentó por sobre el límite máximo establecido (750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) solo en la estación HT-1 y durante las campañas de otoño y primavera.

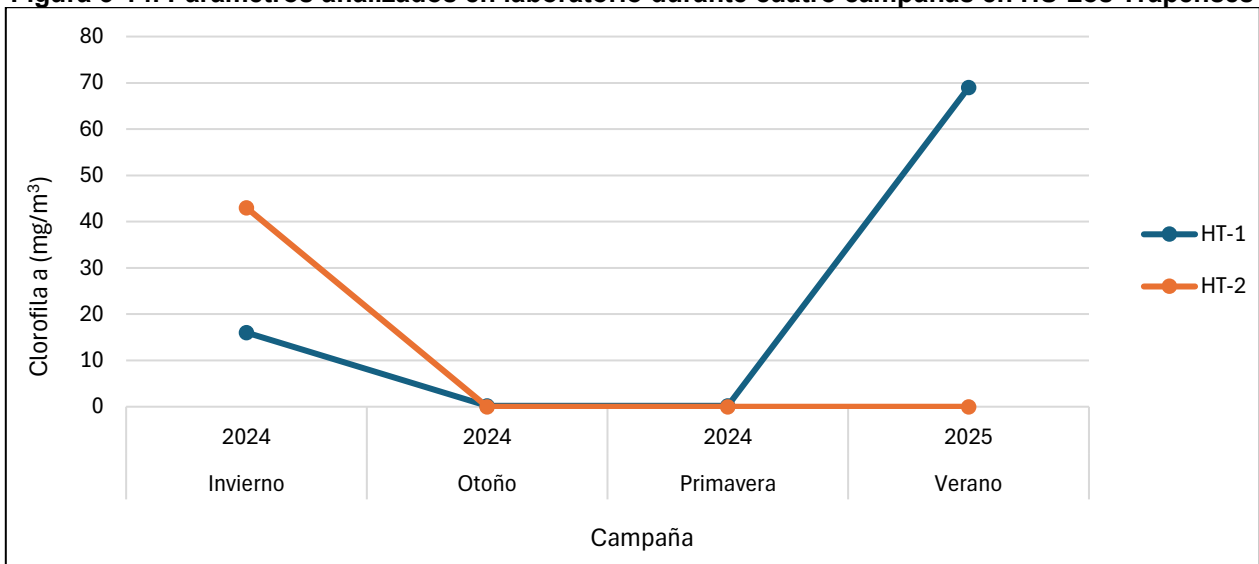
El Oxígeno disuelto se encontró por sobre los 5,0 mg/L en ambas estaciones y en todas las campañas, lo que indica aguas óptimas para el desarrollo de vida acuática.

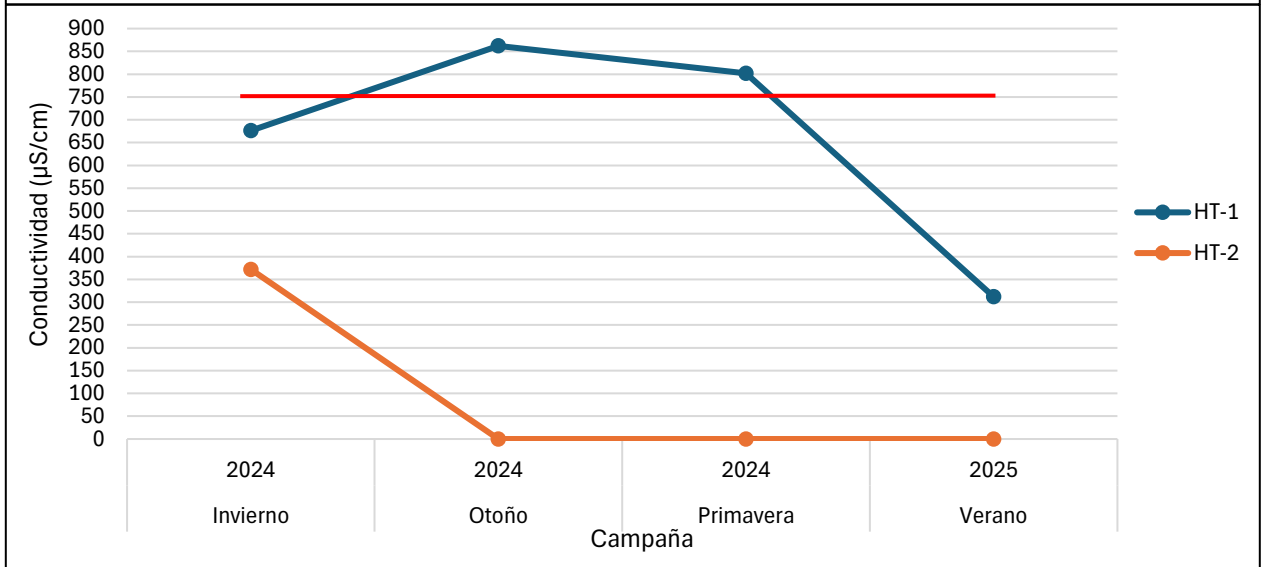
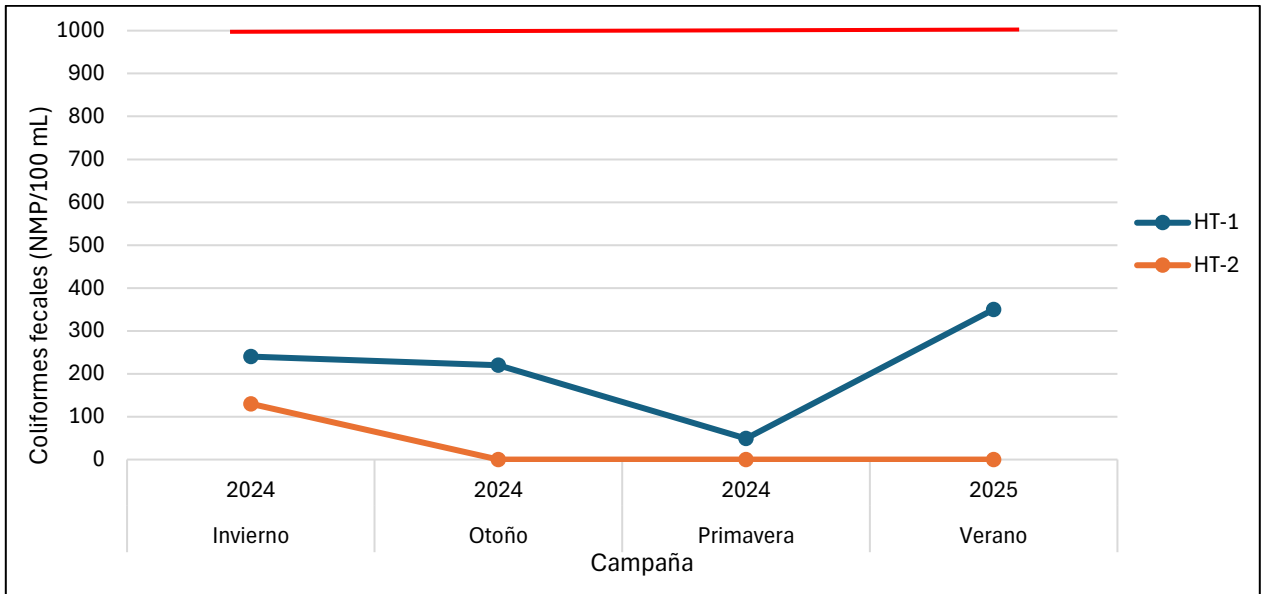
Respecto a los parámetros indicadores de estado trófico la Clorofila **a** presenta aumento de concentraciones en invierno y verano, en tanto que el Nitrógeno y Conductividad tienen un comportamiento inverso, alto en otoño y primavera.

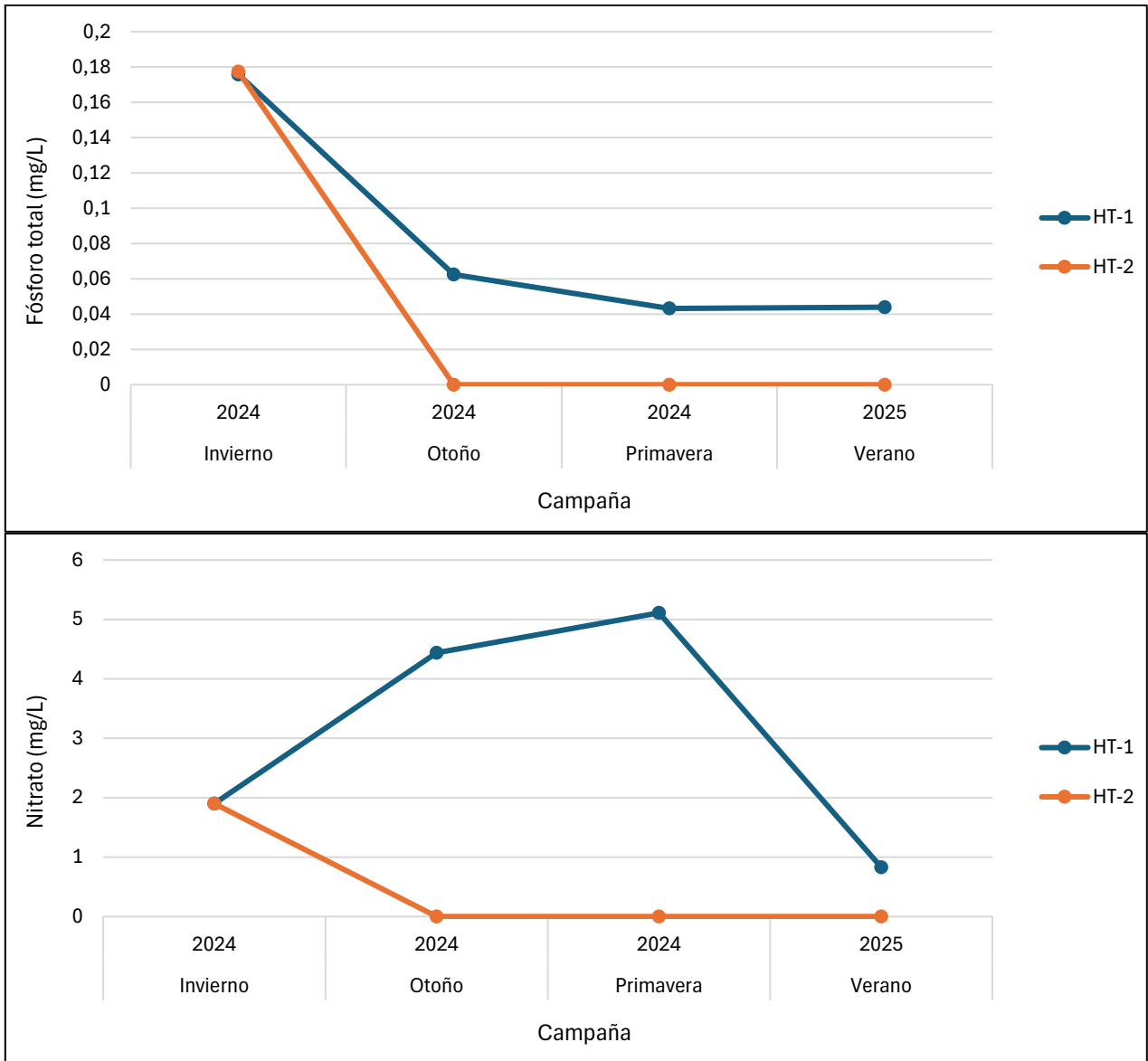
En cuanto al pH, este se registró entre los 7 y 8 UpH, para ambas estaciones y sin presentar mayor variación entre campañas. En consecuencia, se mantuvo dentro de los valores mínimo y máximo normados.

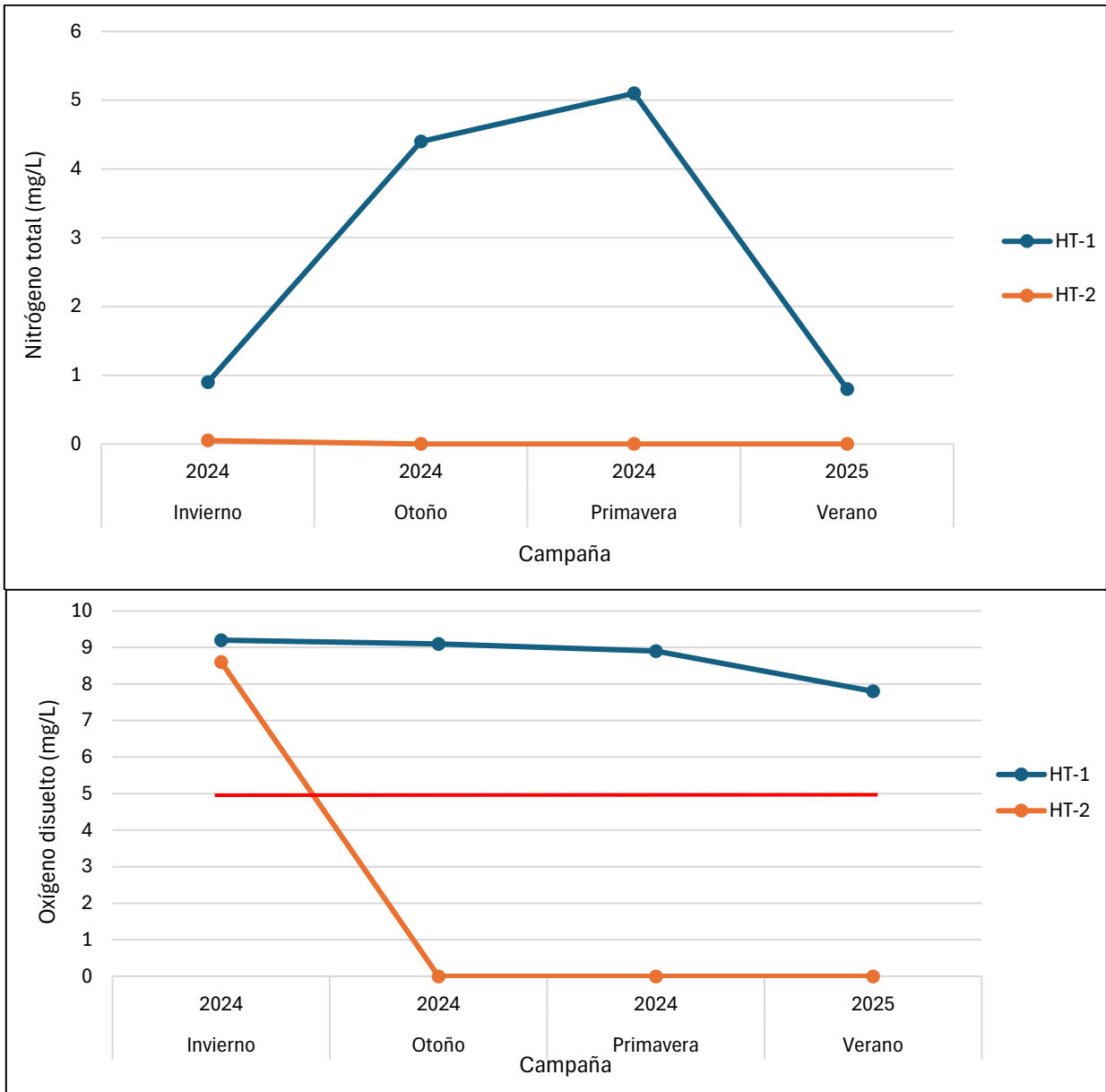
Por último, la turbiedad en ambas estaciones y en todas las campañas, se registró por debajo del límite máximo establecido (50 NTU).

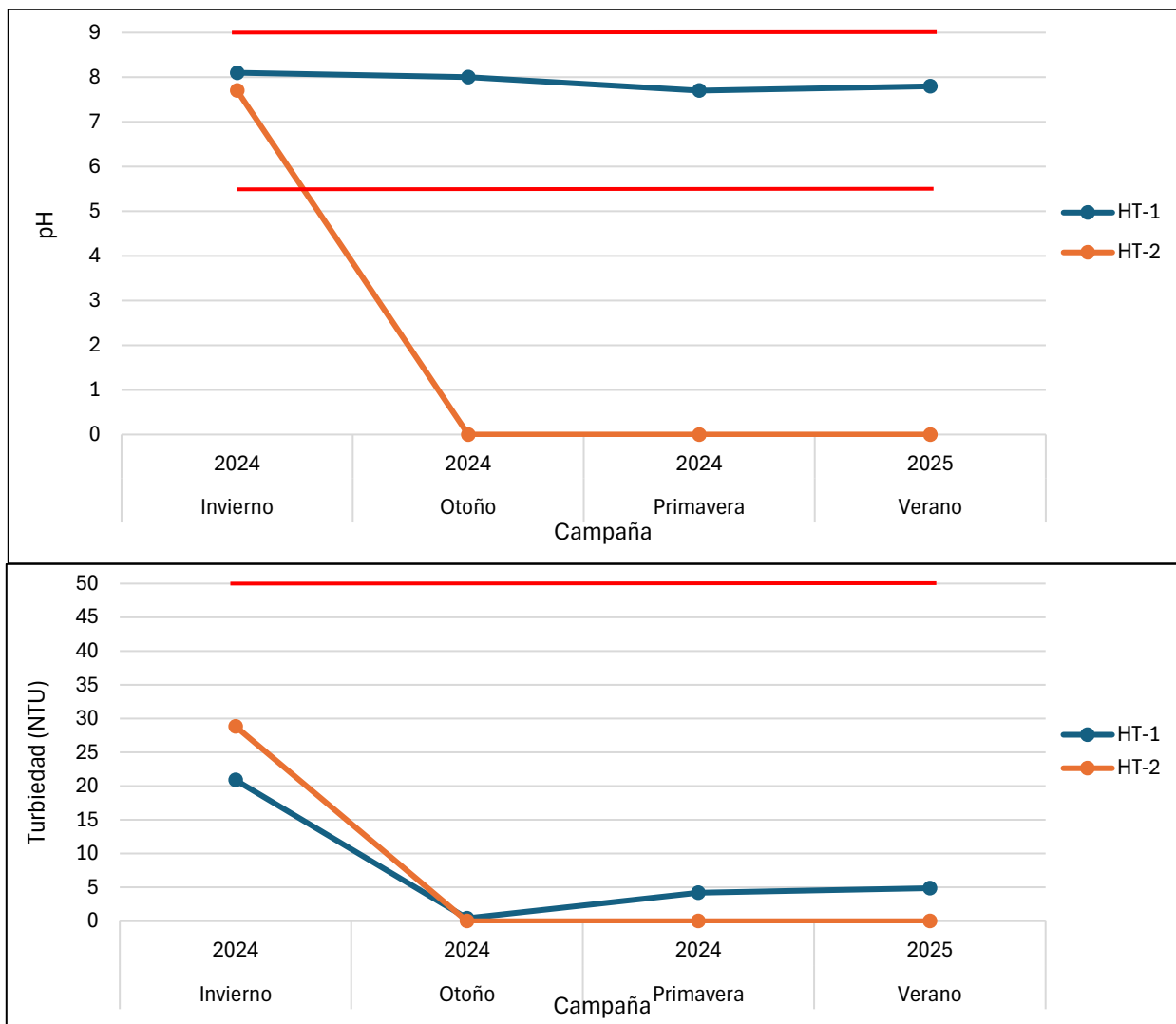
**Figura 3-14. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Los Trapenses**











Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

### 3.2.5 Caracterización del sedimento acuático

En la Figura 3-15 se presenta la tendencia de ocho parámetros medidos para sedimento acuático en las dos estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Los Trapenses, durante cuatro campañas de terreno. Cabe mencionar que para HT-2 solo se pudo obtener muestra de sedimento acuático en la campaña de invierno 2024.

Destaca que, para ambas estaciones el porcentaje de materia orgánica fue bajo en casi todas las campañas (menor al 2%), exceptuando en la estación HT-1 en la campaña de verano 2025, en la cual se eleva hasta un 15%.

Asimismo, el Fósforo presentó concentraciones moderadas a altas, con diferencia entre campañas y presentando un máximo en primavera, lo que sugiere acumulación estacional.

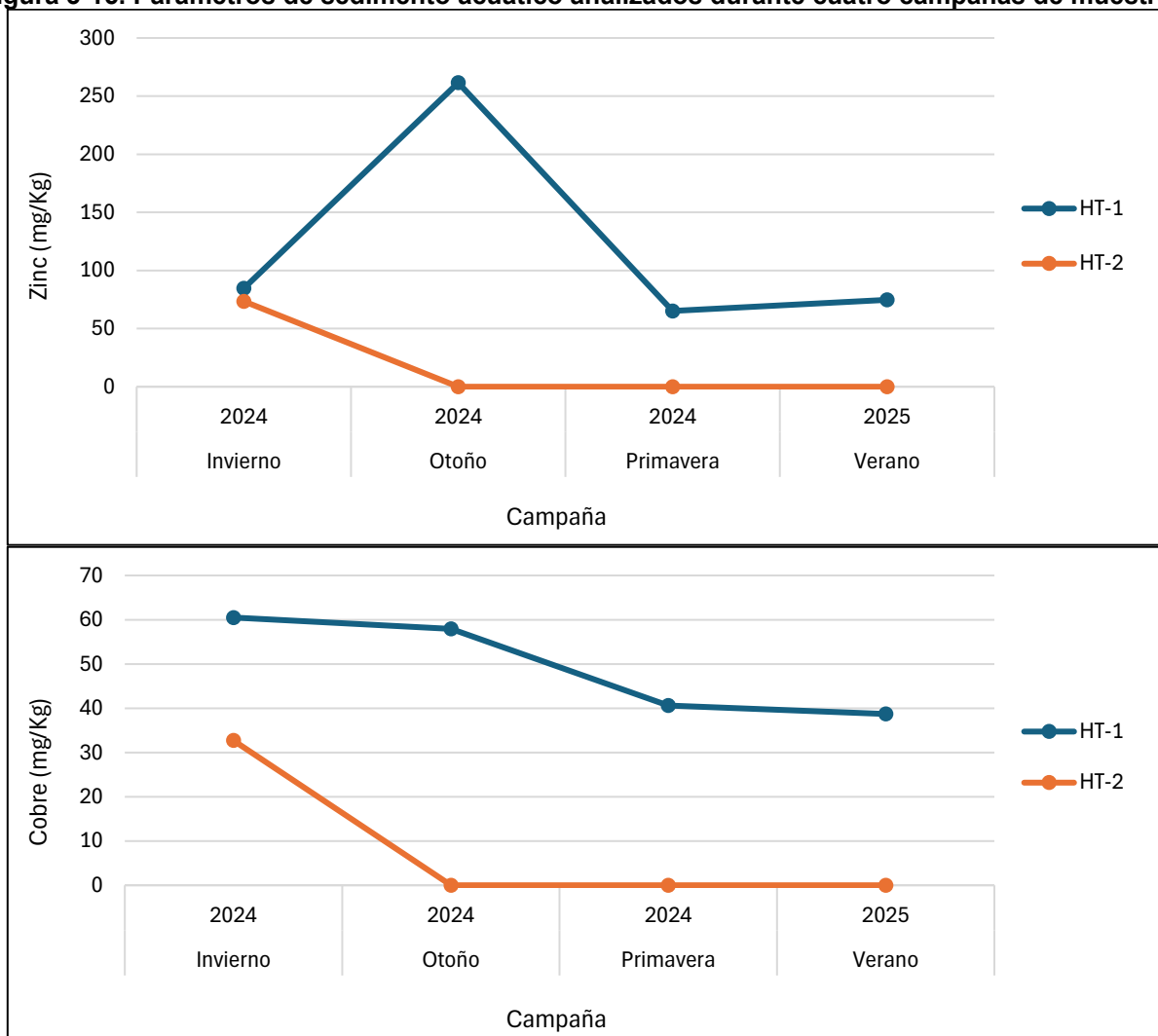
Para el Nitrógeno, en HT-1 mostró un marcado aumento en verano 2025, manteniéndose relativamente constante durante el resto de las temporadas. En HT-2, se obtiene un valor

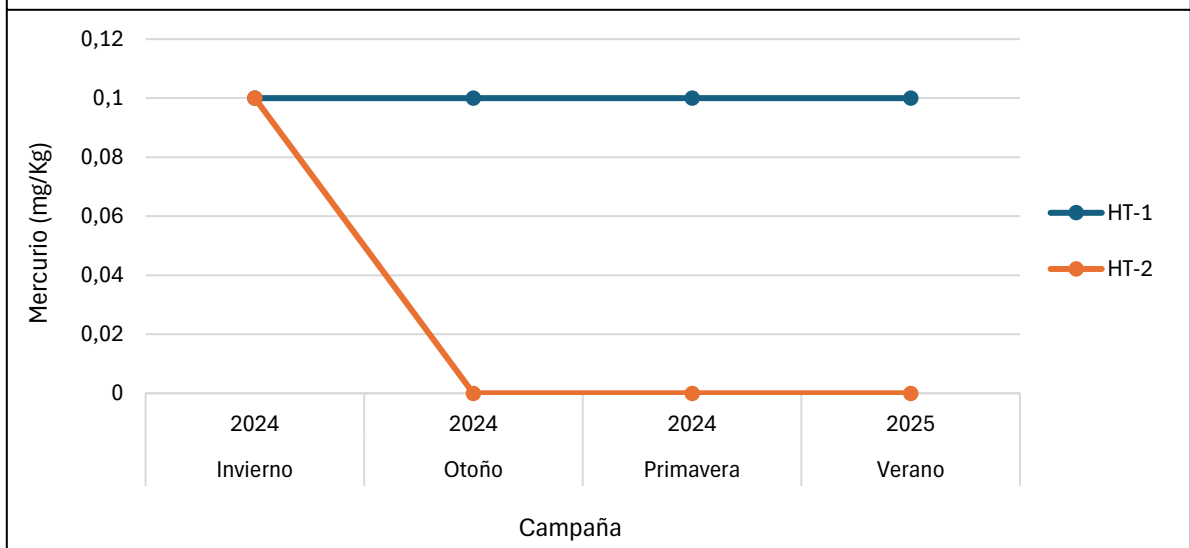
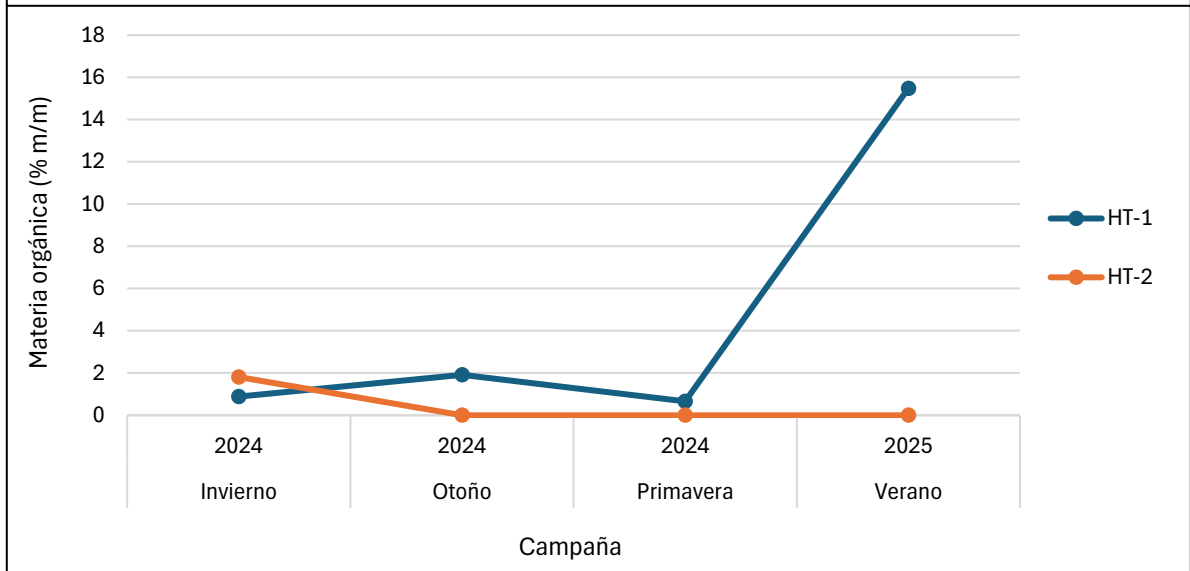
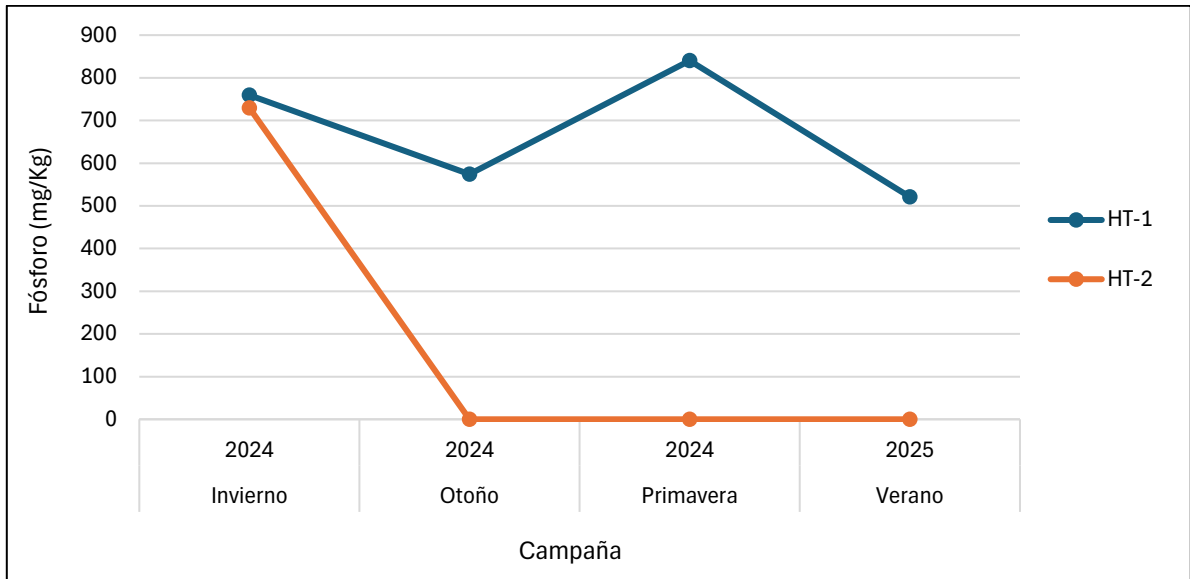
moderado, que indica presencia de materia orgánica acumulada, posiblemente por el arrastre de materia durante las lluvias invernales (hojarasca, suelos, residuos orgánicos, etc).

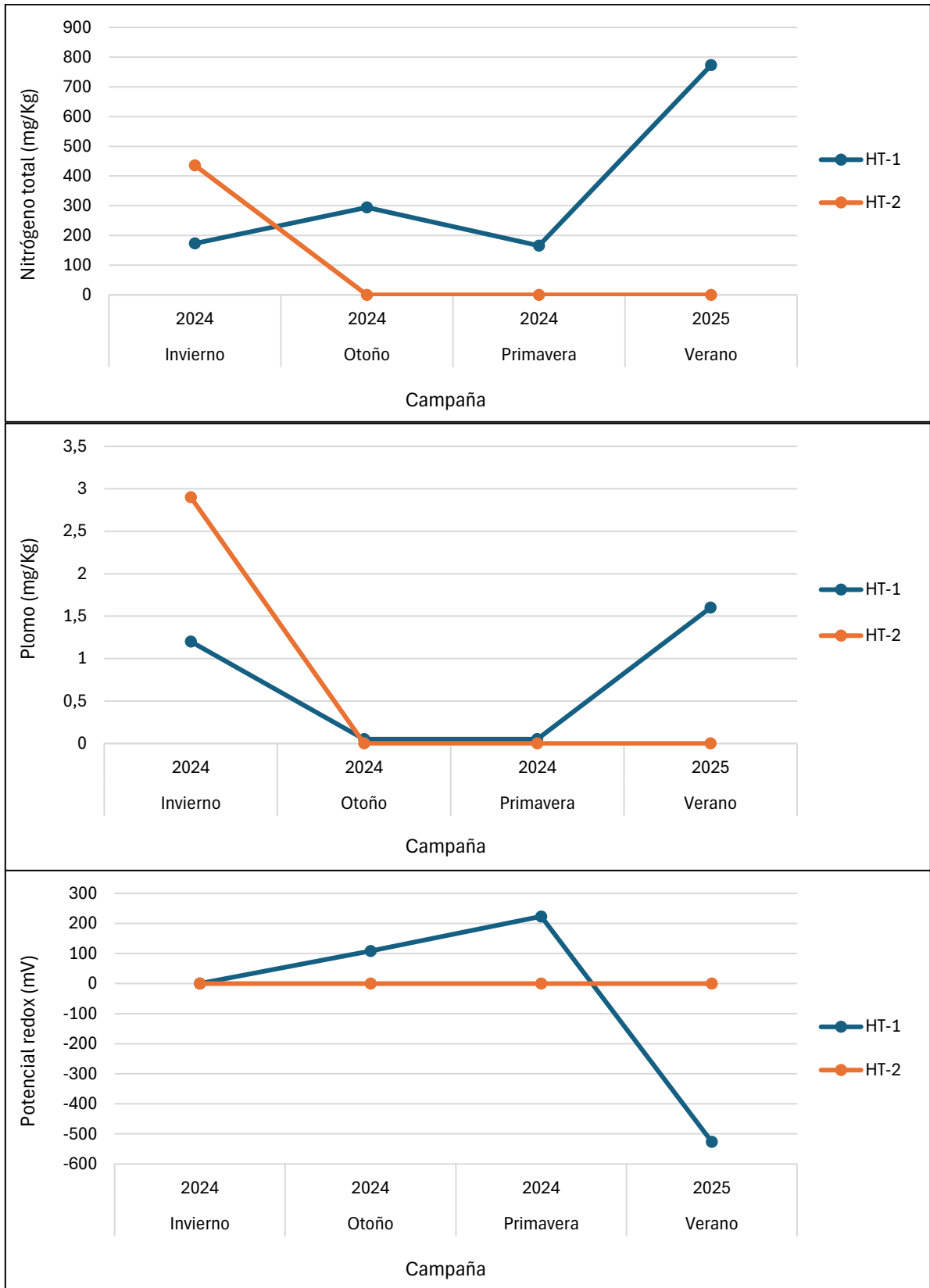
Si bien Chile no cuenta con norma de referencia para sedimentos, los valores de cobre encontrados durante las cuatro campañas son bajos en ambas estaciones, por lo que no sería perjudicial para la vida acuática. En cuanto al zinc, plomo y mercurio, presentaron, en general, valores bajos y/o constantes en ambas estaciones de monitoreo.

Por último, el potencial redox en HT-1 indica la presencia de un ambiente sedimentario ligeramente oxidante, es decir, hay reducción del Oxígeno disponible. Sin embargo, en la campaña 2025, se obtuvo en HT-1 un ambiente altamente reductor con baja concentración de oxígeno disponible.

**Figura 3-15. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo**







Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6 Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año

#### 3.2.6.1 Fitoplancton

En el Humedal Urbano Los Trapenses se identificó un total de seis taxa de fitoplancton, los cuales se distribuyen en solo una de las dos estaciones de monitoreo, el embalse mismo, ver Tabla 3-17, y en dicha estación solamente se registró fitoplancton en las campañas de otoño y primavera. En la estación de monitoreo HT-2 no se detectó fitoplancton

A continuación, en la Tabla 3-17 y Figura 3-16 se entregan detalles de la riqueza de fitoplancton registradas por estación de monitoreo, durante las cuatro campañas de terreno en Humedal Urbano Los Trapenses. La riqueza por campaña fue relativamente baja, alcanzando un máximo registrado de cuatro taxa en otoño. Sin embargo, la morfología del cauce y el hábitat presente en ambas estaciones, no favorece la generación de condiciones propicias para el establecimiento y desarrollo de este grupo.

**Tabla 3-17. Taxa de fitoplancton registrados por estación de monitoreo**

Género/Taxa	HT-1	HT-2
<i>Gomphonema</i>	X	-
<i>Melosira</i>	X	-
<i>Nitzschia</i>	X	-
<i>Pediastrum</i>	X	-
<i>Surirella</i>	X	-
<i>Ulnaria</i>	X	-
<b>Riqueza total</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

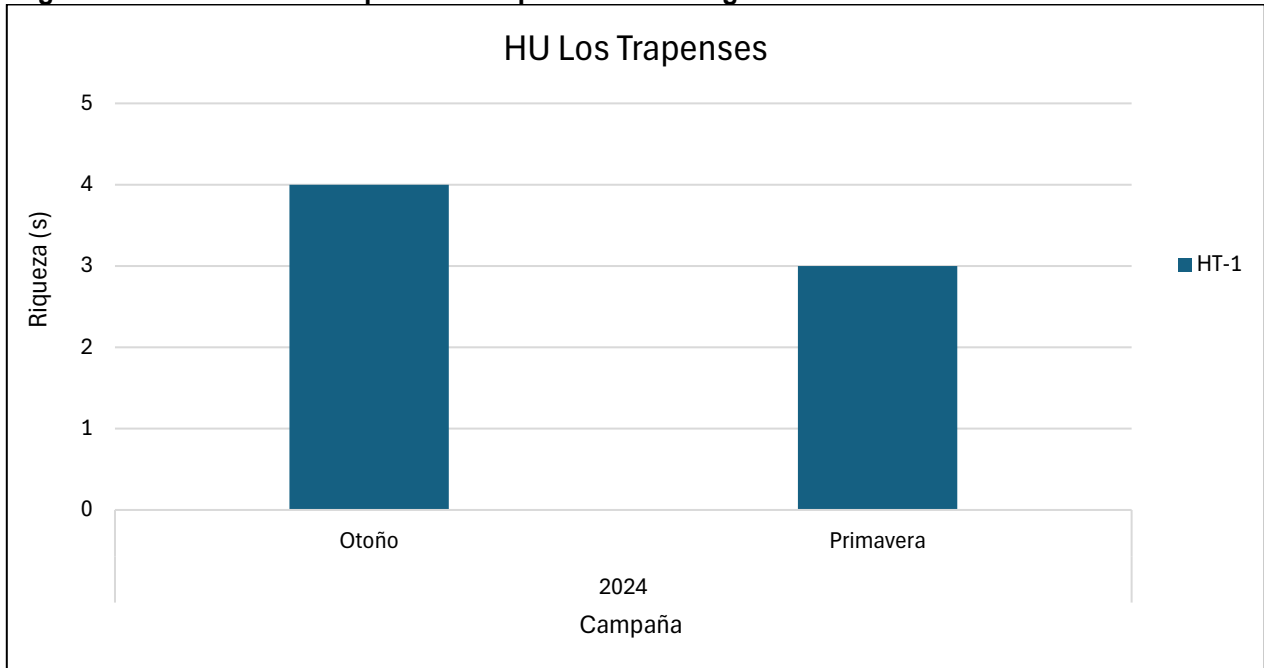
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-18. Riqueza de fitoplancton por campaña de muestreo en Humedal Urbano Los Trapenses**

Campaña	Estación de monitoreo	
	HT-1	HT-2
Invierno	0	0
Otoño	4	0
Primavera	3	0
Verano	0	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-16. Variación de riqueza de fitoplancton a lo largo del año en estación de monitoreo HT-1**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6.2 Zooplancton

En el Humedal Urbano Los Trapenses, se identificó un total de cuatro taxa de zooplancton en la estación de monitoreo HT-1, ver Tabla 3-19, a diferencia que en HT-2 no se registró presencia de zooplancton.

En la Tabla 3-20 y Figura 3-17 se entrega el detalle de la variación de la riqueza de especies de zooplancton registradas durante las cuatro campañas de terreno en las dos estaciones de monitoreo en el Humedal Urbano Los Trapenses.

La riqueza de zooplancton encontrada es relativamente baja, alcanzando un máximo registrado en la campaña de otoño, con cuatro taxa en la estación HT-1.

Sin embargo, la morfología del cauce y el hábitat presente en ambas estaciones, no favorece la generación de condiciones propicias para el establecimiento y desarrollo de este grupo.

**Tabla 3-19. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Los Trapenses**

Género/Taxa	HT-1	HT-2
<i>Alona sp.</i>	X	-
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	X	-
Cyclopoida indet.	X	-
Harpacticoida indet.	X	-
<b>Riqueza total</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

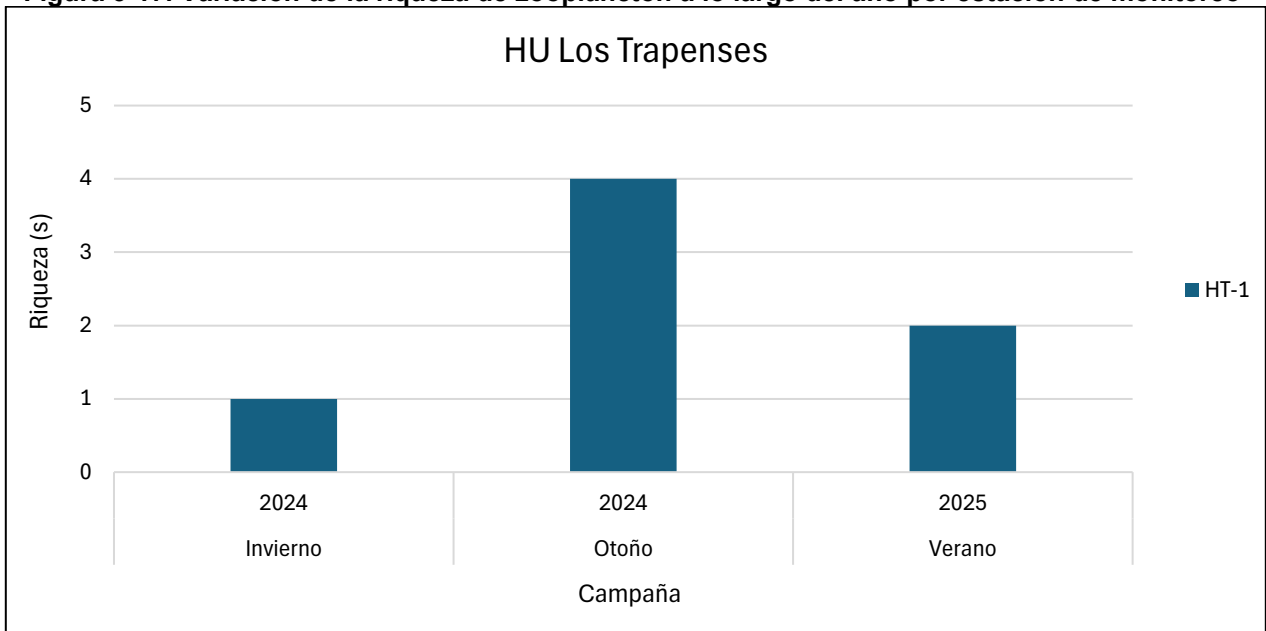
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-20. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Los Trapenses**

Campaña	Estación	
	HT-1	HT-2
Invierno	0	1
Otoño	4	0
Primavera	0	0
Verano	2	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-17. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6.3 Flora acuática y vegetación de ribera

En la Tabla 3-21 se indican las especies de flora vascular registrada en este humedal, tanto acuáticas como ribereñas.

A continuación, en las Tabla 3-21 y en la Figura 3-18 se entregan detalles de la riqueza de especies de flora acuática y de ribera encontrada en las estaciones de Humedal Urbano Los Trapenses, durante cuatro campañas de muestreo realizadas.

Para ambas estaciones, en general, la riqueza de especies no es tan alta. Las especies en el punto HT-2 se ve claramente condicionado por la falta de agua durante gran parte del año, por lo que las especies más abundantes son arbustivas y arbóreas, las cuales se mantienen a lo largo de todas las temporadas. En cuanto a la estación HT-1, sus aguas de caudal lento, favorece el establecimiento de flora acuática, cubriendo la superficie del estero.

Ambas estaciones alcanzan la máxima riqueza en otoño, manteniéndose constante el número de especies en el resto de las temporadas.

**Tabla 3-21. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Los Trapenses**

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara vulgaris</i>	Chara	Nativa
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Agrostis capillaris</i>	Yerba fina	Introducida
			<i>Agrostis stolonifera</i>	Chépica de agua	Introducida
			<i>Bromus berterioanus</i>	Pasto largo	Nativa
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Manzanilla amarga	Introducida
	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	Introducida
	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia caven</i>	Espino	Nativa
	Rosales	Rosaceae	<i>Aphanes arvensis</i>	Alfilerillo menor	Introducida
			<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Introducida
	Solanales	Solanaceae	<i>Nicotiana acuminata</i>	Tabaco del campo	Endémica
<i>Datura ferox</i>			Chamico	Introducida	

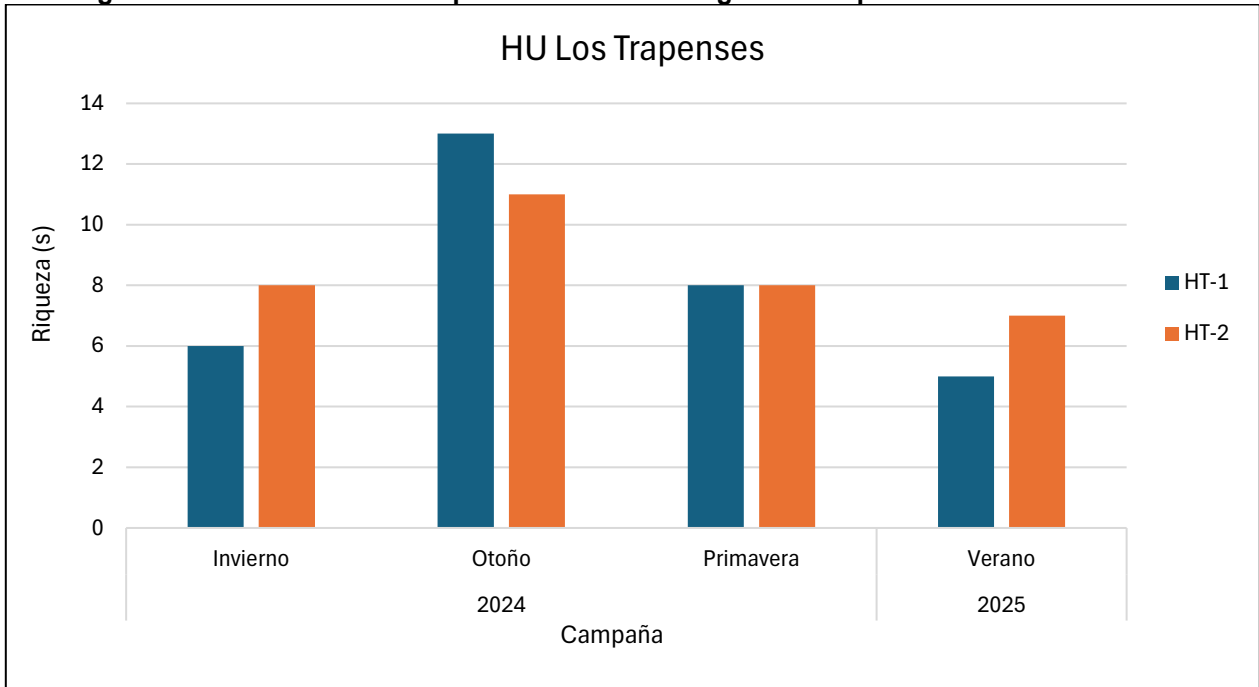
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-22. Riqueza de macro flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Los Trapenses**

Campaña	Estación	
	HT-1	HT-2
Invierno	6	8
Otoño	13	11
Primavera	8	8
Verano	5	7

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-18. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

En el Humedal Urbano Los Trapenses se identificó un total de 10 taxa de invertebrados bentónicos, los cuales se distribuyen en las dos estaciones de monitoreo como se indica en la Tabla 3-23. En la estación de monitoreo EL-1 se registró mayor riqueza.

A continuación, en la Tabla 3-24 y Figura 3-19 se entregan detalles de los taxa encontrados y su distribución por estación en el Humedal Urbano Los Trapenses. Solo se encontraron individuos de macroinvertebrados bentónicos en la estación HT-1. Como HT-2 permanece seco durante gran parte del año, este grupo no alcanza a establecerse durante invierno.

En general, la riqueza y abundancia fue baja, exceptuando en la campaña de primavera 2024 donde se encontraron 531 individuos pertenecientes a ocho taxa. En las demás temporadas la abundancia y riqueza es similar.

**Tabla 3-23. Especies de invertebrados bentónicos detectadas en HU Los Trapenses**

Género/Taxa	HT-1	HT-2
Hirudinea Indet.	X	-
Oligochaeta Indet.	X	-
Dytiscidae	X	-
Hydrobiidae	X	-
Hyaellidae	X	-

Género/Taxa	HT-1	HT-2
Chironomidae	X	-
Simuliidae	X	-
Baetidae	X	-
Hydroptilidae	X	-
Physidae	X	-
<b>Riqueza total</b>	<b>8</b>	<b>0</b>

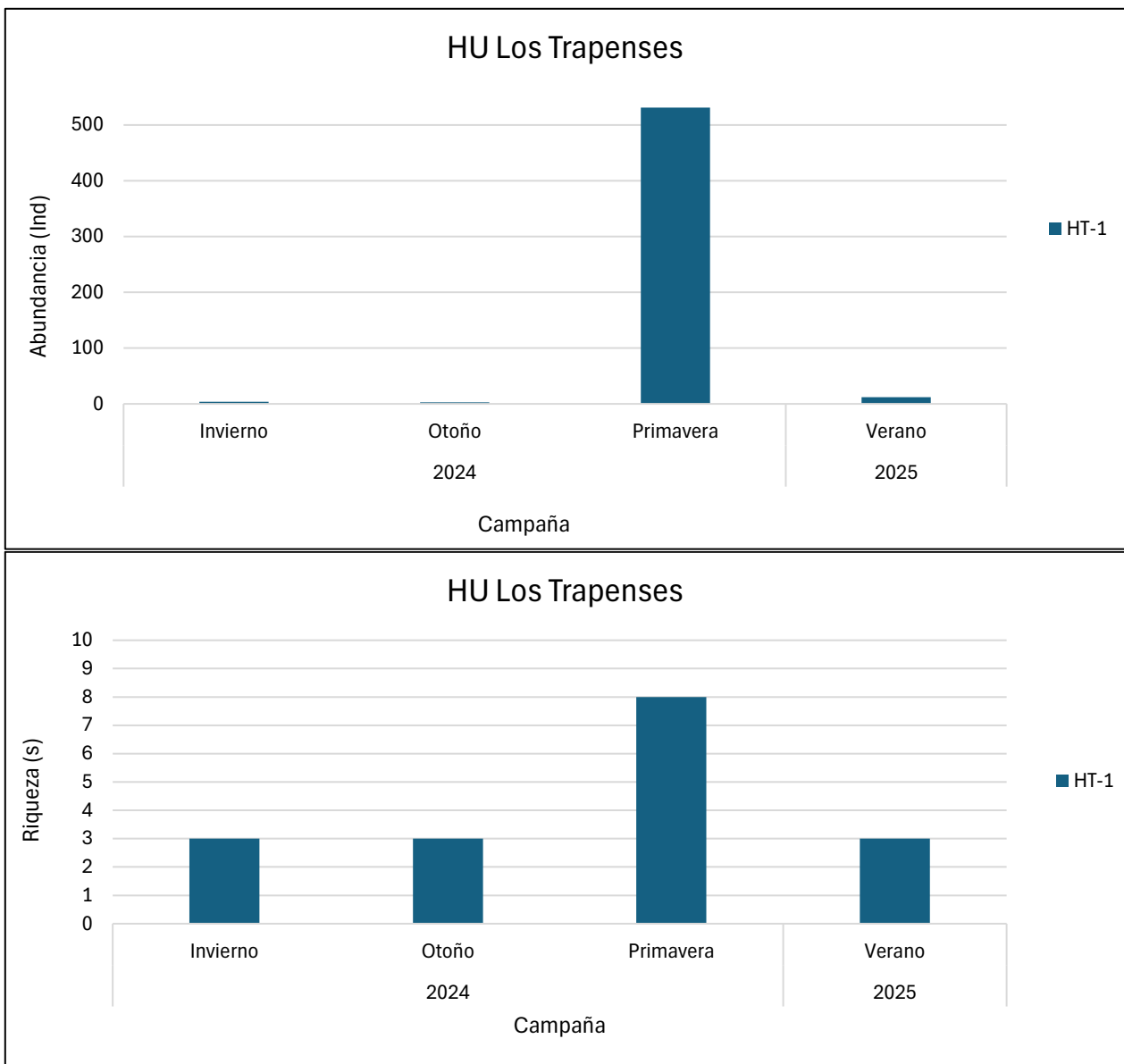
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-24. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos en HU Los Trapenses**

Campaña	Estación			
	HT-1		HT-2	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Invierno	4	3	0	0
Otoño	3	3	0	0
Primavera	531	8	0	0
Verano	12	3	0	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-19. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6.5 Índice Biótico de Familias para macroinvertebrados bentónicos

En cuanto a la calidad de las aguas determinada a partir del ChIBF, los resultados demuestran aguas de calidad “Muy Mala”, con excepción de la campaña de otoño que presentó calidad “Buena”. Esto dedebido principalmente por la presencia de familias altamente tolerables a la contaminación como Physidae (Figuroa *et al.*, 2003).

En la se entrega el detalle de los valores del índice ChIBF obtenido para cada campaña. El detalle de los colores se presenta en la Tabla 3-25.

**Tabla 3-25. Índice ChIBF de invertebrados bentónicos en Humedal Urbano Los Trapenses**

Campaña	Estación	
	HT-1	HT-2
Invierno	8,00	0,00
Otoño	4,50	0,00
Primavera	7,77	0,00
Verano	7,38	0,00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6.6 Macrocrustáceos

Durante cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de macrocrustáceos en ninguna de las dos estaciones de Humedal Urbano Los Trapenses.

### 3.2.6.7 Anfibios en fase acuática

En la Tabla 3-26, Tabla 3-27 y Figura 3-20 se entregan detalles de las especies de anfibios y su distribución por estación en Humedal Los Trapenses. Fotografías de los individuos capturados se presentan en el Anexo 7. Registro fotográfico.

En cuatro campañas de muestreo, se logró identificar dos especies de anfibios, ambas en la estación HT-1. Las dos especies registraron 4 individuos cada una encontrándose ejemplares en estado juvenil y adulto, por lo que las condiciones del hábitat en HT-1 favorecen la reproducción de anfibios. En el punto HT-2, la desecación afecta directamente la presencia de este grupo, el cual no logra establecerse sin la presencia de agua o suelos húmedos (Lobos *et al.*, 2013).

Para las dos especies, solo se obtuvo registro en una campaña, primavera para *Pleurodema thaul* y verano para *Alsodes nodosus*. Ambas especies son nativas y se encuentran en categoría de conservación.

**Tabla 3-26. Anfibios registrados en Humedal Urbano Los Trapenses**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Alsodidae	<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo arriero o popeye
	Leiuperidae	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos

Fuente: Elaboración propia.

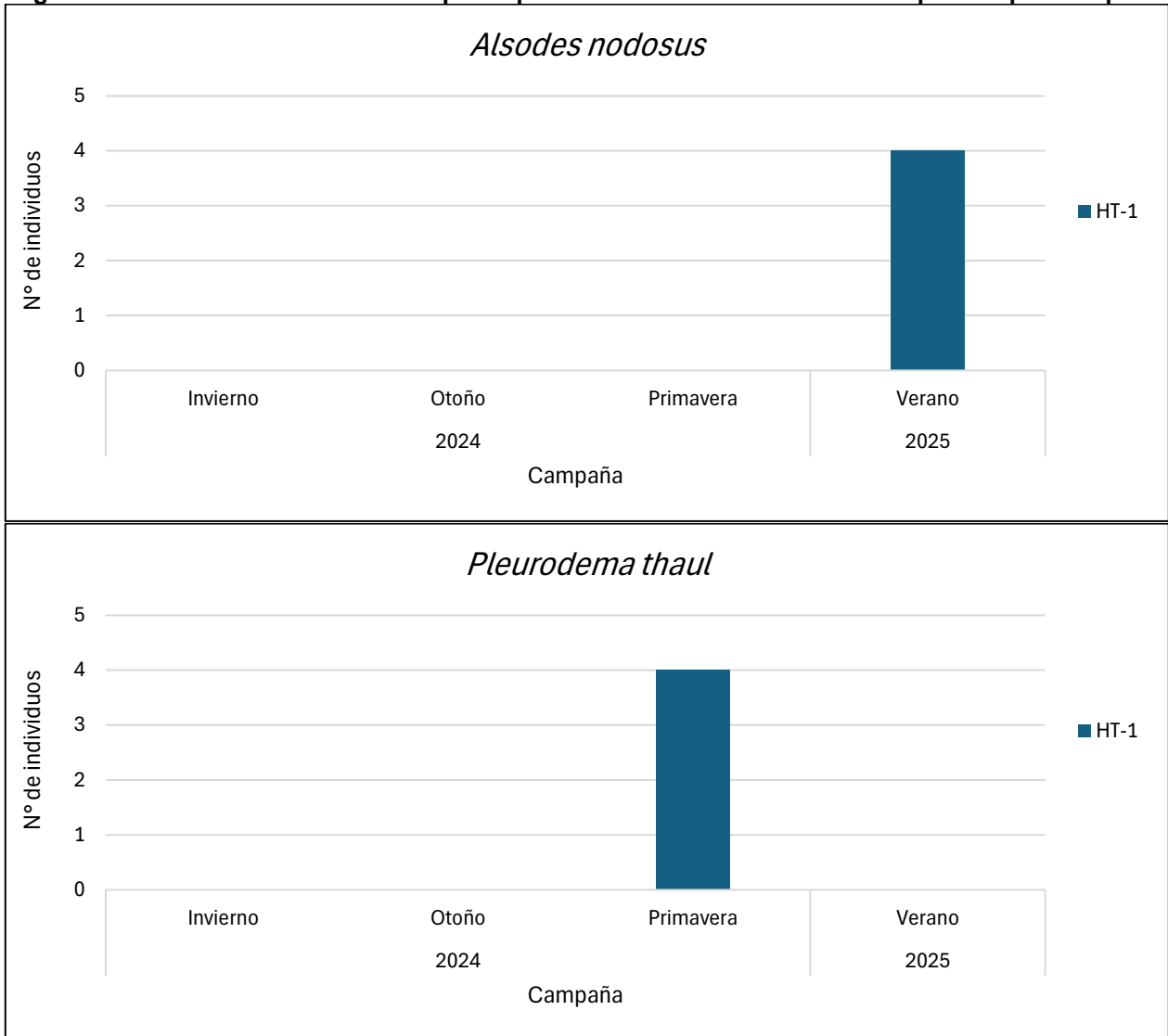
**Tabla 3-27. Abundancia y riqueza de anfibios en Humedal Urbano Los Trapenses por campaña de muestreo**

Especie	Campaña	Estación	
		HT-1	HT-2
<i>Pleurodema thaul</i>	Otoño	0	0
	Invierno	0	0
	Primavera	4	0
	Verano	0	0
<i>Alsodes nodosus</i>	Otoño	0	0
	Invierno	0	0
	Primavera	0	0

Especie	Campaña	Estación	
		HT-1	HT-2
	Verano	4	0
<b>Abundancia total (Ind)</b>		<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Riqueza total (s)</b>		<b>2</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-20. Abundancia de anfibios por especie en Humedal Urbano Los Trapenses por campaña**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6.8 Fauna íctica

En las Tabla 3-28 y Tabla 3-28, y Figura 3-21 se entregan detalles de las especies de fauna íctica y su distribución por estación en Humedal Urbano Los Trapenses. Fotografías de los individuos capturados se presentan en el Anexo 7. Registro fotográfico.

Durante cuatro campañas de terreno, se logró capturar una especie de ictiofauna, *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito), especie nativa y en categoría de conservación.

Solo se registró la presencia de este grupo en la estación HT-1, ya que el punto HT-2 permanece seco durante primavera, verano y otoño, por lo que la fauna íctica no logra establecerse en invierno.

Se logró la captura de bagrecito en las campañas de primavera y verano, lo cual coincide cuando el caudal y hábitat en HT-1 para cada temporada, el cual favorece el desarrollo de esta especie en aguas poco profundas y con menor corriente. Asimismo, la vegetación acuática que cubre la superficie de las aguas del estero, sirve como refugio para esta especie.

En total se lograron capturar 6 ejemplares de *T. areolatus*, alcanzando la mayor abundancia en la campaña de verano 2025 con 5 individuos colectados.

**Tabla 3-28 Fauna íctica registrada en Humedal Urbano Los Trapenses**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito

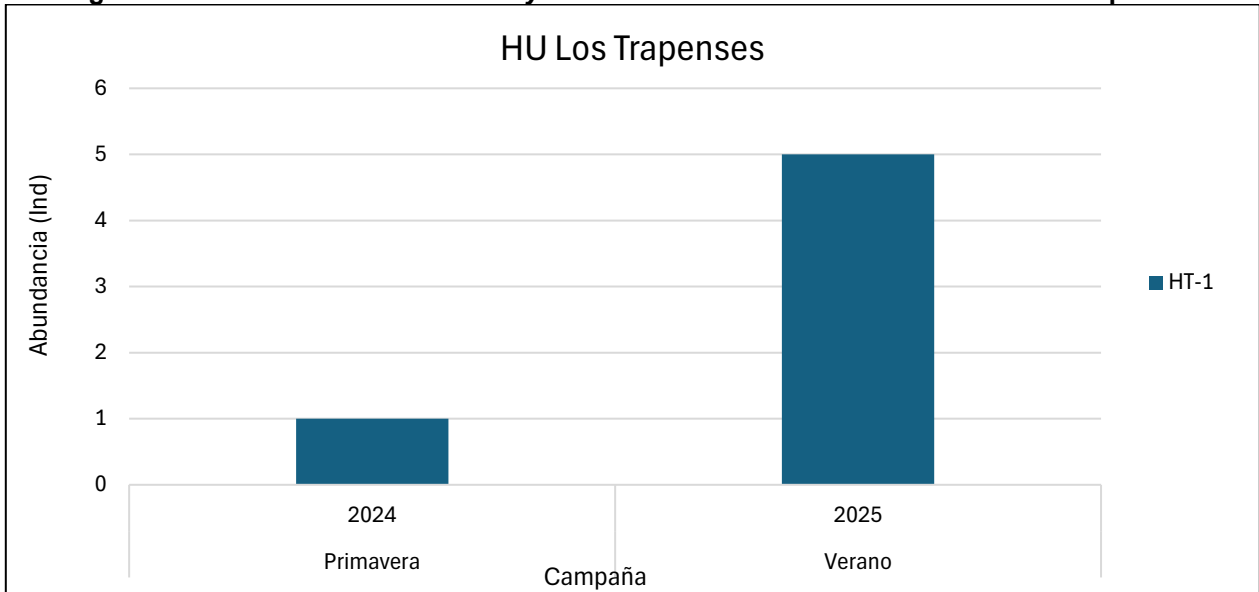
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-29. Abundancia y riqueza de *Trichomycterus areolatus* en Humedal Urbano Los Trapenses, durante cuatro campañas**

Especie	Campaña	Estación	
		HT-1	HT-2
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Otoño	0	0
	Invierno	0	0
	Primavera	1	0
	Verano	5	0
<b>Abundancia total (Ind)</b>		<b>6</b>	<b>0</b>
<b>Riqueza total (s)</b>		<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-21. Abundancia de *Trichomycterus areolatus* en Humedal Urbano Los Trapenses**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.7 Estado Trófico

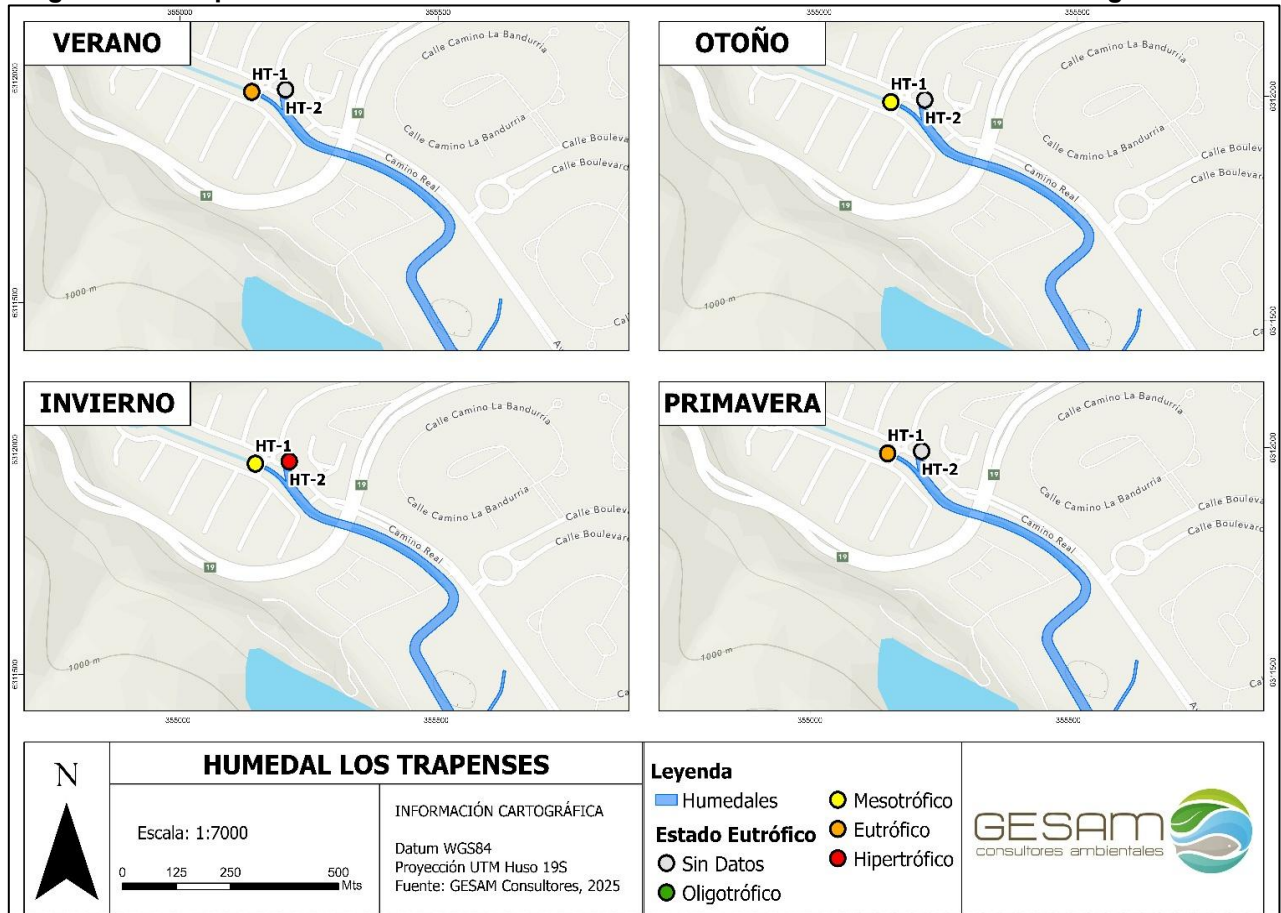
De acuerdo con los valores de Nitrógeno, Fósforo y Clorofila a registrados en cada estación de monitoreo se determinó el estado trófico como lo indica la Tabla 3-30, se observa que en HT-1 las concentraciones de nutrientes y/o Bloom de fitoplancton son moderados a lo largo del año, comportándose como un sistema estable, a diferencia del punto HT-2 en quebrada Carrizo que presenta un sistema hipertrófico en invierno, probablemente por la dilución y recirculación de los sedimentos acumulados en las épocas sin caudal.

**Tabla 3-30. Estado trófica de cada estación de monitoreo a lo largo del año.**

Estación	Nombre	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
HT-1	E Carrizo / Los Trapenses	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
HT-2	Qda Oscura / E Carrizo			Hipertrófico	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-22. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.8 Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas

#### 3.2.8.1 Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria

De acuerdo con la matriz de correlaciones de las variables indicadas en la Tabla se seleccionó aquellas correlaciones sobre 0,5 (ó del 50%) entre clorofila a y parámetros fisicoquímicos y se corrigió con la desviación estándar. Ver Tablas: Tabla 3-31 y Tabla 3-32

De acuerdo con este criterio, para este humedal, la producción primaria solamente mostró relación positiva con las concentraciones de Oxígeno disuelto. Las concentraciones de coliformes también presentan una alta correlación, 0,60, pero la desviación estándar de dicho parámetro es de 21.000, lo cual hace poco significativa la prueba.

**Tabla 3-31. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.**

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	DBO5	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Clorofila-a	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecales	0,60	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Totales	0,52	0,04	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad	0,97	0,43	0,57	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO5	0,48	0,11	0,98	0,58	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	0,07	0,09	0,12	0,24	-0,30	1,00	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	-0,12	0,04	0,02	0,00	-0,14	0,93	1,00	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total	-0,41	0,62	-0,42	0,40	-0,35	-0,45	-0,45	1,00	-	-	-	-
Nitrógeno-Nitrato	0,88	0,70	0,47	0,87	0,49	-0,43	-0,34	0,59	1,00	-	-	-
Oxígeno Disuelto	0,90	0,51	0,49	0,83	0,38	0,34	0,53	0,13	0,61	1,00	-	-
pH	0,33	0,47	0,47	0,42	0,43	0,26	0,59	-0,42	-0,07	0,52	1,00	-
Turbiedad	0,27	0,17	-0,35	-0,46	-0,52	0,94	0,76	-0,35	-0,51	0,11	-0,06	1,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-32. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.**

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
Fósforo Total	0,101	0	5
pH	7,860	0	5
Oxígeno Disuelto	8,72	1	5
Nitrógeno-Nitrato	2,83	2	5
Color	1,40	2	5
Nitrógeno Total	1,38	2	5
DBO5	1,32	3	5
Nitrógeno Kjeldahl (Nitrógeno Orgánico)	6,22	7	5

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
Turbiedad	11,85	12	5
Clorofila-a	25,68	30	5
Coliformes Fecales	197,8	114	5
Conductividad	604,8	250	5
Coliformes Totales	15.610	21.884	5

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.8.1 Parámetros en sedimento y biodiversidad bentónica

De acuerdo con la matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento el índice de biodiversidad de Shannon-Wieber para invertebrados bentónicos indica que al menos tres factores determinan la variación en la diversidad, Materia orgánica, nitrógeno total y potencial Redox, o ningún parámetro por sí mismo explica las variaciones de la biodiversidad bentónica debido al bajo número de replicas y la alta desviación estándar de los parámetros (Tabla 3-33 y Tabla 3-34).

**Tabla 3-33. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento e índice de biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos.**

	Cobre	Zinc	Potencial Redox	Plomo	Nitrógeno Total	Materia Orgánica	Fósforo
Cobre	1,000	-	-	-	-	-	-
Zinc	0,583	1,000	-	-	-	-	-
Potencial Redox	0,277	0,263	1,000	-	-	-	-
Plomo	-0,560	-0,496	-0,437	1,000	-	-	-
Nitrógeno Total	-0,521	-0,165	-0,920	0,496	1,000	-	-
Materia Orgánica	-0,339	-0,194	-0,955	0,236	0,928	1,000	-
Fósforo	-0,071	-0,480	0,712	-0,065	-0,756	-0,739	1,000
Indice de Shannon	-0,473	-0,430	-0,585	-0,128	0,576	0,758	-0,250

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-34. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados**

	Media	Desv. estándar	N de análisis
Cobre	46	12	5
Zinc	112	84	5
Potencial Redox	-39	288	5
Plomo	1	1	5
Nitrógeno Total	368	252	5
Materia Orgánica	4	6	5
Fósforo	685	133	5

	Media	Desv. estándar	N de análisis
Indice de Shannon	0,29	0,42	5

Elaboracion propia.

### 3.2.9 Amenazas

**Escasez hídrica y cambio climático:** Representan amenazas críticas para los humedales, ya que alteran los regímenes naturales de estos ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua. Por su parte, el aumento de temperaturas junto con una mayor frecuencia de sequías acelera la evaporación y modifica los ciclos hidrológicos, disminuyendo la capacidad de los humedales para cumplir funciones clave como la regulación del clima, la purificación del agua y el almacenamiento de carbono.

**Extracción ilegal de agua:** La extracción mediante mangueras, tomas de agua no declaradas o desviación de los cauces, genera una disminución de caudal no controlada y que causa impactos en la vida acuática al reducir sus condiciones naturales para su desarrollo de forma abrupta y constante.

**Contaminación:** La presencia constante de basura domiciliaria o industrial es una amenaza que puede afectar tanto a la calidad del agua de los humedales como al hábitat de estos, produciendo estancamiento o desvíos del curso de agua, los cuales pueden generar que los humedales no cumplan de manera eficiente una de sus funciones clave como lo es el control de inundaciones y crecidas de los ríos.

**Presión urbana:** La expansión urbana fragmenta y reduce estos ecosistemas, afectando su capacidad de funcionar de manera natural. Además, el aumento de superficies impermeables y la descarga de aguas residuales y contaminantes urbanos deterioran la calidad del agua y ponen en riesgo la biodiversidad presente en los humedales. En particular, parte de los HU Los Trapenses, se encuentra dentro de condominios privados, por lo que cualquier actividad que no se realice de manera adecuada puede ser perjudicial para el funcionamiento de los humedales. Sin embargo, que un humedal esté parcialmente dentro de condominios privados es a su vez una oportunidad de conservación, manejo adecuado y de gestión en conjunto para la protección de estos ecosistemas.

### 3.2.10 Recomendaciones

**Programas de educación ambiental:** En asociación con los establecimientos educacionales de la comuna elaborar planes y programas para incluir contenidos de los ecosistemas de humedales urbanos en los contenidos mínimos de enseñanza municipal.

**Prácticas o tesis de medioambiente:** Subir a la plataforma de practicas profesionales o tesis el trabajar en la biodiversidad acuatica y terrestres en la subcuenca del Estero Las Gualtatas, en conjunto con la Unidad de Medio ambiente de la Municipalidad. Dando facilidades logisticas a los estudiantes para realizar sus trabajos en terreno.

### 3.2.11 Conclusiones

El estero Carrizo se presenta como un cuerpo de agua de tipo ritrón y morfología de canal, con aguas café o transparentes dependiendo de la época. Mantiene un ancho total de 5 metros, pendiente y profundidad baja, pero flujo constante y en ocasiones estancada. No se evidenció la presencia de basura en las riberas ni fondo.

Cabe destacar que gran parte del estero se encuentra al interior de un condominio privado, lo cual favorece la conservación del hábitat y de sus aguas, debido al limitado acceso al cauce

En la estación de monitoreo del Estero Carrizo/Los Trapenses corresponde a un cuerpo de agua presenta un flujo lento, que alcanza su máximo caudal en época de invierno

La estación de monitoreo HT-2 se presentó seca en tres de las cuatro campañas, solo en invierno 2024 se registró con agua, presentando un caudal medio. un ancho de 3,8 metros aprox., el agua poco profundas. Se observó contaminación industrial y domiciliaria en todas las campañas

Respecto a los parámetros indicadores de estado trófico la Clorofila **a** presenta aumento de concentraciones en invierno y verano, en tanto que el Nitrógeno y Conductividad tienen un comportamiento inverso, y sobre la NCh 1.333 otoño y primavera.

En cuanto al sedimento, de acuerdo con estos límites, es posible establecer que las estaciones de monitoreo en el Humedal Urbano Los Trapenses, HT-1 (E Carrizo/Los Trapenses) presenta sedimentos que no son perjudiciales para la biota acuática. Las concentraciones de materia orgánica cercanos al 16% m/m resulta un valor relativamente alto, considerando que los suelos productivos pueden llegar a tener un 5% de materia orgánica.

Destaca que, para ambas estaciones el porcentaje de materia orgánica fue bajo en casi todas las campañas (menor al 2%), exceptuando en la estación HT-1 en la campaña de verano 2025, en la cual se eleva hasta un 15%.

Estas conclusiones detallan las características limnológicas, la calidad del agua y sedimento, y la biodiversidad acuática observada en el Humedal Urbano Los Trapenses durante un año de monitoreo. Se destaca la diferencia marcada entre las estaciones HT-1 (con flujo de agua constante gran parte del año) y HT-2 (frecuentemente seca y con presencia de contaminación), así como la baja diversidad general de macroinvertebrados y peces, a pesar de que algunos parámetros de calidad de agua superficial cumplen con la normativa chilena. Las altas concentraciones de materia orgánica en el sedimento de HT-1 en verano y la condición trófica que alcanza la eutrofia/hipereutrofia en ambas estaciones (cuando hay agua) son aspectos relevantes.

## 3.3 HUMEDAL URBANO LAS GUALTATAS

### 3.3.1 Estaciones de Monitoreo

Dentro del polígono definido en la declaración del Humedal Urbano Estero Las Gualtatas, se decidió realizar este estudio con siete estaciones de monitoreo, todas del tipo lítica: ver Tabla

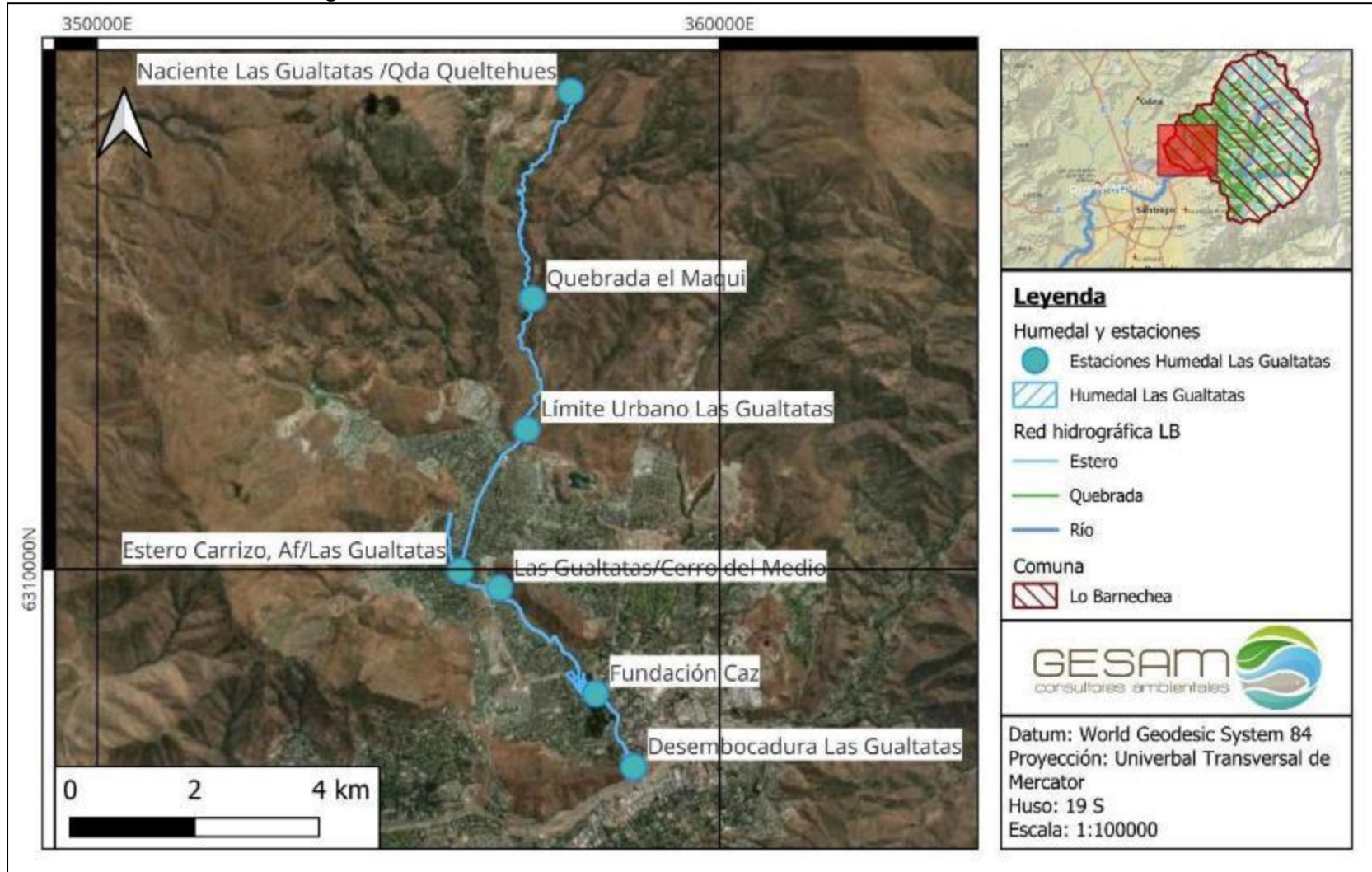
3-35 y Figura 3-23.

**Tabla 3-35. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Las Gualtatas**

N°	Localización relativa	Coordenadas UTM Datum WGS 84 H 19	
		Este	Norte
<b>HLG-1</b>	Desembocadura estero Las Gualtatas	358.618	6.306.828
<b>HLG-2</b>	Fundación CAZ	358.008	6.308.004
<b>HLG-3</b>	Las Gualtatas/Cerro del Medio	356.472	6.309.663
<b>HLG-4</b>	Estero Carrizo, Af/Las Gualtatas	355.833	6.309.976
<b>HLG-5</b>	Límite Urbano Las Gualtatas	356.867	6.312.180
<b>HLG-6</b>	Naciente Las Gualtatas /Qda. Queltehues	357.622	6.317.668
<b>HLG-7</b>	Quebrada El Maqui	356.993	6.314.345

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-23. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**



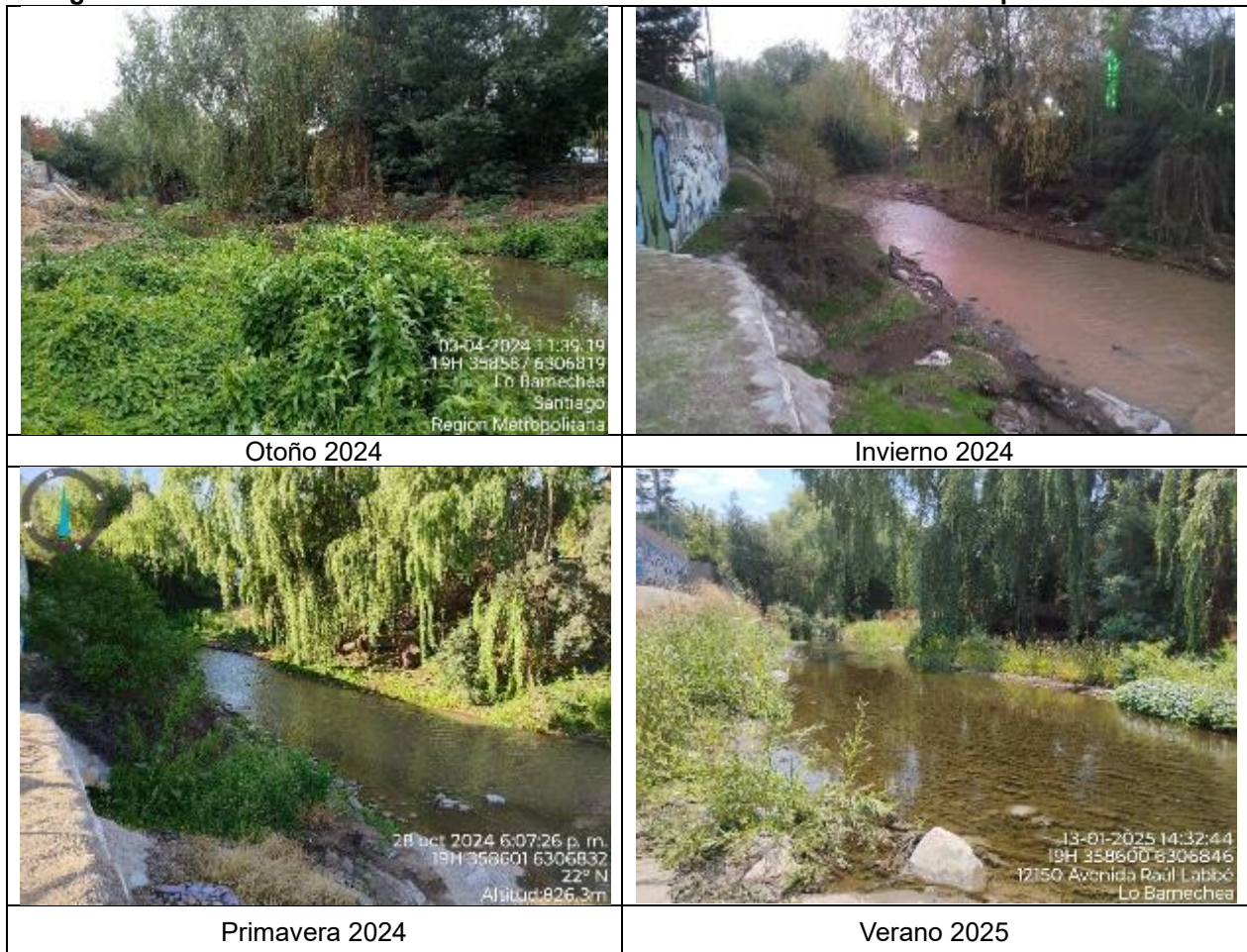
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo

#### 3.3.2.1 HLG-1: Desembocadura Las Gualtatas

Este tramo del estero Las Gualtatas, se presenta con un cuerpo de agua de tipo rítrón, de ancho promedio de 10 metros, baja profundidad y con velocidad constante de sus aguas, pasando de un caudal lento a medio dependiendo de la temporada. Mantiene la vegetación ribereña constante y presencia de especies acuáticas que cubren la superficie del estero. Las aguas en este sector son transparentes con tonalidad café en época de mayor caudal. En cuanto al sustrato, está compuesto por arena, clastos chicos y bolones. Se evidencia contaminación de basura domiciliaria en las riberas. En la Fotografía 3-5 se muestra la estación Desembocadura Las Gualtatas durante las cuatro temporadas.

**Fotografía 3-5. Estación Desembocadura Las Gualtatas durante las cuatro campañas de muestreo**



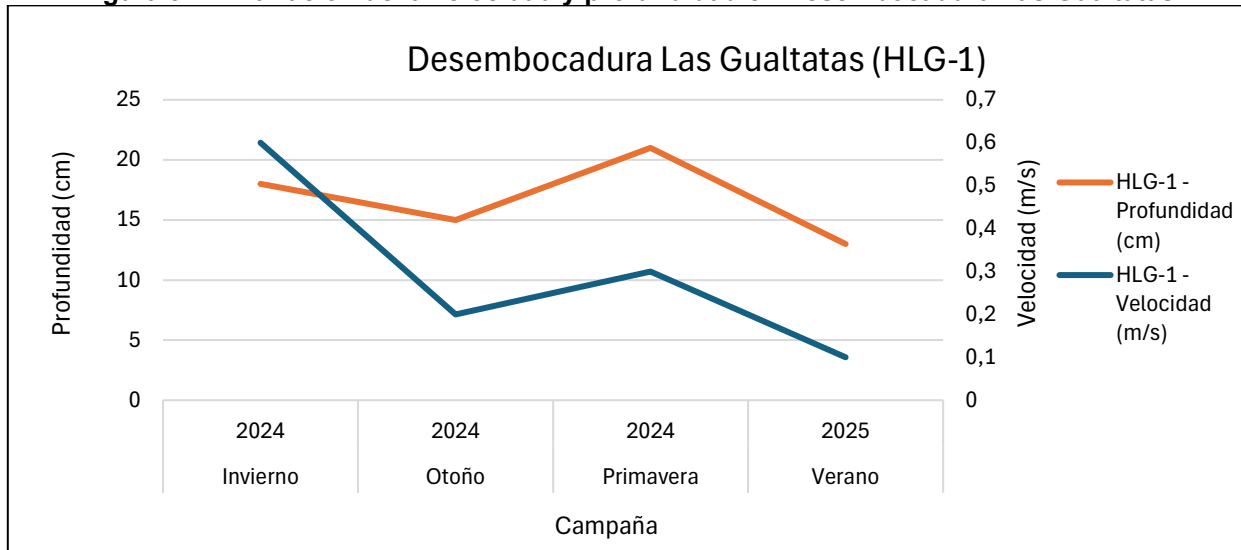
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.2.1.1 Morfología del cauce

La Figura 3-24 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Desembocadura Las Gualtatas durante las cuatro campañas de terreno. Con un ancho medio de 10 m y profundidad promedio de 17 cm, con velocidad promedio de 0,3 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta un flujo bajo, aumentando su caudal en época de

invierno donde alcanza los 0,6 m/s en promedio. Al ser un cuerpo de agua poco profundo, es propicio para la sedimentación y adecuado para vida acuática que no requiere gran profundidad como fauna íctica y macroinvertebrados bentónicos.

**Figura 3-24. Variación de la velocidad y profundidad en Desembocadura Las Gualtatas**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2 HLG-2: Fundación CAZ

El sitio en estudio corresponde a un tramo del estero Las Gualtatas, aproximadamente 1,7 kilómetros antes de su confluencia con el río Mapocho. La estación se encuentra dentro del límite Urbano en la comuna de Lo Barnechea, al interior del predio de la Fundación CAZ. El cauce corresponde a un cuerpo de agua tipo rítrón, de morfología recta y pendiente baja.

El ancho mojado del estero varía según la estación meteorológica, en un rango de 7 a 12 metros. De profundidad baja y velocidad lenta. Las aguas se observaron transparentes con tonalidad café durante la temporada de invierno, pero sin olor ni materia orgánica. Destaca la presencia de vegetación de ribera, específicamente herbácea y arbórea. En cuanto al sustrato, estuvo compuesto por arenas, clastos chicos y bolones. No se evidenció la presencia de basura en las riberas o en el fondo. En la Fotografía 3-6 se muestra la estación Fundación CAZ durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-6. Estación Fundación CAZ, Estero Las Gualtatas durante cuatro estaciones de muestreo**

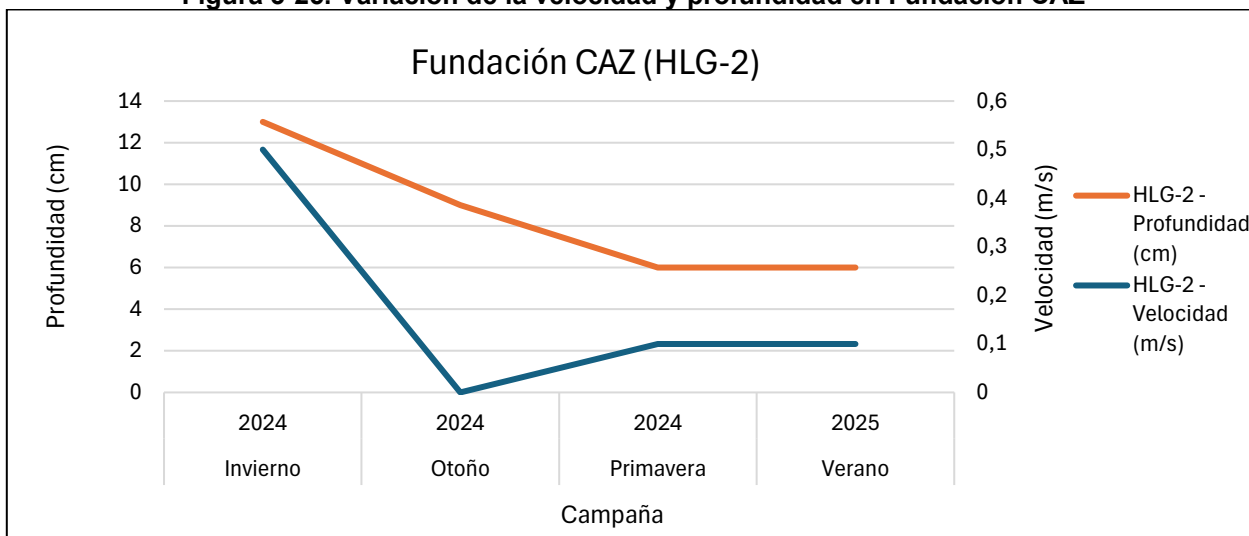


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-25 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Fundación CAZ, durante las cuatro temporadas de muestreo. Con un ancho máximo de 12 m y profundidad promedio de 9 cm, con velocidad promedio de 0,2 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua tiene un ancho considerable con una profundidad baja y un flujo constante y lento, 0,2 m/s en promedio, alcanzando su mayor velocidad en la campaña de invierno. Estas condiciones son propicias para especies que requieren aguas bien oxigenadas y poco profundas. En este tramo, el estero puede soportar una biodiversidad variada, incluyendo peces y plantas acuáticas.

**Figura 3-25. Variación de la velocidad y profundidad en Fundación CAZ**



Fuente: Elaboración propia.

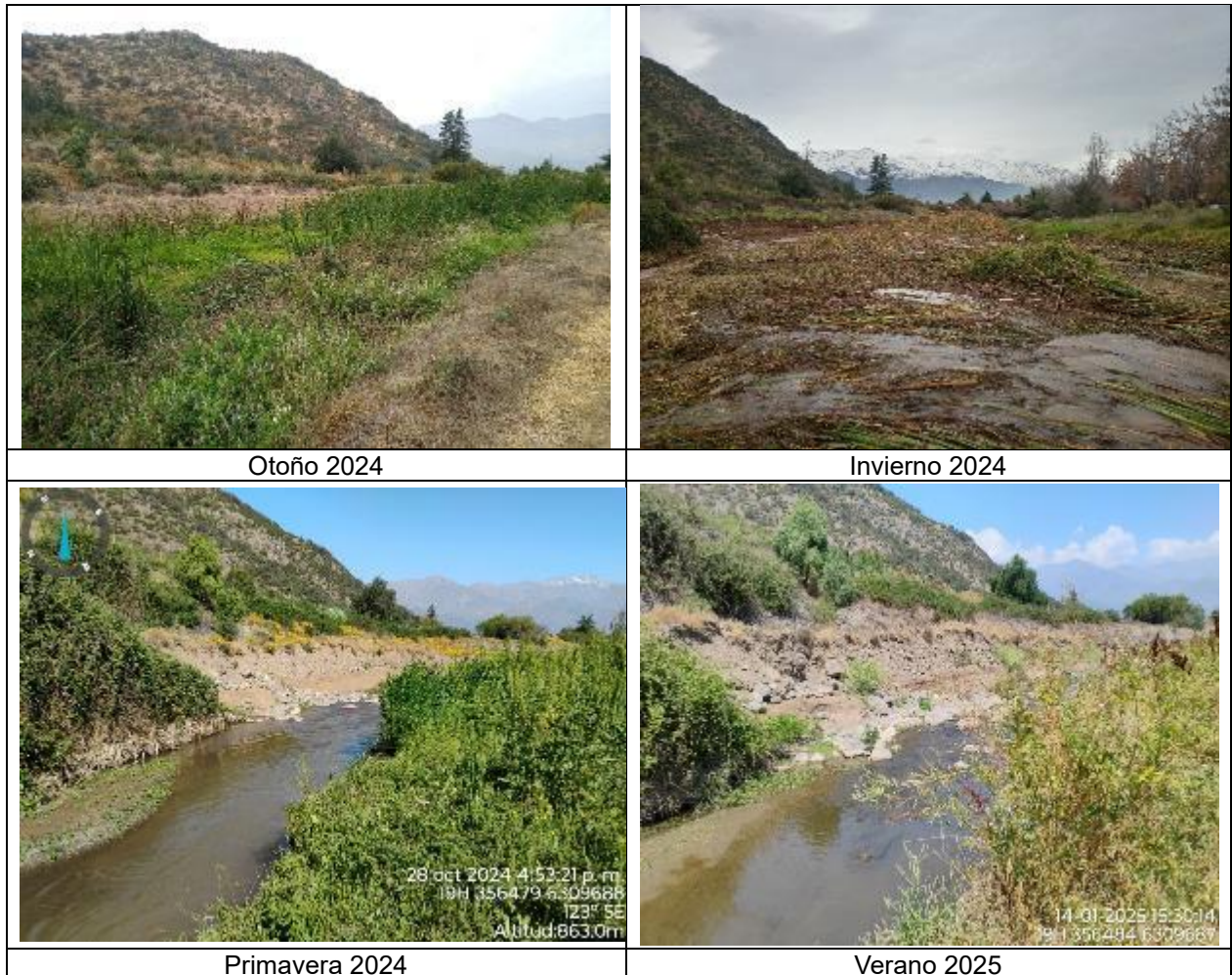
### 3.3.2.3 HLG-3: Las Gualtatas/Cerro del Medio

El sitio en estudio corresponde a un tramo de estero Las Gualtatas aproximadamente 4 kilómetros antes de su confluencia con el río Mapocho, a la altura de Cerro del Medio y dentro del límite Urbano en la comuna de Lo Barnechea.

En el área de estudio se presenta una zona de abundante vegetación de tipo humedalel en una de las riberas del estero, y un cauce de agua de tipo ritrón, con pendiente media y ancho total de 4 m aproximadamente. Las aguas se observaron de color café sin olor, de flujo laminar y sin presencia de basura en las riberas ni fondo. Mientras que el sustrato está compuesto de limo, arena, clastos chicos y rocas.

En la Fotografía 3-7 se presenta la estación estero Las Gualtatas/Cerro del medio durante las cuatro campañas de muestreo. Se observa que durante la temporada de invierno, el aumento de caudal descartó la vegetación de humedal, volviendo a recuperarse paulatinamente en las temporadas posteriores.

**Fotografía 3-7. Estación Estero Las Gualtatas/Cerro del Medio durante cuatro campañas de muestreo**

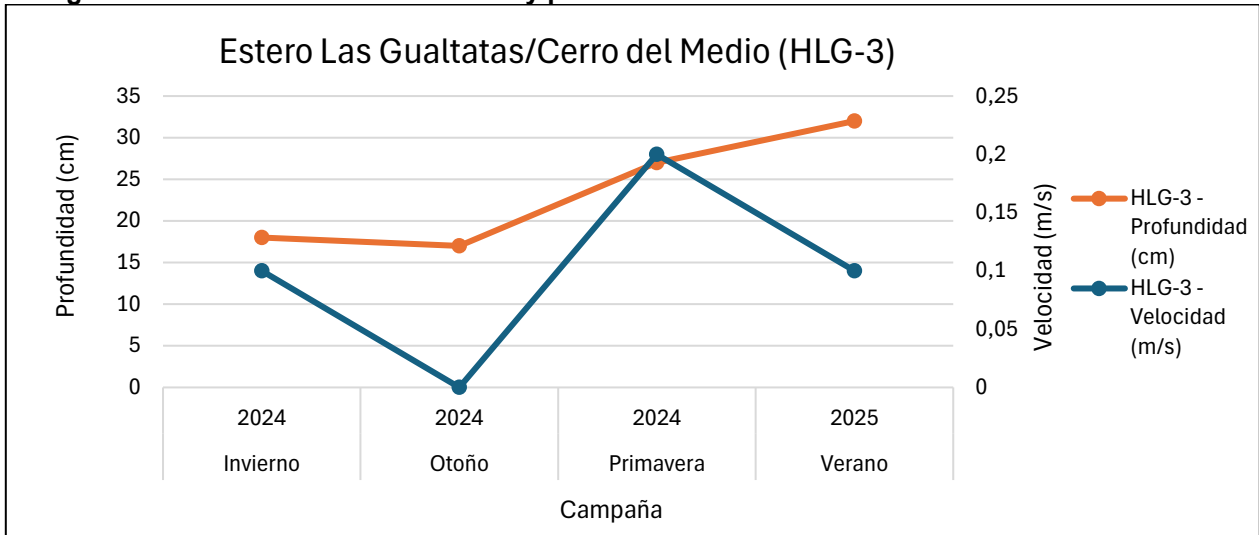


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3.1 Morfología del cauce

La Figura 3-26 muestra el promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Las Gualtatas/Cerro del Medio durante las cuatro campañas de terreno. Con un ancho máximo de 5 m y profundidad promedio de 24 cm, con velocidad media de 0,1 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua es relativamente profundo y con un flujo lento. Propicio para la sedimentación y el desarrollo de flora acuática.

**Figura 3-26. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Las Gualtatas/Cerro del Medio**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.2.4 HLG-4: Estero Carrizo, Af/Las Gualtatas

La estación de monitoreo en el estero Carrizo (también llamado estero Los Hipis) se ubica dentro del límite Urbano de la comuna, justo en la confluencia con el estero Las Gualtatas.

Este tramo del estero se presenta como un cuerpo de agua de tipo ritrón y morfología de canal, con pendiente media-baja y un ancho de aproximadamente 15 metros. El curso de agua está cubierto con abundante vegetación de tipo humedal, la cual genera poco escurrimiento y circulación de la corriente, incluso agua estancada dependiendo de la temporada. A lo largo del año mantiene vegetación de riberas, mayormente de tipo herbáceas y arbustivas. Sus aguas son transparente con tonalidad café según la estación y sin olor. El sustrato corresponde a arena, limo, bolones y clastos chicos. No se registró contaminación en las riberas y en el fondo. En la Fotografía 3-8 se observa la estación Estero Carrico Af/Las Gualtatas durante las cuatro campañas de terreno. Destaca que, durante invierno 2024, el aumento de caudal en el estero eliminó la vegetación de humedal, volviendo a recuperarse en las campañas posteriores.

**Fotografía 3-8. Estación Estero Carrizo Af/Las Gualtatas durante cuatro campañas de muestreo**

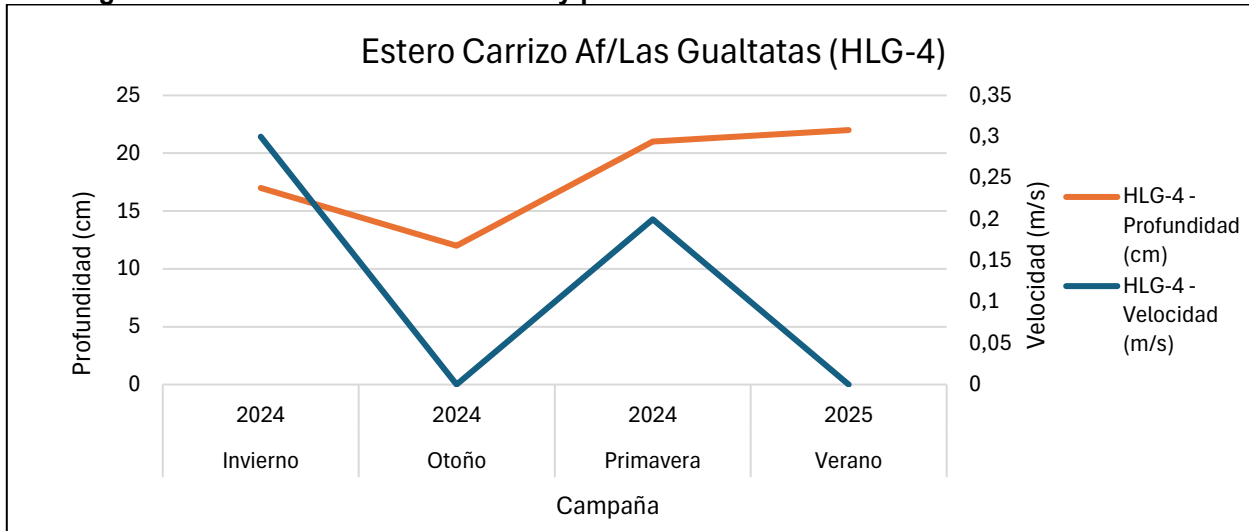


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-27 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Estero Carrizo Af/Las Gualtatas, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho total de 15 m, profundidad media de 18 cm y velocidad promedio de 0,1 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta un flujo constante, la profundidad considerable, pero velocidad baja debido principalmente por la abundante vegetación de humedal dentro del cauce del estero. Estas condiciones favorecen el establecimiento de plantas acuáticas.

**Figura 3-27. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Carrizo Af/Las Gualtatas**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2 HLG-5: Límite Urbano Estero Las Gualtatas

El sitio en estudio corresponde a un tramo de estero Las Gualtatas ubicado fuera del límite Urbano de la comuna de Lo Barnechea, 2,5 km aguas arriba de confluencia con el estero Carrizo. El cauce en este tramo presenta baja intervención antrópica, es de tipo ritrón y presenta una morfología recta, pendiente baja y poco profundo, de flujo laminar y constante, aumentando el caudal en época de invierno. El ancho mojado del estero en promedio fue de 3,5 metros. La presencia de vegetación forma un dosel semicerrado, dominado por zarzamoras.

Las aguas se observaron transparentes con leve tonalidad café y sin olor ni capa orgánica. En cuanto al sustrato, estuvo compuesto por limos, arenas, clastos chicos y bolones. Recurrentemente se observó basura de tipo domiciliaria en fondo y riberas.

En la Fotografía 3-9 se puede observar la estación Límite Urbano Las Gualtatas durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-9. Estación Límite Urbano Las Gualtatas durante cuatro campañas de muestreo**

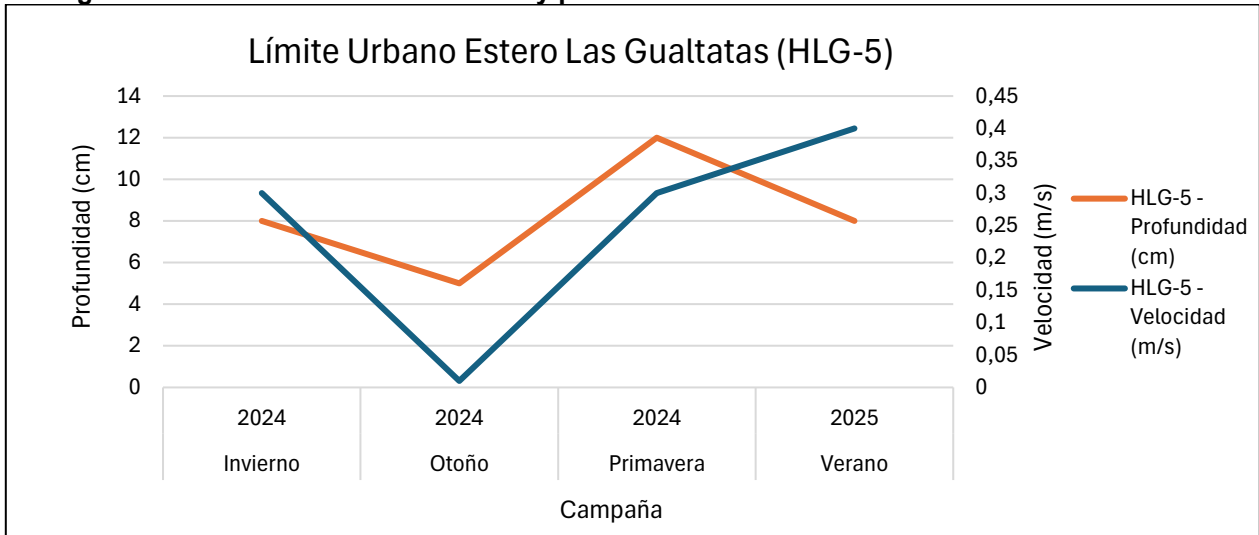


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-28 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Límite Urbano Las Gualtatas, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 4 m, profundidad media de 8 cm y velocidad promedio de 0,3 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta un flujo constante, profundidad y velocidad baja, lo que genera condiciones que favorecen el establecimiento de vida acuática como fauna íctica.

**Figura 3-28. Variación de la velocidad y profundidad en Límite Urbano Estero Las Gualtatas**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2 HLG-6: Naciente Estero Las Gualtatas /Qda. Queltehues

La estación de monitoreo en la naciente del estero Las Gualtatas se encuentra fuera del límite Urbano de la comuna de Lo Barnechea al interior del Club Hacienda Santa Martina. El estero se encuentra rodeado de vegetación ribereña alta y cobertura vegetal de 80% aprox. El cauce es de tipo rítrón con caídas, lo genera un flujo constante y turbulento. El ancho máximo del estero es de 3,5 m y poco profundo. Sus aguas son transparentes con leve tonalidad café. En cuanto al sustrato, estuvo compuesto por clastos chicos, arenas, limos, bolones y rocas. En todas las campañas se registró contaminación de tipo industrial y domiciliaria en el fondo del estero. En la Fotografía 3-10 se observa la estación Naciente Las Gualtatas durante las cuatro visitas de terreno.

**Fotografía 3-10. Estación Naciente Estero Las Gualtatas en quebrada Queltehues durante cuatro campañas de muestreo**



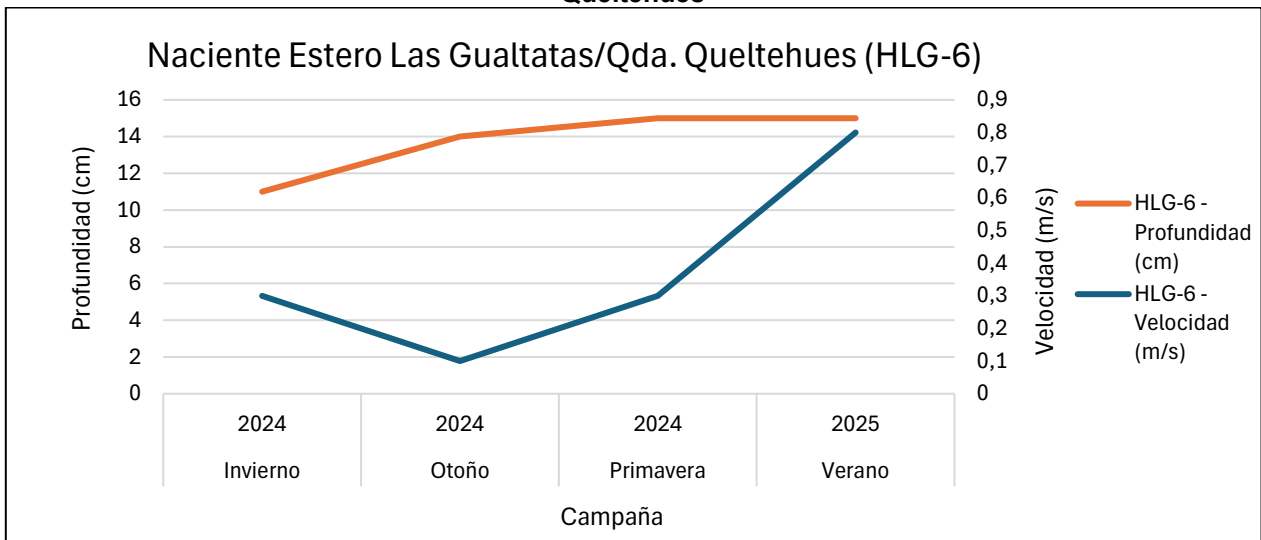


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-29 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Naciente Las Gualtatas/Qba. Queltehues, durante las cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 3,5 m y profundidad promedio de 14 cm, con velocidad promedio de 0,4 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta aguas rápidas en una sección angosta. Propicio para vida acuática que se beneficia de aguas bien oxigenadas.

**Figura 3-29. Variación de la velocidad y profundidad en Naciente Las Gualtatas/Quebrada Queltehues**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2 HLG-7: Quebrada el Maqui

El sector en estudio corresponde a la Quebrada El Maqui la cual es afluente del estero Las Gualtatas y se encuentra ubicada fuera del límite Urbano de la comuna de Lo Barnechea. El tramo de estudio se ubica justo antes de su confluencia con el estero. El cauce es de tipo ritrón y presenta una morfología recta con pendiente media, formando caídas con flujo constante y

turbulento. La presencia de vegetación forma un dosel semicerrado. El ancho total del estero es de aproximadamente 2 metros, de baja profundidad pero formando pozones más profundos. Sus aguas son transparentes y levemente de color café, sin olor ni basura. El sustrato, estuvo compuesto por clastos chicos, roca, arenas, bolones y roca madre. En la Fotografía 3-11 se puede observar la estación Quebrada el Maqui durante las cuatro temporadas de muestreo.

**Fotografía 3-11. Estación Quebrada El Maqui durante cuatro campañas de terreno**

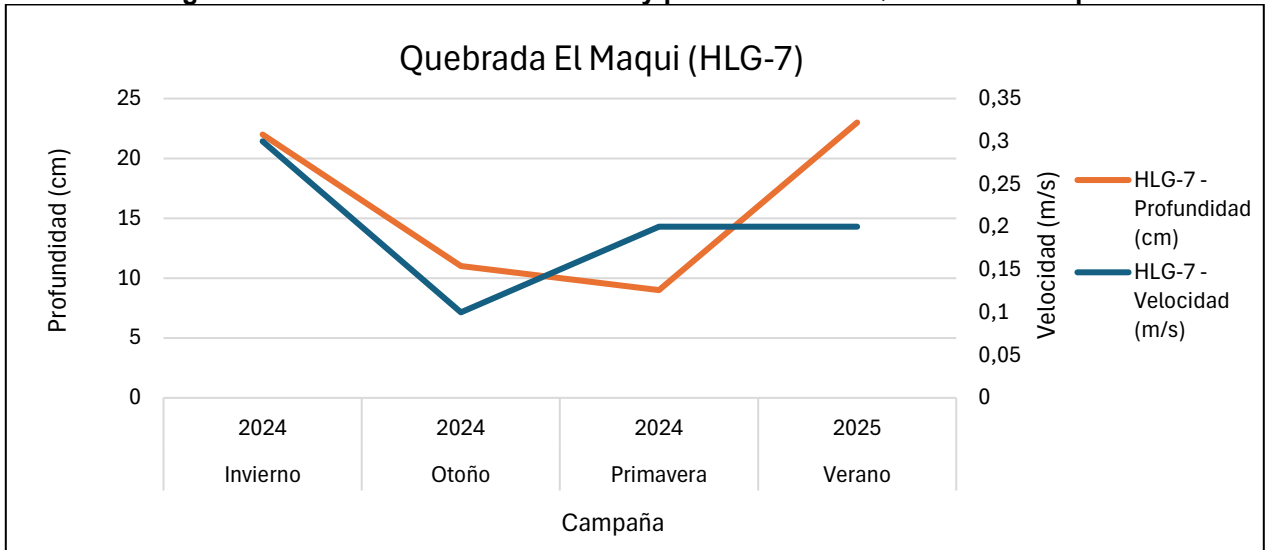


Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-30 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Quebrada El Maqui, durante cuatro campañas de terreno. Con un ancho máximo de 2 m y profundidad promedio de 16 cm, con velocidad promedio de 0,2 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua es estrecho y poco profundo, con aguas lentas que alcanzan su máxima velocidad en invierno. Propicio para organismos que prosperan en condiciones de baja corriente, como pequeños invertebrados y peces.

**Figura 3-30. Variación de la velocidad y profundidad en Quebrada El Maqui**



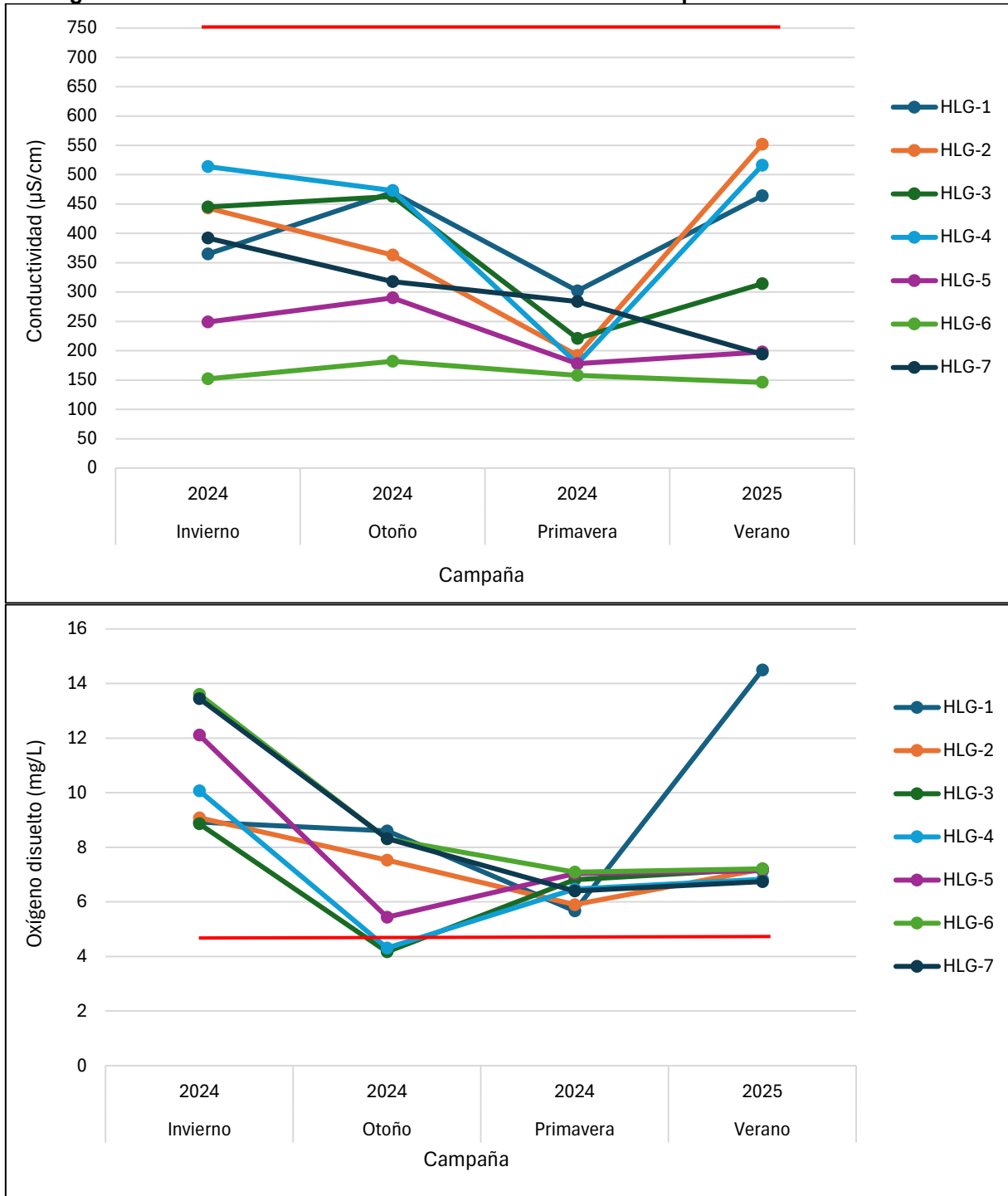
Fuente: Elaboración propia.

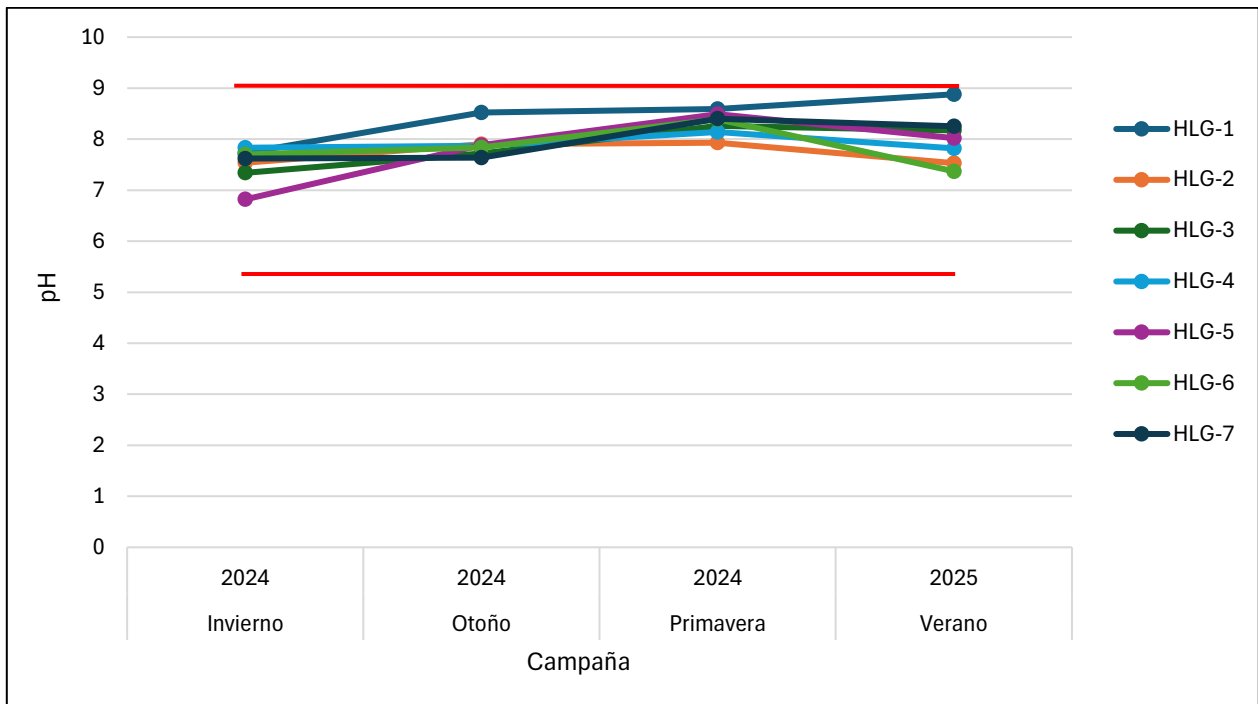
### 3.3.3 Calidad del agua: Parámetros medidos *in situ*

En la Figura 3-31 se presenta la tendencia de tres parámetros medidos *in situ* en las siete estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Las Gualtatas, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, tanto el pH, la Conductividad y el Oxígeno disuelto, presentan variaciones estacionales pero muy a la parte entre las distintas estaciones de muestreo, y se mantienen dentro de los límites establecidos en la NCh. 1.333. Sin embargo, en la campaña de otoño 2024, el Oxígeno disuelto se registró por debajo del límite mínimo normado (5 mg/L), en las estaciones HLG-3 y HLG-4.

**Figura 3-31. Parámetros medidos *in situ* durante cuatro campañas en HU Las Gualtatas**





Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

### 3.3.4 Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio

En la Figura 3-32 se presenta la tendencia de nueve parámetros analizados en laboratorio para las siete estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Las Gualtatas, durante cuatro campañas de terreno

Destaca que, el parámetro de coliformes fecales se registró por sobre el límite permitido según NCh. 1.333 (1.000 NMP/100 mL) en reiteradas ocasiones y en distintas estaciones de muestreo, alcanzando el máximo en la estación HLG-1 durante la campaña de primavera 2024. Esto puede deberse, en parte, a la presencia constante de ganado en gran parte del tramo de estudio del HU Las Gualtatas.

Por su parte, la conductividad se presentó por sobre el límite máximo establecido (750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) solo en la estación HLG-2 y durante las campañas de verano 2025. En el resto de las estaciones de monitoreo y en las campañas, la tendencia parece ser relativamente constante.

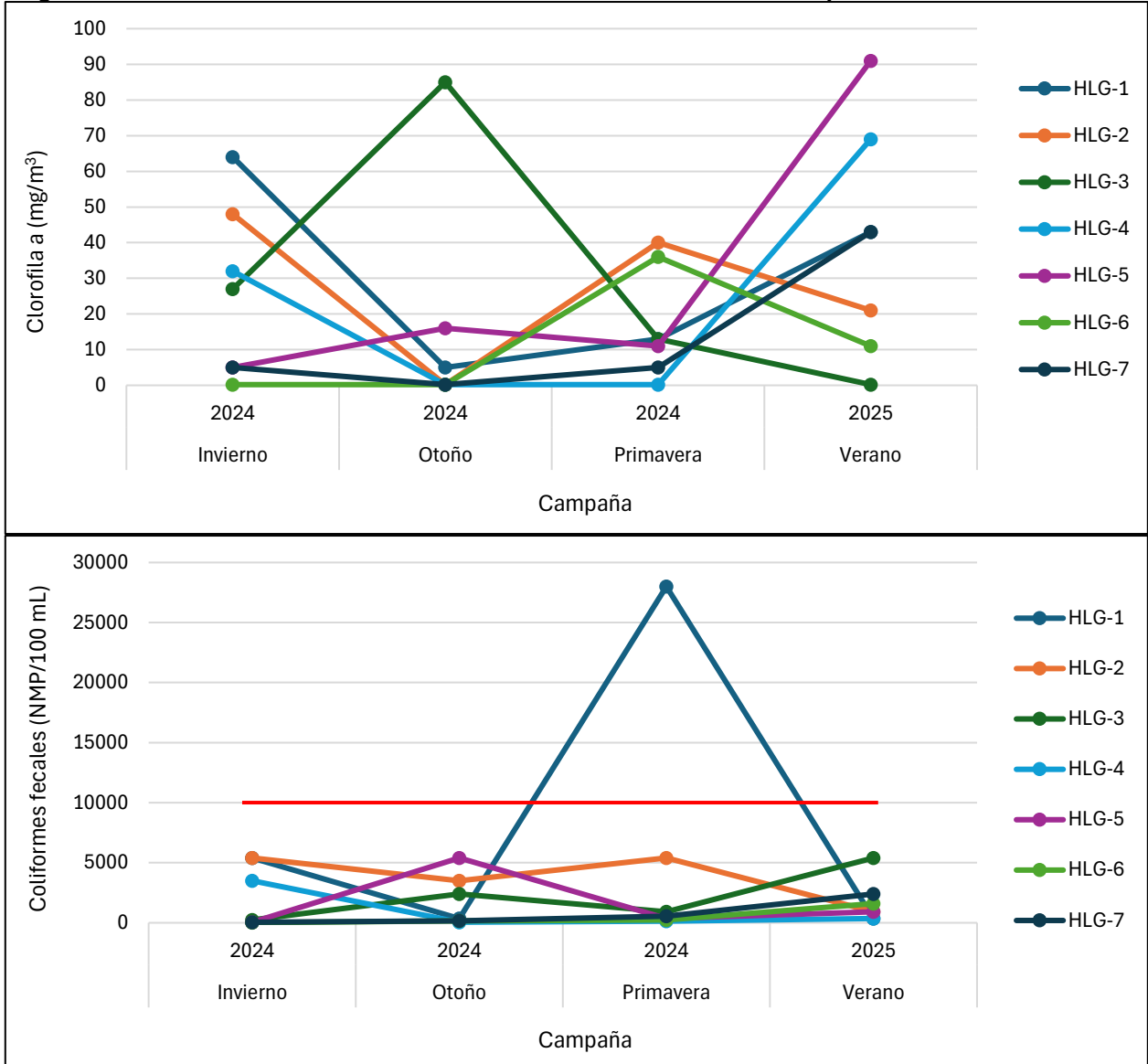
El oxígeno disuelto se encontró por sobre los 5,0 mg/L en todas las estaciones y en todas las campañas, lo que indica aguas óptimas para el desarrollo de vida acuática.

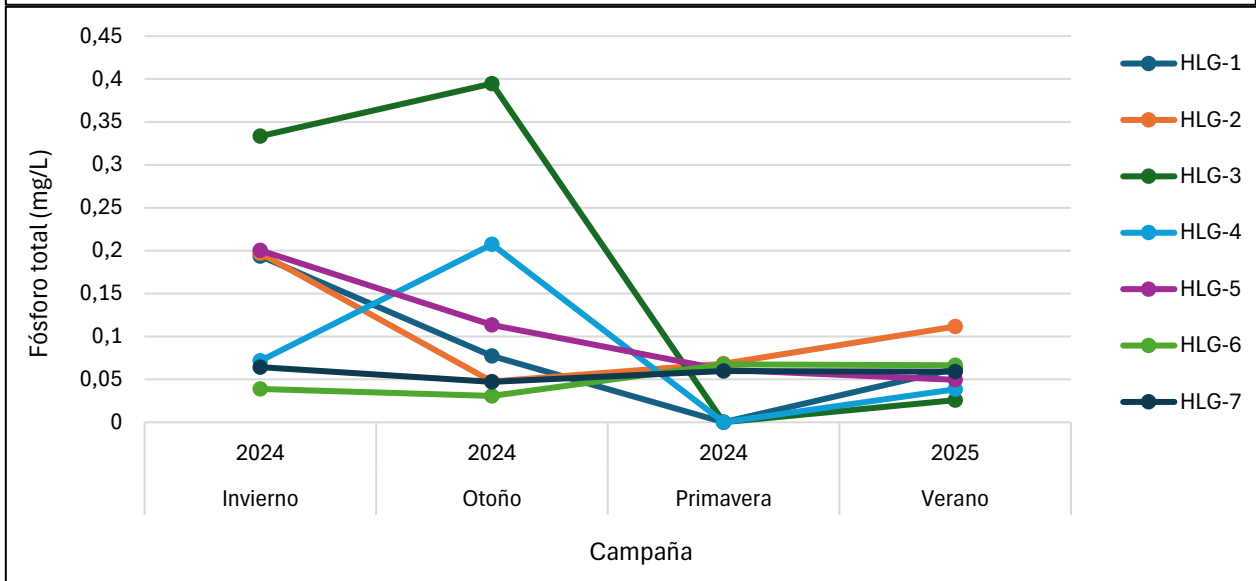
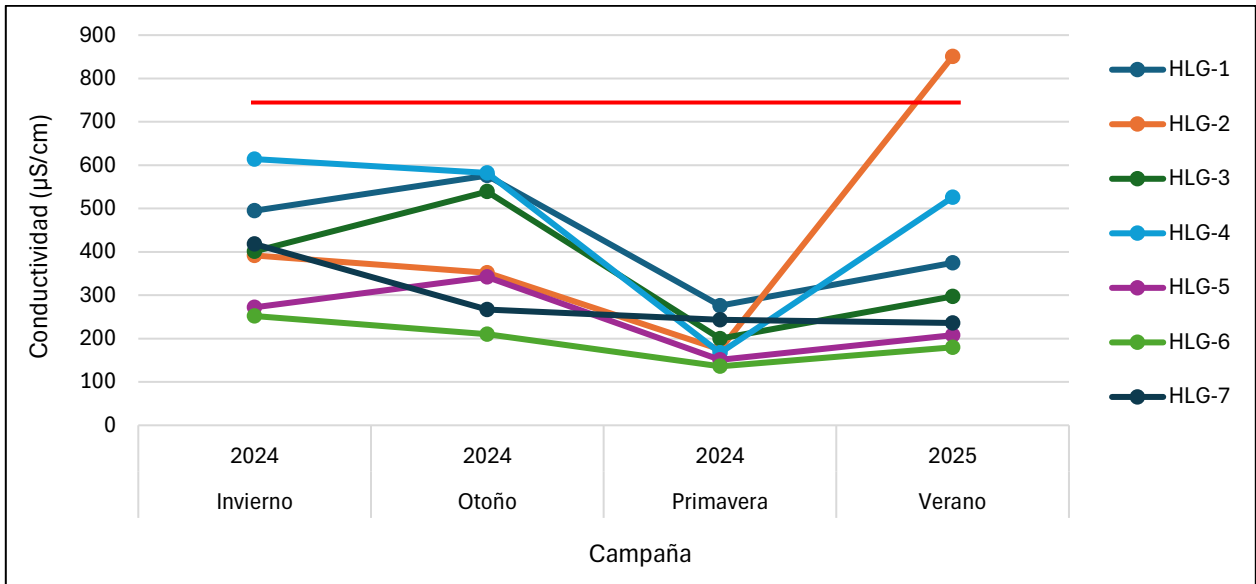
Respecto a los parámetros indicadores de estado trófico clorofila a, fósforo y nitrógeno, presentan variación temporal y entre estaciones de muestreo. Sin embargo, las aguas durante el año se mantienen en niveles mesotróficos y eutróficos, con baja probabilidad de floración algal, y presentando, en general, un aumento estacional durante invierno, llegando a estados hipereutróficos, debido al aumento de precipitaciones que genera una mayor escorrentía superficial, lo que a su vez arrastra nutrientes acumulados en suelos, fertilizantes y/o residuos orgánicos hacia el estero.

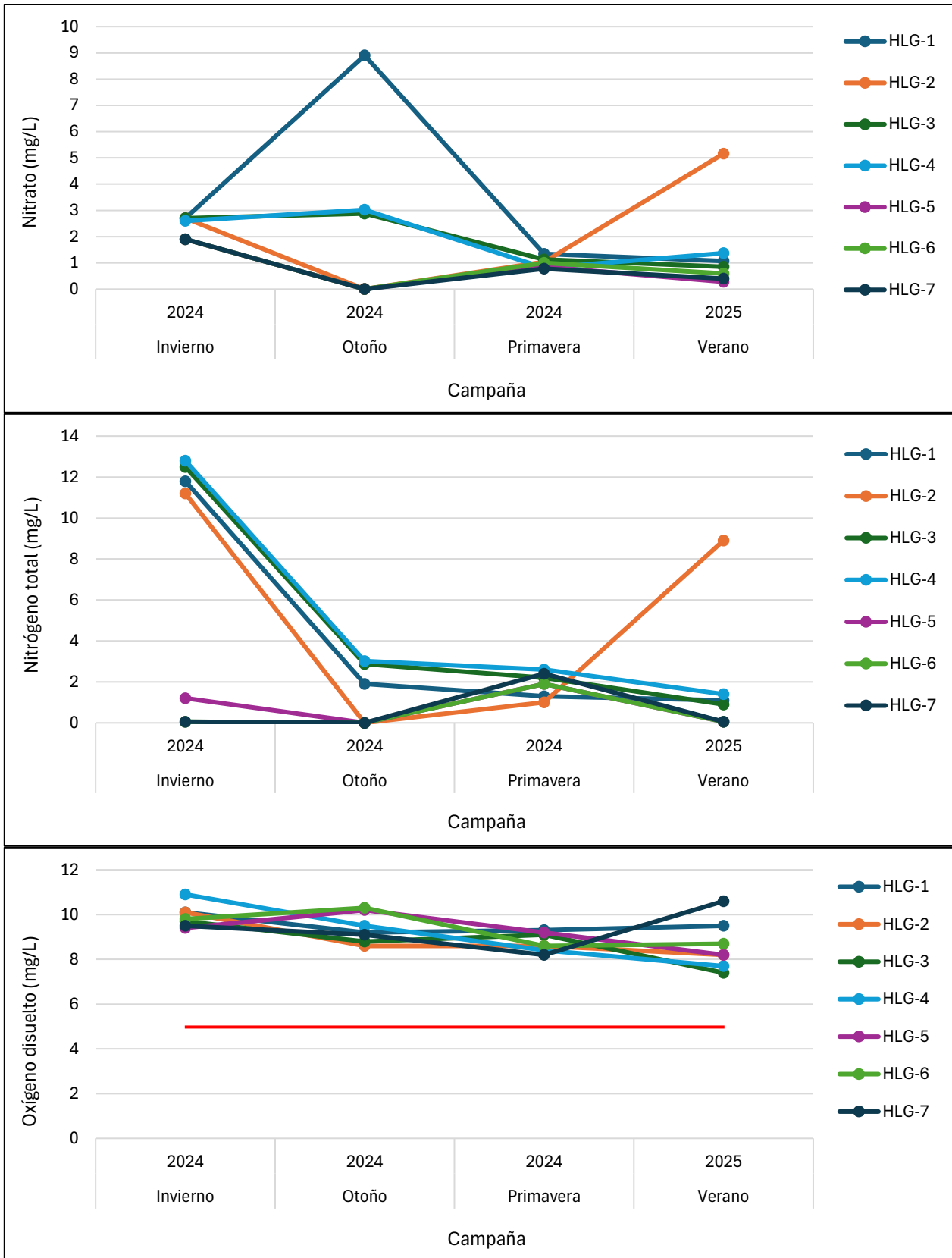
En cuanto al pH, este se registró entre los 7 y 8 UpH, para todas las estaciones y sin presentar mayor variación entre campañas. En consecuencia, se mantuvo dentro de los valores mínimo y máximo normados.

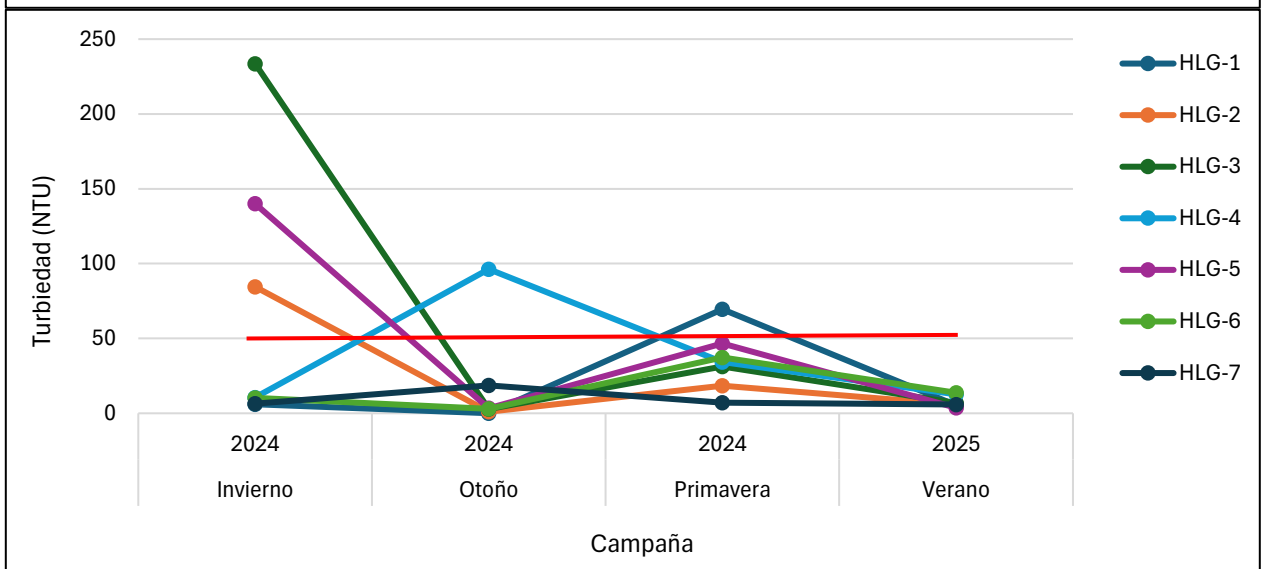
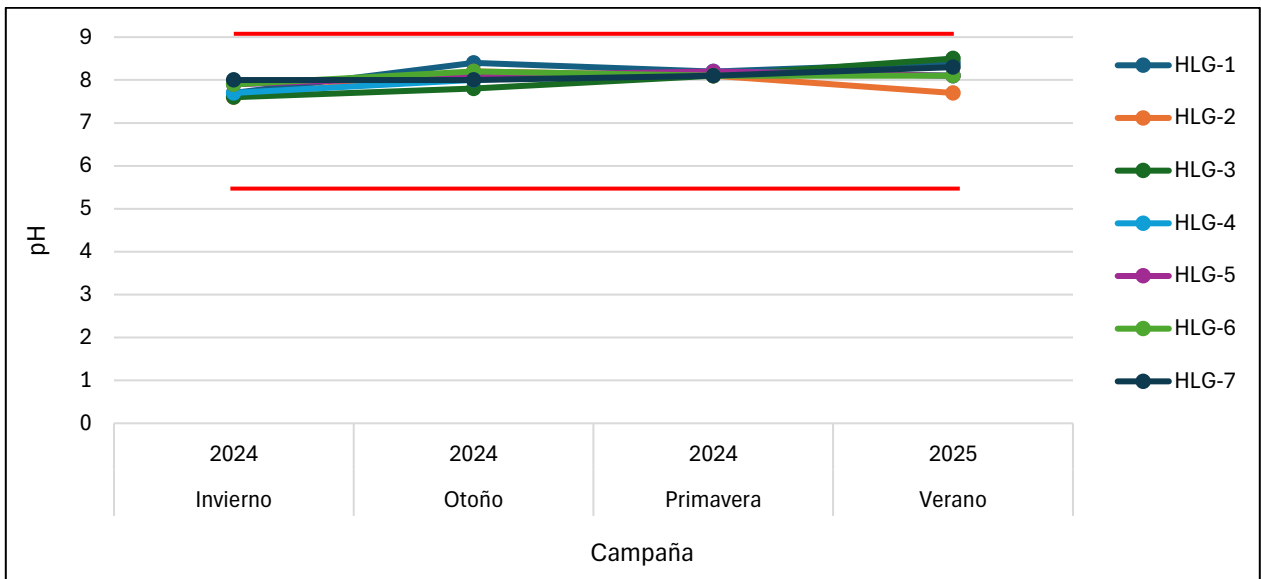
Por último, la turbiedad en reiteradas oportunidades se registró por sobre el límite máximo establecido (50 NTU), en distintas estaciones. Aun así, los máximos valores se presentaron, en general, durante la campaña de invierno, debido a las precipitaciones y escorrentía de la época.

**Figura 3-32. Parámetros analizados en laboratorio durante cuatro campañas en HU Las Gualtatas**









Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

### 3.3.5 Caracterización del sedimento acuático

En la Figura 3-33 se presenta la tendencia de ocho parámetros medidos para sedimento acuático en las siete estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Las Gualtatas, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, el porcentaje de materia orgánica se mantiene constante y bajo el 3% en las campañas de otoño e invierno, aumentando en primavera y verano, donde se alcanzan los máximos valores en esta época, llegando incluso a cerca del 19%. Este patrón sugiere una mayor acumulación de residuos orgánicos y una posible reducción en la tasa de degradación, lo cual podría estar vinculado a condiciones de menor caudal, por ende, menor renovación del agua, y también al aumento de la temperatura ambiental.

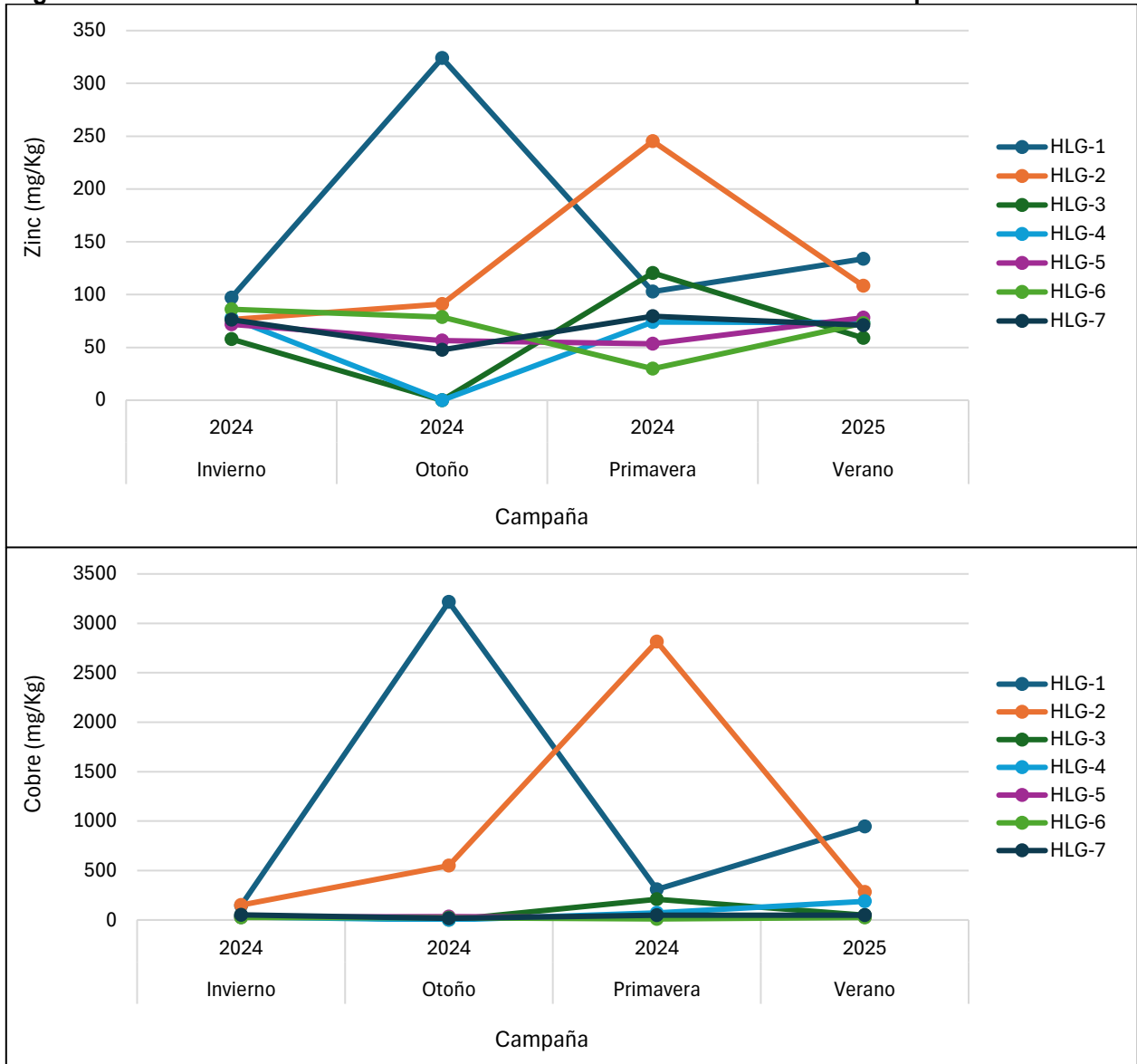
Por otra parte, el Fósforo presentó concentraciones moderadas a altas, con leves diferencias entre campañas, disminuyendo durante la época de primavera.

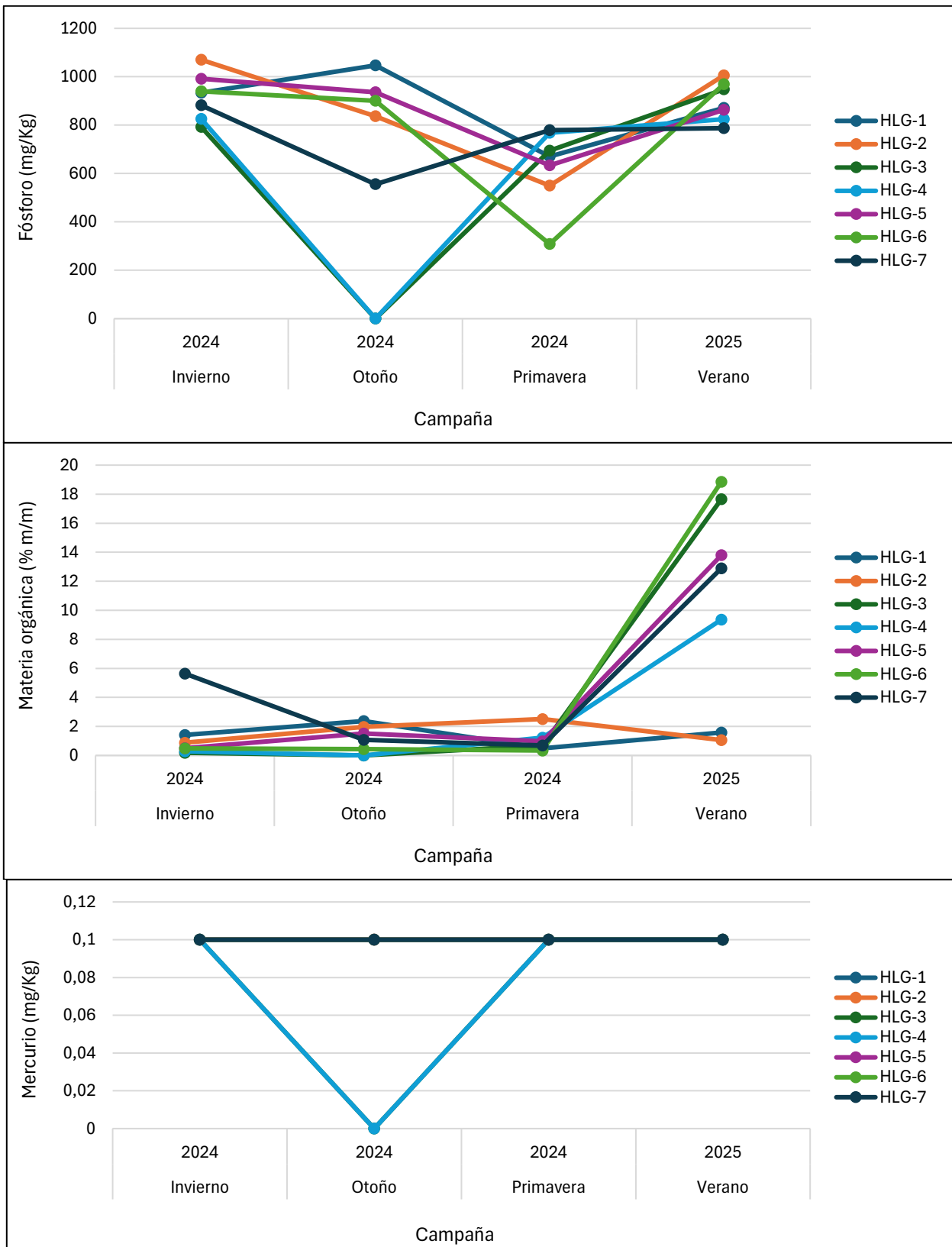
Para el nitrógeno, se presenta un leve aumento en verano 2025, manteniéndose relativamente constante durante el resto de las temporadas. Esto sugiere un efecto combinado de menor caudal, altas temperaturas y posible arrastre de nutrientes desde fuentes externas, favoreciendo así la retención de compuestos nitrogenados en el sedimento acuático.

Si bien Chile no cuenta con norma de referencia para sedimentos acuáticos, los altos valores de Cobre encontrados durante algunas campañas en las estaciones HLG-1 y HLG-2, podrían ser perjudiciales para la vida acuática. En cuanto al Zinc y al Plomo, mantienen una tendencia similar al cobre, registrándose mayores valores en las mismas dos estaciones. El Mercurio, se presenta bajo y constante durante las cuatro temporadas (0,1 mg/kg).

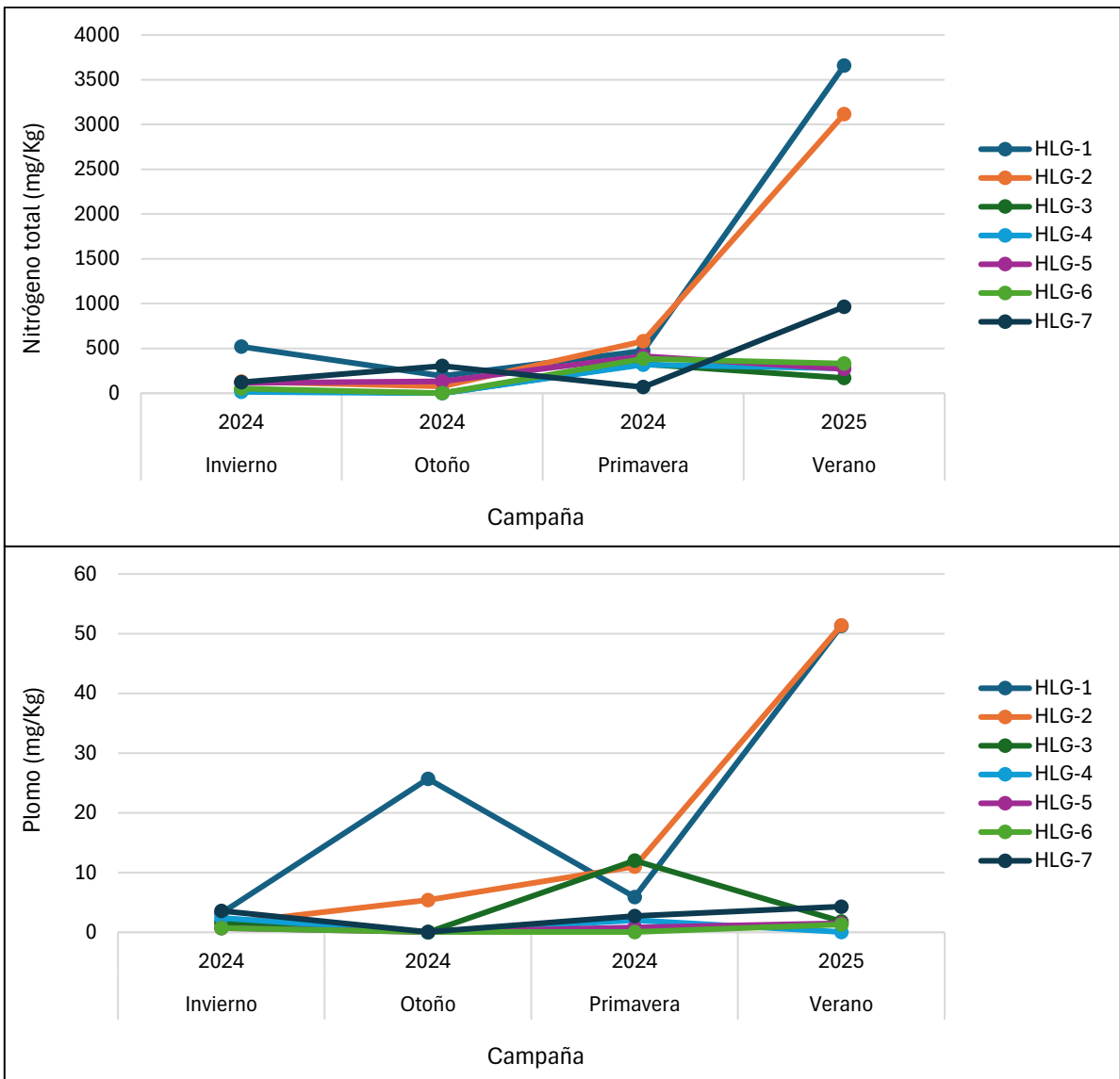
Por último, los valores de potencial redox indican que, en primavera y otoño se observaron valores positivos de potencial redox, superiores a 100 mV en todas las estaciones, lo que sugiere condiciones predominantemente oxidantes en el sedimento acuático. En contraste, en verano se registraron valores negativos en algunas estaciones, lo que indica condiciones reductoras probablemente asociadas a una disminución del caudal, mayor temperatura y acumulación de materia orgánica.

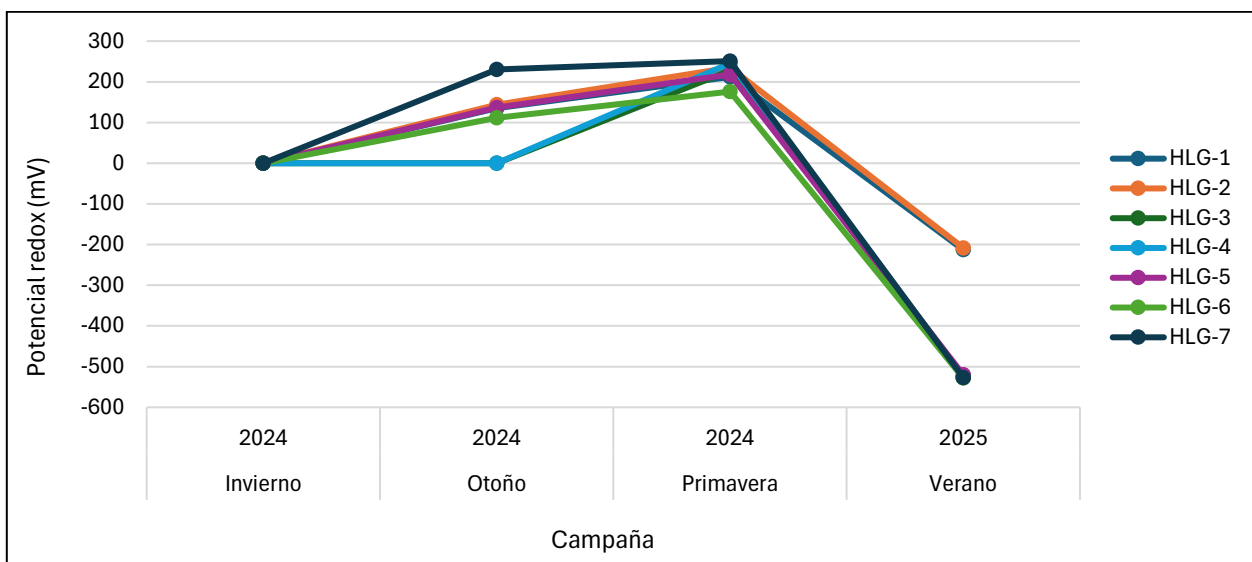
**Figura 3-33. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo**





Nota: HLG-1, HLG-2, HLG-5, HLG-6 y HLG-7 valor de 0,1 mg/Kg de Mercurio. HLG-3 y HLG-4 valor de 0 mg/Kg en campaña otoño.





Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6 Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año

#### 3.3.6.1 Fitoplancton

En las Tabla 3-36, Tabla 3-37 y Figura 3-34 se entregan detalles de la riqueza de fitoplancton encontrada por estación, durante cuatro campañas de terreno en el Humedal Urbano Estero Las Gualtatas.

En el Humedal Urbano Las Gualtatas se identificó un total de 17 taxa de fitoplancton, siendo HLG-6 la estación con mayor riqueza registrada 7 taxa entre cuatro campañas de terreno.

Se registraron taxa de fitoplancton en todas las campañas de muestreo, alcanzando, en general, la mayor riqueza se presenta desde la campaña de verano hasta otoño. En la campaña de invierno se registra una menor riqueza, posiblemente debido al aumento de caudal en todas las estaciones.

Solo las estaciones HLG-1, HLG-2, HLG-4 y HLG-5 presentaron taxa en las cuatro campañas de terreno, siendo registrada la mayor cantidad en HLG-2 durante la campaña de otoño, con 5 taxa presentes.

**Tabla 3-36. Taxa de fitoplancton registrados por estación de monitoreo**

Género/Taxa	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
<i>Cocconeis</i>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Eunotia</i>	-	-	X	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	-	-	X	-	-	X	-
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	X	-	X	X

Género/Taxa	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Pennada	X	X	-	X	-	X	-
<i>Pinnularia</i>	-	X	-	-	X	-	-
<i>Surirella</i>	-	-	-	-	-	X	-
<i>Ulnaria</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Melosira</i>	X	X	-	X	-	X	-
<i>Oscillatoria</i>	-	X	-	-	-	-	X
<i>Cosmarium</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Closterium</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Spirogyra</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Gyrosigma</i>	-	-	X	-	-	X	-
<i>Diatoma</i>	-	-	-	-	X	-	-
<i>Encyonema</i>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i>	-	-	-	X	-	-	-
<b>Riqueza total</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

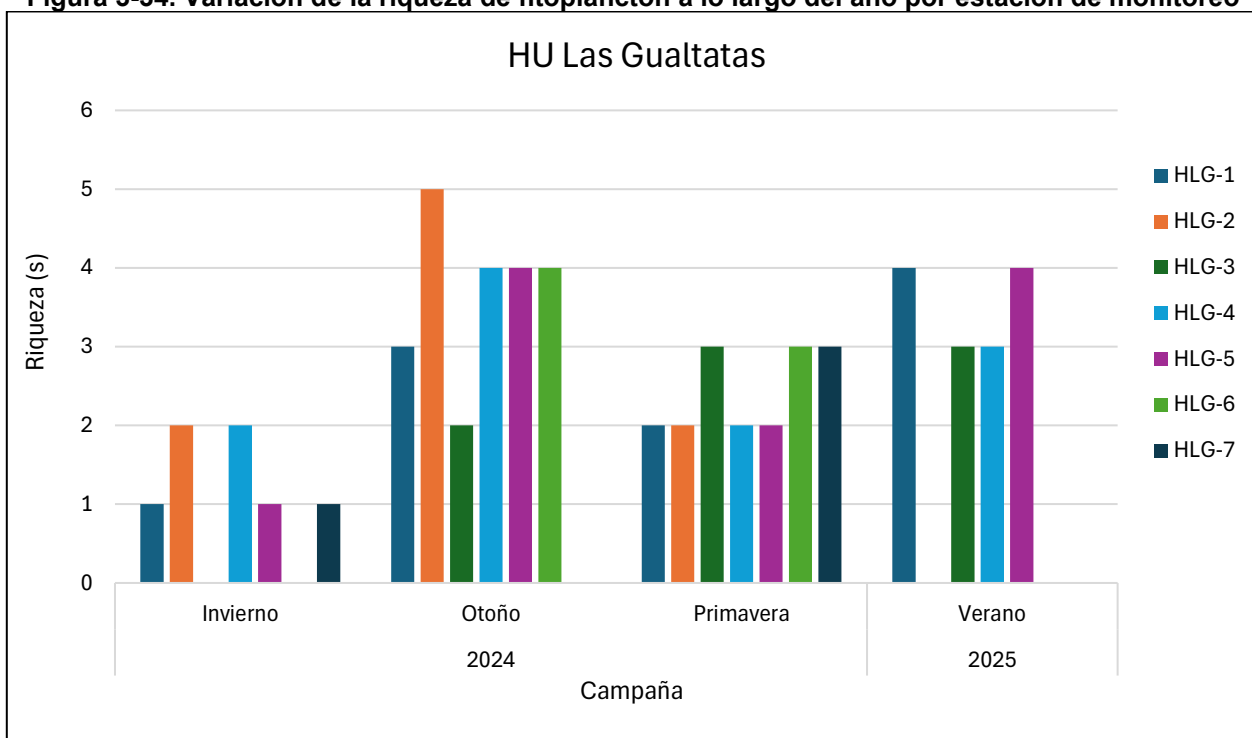
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-37. Riqueza de fitoplancton por estación de monitoreo en Humedal Urbano Las Gualtatas**

Campaña	Estación de monitoreo						
	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Invierno	1	2	0	2	1	0	1
Otoño	3	5	2	4	4	4	0
Primavera	2	2	3	2	2	3	3
Verano	4	0	3	3	4	0	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-34. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6.2 Zooplancton

En las Tabla 3-38, Tabla 3-39 y Figura 3-35 se entrega el detalle de la variación de la riqueza de especies de zooplancton registradas durante las cuatro campañas de terreno en las siete estaciones de monitoreo en el Humedal Urbano Estero Las Gualtatas.

En general, para todas las estaciones y en las cuatro campañas, la riqueza de zooplancton es relativamente baja. La mayor riqueza es de 4 taxa, encontradas en HLG-2 y HLG-7, ambas en la campaña de otoño. De igual forma se logró encontrar individuos de zooplancton en todas las estaciones, alcanzando la mayor riqueza durante otoño.

La mayoría de las estaciones en Humedal Urbano Las Gualtatas son cuerpos de agua poco profundos, de flujo constante e incluso turbulento en algunos puntos donde se forman caídas y rápidos, por lo que el hábitat no es el más óptimo para que este grupo se desarrolle, ya que necesita aguas más calmas y más profundas. Asimismo, el aumento considerable del caudal durante el invierno, hace que el zooplancton no alcance a desarrollarse y establecerse durante las temporadas posteriores.

**Tabla 3-38. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**

Género/Taxa	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
<i>Alona sp.</i>	X	X	X	X	X	-	X

Género/Taxa	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	X	X	X	X	X	X	-
<i>Daphnia pulex</i>	-	-	-	-	-	-	X
Cyclopoida indet.	X	X	-	X	X	X	X
Harpacticoida indet.	-	X	X	X	-	X	X
<b>Riqueza total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

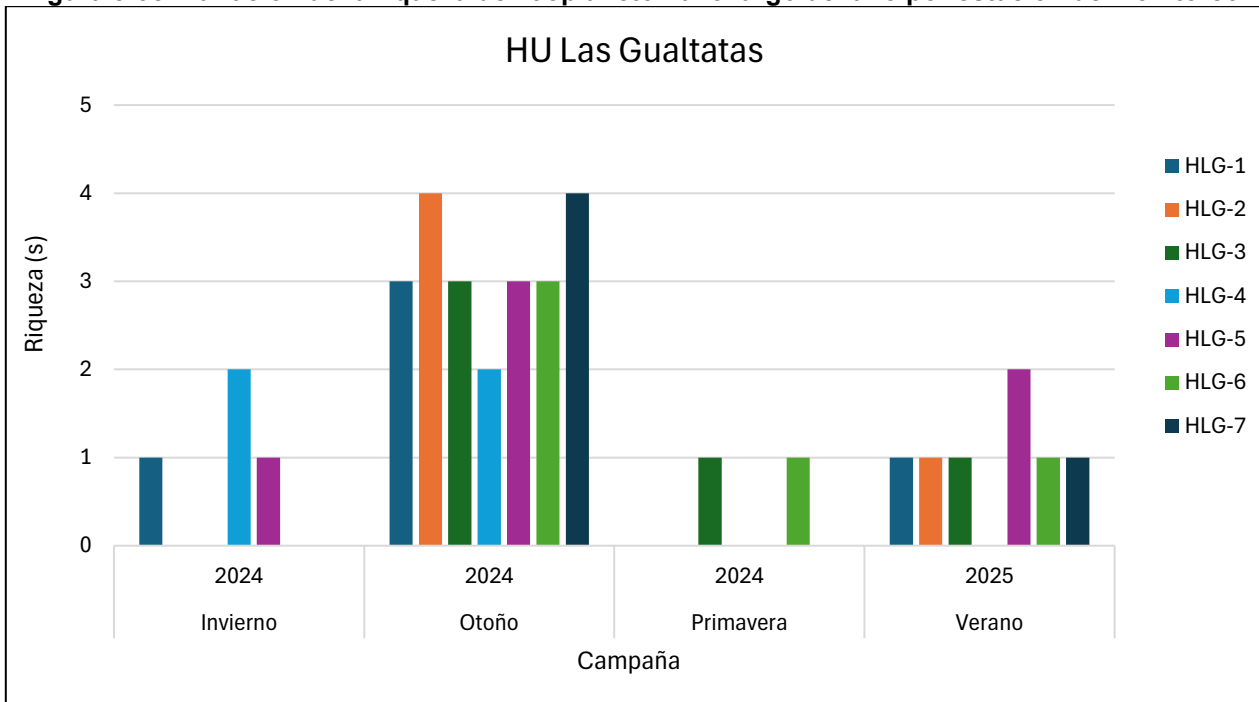
Elaboración propia.

**Tabla 3-39. Riqueza de zooplancton registrado por estación en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**

Campaña	Estación						
	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Invierno	1	0	0	2	1	0	0
Otoño	3	4	3	2	3	3	4
Primavera	0	0	1	0	0	1	0
Verano	1	1	1	0	2	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-35. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6.3 Flora acuática y vegetación de ribera

En la Tabla 3-40 se indican las especies de flora vascular registrada en este humedal, tanto acuáticas como ribereñas.

A continuación, en la Tabla 3-41 y Figura 3-36 se entregan detalles de la riqueza de especies de flora acuática y de ribera encontrada por estación, durante cuatro campañas de terreno en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas.

La riqueza de flora y vegetación registrada fue alta, con presencia en todas las estaciones y durante las cuatro campañas. Se evidencia una clara disminución en la riqueza durante la campaña de invierno, marcando así que, la estacionalidad determina el número de especies en cada estación de monitoreo, alcanzando los máximos registros en otoño-primavera.

El mayor número de especies se registró en la estación HLG-1 durante la campaña de otoño 2024, con 25 especies identificadas.

El hábitat es similar entre las estaciones de monitoreo, por lo que el curso de agua favorece el crecimiento de vegetación de ribera y especies acuáticas que crecen superficialmente en el estero.

**Tabla 3-40. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Estero Las Gualtatas**

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
Bryopsida	Grimmiales	Grimmiaceae	<i>Grimmia sp.</i>	Musgo de roca	Introducida
Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara vulgaris</i>	Chara	Nativa
Equisetopsida	Equisetales	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba de la Plata	Introducida
Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Totora	Nativa
		Gramineae	<i>Hordeum murinum</i>	Espiga	Introducida
		Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Junquillo	Introducida
	Poales	Poaceae	<i>Agrostis capillaris</i>	Yerba fina	Introducida
			<i>Agrostis stolonifera</i>	Chépica de agua	Introducida
			<i>Bromus berterianus</i>	Pasto largo	Nativa
			<i>Bromus catharticus</i>	Cebadilla	Nativa
			<i>Cortaderia ruidiuscula</i>	Cola de zorro	Nativa
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i>	Artemisa	Introducida
			<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Nativa
			<i>Baccharis paniculata</i>	Chilca 2	Endémica

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
			<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Nativa
			<i>Carthamus lanatus</i>	Cardilla	Introducida
			<i>Helenium aromaticum</i>	Manzanilla del campo	Nativa
			<i>Lactuca serriola</i>	Lechuguilla	Introducida
			<i>Lactuca virosa</i>	Lechuga silvestre	Introducida
			<i>Lapsana communis</i>	Lapsana	Introducida
	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cynoglossum creticum</i>	Viniebla	Introducida
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i>	Yuyo	Introducida
	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	Introducida
		Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	Introducida
			<i>Rumex crispus</i>	Romaza	Introducida
	Celastrales	Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maiten	Nativa
Escalloniales	Escalloniaceae	<i>Escallonia illinita</i>	Barraco	Nativa	

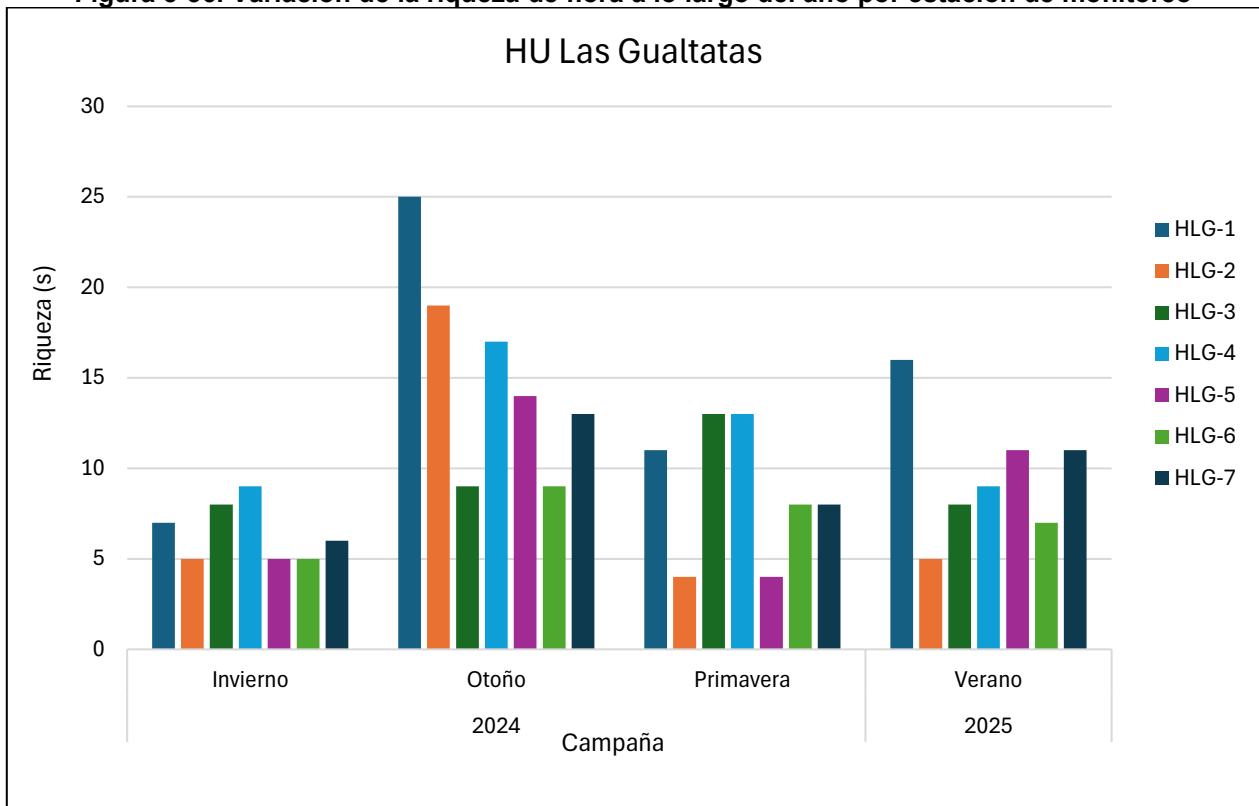
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-41. Riqueza de macro flora acuática y de ribera en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**

Campaña	Estación						
	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Invierno	7	5	8	9	5	5	6
Otoño	25	19	9	17	14	9	13
Primavera	11	4	13	13	4	8	8
Verano	16	5	8	9	11	7	11

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-36. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

En el Humedal Urbano Las Gualtatas se identificó un total de 42 taxa de invertebrados bentónicos, los cuales se distribuyen en las siete estaciones de monitoreo.

A continuación, en las Tabla 3-42, Tabla 3-43 y Figura 3-37 se entregan detalles de la diversidad de macroinvertebrados bentónicos encontrados por estación, durante cuatro temporadas de muestreo en el Humedal Urbano Estero Las Gualtatas.

En general, se encontró una alta riqueza y abundancia de individuos de macroinvertebrados bentónicos, alcanzando los mayores números entre primavera y otoño. El aumento de caudal en invierno, genera que los individuos no se logren establecer producto de aguas más turbulentas y más profundas en esta época.

La mayor riqueza y abundancia se presentó durante la campaña de otoño 2024 en la estación HLG-6, con 248 individuos y 15 taxa registradas.

Se registraron individuos en todas las estaciones, con un marcado aumento en la diversidad a partir de la estación HLG-4 hasta la estación HLG-7, que son las estaciones con menor presión antrópica, al encontrarse en zonas más residenciales o incluso fuera del límite urbano de la comuna de Lo Barnechea.

Las condiciones de hábitat en las distintas estaciones del Humedal Urbano Las Gualtatas, favorece, en gran parte, el establecimiento y desarrollo de este grupo

**Tabla 3-42. Especies de invertebrados bentónicos detectadas en HU Las Gualtatas**

Familia/Taxa	Género	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Aeshnidae	Indet.	-	-	-	X	X	X	X
Ancylidae	Indet.	-	-	-	-	-	X	X
Athericidae	Indet.	-	-	-	X	-	X	-
Baetidae	Indet.	X	X	-	X	X	X	X
Belostomatidae	Indet.	-	-	X	X	X	-	-
Chironomidae	Indet.	X	X	X	X	X	X	-
Chrysomelidae	Indet.	-	X	-	-	-	-	-
Coenagrionidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Corixidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Corydalidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	X
Dixidae	Indet.	-	-	-	-	X	-	-
Dolichopodidae	Indet.	-	-	X	-	-	-	-
Dytiscidae	Indet.	-	X	X	X	-	-	X
Elmidae	Indet.	-	X	-	-	X	-	-
Empididae	Indet.	-	X	X	X	-	X	-
Gomphidae	Indet.	-	-	-	-	-	-	X
Gripopterygidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	X
Hebriidae	Indet.	-	-	X	-	-	-	-
Hirudinea	Indet.	-	X	-	-	X	-	-
Hyalellidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Hyalellidae	<i>Hyalella</i>	-	X	-	X	-	-	-
Hydrobiidae	Indet.	-	-	-	X	X	-	-
Hydrobiosidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	-
Hydropsychidae	Indet.	-	-	-	X	X	X	-
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	-	X	-	-	X	X	X
Hydroptilidae	<i>Metrichia</i>	-	X	-	-	-	-	-
Leptoceridae	Indet.	-	-	-	-	X	-	X
Leptophlebiidae	Indet.	-	-	-	X	-	X	X
Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i>	-	-	-	-	X	X	X
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	-	-	-	-	-	-	X
Leptophlebiidae	<i>Penaphlebia</i>	-	-	-	-	X	X	X
Limnephilidae	Indet.	-	-	-	-	-	X	-
Notonectidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Oligochaeta	Indet.	X	X	X	X	X	X	X
Oniscigastridae	<i>Siphonella</i>	-	-	-	-	-	X	-
Physidae	Indet.	X	X	X	X	-	-	-
Psychodidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Sericostomatidae	Indet.	-	-	-	-	-	X	-
Simuliidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	X
Sphaeridae	Indet.	-	X	-	-	-	-	-
Tabanidae	Indet.	-	-	-	X	-	-	-
Tipulidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	X
<b>Riqueza total</b>		<b>4</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>16</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-43. Abundancia y riqueza de especies de invertebrados bentónicos en HU Estero Las Gualtatas**

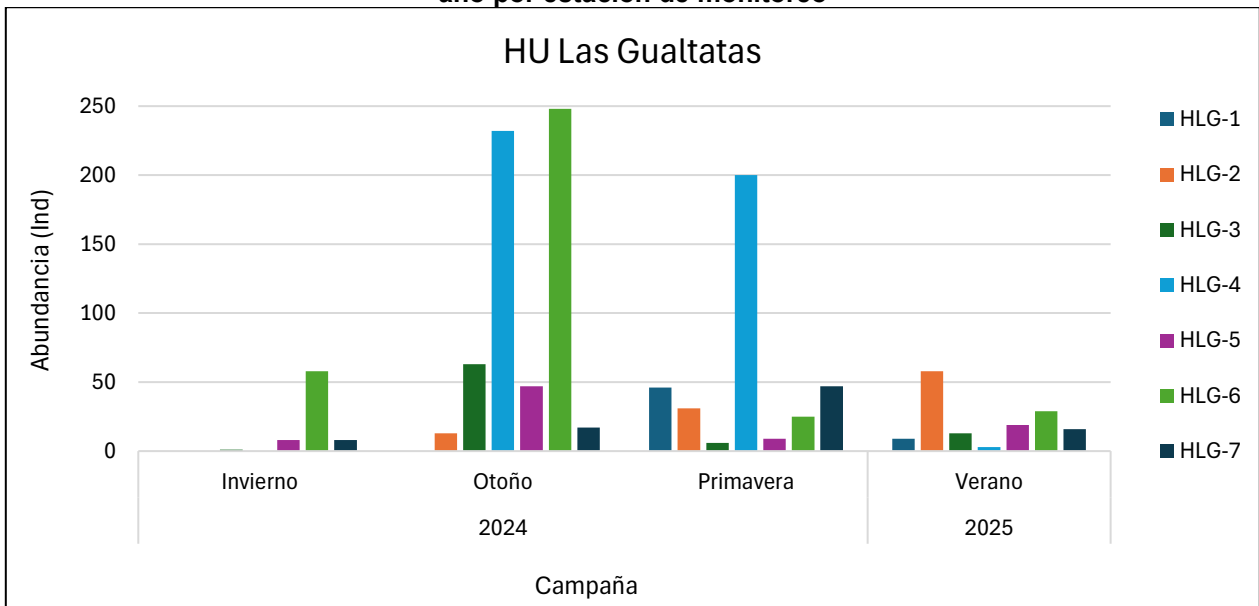
Campaña	Estación de monitoreo							
	HLG-1		HLG-2		HLG-3		HLG-4	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Invierno	0	0	0	0	1	1	0	0
Otoño	0	0	13	5	63	4	232	12
Primavera	46	3	31	6	6	3	200	13
Verano	9	4	58	9	13	4	3	3

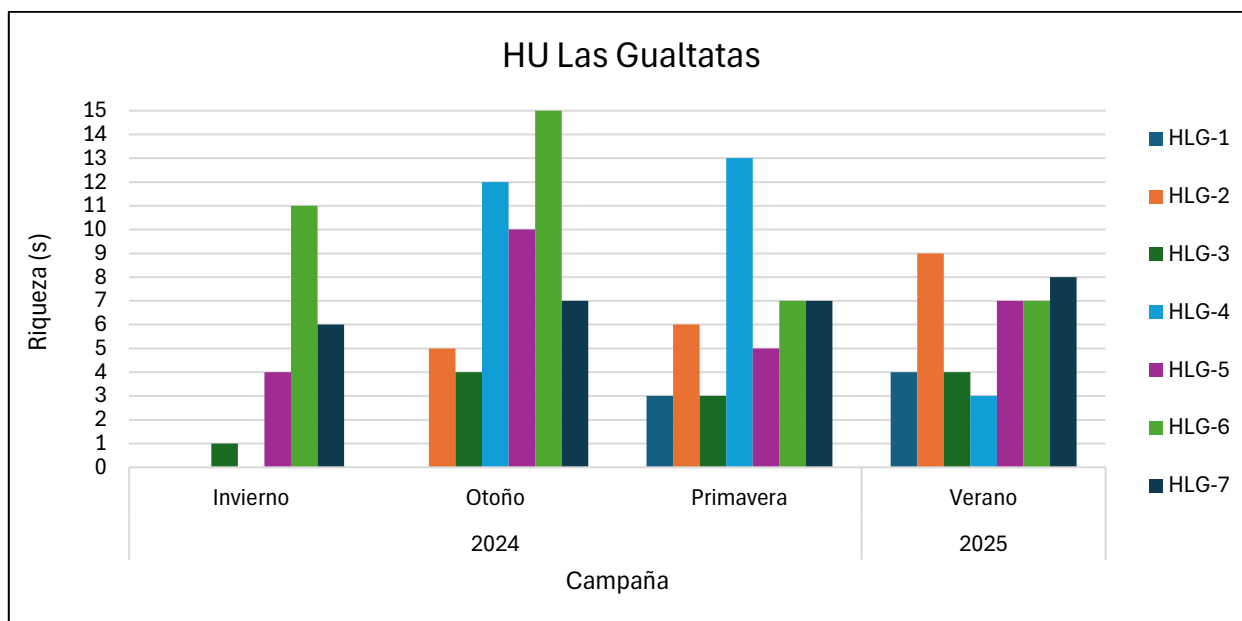
  

Campaña	Estación de monitoreo					
	HLG-5		HLG-6		HLG-7	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Invierno	8	4	58	11	8	6
Otoño	47	10	248	15	17	7
Primavera	9	5	25	7	47	7
Verano	19	7	29	7	16	8

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-37. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo**





Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6.5 Índice Biótico de Familias para macroinvertebrados bentónicos

En cuanto a la calidad de las aguas determinada a partir del ChIBF, los resultados demuestran aguas de calidad “Muy Mala” desde la estación HLG-1 hasta HLG-4 (exceptuando la campaña de verano), y aguas de calidad “Muy buena” y “Excelente” desde HLG-5 hasta HLG-7. Evidenciando una mejor calidad a partir de estaciones con menos intervención antrópica (Figueroa *et al.*, 2003).

En la Tabla 3-44 se entrega el detalle de los valores del índice ChIBF obtenido para cada campaña. El detalle de los colores se presenta en la Tabla 2-4.

**Tabla 3-44. Índices ChIBF en Humedal Urbano Las Gualtatas**

Campaña	Estación						
	HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
Invierno	0,00	0,00	8,00	0,00	4,00	3,19	3,13
Otoño	0,00	7,67	8,00	7,37	5,77	3,05	1,42
Primavera	7,30	7,30	6,40	7,97	2,44	2,96	2,41
Verano	7,63	7,18	7,83	3,00	4,00	3,34	3,64

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6.6 Macrocrustáceos

Durante cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de macrocrustáceos en ninguna de las estaciones de Humedal Urbano Las Gualtatas.

### 3.3.6.7 Anfibios en fase acuática

En las Tabla 3-45 y Tabla 3-46 se entregan detalles de las especies de anfibios y su distribución por estación, durante cuatro campañas de muestreo en Humedal Las Gualtatas. Fotografías de los individuos capturados se presentan en el Anexo 7. Registro fotográfico.

En cuatro campañas de muestreo, solo se logró identificar 1 ejemplar de anfibio en fase acuática, en etapa juvenil, perteneciente a la especie *Alsodes nodosus*. Dicho ejemplar se encontró en la campaña de otoño 2024 en la estación HLG-7. Esta especie es nativa y se encuentra en categoría de conservación.

**Tabla 3-45. Anfibio registrado en Humedal Urbano Las Gualtatas durante cuatro campañas de monitoreo**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Alsodidae	<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo arriero o popeye

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-46. Abundancia y riqueza de anfibios en Humedal Urbano Las Gualtatas**

Especie	Campaña	Estación						
		HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
<i>Alsodes nodosus</i>	Otoño	0	0	0	0	0	0	1
	Invierno	0	0	0	0	0	0	0
	Primavera	0	0	0	0	0	0	0
	Verano	0	0	0	0	0	0	0
<b>Abundancia total (Ind)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Riqueza total (s)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.6.8 Fauna íctica

En las Tabla 3-47, Tabla 3-48 y Figura 3-38 se entregan detalles de la especie de fauna íctica y su distribución por estación, durante cuatro campañas de muestreo en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas. Fotografías de los individuos capturados se presentan en el Anexo 7. Registro fotográfico.

Durante cuatro campañas de terreno se registró la presencia de una especie de fauna íctica, *Trichomycterus areolatus*, conocida comúnmente como bagrecito, especie nativa y que se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) de acuerdo al RCE.

En total se capturaron 154 individuos en todo el tramo estudiado entre los cuatro muestreos. En cuanto a su distribución, el punto HLG-7 y HLG-3 registraron el mayor número de ejemplares capturados, ambas con 34 en total. Solo en la estación HLG-4 no se logró capturar ejemplares de fauna íctica. En este punto la abundante vegetación de humedal dentro del cauce del estero, impide el flujo constante del agua, es más profundo y no se encuentran rocas y/o pozones que

sean refugio para esta especie.

Se registró la presencia de *T. areolatus* en todas las campañas de terreno, alcanzando la menor abundancia en invierno y el mayor número de individuos colectados en verano. Además, en primavera y verano se logró la captura de ejemplares en la mayor cantidad de estaciones, específicamente en seis de siete puntos de monitoreo. Por el contrario, en invierno solo se obtuvo capturas en tres estaciones.

Las condiciones de hábitat en el Humedal Urbano Las Gualtatas favorece el establecimiento y desarrollo de este grupo, a pesar del aumento de caudal durante la época de invierno.

**Tabla 3-47. Especie de fauna íctica registrada en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito

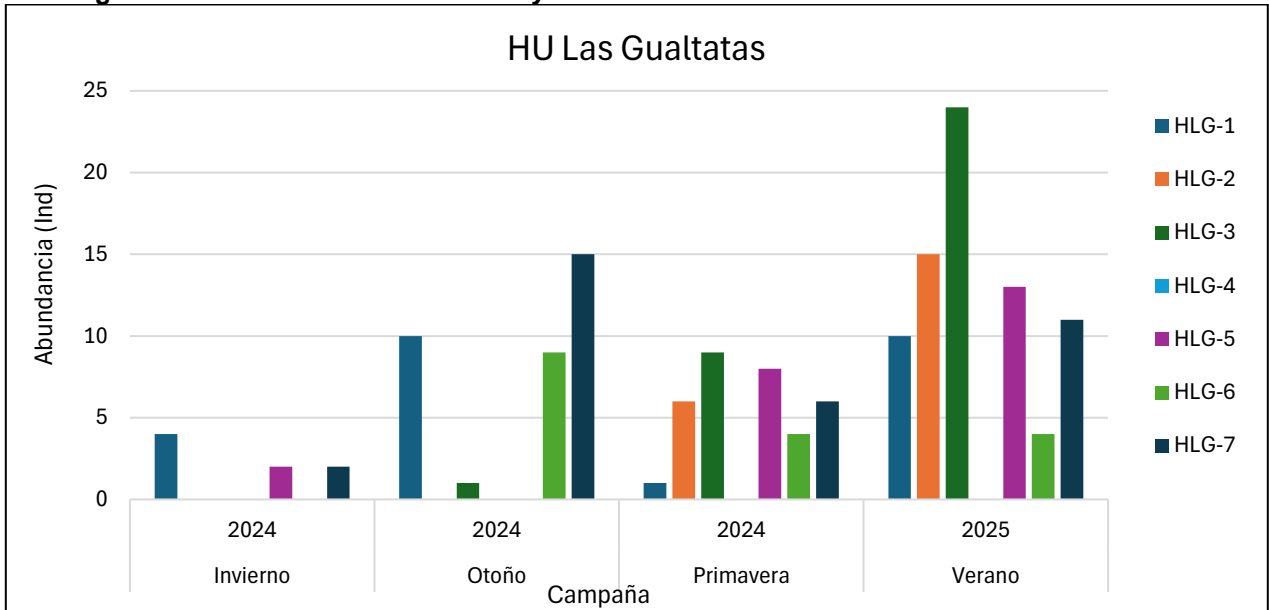
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-48. Abundancia y riqueza de *Trichomycterus areolatus* por estación de monitoreo, durante cuatro campañas de terreno en Humedal Urbano Estero Las Gualtatas**

Especie	Campaña	Estación						
		HLG-1	HLG-2	HLG-3	HLG-4	HLG-5	HLG-6	HLG-7
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Invierno	4	0	0	0	2	0	2
	Otoño	10	0	1	0	0	9	15
	Primavera	1	6	9	0	8	4	6
	Verano	10	15	24	0	13	4	11
<b>Abundancia total (Ind)</b>		<b>25</b>	<b>21</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>34</b>
<b>Riqueza total (s)</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-38. Abundancia de *Trichomycterus areolatus* en Humedal Urbano Las Gualtatas**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.7 Estado Trófico

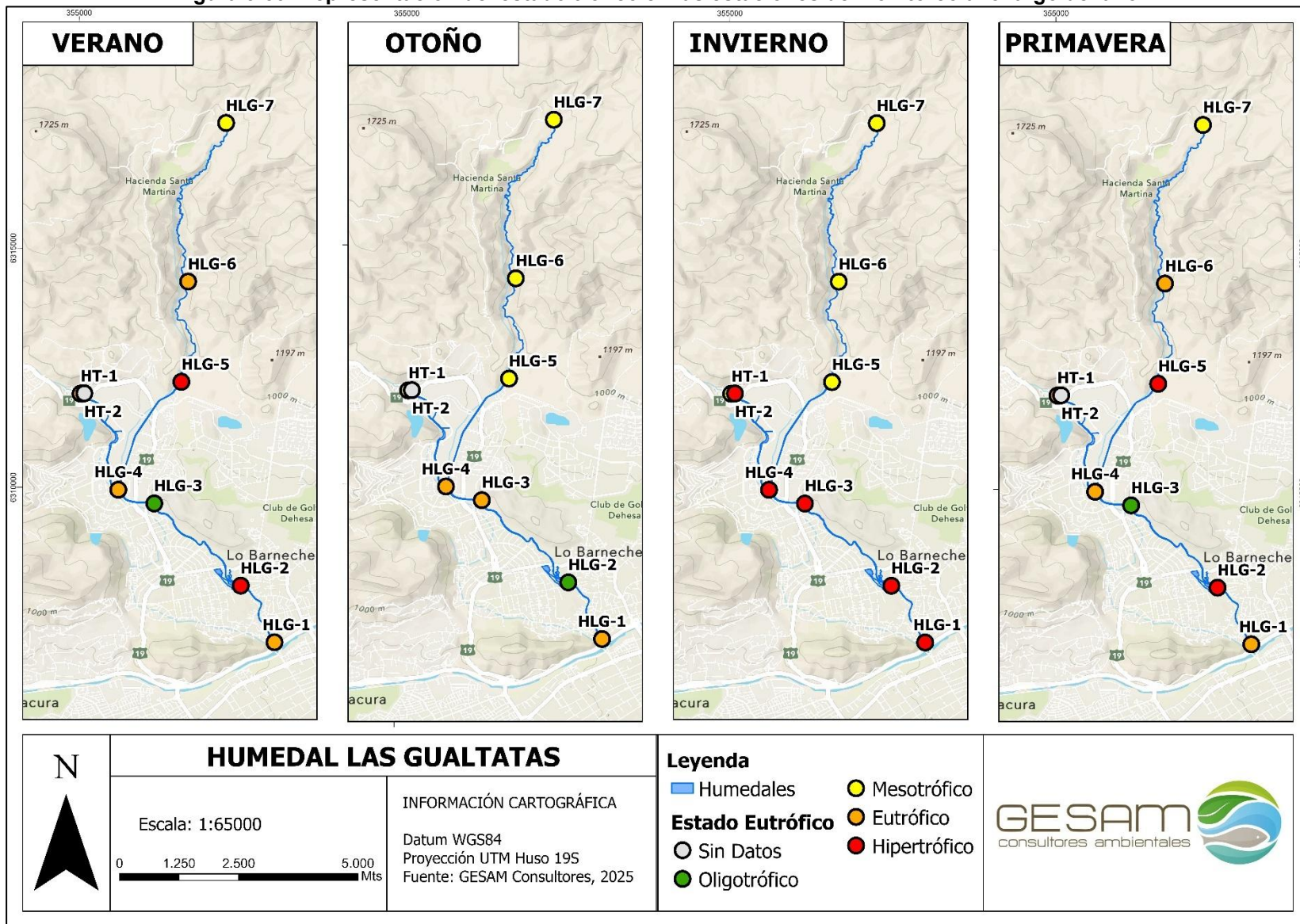
De acuerdo con los valores de Nitrógeno, Fósforo y Clorofila **a** registrados en cada estación de monitoreo se determinó el estado trófico como lo indica la Tabla 3-49 las estaciones de monitoreo bajo o dentro del límite urbano presentan un estado de hiper-eutroficación en invierno.

**Tabla 3-49. Estado trófico de cada estación de monitoreo a lo largo del año.**

Estación	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Desembocadura Las Gualtatas	Eutrófico	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico
Fundación Caz	Hipertrófico	Oligotrófico	Hipertrófico	Hipertrófico
Las Gualtatas/Cerro del Medio	Oligotrófico	Eutrófico	Hipertrófico	Oligotrófico
Estero Carrizo, Af/Las Gualtatas	Eutrófico	Eutrófico	Hipertrófico	Eutrófico
Límite Urbano Las Gualtatas	Hipertrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Hipertrófico
Naciente Las Gualtatas/Qda Queltehues	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico
Quebrada El Maqui	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Eutrófico

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-39. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.8 Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas

#### 3.3.8.1 Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria

De acuerdo con la matriz de correlaciones de las variables indicadas en la Tabla se seleccionó aquellas correlaciones sobre 0,5 (ó del 50%) entre clorofila a y parámetros fisicoquímicos y se corrigió con la desviación estándar. Ver Tabla 3-50 y Tabla 3-51.

De acuerdo con este criterio, para este humedal, la producción primaria no mostró correlación con ningún parámetro. Lo cual puede significar que la producción primaria es multifactorial o el parámetro determinante no está disminuido por la magnitud de la desviación estándar por sobre la media de las concentraciones de coliformes fecales y totales.

**Tabla 3-50. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.**

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Clorofila-a	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecales	0,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Totales	0,17	0,72	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad	0,14	0,08	0,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	0,22	0,16	0,11	0,41	1,00	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	0,17	0,24	0,04	0,51	0,56	1,00	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total	0,14	0,03	0,28	0,44	0,40	0,12	1,00	-	-	-	-
Nitrógeno-Nitrato	0,05	0,06	0,31	0,79	0,57	0,65	0,62	1,00	-	-	-
Oxígeno Disuelto	0,09	0,04	0,19	0,04	0,26	0,17	0,31	0,10	1,00	-	-
pH	0,25	0,09	0,02	0,43	0,64	0,49	0,74	0,69	0,33	1,00	-
Turbiedad	0,13	0,05	0,06	0,06	0,57	0,36	0,47	0,37	0,22	0,47	1,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-51. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados**

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
DBO5	0,20	-	32,00
Fósforo Total	0,09	0,09	32,00
pH	8,08	0,24	32,00
Oxígeno Disuelto	9,08	0,96	32,00
Nitrógeno-Nitrato	1,39	1,14	32,00
Nitrógeno Kjeldahl (Nitrógeno Orgánico)	1,00	1,37	32,00
Nitrógeno Total	2,43	4,06	32,00
Clorofila-a	28,08	29,06	32,00
Color	12,25	36,06	32,00
Turbiedad	31	48	32,00
Conductividad	340	171	32,00
Coliformes Fecales	2.786	5.048	32,00
Coliformes Totales	71.850	136.702	32,00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.8.1 Parámetros en sedimento y biodiversidad bentónica

De acuerdo con la matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento el índice de biodiversidad de Shannon-Wieber para invertebrados bentónicos muestra que ninguno de los parámetros tiene una correlación significativa con la variación de la diversidad, probablemente debido a que la desviación estándar supera el valor promedio de las concentraciones de los parámetros medidos (Tabla 3-52 y Tabla 3-53).

**Tabla 3-52. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y índice de biodiversidad.**

	Cobre	Zinc	Potencial Redox	Plomo	Nitrógeno Total	Materia Orgánica	Fósforo
Cobre	1,000	-	-	-	-	-	-
Zinc	0,961	1,000	-	-	-	-	-
Potencial Redox	0,206	0,182	1,000	-	-	-	-
Plomo	0,411	0,473	-0,090	1,000	-	-	-
Nitrógeno Total	0,137	0,160	-0,235	0,905	1,000	-	-
Materia Orgánica	-0,112	-0,121	-0,848	-0,159	-0,055	1,000	-
Fósforo	0,013	0,163	-0,399	0,218	0,085	0,220	1,000
Índice de Shannon	-0,154	-0,238	-0,202	0,129	0,313	0,297	-0,349

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-53. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.**

	Media	Desv. estándar	N de análisis
Cobre	360	811	26
Zinc	94	61	26
Potencial Redox	-28	278	26
Plomo	7	14	26
Nitrógeno Total	502	879	26
Materia Orgánica	4	6	26
Fósforo	822	174	26
Índice de Shannon	0,941	0,710	26

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.9 Amenazas

**Escasez hídrica y cambio climático:** Representan amenazas críticas para los humedales, ya que alteran los regímenes naturales de estos ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua. Por su parte, el aumento de temperaturas junto con una mayor frecuencia de sequías acelera la evaporación y modifica los ciclos hidrológicos, disminuyendo la capacidad de los humedales para cumplir funciones clave como la regulación del clima, la purificación del agua y el almacenamiento de carbono.

**Extracción ilegal de agua:** La extracción mediante mangueras, tomas de agua no declaradas o desviación de los cauces, genera una disminución de caudal no controlada y que causa impactos en la vida acuática al reducir sus condiciones naturales para su desarrollo de forma abrupta y constante.

**Contaminación:** La presencia constante de basura domiciliaria o industrial es una amenaza que puede afectar tanto a la calidad del agua de los humedales como al hábitat de estos, produciendo estancamiento o desvíos del curso de agua, los cuales pueden generar que los humedales no cumplan de manera eficiente una de sus funciones clave como lo es el control de inundaciones y crecidas de los ríos.

**Presión urbana:** La expansión urbana fragmenta y reduce estos ecosistemas, afectando su capacidad de funcionar de manera natural. Además, el aumento de superficies impermeables y la descarga de aguas residuales y contaminantes urbanos deterioran la calidad del agua y ponen en riesgo la biodiversidad presente en los humedales. En particular, parte de los HU Las Gualtatas, se encuentra dentro de condominios privados o colindantes a estos, por lo que cualquier actividad que no se realice de manera adecuada puede ser perjudicial para el funcionamiento de los humedales. Sin embargo, que un humedal esté parcialmente dentro de condominios privados es a su vez una oportunidad de conservación, manejo adecuado y de gestión en conjunto para la protección de estos ecosistemas.

**Especies introducidas/exóticas invasoras:** La flora de origen exótico o introducidas representan un gran porcentaje de la cobertura vegetal de cada humedal urbano, que en algunos

casos actúan como especies invasoras desplazando o no permitiendo la regeneración de especies de flora nativa. Por otra parte, los animales exóticos asilvestrados como ratones, conejos y perros depredan sobre fauna y flora nativa y transmiten enfermedades a la fauna nativa. Asimismo, los animales de ganado pueden compactar y erosionar el suelo, además de alimentarse de vegetación nativa y contaminar las aguas mediante fecas. En particular, se observó presencia de ganado en las estaciones HLG-6 y HLG-7, además de observar presencia de perros callejeros a lo largo de gran parte del tramo del Estero Las Gualtatas.

### 3.3.10 Recomendaciones

**Solicitar incorporar al Programa de la Norma Secundaria Calidad Ambiental del Río Maipo SMA/MMA R.E 1799 2020) el Estero Las Gualtatas, como parte de las áreas de vigilancia y estaciones de monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Río Maipo:** En específico incluir el Estero Las Gualtatas a la Red de Control de dicha Norma ya que la Red de Observación considera el monitoreo de otros parámetros físicoquímicos de interés junto con muestreo de bioindicadores como herramientas complementarias para determinar efectos de la calidad de aguas en las comunidades acuáticas, como Clorofila a; Macroinvertebrados bentónicos, peces. Aun cuando corresponde al Ministerio del Medio Ambiente y la Dirección General de Aguas, realizar las campañas de monitoreo, se puede conformar un acuerdo para incluir los datos de la calidad de las aguas superficiales obtenidos por este estudio y comprometer futuros monitoreos, ya que la DGA no cuenta con estaciones de vigilancia en la subcuenca Las Gualtatas.

**Monitorear las concentraciones de Cobre en los sedimentos y puntos de descargas al Estero Las Gualtatas:** Los valores obtenidos en las estaciones de HLG-1 (Desembocadura Las Gualtatas) y HLG-2 (Fundación CAZ) presentan concentraciones de Cobre muy por sobre el límite establecido, en la norma canadiense usada para referencia.

**Prácticas o tesis de medioambiente:** Subir a la plataforma de prácticas profesionales o tesis el trabajar en la biodiversidad acuática y terrestres en la subcuenca del Estero Las Gualtatas, en conjunto con la Unidad de Medio ambiente de la Municipalidad. Dando facilidades logísticas a los estudiantes para realizar sus trabajos en terreno.

**Ordenanzas municipales como extensión Normativa vigente:** A través de acuerdo del Concejo Municipal se han promulgado ordenanzas municipales con el fin de proteger la biodiversidad, establecer, regular y fomentar las acciones públicas y privadas a nivel local para lograr una protección efectiva de la biodiversidad en las comunas, sobre la base de los principios fundantes de una ordenanza. Sugiero ver los resultados del Proyecto GEF Corredores Biológicos De Montaña: Modelo Referencial De Ordenanza De Protección A La Biodiversidad Para Municipalidades.

**Programas de educación ambiental:** En asociación con los establecimientos educacionales de la comuna elaborar planes y programas para incluir contenidos de los ecosistemas de humedales

urbanos en los contenidos mínimos de enseñanza municipal.

### 3.3.11 Conclusiones

Las concentraciones de materia orgánica menores al 2% m/m en HLG-1 y HLG-2, demuestran que están bajo los valores para este tipo de cursos de agua superficial (los suelos agrícolas pueden llegar a tener un 5% de materia orgánica), sin embargo desde la estación HLG-3 a HLG-7, el % de materia orgánica se puede considerar elevado.

Los parámetros encontrados en sedimentos acuáticos muestran que en las estaciones HLG-1 (Desembocadura Las Gualtatas) y HLG-2 (Fundación CAZ) presentan concentraciones de Cobre muy por sobre el límite establecido, lo que sería perjudicial para la biota acuática.

El porcentaje de materia orgánica se mantiene constante y bajo el 3% en las campañas de otoño e invierno, aumentando en primavera y verano, donde se alcanzan los máximos valores en esta época, llegando incluso a cerca del 19%. Este patrón sugiere una mayor acumulación de residuos orgánicos y una posible reducción en la tasa de degradación, lo cual podría estar vinculado a condiciones de menor caudal, por ende, menor renovación del agua, y también al aumento de la temperatura ambiental.

En resumen, el Humedal Urbano Estero Las Gualtatas, siendo un sistema lótico con diversidad de hábitats, presenta desafíos significativos relacionados con la contaminación de origen antrópico (domiciliaria e industrial, así como por ganado), lo cual se refleja en parámetros como los coliformes fecales y la turbiedad que frecuentemente superan la normativa. Los sedimentos muestran acumulación de materia orgánica y concentraciones de metales pesados (Cobre, Zinc, Plomo) que podrían ser perjudiciales en algunas estaciones. El estado trófico es variable, alcanzando condiciones eutróficas e hipereutróficas, especialmente en invierno debido al arrastre de nutrientes. A pesar de la presencia de flora vascular y una especie de pez nativo (el Bagrecito, clasificado como Amenazada), la baja riqueza de zooplancton y la ausencia de macrocrustáceos, junto con los hallazgos de los bioindicadores, sugieren un sistema acuático bajo estrés ambiental, particularmente en estaciones con mayor intervención humana.

## 3.4 HUMEDAL URBANO VEGAS DE MONTAÑA

### 3.4.1 Estaciones de monitoreo

Dentro del polígono definido en la declaración del Humedal Urbano Vegas de Montaña, se decidió realizar este estudio con nueve estaciones de monitoreo, todas del tipo lóaticas: ver Tabla 3-54 y Figura 3-40.

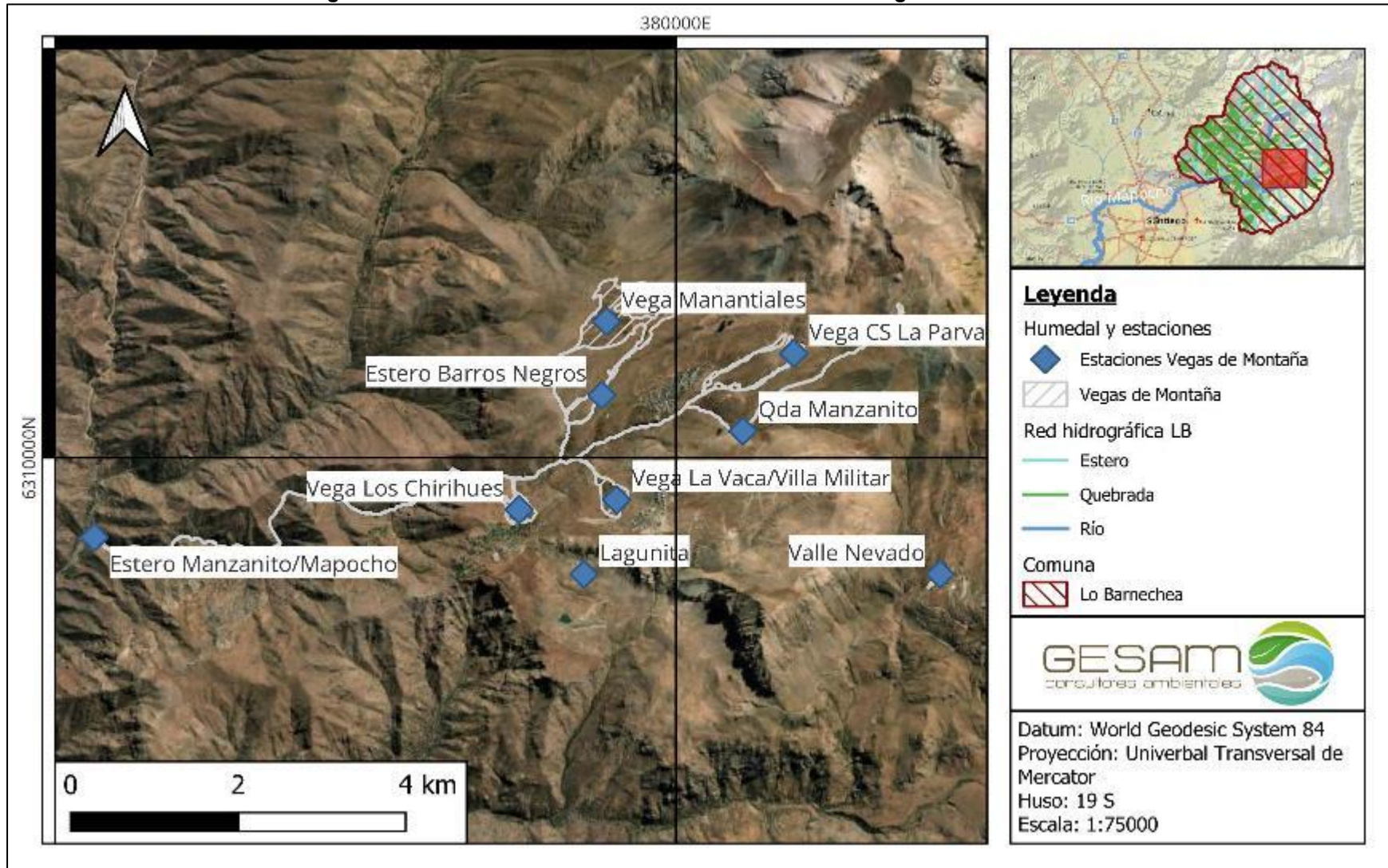
**Tabla 3-54. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Vegas de Montaña**

N°	Localización relativa	Coordenadas UTM Datum WGS 84 H 19	
		Este	Norte
VM-1	Estero Manzanito/Mapocho	3729.92	6.309.028

N°	Localización relativa	Coordenadas UTM Datum WGS 84 H 19	
		Este	Norte
<b>VM-2</b>	Vega Centro Sky La Parva	381.409	6.311.263
<b>VM-3</b>	Quebrada Manzanito	380.802	6.310.324
<b>VM-4</b>	Lagunita	378.904	6.308.589
<b>VM-5</b>	Vega La Vaca/Villa Militar	379.129	6.309.666
<b>VM-6</b>	Vega Los Chirihues	378.067	6.309.316
<b>VM-7</b>	Vega Manantiales	379.173	6.311.651
<b>VM-8</b>	Estero Barros Negros	379.118	6.310.759
<b>VM-9</b>	Valle Nevado	383.095	6.308.601

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-40. Estaciones de monitoreo Humedal Urbano Vegas de Montaña**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Descripción hábitat acuático por estaciones de monitoreo

#### 3.4.2.1 VM-1: Estero Manzanito/Mapocho

El sector en estudio corresponde al Estero Manzanito justo antes de su confluencia con el río San Francisco. El cauce es de tipo ritrón y presenta una morfología recta con pendiente media, formando caídas y pozones poco profundos. El sustrato es limoso. La presencia de vegetación forma un dosel abierto y con gran porcentaje de cobertura vegetal. Asimismo, presenta gran presencia de flora acuática y de ribera, especialmente del tipo herbácea y arbórea. El ancho máximo es de 3,5 m y baja profundidad.

El cauce se presenta con flujo turbulento, aguas transparente con leve tonalidad de color café pero sin olor y con presencia de basura industrial. Cabe destacar que en este tramo del estero hay instaladas varias mangueras a modo de toma agua, las cuales estaban presentes durante las cuatro visitas en terreno. En la Fotografía 3-12 se presenta la estación Estero Manzanito durante las cuatro temporadas monitoreadas.

**Fotografía 3-12. Estación Estero Manzanito durante cuatro campañas de muestreo**

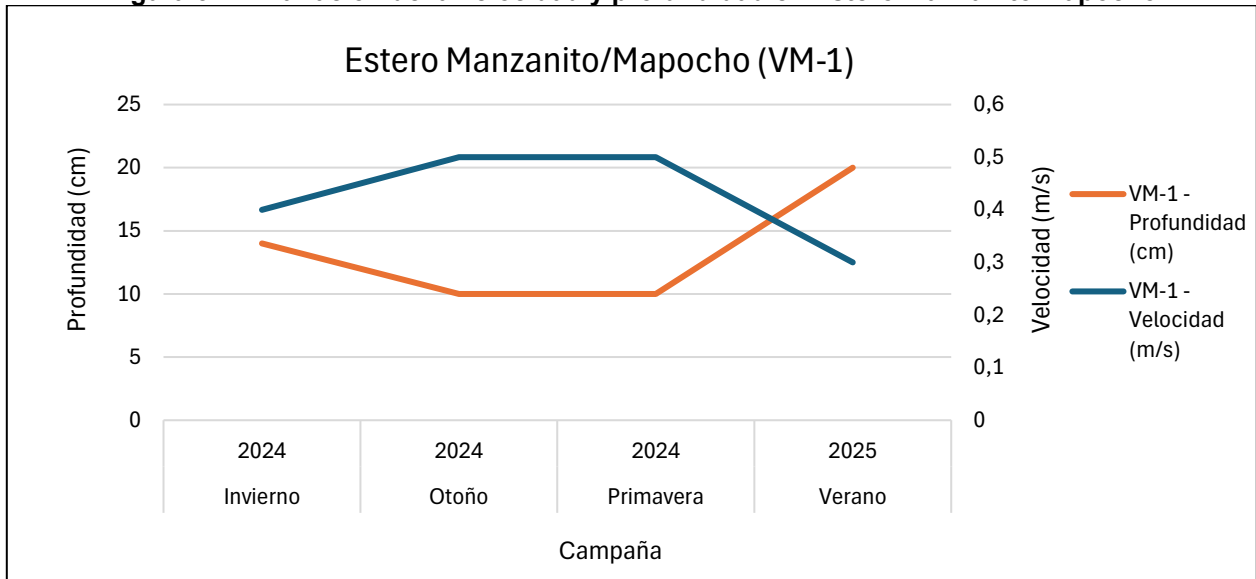


Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.1.1 Morfología del cauce

La Figura 3-41 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Estero Manzanito/Mapocho, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 3,5 m y profundidad promedio de 14 cm, con velocidad promedio de 0,4 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua tiene un flujo más rápido, pero poco ancho. Propicio para especies que requieren aguas bien oxigenadas. La velocidad puede favorecer la presencia de peces pequeños y macroinvertebrados.

**Figura 3-41. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Manzanito/Mapocho**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.2 VM-2: Vega Centro Ski La Parva

El sector en estudio corresponde una vega con un pequeño curso de agua, con escurrimiento superficial lento, ubicada en el centro de esquí de La Parva a más de 3.000 m.s.n.m. El sitio se caracteriza por la presencia de una vega, con suelos completamente saturados y una escorrentía que recibe los aportes de la vega. El cauce que presenta escurrimiento superficial demuestra una morfología recta, de tipo rítrón con alta pendiente y baja profundidad. Destaca la presencia de vegetación de estrato herbáceo, utilizado por ganado para su alimentación entre las temporadas de primavera y otoño. El ancho mojado máximo del cauce 0,70 m, sin embargo el ancho de la vega alcanza los 30-40 metros.

Las aguas se observaron transparentes, sin coloración ni olor. El sustrato estuvo compuesto por clastos chicos, limo y bolones.

Cabe destacar que durante la temporada de invierno, la nieve cubre la vega por completo, alcanzando más de 2 metros de cobertura, por lo cual forma parte de las pistas dentro del centro de esquí La Parva. Por otra parte, durante las demás temporadas, la vega presenta una alta erosión y degradación del suelo por la presencia del ganado de la zona. En la Fotografía 3-13 se

observa la estación Vega CS La Parva durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-13. Estación Vega en Centro Ski La Parva durante cuatro campañas de muestreo**

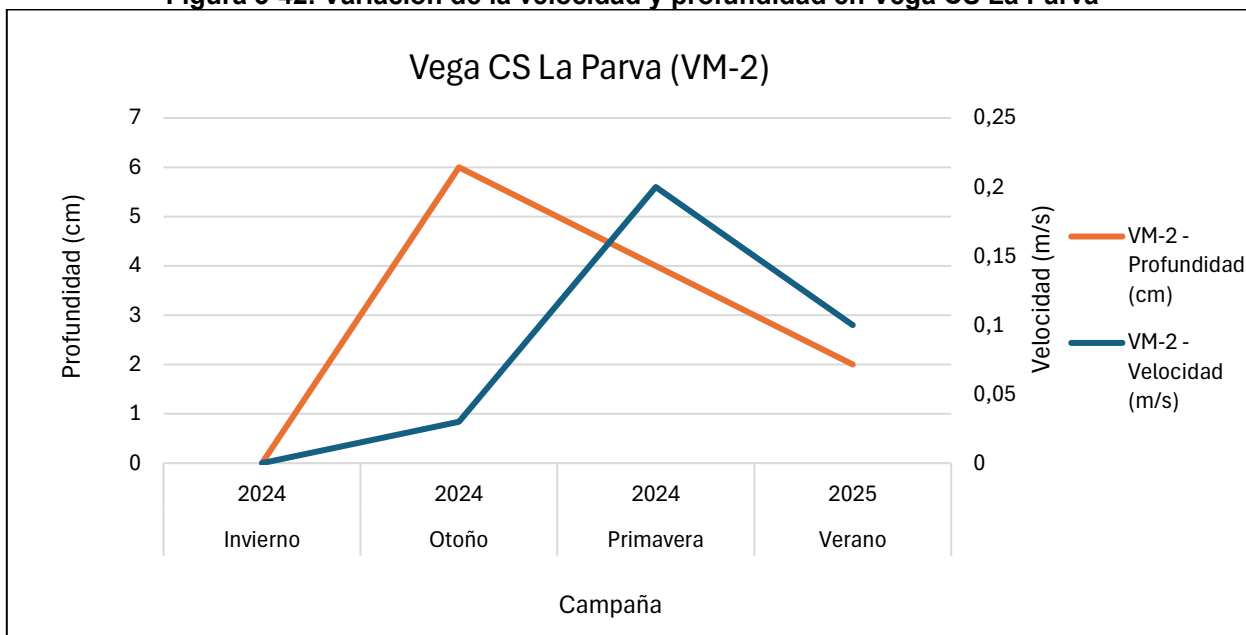


Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.2.1 Morfología del cauce

La Figura 3-42 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Vega CS La Parva, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 0,70 m y profundidad promedio de 3 cm, con velocidad media de 0,1 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua tiene un flujo constante, lento y poco profundo, pero aguas bien oxigenadas. Propicio para especies de macroinvertebrados bentónicos.

**Figura 3-42. Variación de la velocidad y profundidad en Vega CS La Parva**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.3 VM-3: Quebrada Manzanito

La estación de monitoreo en la Quebrada Manzanito está sobre los 2.900 m.s.n.m. El cauce es de tipo rítrón y presenta una morfología recta con pendiente media. La vegetación presente es de estrato herbáceo, pero con baja cobertura vegetal. Se evidencia que el cauce se encuentra intervenido, existiendo barreras que controlan el flujo de agua en una parte del tramo.

El ancho mojado del estero es de 2 metros aprox., con una profundidad típica menor a 10 cm. El cauce presentó un flujo laminar pero lento. De igual forma, las aguas se observaron transparentes, sin coloración ni olor. El sustrato, estuvo compuesto por arenas, bolones, rocas y roca madre. Se evidencia contaminación en el área de estudio de tipo industrial.

Durante invierno, la nieve cubre la quebrada por completo, sin embargo queda fuera del uso como pista del centro de Ski La Parva. En la Fotografía 3-14 se observa la estación Qda. Manzanito durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-14. Estación de monitoreo Qda. Manzanito durante las cuatro temporadas**

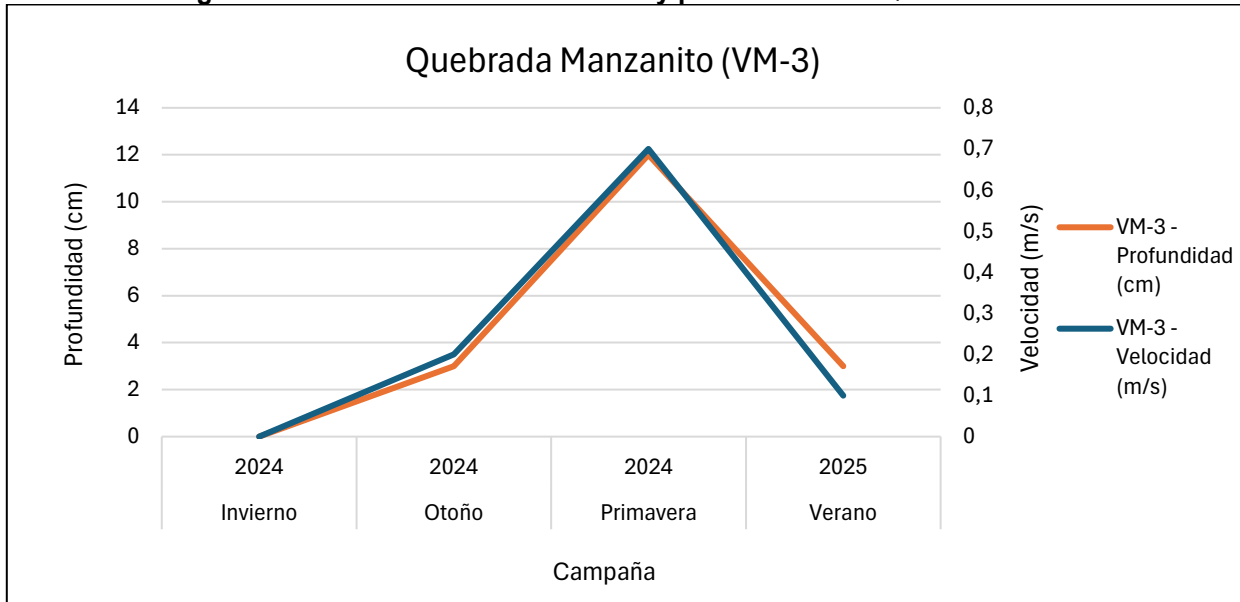


Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.3.1 Morfología del cauce

La Figura 3-43 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Qda. Manzanito, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 2 metros y profundidad promedio de 5 cm, con velocidad media de 0,3 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua presenta una velocidad relativamente baja de sus aguas, alcanzando su máxima velocidad en temporada de primavera (0,7 m/s). De igual forma se generan condiciones propicias para especies que requieren condiciones de oxigenación para establecerse.

**Figura 3-43. Variación de la velocidad y profundidad en Qda. Manzanito**



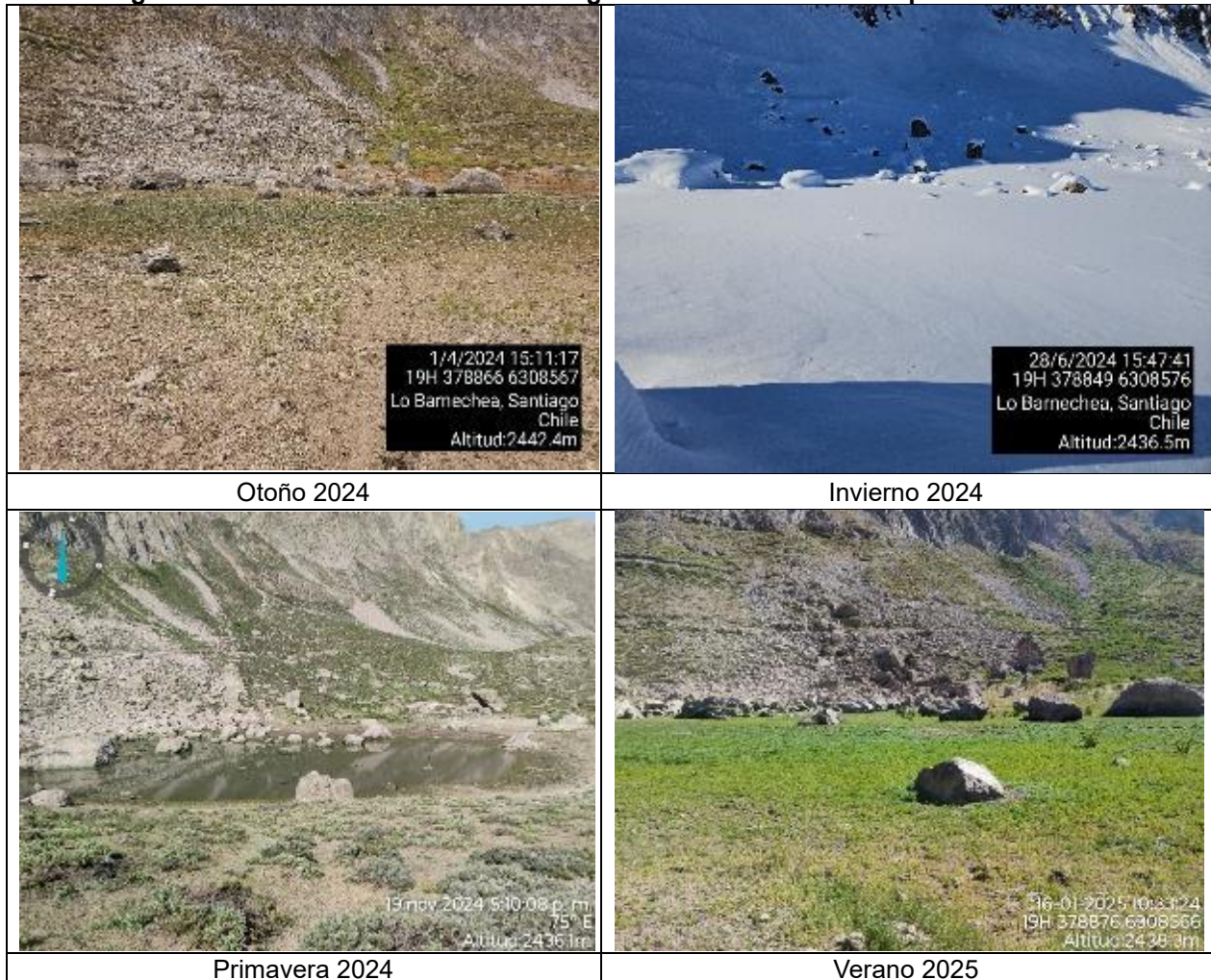
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.4 VM-4: Lagunita

La estación de monitoreo Lagunita se encuentra a los pies de la línea montañosa que separa a las subsubcuencas de río San Francisco con río Molina y forman una vega sin agua superficial permanente, que solo en época de primavera se forma un espejo de agua producto del deshielo que cae desde las quebradas. Durante verano y otoño permanece seca pero con suelos húmedos que permiten el desarrollo de abundante vegetación típicamente herbácea. Al momento del invierno, ésta se cubre por completo de nieve, formando parte del centro de Ski Parque Farellones. Es posible encontrar un sustrato de rocas, bolones y arenas. En ninguna camapaña se observó contaminación en fondo ni riberas.

En la Fotografía 3-15 se observa la estación de monitoreo Lagunita durante las cuatro temporadas de muestreo.

**Fotografía 3-15. Estación de monitoreo Lagunita durante cuatro campañas de muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.4.1 Morfología del cauce

No se grafica la variación de la profundidad y velocidad en la estación Lagunita, ya que ésta permanece sin agua superficial durante verano y otoño, en invierno se cubre de nieve y solo en primavera presenta un espejo de agua del tipo laguna, sin movimiento de sus aguas, baja profundidad y de dimensiones de 50 x 70 metros aproximadamente. Estas condiciones solo favorecen a algunos grupos de biota acuática que logran establecerse durante un corto tiempo (principalmente zooplancton), debido a la rápida evaporación del agua.





#### 3.4.2.5 VM-5: Vega La Vaca/Villa Militar

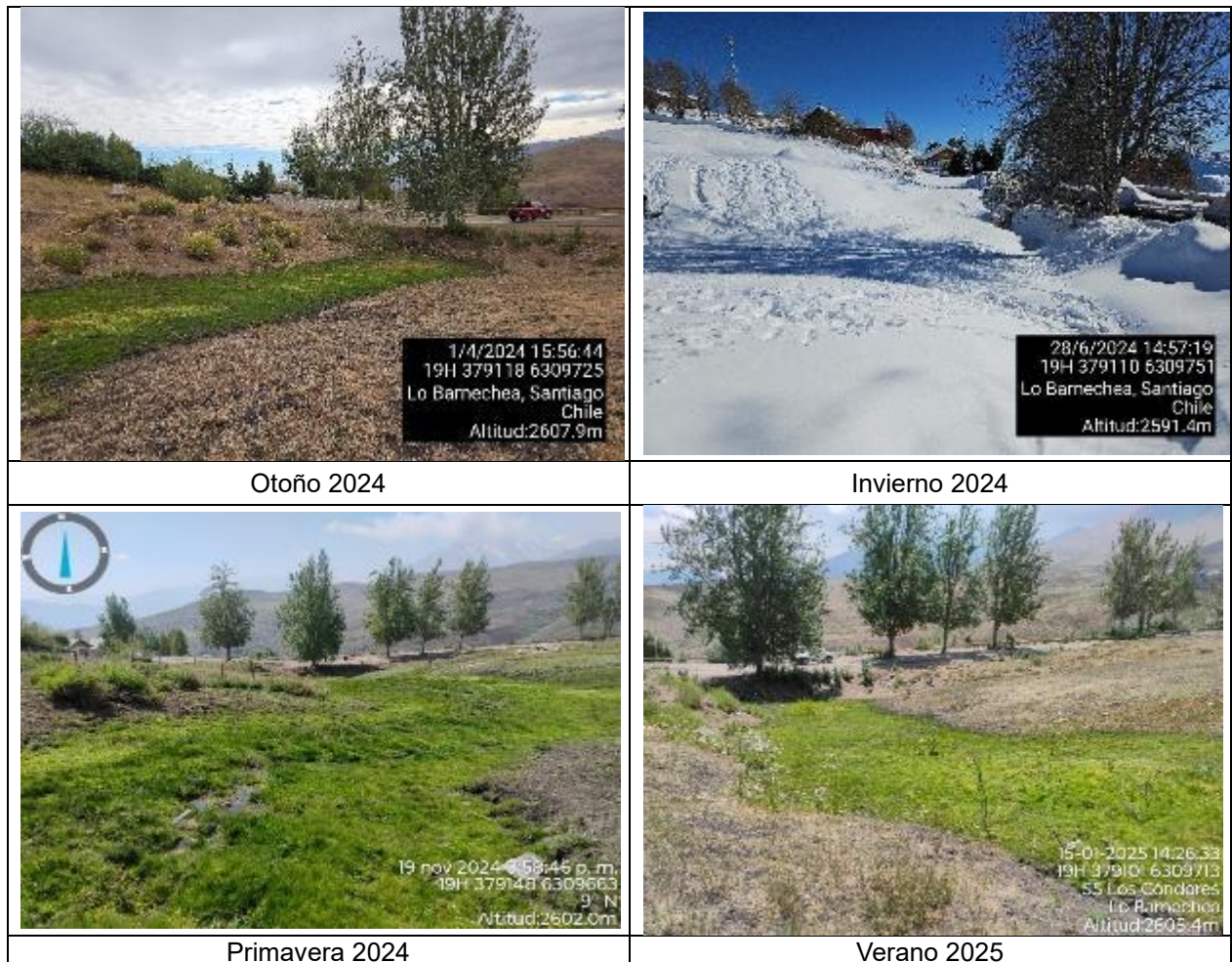
El sector en estudio corresponde una vega ubicada al costado del camino Los Cóndores, en el sector de El Colorado, entre Farellones y La Parva, a 2.600 m.s.n.m aproximadamente. La vega se caracteriza por presentar un suelo completamente saturado y por presentar un arroyo de baja escorrentía que recibe las aguas del suelo. El cauce que presenta escurrimiento superficial es de morfología recta, tipo ritrón, ancho máximo de 1,3 m y poco profundo. Destaca la presencia de

vegetación de estrato herbáceo, permitiendo un dosel abierto. Dependiendo de la temporada, el arroyo se puede observar completamente seco o con agua superficial estancada en pequeños pozones aislados de no más de 7 cm de profundidad. De igual forma, el ancho total de la vega es de aproximadamente 25-30 metros.

El sustrato, está compuesto por rocas, arenas y bolones. No se detectó basura en los fondos ni las riberas del cauce, aunque si se evidenció la presencia de caballos pastando en el sector. En la Fotografía 3-16 se observa la estación Vega La Vaca/Villa Militar en sus dos sectores (arroyo y vega), durante las cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-16. Estación de monitoreo Vega La Vaca/Villa Militar durante cuatro campañas de muestreo**

Sector arroyo	
 <p>1/4/2024 15:56:16 19H 379116 6309742 Lo Barnechea, Santiago Chile Altitud:2617.1m</p>	 <p>28/6/2024 14:56:47 19H 379108 6309753 Lo Barnechea, Santiago Chile Altitud:2591.4m</p>
Otoño 2024	Invierno 2024
 <p>19 nov 2024 12:22:16 p. m 19H 379101 6309755 1277.31 Altitud:2602.4m</p>	 <p>5-01-2025 14:24:19 19H 379103 6309758 Los Concores Fajalones Altitud:2501.7m</p>
Primavera 2024	Verano 2025
Sector vega	

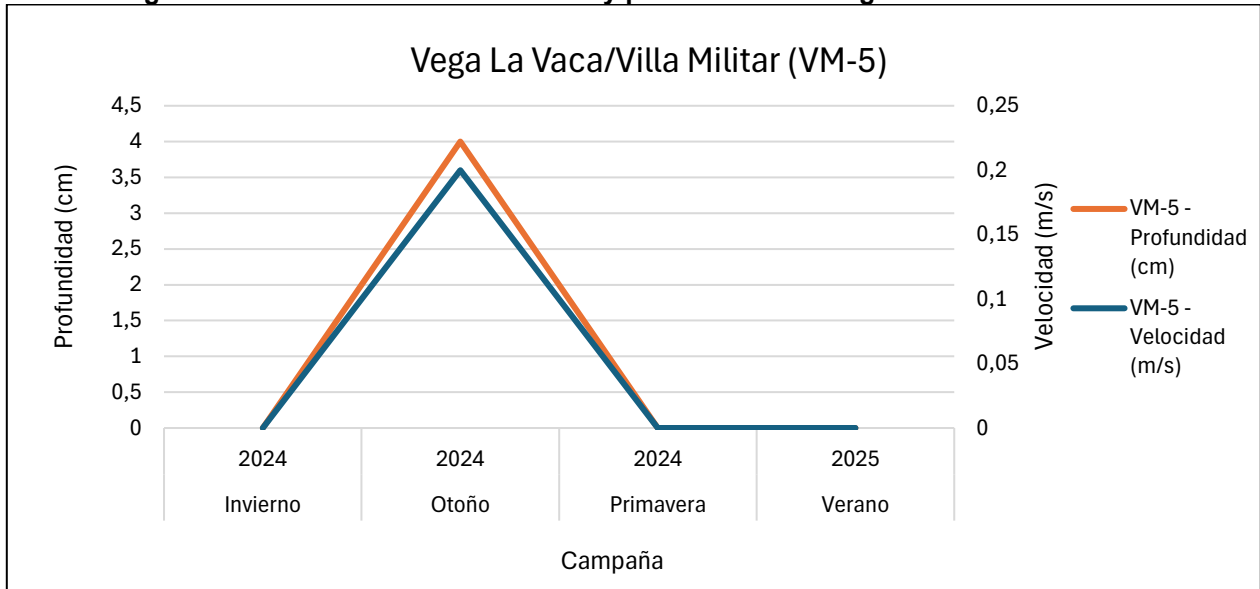


Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.5.1 Morfología del cauce

La Figura 3-44 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Vega La Vaca/Villa Militar, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 1,3 m y profundidad máxima de 4 cm, con velocidad promedio de 0,1 m/s. Lo cual indican que este arroyo presenta una velocidad baja de sus aguas. Condiciones favorables para la sedimentación y el establecimiento de especies de anfibios para su reproducción.

**Figura 3-44. Variación de la velocidad y profundidad en Vega La Vaca/Villa Militar**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.6 VM-6: Vega Los Chirihues

El sector en estudio corresponde una vega ubicada al costado del sector residencial en Farellones, a 2.400 m.s.n.m. La vega se caracteriza por la presencia de suelo completamente saturado, abarcando entre un ancho total de 30-40 m. En general, se encuentra agua superficial estancada y aislada en pequeños pozones profundidad típica 7-8 cm y máxima de 15 cm.

Las aguas se observaron turbias y de color negro, producto del sedimento que acarreaban. Dado esto, se detectó olores característicos de aguas estancadas y presencia de contaminación industrial. El sustrato, estuvo compuesto principalmente por limos.

En algunas visitas de terreno se presencié ganado alimentándose de la vegetación de la vega. Durante época invernal, la vega se cubre completamente por la nieve, alcanzando más de 2 metros de profundidad. En la Fotografía 3-17 se observa la estación Vega Los Chirihues durante cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-17. Estación de monitoreo Vega Los Chirihues durante cuatro campañas de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.6.1 Morfología de cauce

Para la estación Vega Los Chirihues no se presentan resultados graficados, ya que solo presenta agua superficial pero estancadas y aisladas entre sí en pequeños pozones de no más de 10 cm de profundidad, durante primavera a otoño. En época de invierno, la vega se cubre completamente de nieve.

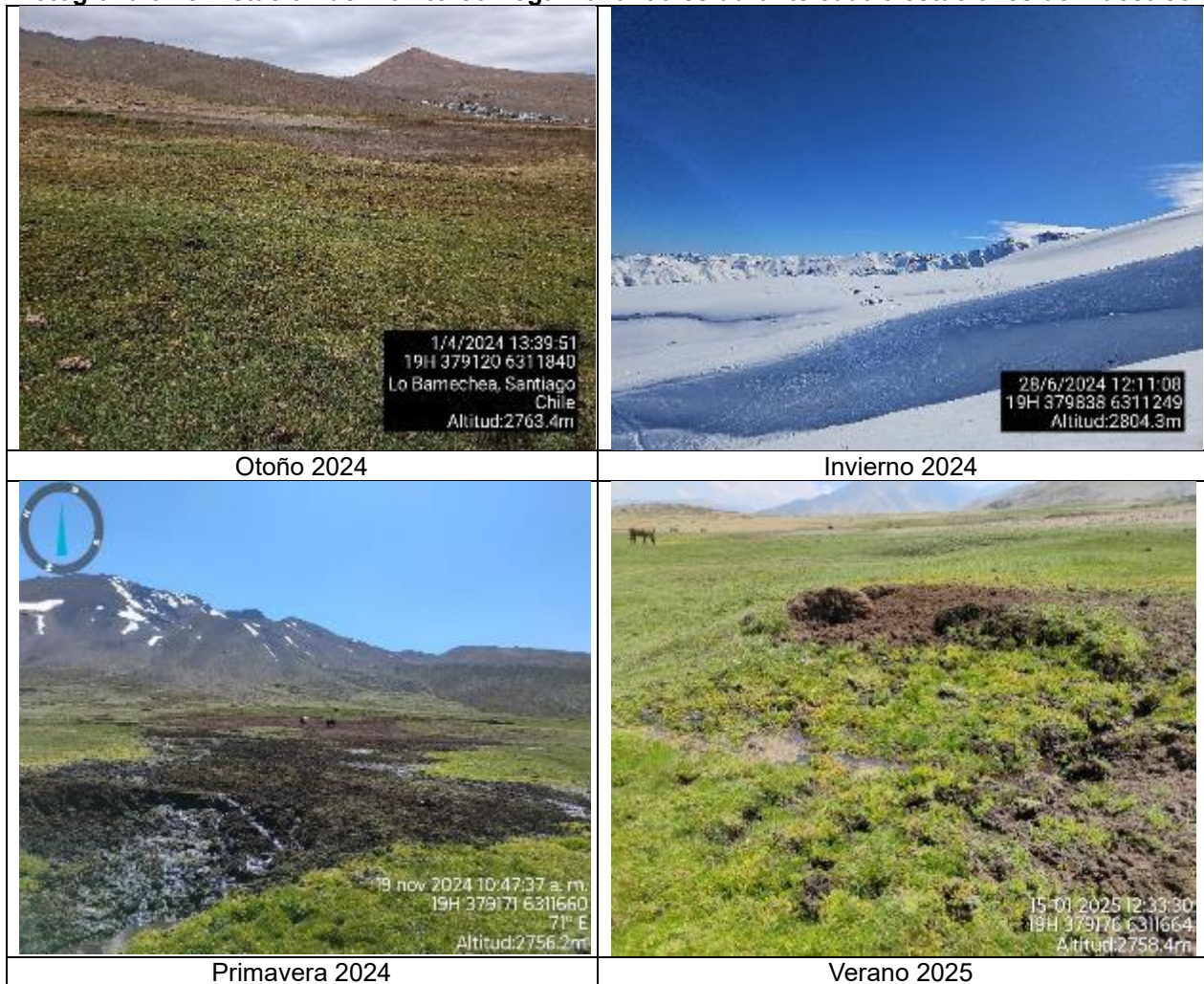
#### 3.4.2.7 VM-7: Vega Manantiales

El sector en estudio corresponde una vega ubicada al norte de La Parva, a 2.750 m.s.n.m. caracterizada por ausencia de flujo superficial de agua, sustrato de limo, pero con suelos saturados por una franja de sobre 30 metros de ancho. En temporadas de primavera y verano se evidenció una leve escorrentía de agua superficial, probablemente generado por la erosión del suelo y la vegetación debido a la presencia de ganado en el sector). Asimismo, las aguas se observaron transparentes de tonalidad café, profundidad típica y máxima de 3-5 y 9-10 cm,

respectivamente. Se detectó olores característicos de aguas estancadas pero sin contaminación domiciliaria o industrial.

En la Fotografía 3-18 se observa la estación Vega Manantiales durante cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-18. Estación de monitoreo Vega Manantiales durante cuatro estaciones de muestreo**

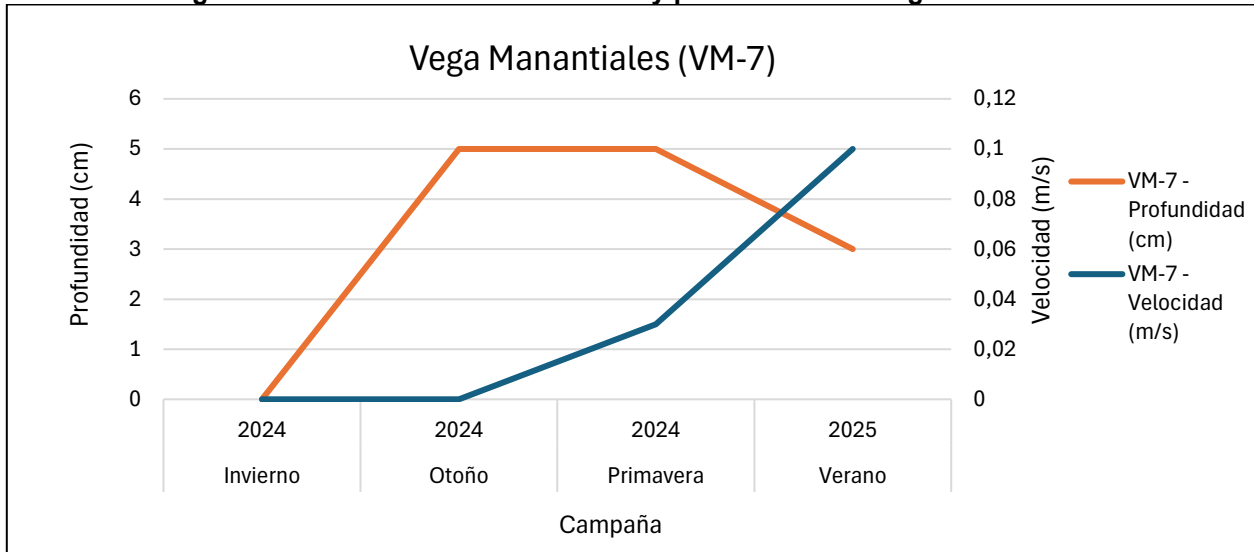


Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.7.1 Morfología de cauce

La Figura 3-45 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Vega Manantiales, durante cuatro campañas de muestreo. Esta vega presenta escorrentía superficial dependiendo de la temporada. En otoño no presenta movimiento y durante el invierno queda cubierta de nieve. Durante primavera y verano presenta una velocidad de sus aguas baja de 0,1 m/s como máximo y una profundidad media de 4 cm. Lo cual indican condiciones favorables para la sedimentación y el establecimiento de especies de anfibios para su reproducción.

**Figura 3-45. Variación de la velocidad y profundidad en Vega Manantiales**



Fuente: Elaboración propia.

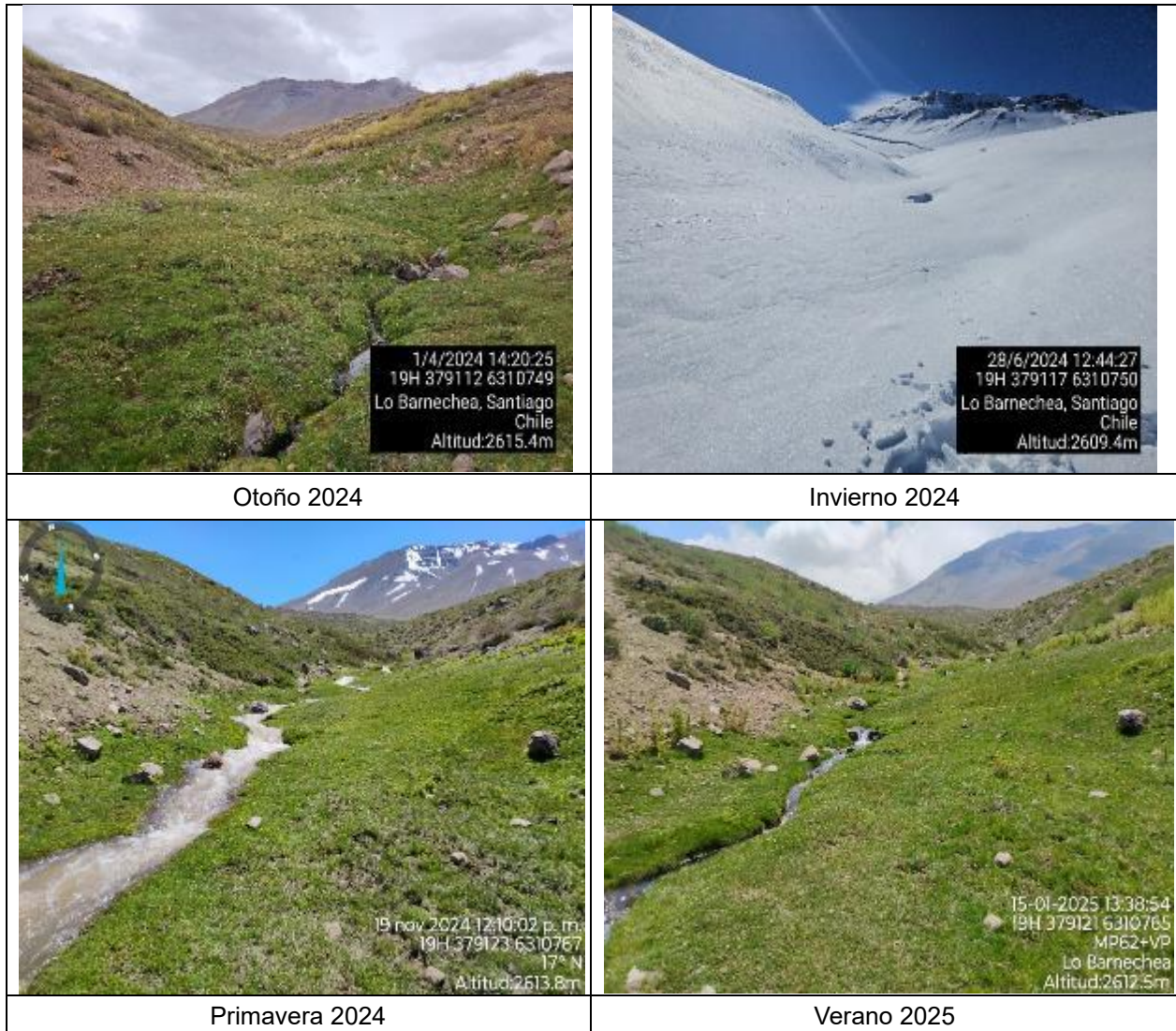
#### 3.4.2.8 VM-8: Estero Barros Negros

El sector en estudio corresponde al estero Barros Negros ubicado al costado norte de La Parva, a más de 2.600 m.s.n.m. El estero recibe aportes de las vegas ubicadas aguas arriba, y de los suelos saturados aledaños. El cauce demuestra una morfología recta, de tipo ritrón y con caudal turbulento debido a la pendiente del sector. Destaca la presencia de vegetación de estrato herbáceo, permitiendo un dosel abierto. El ancho máximo del cauce fue de 1 metro aprox., con una profundidad típica de 10-25 cm y una profundidad máxima de 20-30 cm.

Las aguas se observaron transparentes y sin olor. El lecho del estero se compone de un sustrato completamente rocoso y arenas. No se evidencio basura de carácter industrial y/o domiciliaria.

Durante invierno, el estero se congela y se cubre por más de 3 metros de nieve. En la Fotografía 3-19 se observa la estación Estero Barros Negros durante cuatro campañas de muestreo.

**Fotografía 3-19. Estación de monitoreo Estero Barros Negros durante cuatro campañas de muestreo**

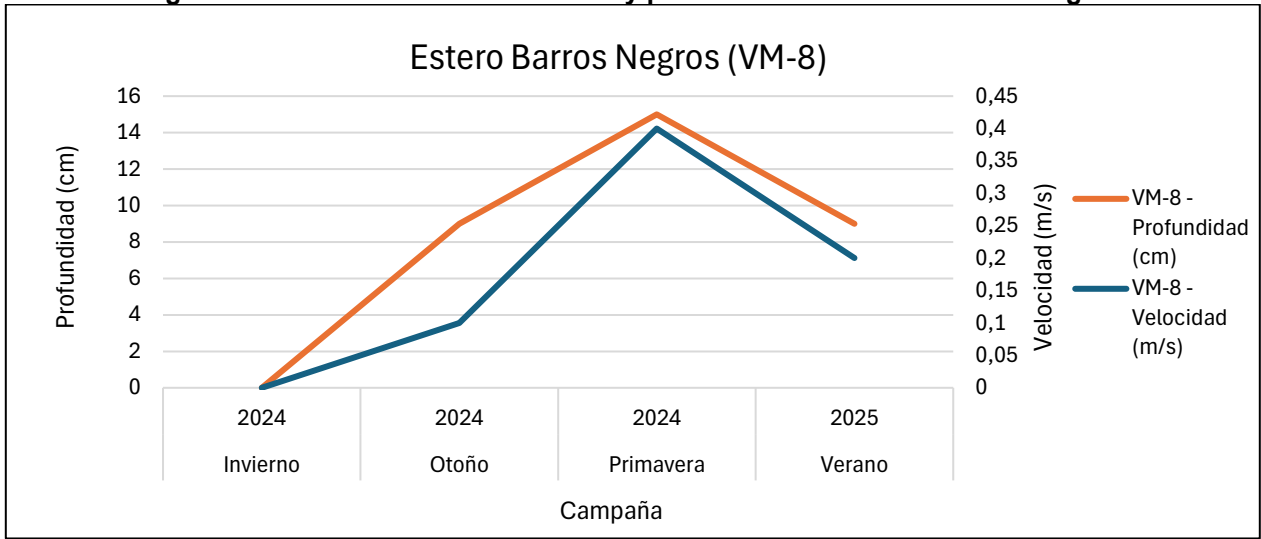


Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.8.1 Morfología de cauce

La Figura 3-46 muestra un promedio de la variación de la velocidad y profundidad en la estación de monitoreo Estero Barros Negros, durante cuatro campañas de muestreo. Con un ancho máximo de 1 m y profundidad promedio de 8 cm, con velocidad promedio de 0,2 m/s. Lo cual indican que este cuerpo de agua tiene un flujo lento, constante y poco profundo. Propicio para especies que requieren aguas bien oxigenadas. Además, la velocidad puede favorecer la presencia de peces pequeños y macroinvertebrados.

**Figura 3-46. Variación de la velocidad y profundidad en Estero Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.2.9 VM-9: Vega Valle Nevado

La estación de monitoreo está ubicada en el sector de Valle Nevado, a más de 2.800 m.s.n.m. y al igual que para la vega Lagunita, son parte de la subsubcuenca del río Molina. Los suelos saturados y bajo flujo superficial son características de las vegas altoandinas, con vegetación herbácea utilizada para pastoreo estival. El agua presente no es suficiente como para presentar flujo, a pesar de la alta pendiente del sitio. Generalmente el agua superficial presente se observó estancada en pequeños pozones aislados entre sí, presentando un ancho total de la vega de 5-6 metros, una profundidad típica registrada fue de 5 cm y la máxima de 10-11 cm.

De igual forma, las aguas se observaron de color negro pero sin olor. Sí se detectó basura industrial en el sector. El sustrato, estuvo compuesto por clastos chicos, limos y bolones.

Se observó ganado alimentándose de la vegetación de la vega en temporada de primavera a otoño. Durante invierno, la vega se cubre con más de 3 metros de nieve, formando parte de las pista de Ski en el centro Valle Nevado. En la Fotografía 3-20 se observa la estacione Vega Valle Nevado durante cuatro campañas de terreno.

**Fotografía 3-20. Estación Vega Valle Nevado durante cuatro campañas de muestreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.9.1 Morfología del cauce

Para la estación Vega Valle Nevado no se presentan resultados graficados, ya que solo presenta agua superficial pero estancadas y aisladas entre sí en pequeños pozones de no más de 7 cm de profundidad, durante primavera a otoño. En época de invierno, la vega se cubre completamente de nieve.

### 3.4.3 Calidad del agua: Parámetros medidos *in situ*

En la Figura 3-47 se presenta la tendencia de tres parámetros medidos *in situ* en las nueve estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de terreno.

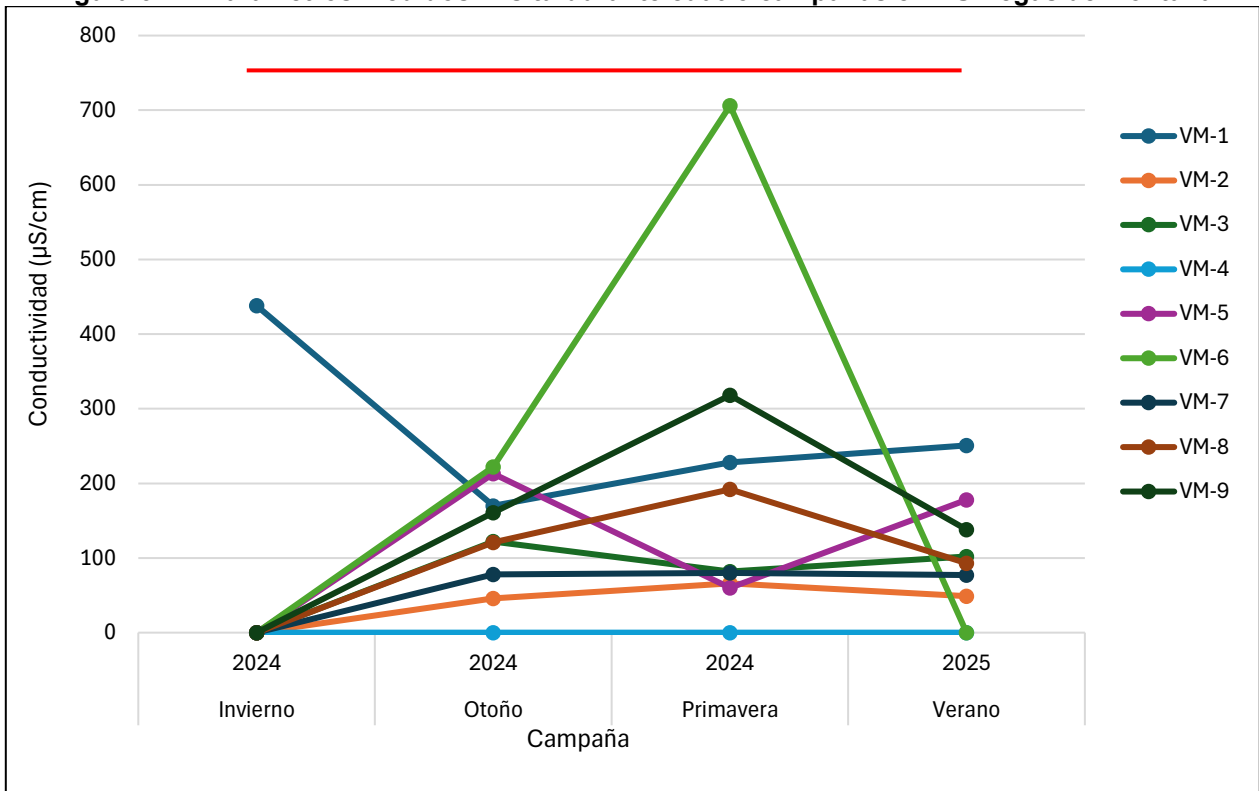
Cabe destacar que, en invierno 2024 no se registran parámetros *in situ* para las estaciones VM-2 a VM-9 ya que la nieve cubrió por completo el sector de alta montaña. Asimismo, VM-4 se

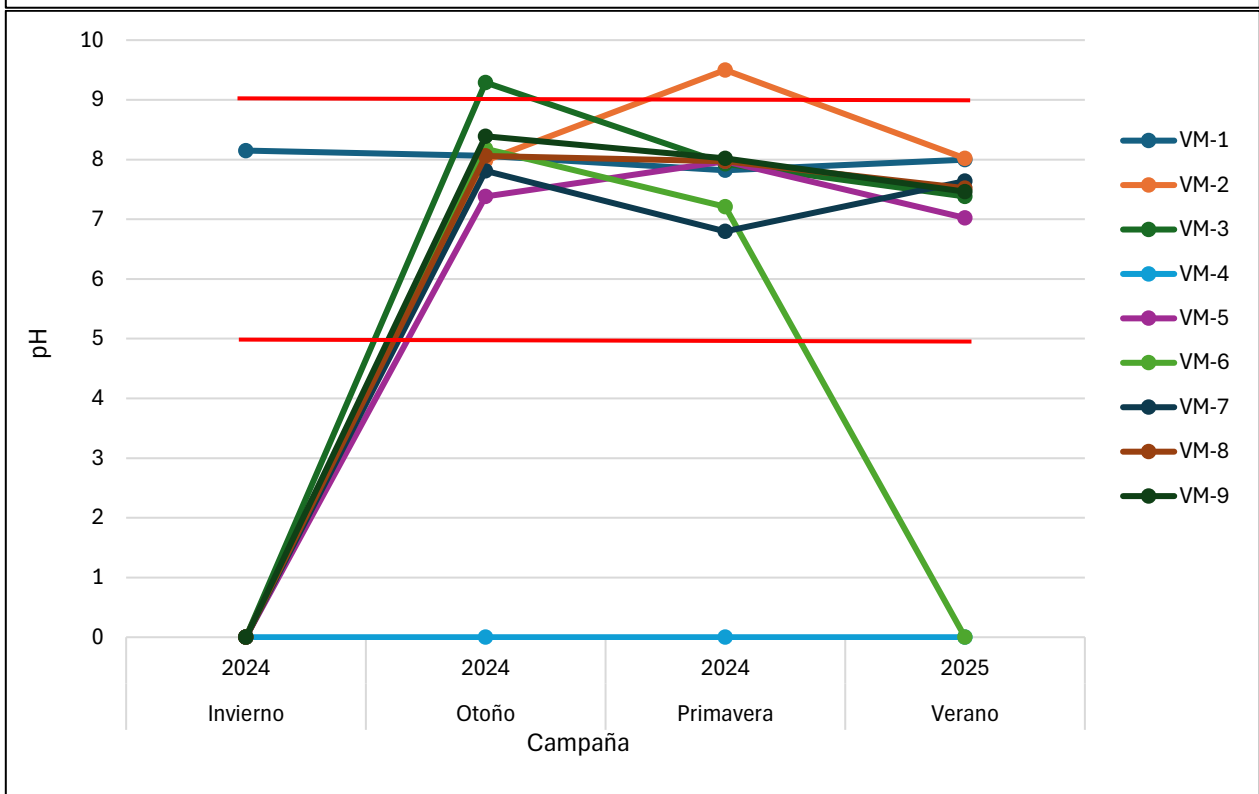
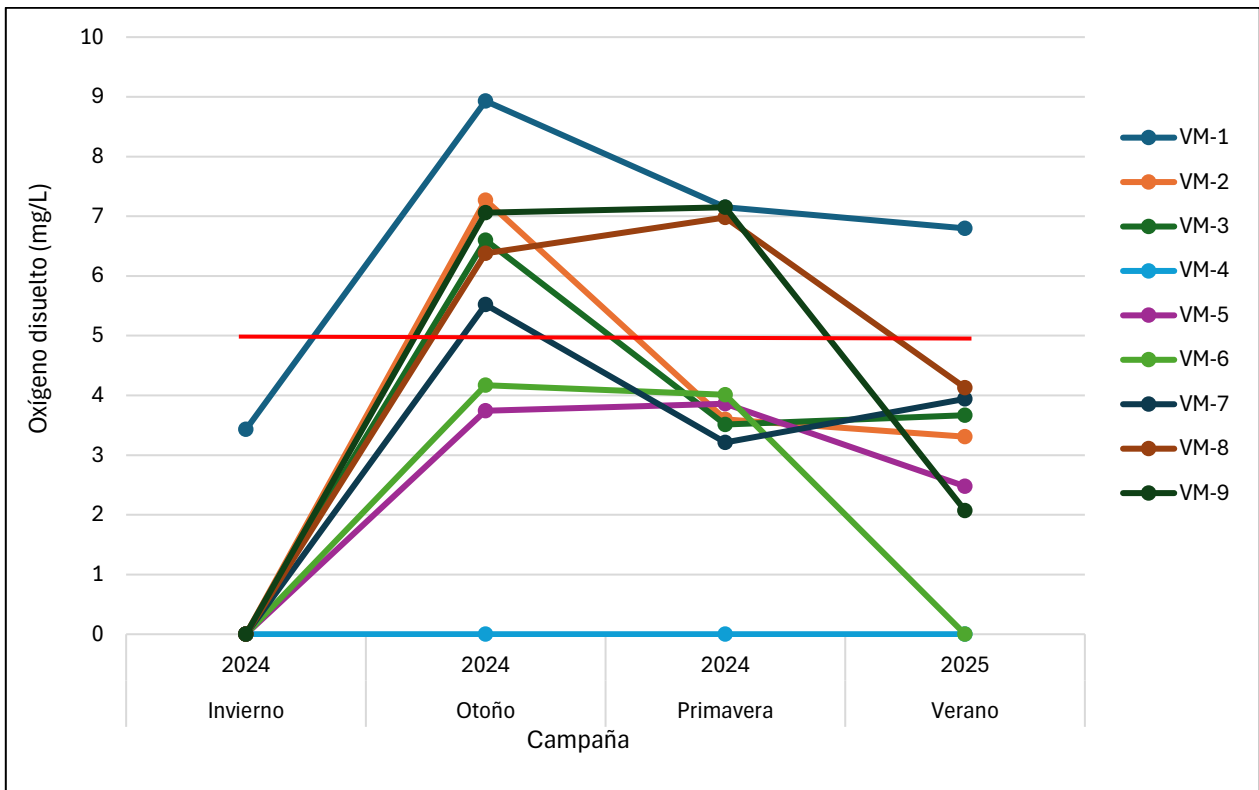
presentó seca al momento de realizar las cuatro campañas de muestreo. Por último, VM-6 se presentó sin agua superficial durante la campaña de verano 2025.

Destaca que, tanto el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto, presentan variaciones estacionales y según el punto de muestreo, sin embargo, se mantienen dentro de los límites establecidos en la NCh. 1.333. Exceptuando el oxígeno disuelto que se registró bajo el límite mínimo normativo en ciertas estaciones y en diferentes campañas de terreno.

A su vez, el pH, en general, se mantiene constante y dentro de los límites mínimos y máximo normados, exceptuando en la estación VM-2 durante primavera y VM-3 en época de otoño, en ambas oportunidades, se registró por sobre el límite máximo.

**Figura 3-47. Parámetros medidos *in situ* durante cuatro campañas en HU Vegas de Montaña**





Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor permitido según NCh. 1.333.

#### 3.4.4 Calidad del agua: Parámetros analizados en laboratorio

En la Figura 3-48 se presenta la tendencia de nueve parámetros analizados en laboratorio para las nueve estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de terreno.

Cabe destacar que, en invierno 2024 no se registran parámetros analizados en laboratorio para las estaciones VM-2 a VM-9 ya que la nieve cubrió por completo el sector de alta montaña. Asimismo, VM-4 se presentó seca al momento de realizar las cuatro campañas de muestreo. Por último, VM-6 se presentó sin agua superficial durante la campaña de verano 2025.

Destaca que, el parámetro de coliformes fecales se registró relativamente constante durante todas las temporadas y en la mayoría de las estaciones, exceptuando en dos oportunidades, durante la campaña de otoño en estación VM-6 y en verano en los puntos VM-7 y VM-8, en donde se registraron valores por sobre el límite máximo establecido (1.000 NMP/100 mL).

Por su parte, la conductividad se presentó dentro del límite máximo establecido (750  $\mu$ S/cm) en todas las estaciones y en las cuatro temporadas.

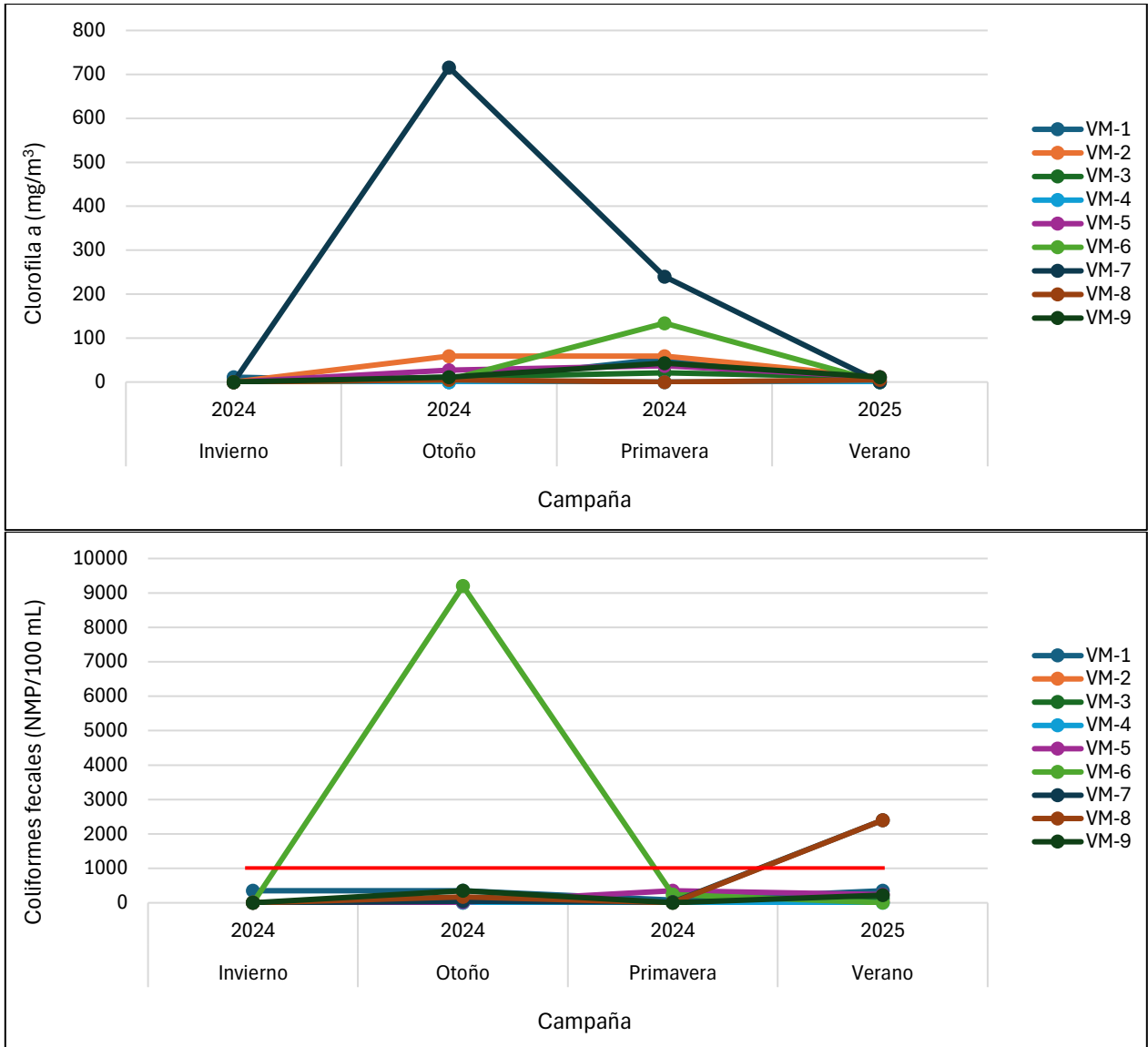
El oxígeno disuelto se encontró por sobre los 5,0 mg/L en todas las estaciones y en todas las campañas, lo que indica aguas óptimas para el desarrollo de vida acuática. Exceptuando en la estación VM-8 durante la campaña de primavera 2024, donde se registró muy por debajo del límite mínimo establecido.

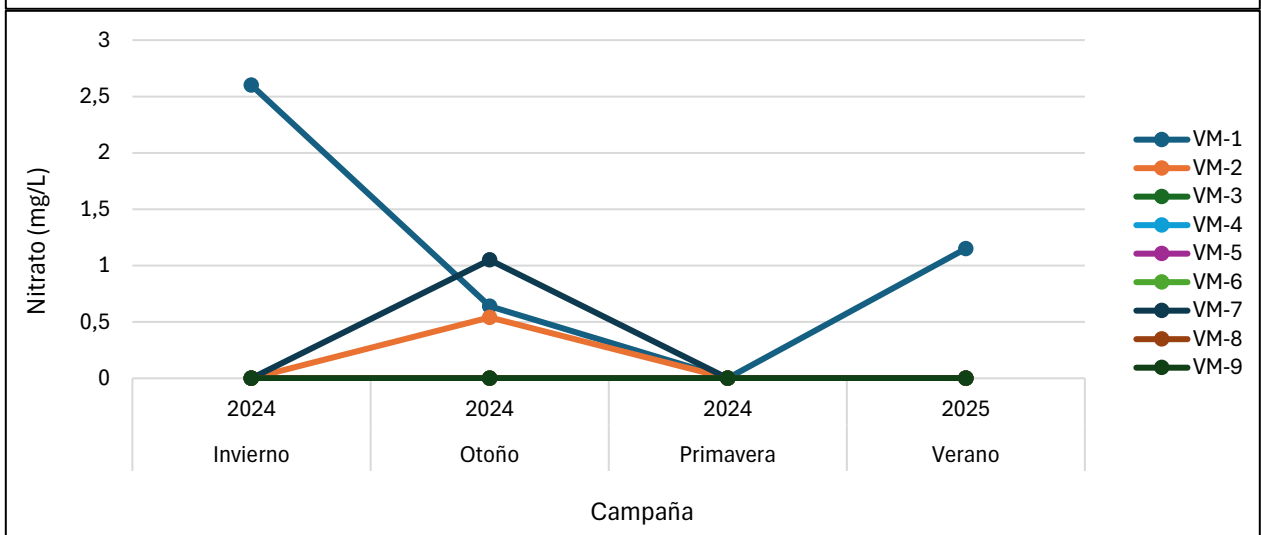
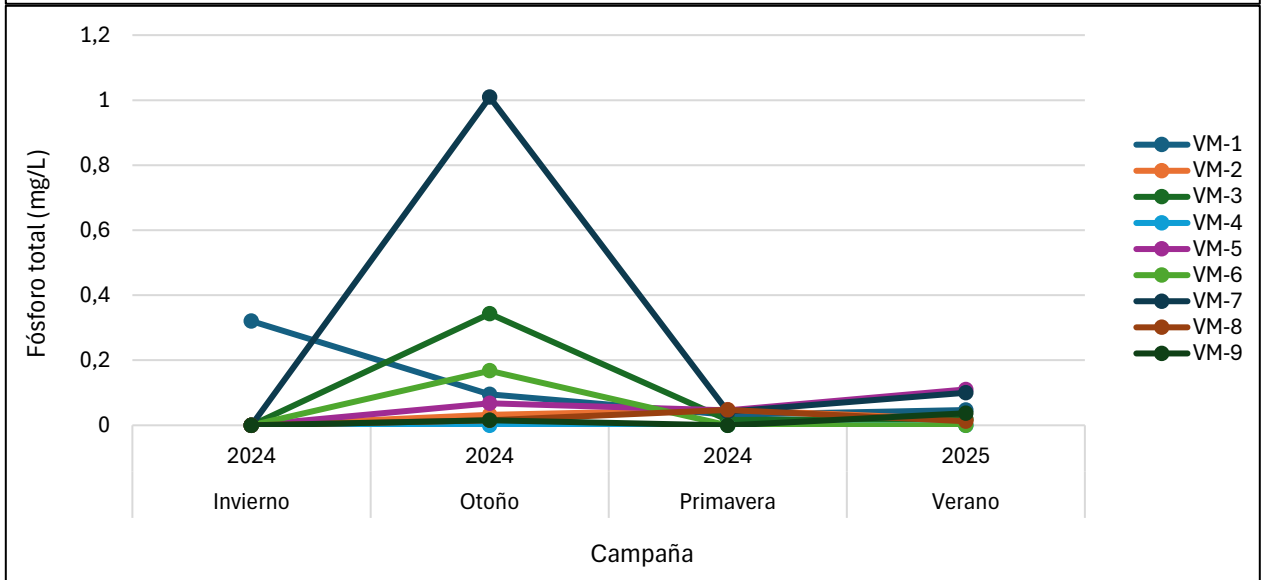
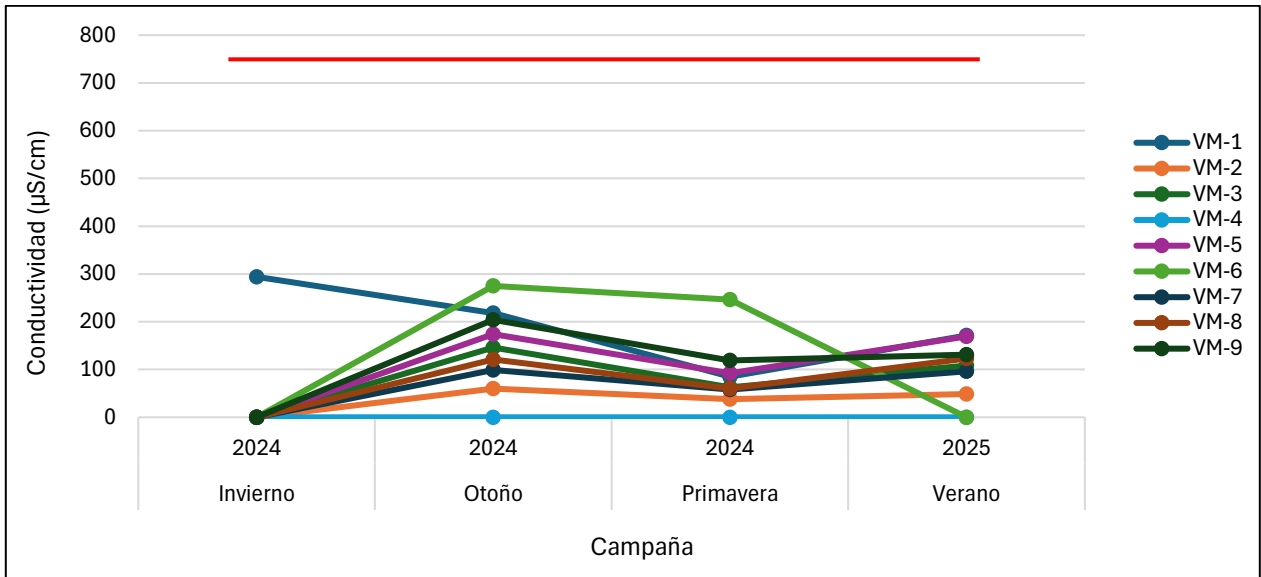
Respecto a los parámetros indicadores de estado trófico clorofila a, fósforo y nitrógeno, en general se mantienen valores constantes a lo largo del año y para todas las estaciones de muestreo, exceptuando el punto VM-7 donde se registran valores más alto y con máximos registrados durante la campaña de otoño 2024, para los tres parámetros. Probablemente, esto se deba a la alta presencia de ganado en la zona en todas las campañas, lo cual aportaría constantemente con nutrientes, favoreciendo procesos eutróficos.

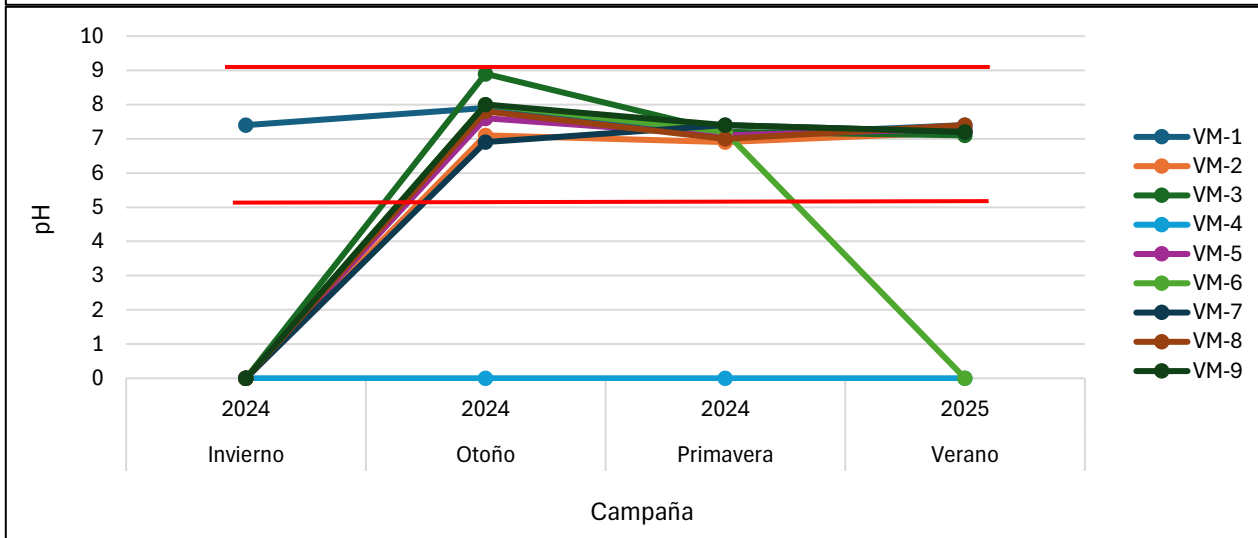
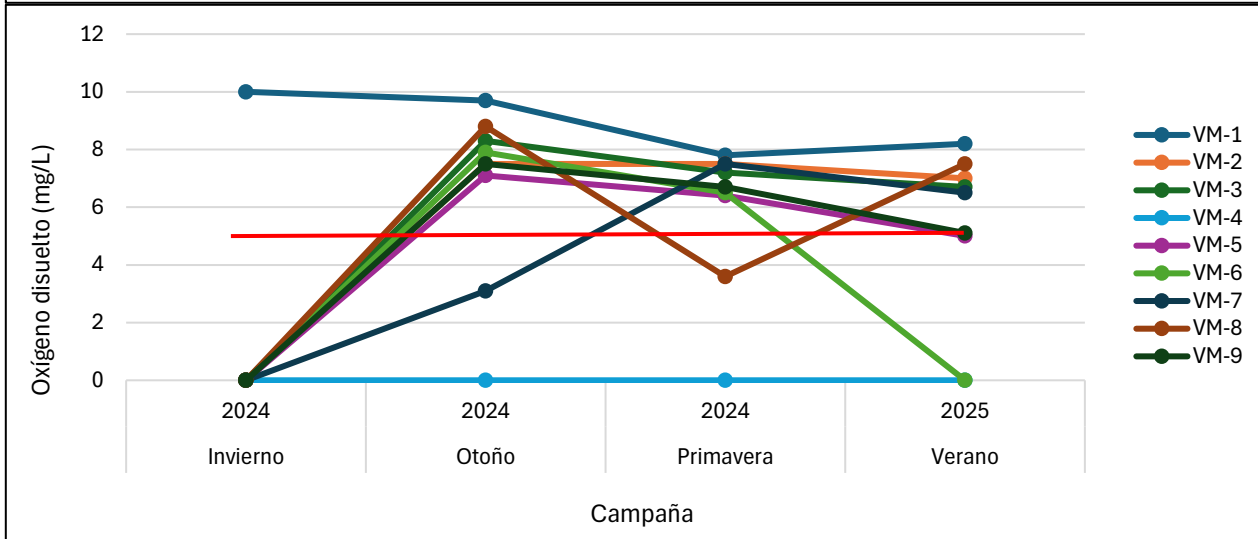
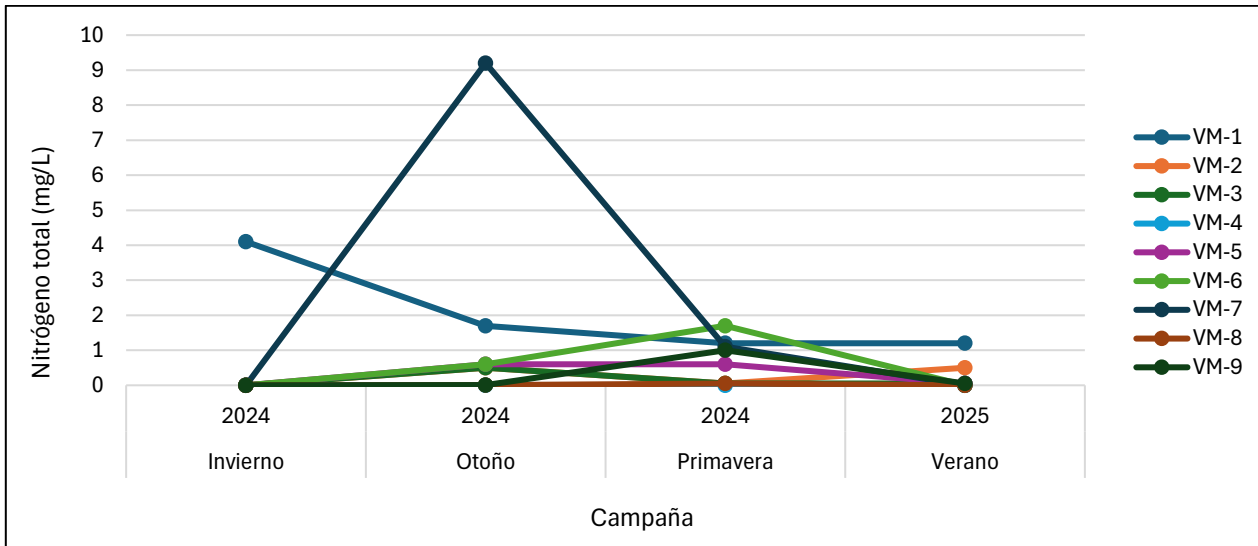
En cuanto al pH, este se registró entre los 7 y 9 UpH, para todas las estaciones y sin presentar mayor variación entre campañas. En consecuencia, se mantuvo dentro de los valores mínimo y máximo normados.

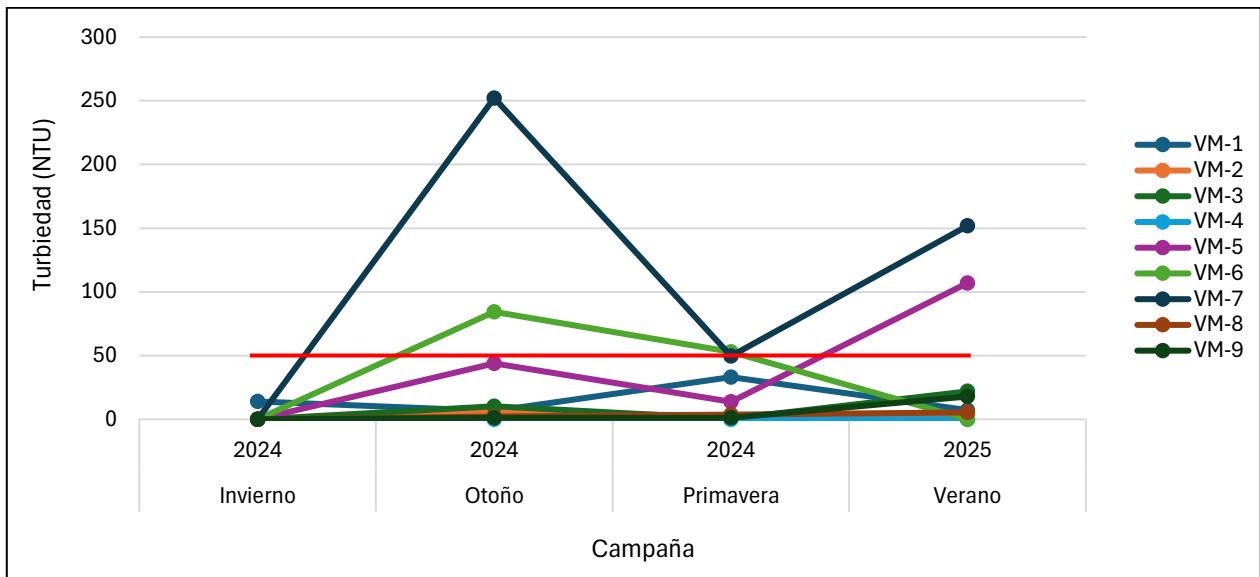
Por último, la turbiedad en reiteradas oportunidades se registró por sobre el límite máximo establecido (50 NTU), específicamente en VM-5, VM-6 y VM-7.

**Figura 3-48. Parámetros medidos en laboratorio durante cuatro campañas en HU Vegas de Montaña**









Fuente: Elaboración propia. Línea roja indica máximo valor límite según NCh. 1.333.

### 3.4.5 Caracterización del sedimento acuático

En la Figura 3-49 se presenta la tendencia de ocho parámetros medidos para sedimento acuático en las nueve estaciones de monitoreo del Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de terreno.

Destaca que, el porcentaje de materia orgánica presenta sus mayores valores entre primavera y verano, incluso alcanzando un 15% en estaciones como VM-3 y VM-7.

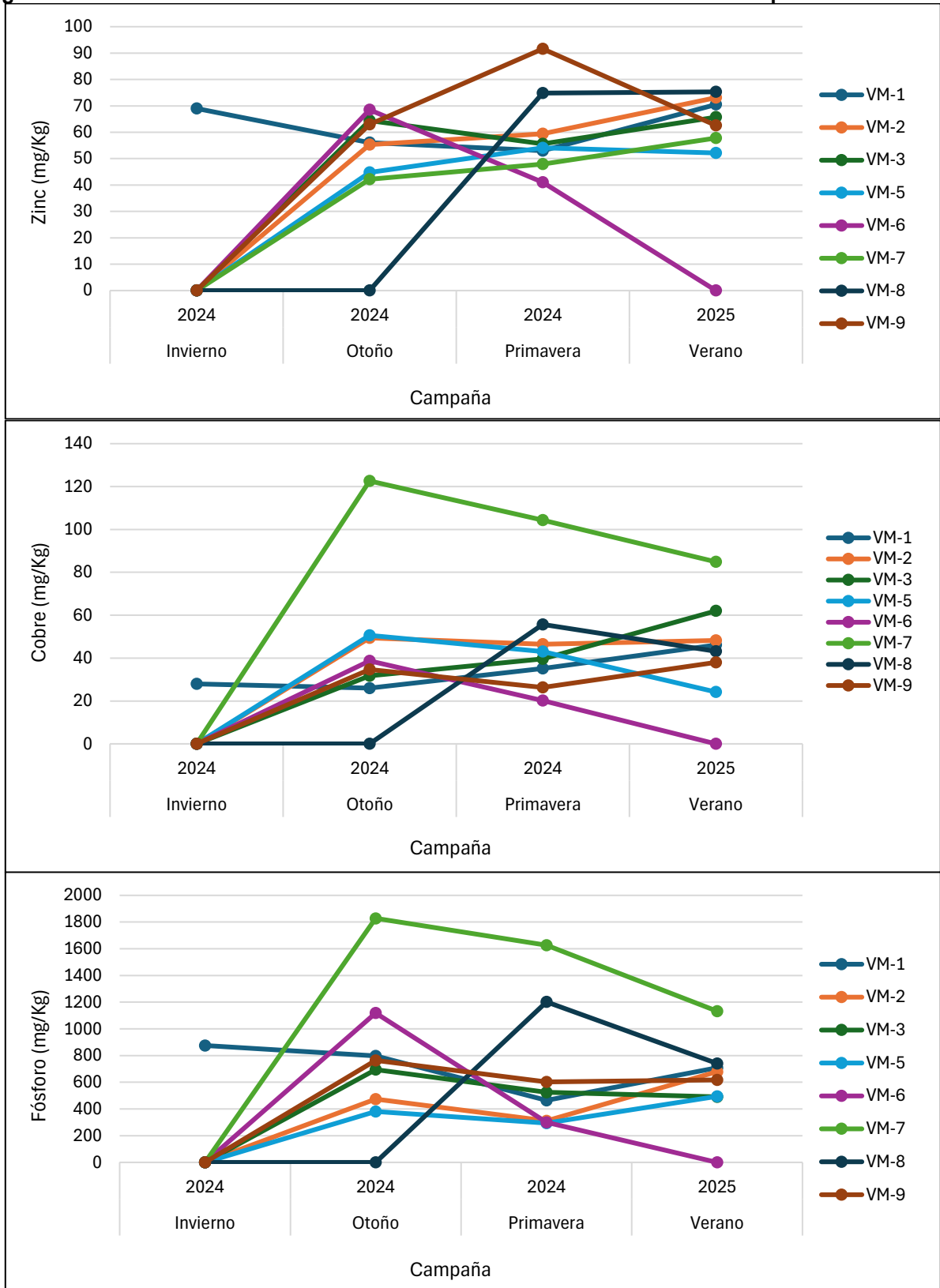
Por otra parte, el Fósforo presentó concentraciones moderadas a altas, con marcadas diferencias entre campañas y entre puntos de muestreo.

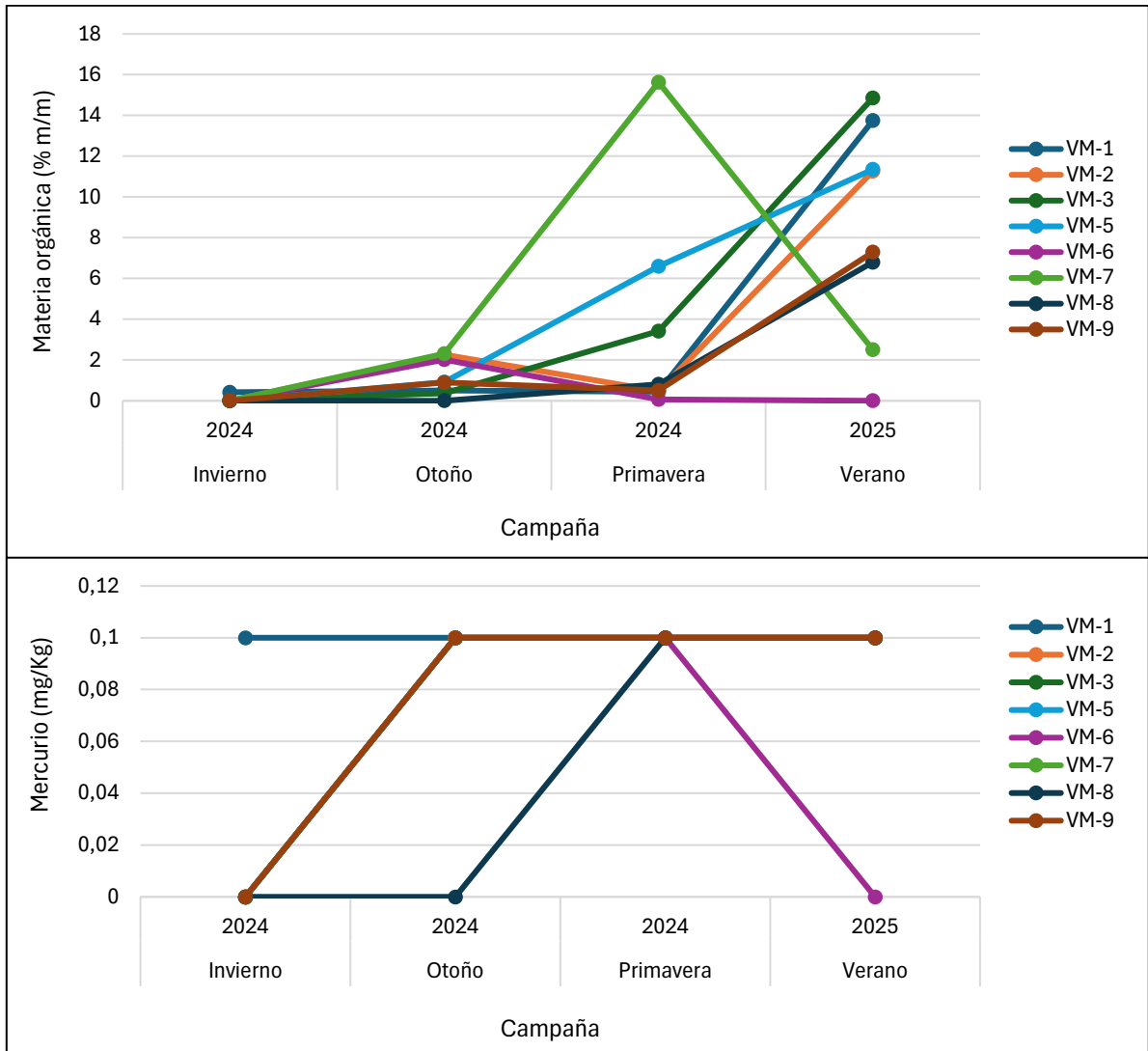
Para el nitrógeno, se presenta un leve aumento en verano 2025, manteniéndose relativamente constante durante el resto de las temporadas. Esto sugiere un efecto combinado de menor caudal, altas temperaturas y posible arrastre de nutrientes desde fuentes externas, favoreciendo así la retención de compuestos nitrogenados en el sedimento acuático. Aun así, se alcanza el valor máximo en la estación VM-7 durante la temporada de primavera.

Si bien Chile no cuenta con norma de referencia para sedimentos acuáticos, los valores de cobre encontrados durante las cuatro campañas, se mantiene relativamente constante para todas las estaciones, exceptuando en VM-7, que presenta valores más elevados, pero que no sería perjudiciales para la vida acuática. En cuanto al Zinc y Plomo presentaron, en general, valores disimiles entre estaciones de muestreo y entre campañas. En cuanto al mercurio, este se presentó más bien bajo y constante en la mayoría de las estaciones y en cada campaña de terreno.

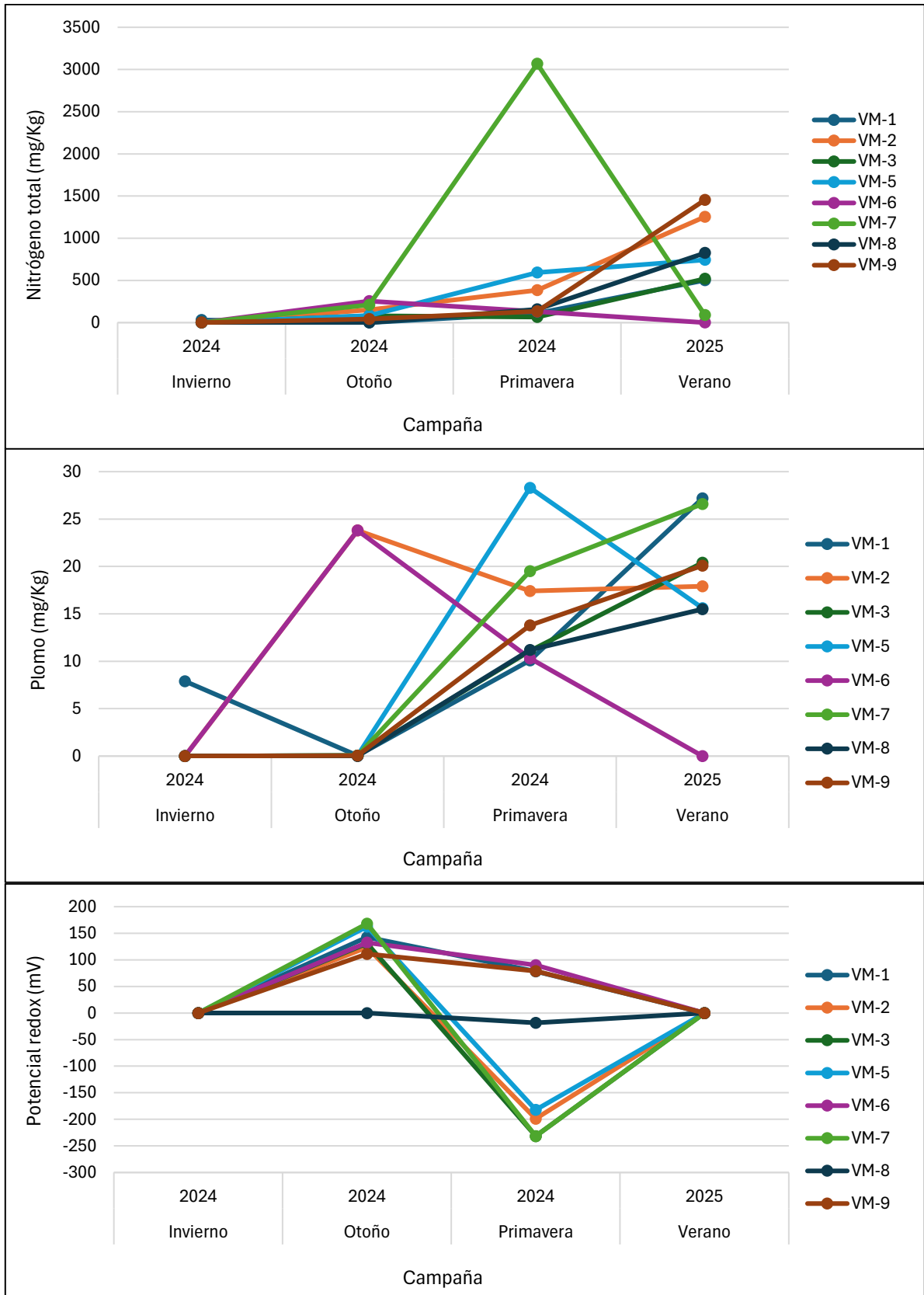
Por último, los valores de potencial redox indican que en otoño las estaciones presentan un ambiente levemente oxidante, mientras que en primavera hay estaciones que mantienen esta condición, sin embargo, VM-2, VM-5 y VM-7, presentan un ambiente reductor fuerte, con escasa presencia de oxígeno.

**Figura 3-49. Parámetros de sedimento acuático analizados durante cuatro campañas de muestreo**





Nota: Valor de 0,1 mg/Kg de Mercurio en todas las estaciones, exceptuando estaciones que registraron 0 mg/Kg en sus campañas correspondientes.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6 Caracterización biodiversidad acuática a lo largo del año

#### 3.4.6.1 Fitoplancton

En el Embalse Larrain se identificó un total de 22 taxa de fitoplancton, los cuales se distribuyen en las nueve estaciones de monitoreo.

En las Tabla 3-55, Tabla 3-56 y Figura 3-50 se entregan detalles de los taxa de fitoplancton encontrados y su distribución por estación en el Humedal Urbano Vegas de Montaña.

En general la riqueza de fitoplancton es baja, exceptuando en VM-1 que al ser un estero ubicado la zona baja de la montaña, tiene condiciones más idóneas para el establecimiento de este grupo, a diferencia del resto de las estaciones que se ubican en alta montaña. Estas últimas se cubren de nieve durante invierno, por lo que no es posible obtener resultados.

Solo en VM-1 se obtuvieron resultados en todas las campañas. Para la mayoría de la estaciones, alcanzan la mayor riqueza registrada en las temporadas de verano-otoño.

Por otro lado, la mayor riqueza se registró en la estación VM-7 durante la campaña de otoño, con 9 taxa. En contraparte, destaca que VM-4 aun cuando solo presenta agua superficial durante la época primaveral, el fitoplancton alcanza a establecerse hasta que la laguna se va secando paulatinamente.

**Tabla 3-55. Riqueza de fitoplancton por estación de muestreo en HU Vegas de Montaña**

Genero/Taxa	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
<i>Achnantheidium</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Amphora</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i>	-	X	-	X	-	-	X	-	-
<i>Cocconeis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cymbella</i>	X	X	-	-	-	-	X	-	-
<i>Diatoma</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Fragilaria</i>	-	-	X	-	-	-	X	-	X
<i>Gomphoneis</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Hannaea</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	-	-	X	-	X	-	X	X	X
<i>Nitzschia</i>	X	X	X	-	X	-	-	X	X
<i>Oscillatoria</i>	-	-	X	-	-	-	X	-	-

Genero/Taxa	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Pennada	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peridinium</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i>	-	X	X	-	-	-	X	-	X
<i>Spirogyra</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	-
<i>Spirulina</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulnaria</i>	X	X	X	-	X	-	X	X	X
<i>Ulothrix</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Riqueza total</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

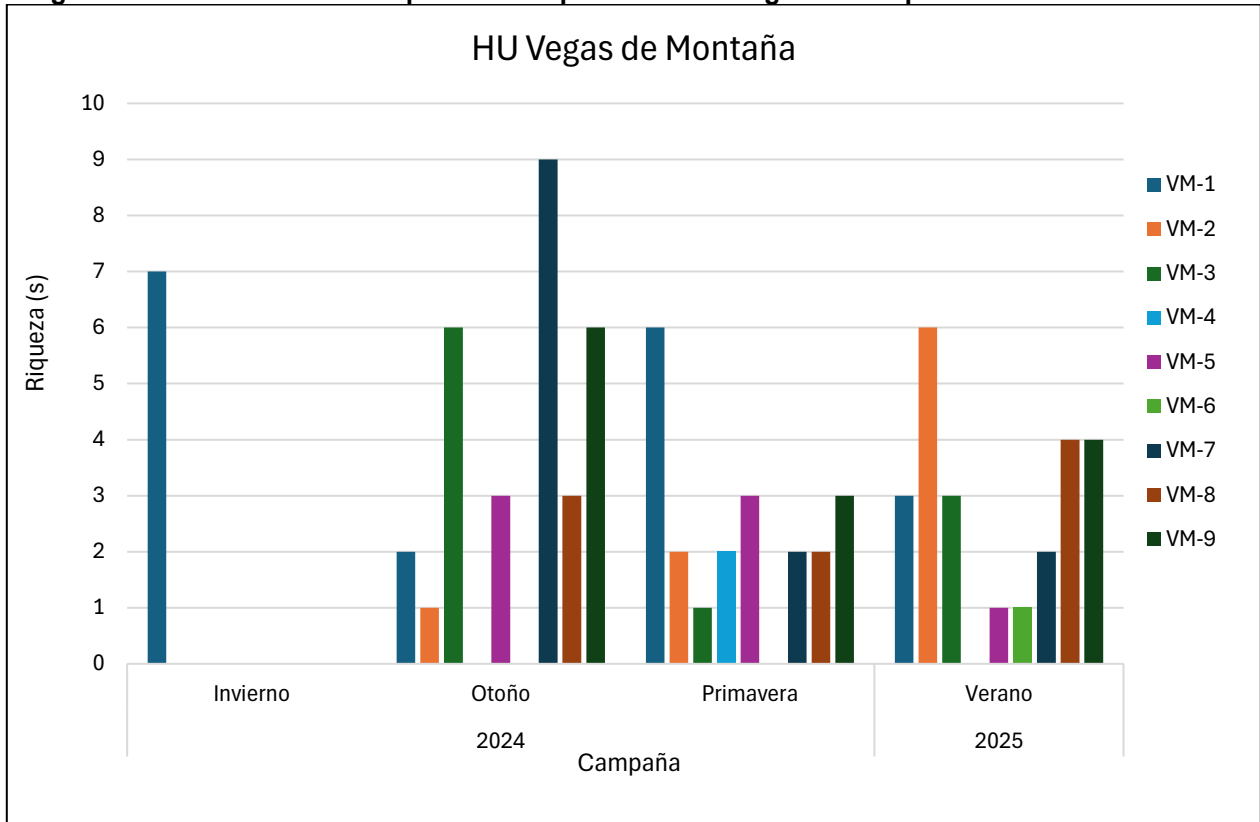
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-56. Riqueza de fitoplancton registrado por campaña por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña**

Campaña	Estación								
	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Invierno	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Otoño	2	1	6	0	3	0	9	3	6
Primavera	6	2	1	2	3	0	2	2	3
Verano	3	6	3	0	1	1	2	4	4

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-50. Variación de la riqueza de fitoplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6.2 Zooplancton

En el Humedal Urbano Vegas de Montaña se identificó un total de 6 taxa de zooplancton, los cuales se distribuyen en las nueve estaciones de monitoreo.

A continuación, en las Tabla 3-57, Tabla 3-58 y Figura 3-51 se entrega el detalle de la variación de la riqueza de especies de zooplancton registradas durante las cuatro campañas de terreno en las nueve estaciones de monitoreo en el Humedal Urbano Vegas de Montaña.

En general, el registro de zooplancton es bajo en todas las estaciones de monitoreo. Se alcanza la máxima riqueza en VM-3 durante la campaña de otoño, con 5 taxa presentes. Asimismo, en la época de otoño se obtuvieron la mayor riqueza para casi todos los puntos.

Ninguna estación presentó individuos de zooplancton en las cuatro campañas de muestreo. Durante invierno, las estaciones VM-2 a VM-9 quedan cubiertas completamente por la nieve.

Destaca que en VM-4 al presentar agua superficial solo en temporada de primavera, este grupo alcanza a establecerse hasta que la laguna se seca paulatinamente.

En general, los hábitats presentes en las estaciones del Humedal Urbano Vegas de Montaña, no

son los más óptimos para el desarrollo de zooplancton.

**Tabla 3-57. Riqueza de zooplancton registrado en Humedal Urbano Vegas de Montaña**

Genero/Taxa	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
<i>Alona sp.</i>	X	X	X	-	-	-	X	-	X
<i>Boeckella sp.</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	X	-	X	-	X	X	-	X	-
Cyclopoida indet.	-	-	X	-	-	-	X	X	X
<i>Daphnia pulex</i>	-	-	X	-	X	-	-	X	-
Harpacticoida indet.	X	X	X	-	X	-	-	X	X
<b>Riqueza total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

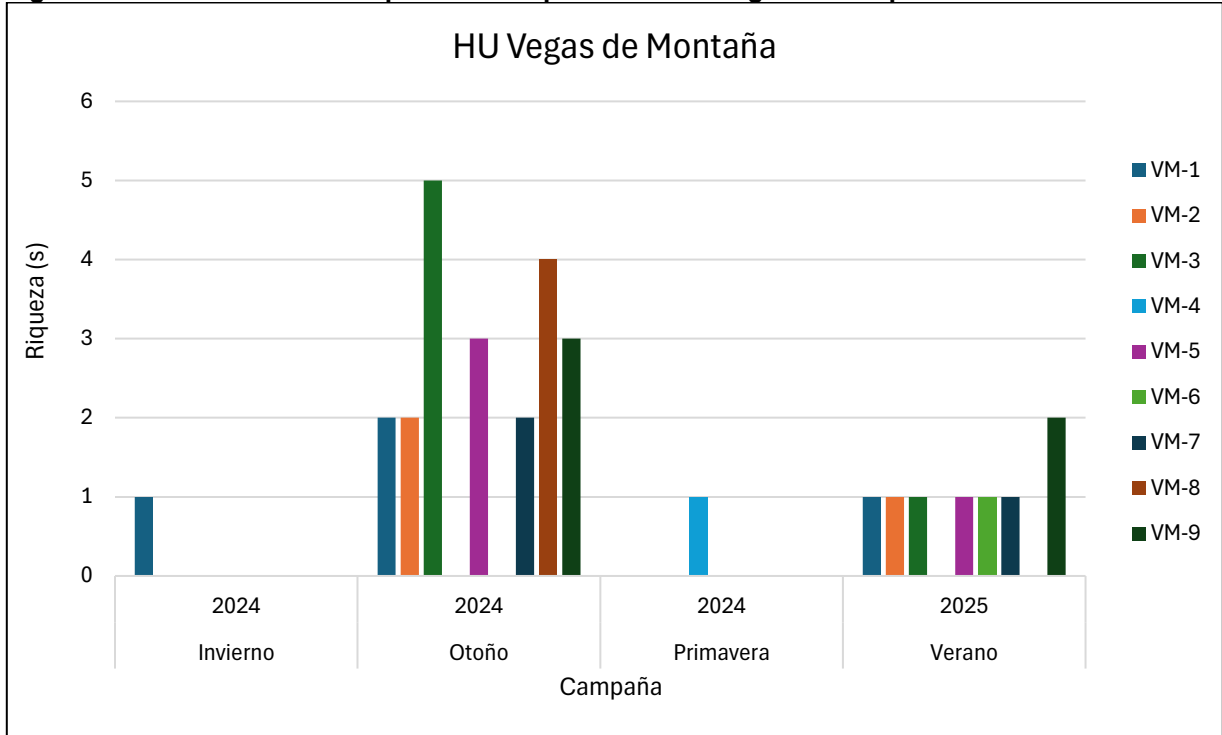
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-58 Riqueza de zooplancton registrado por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo.**

Campaña	Estaciones de monitoreo								
	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Invierno	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Otoño	2	2	5	0	3	0	2	4	3
Primavera	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Verano	1	1	1	0	1	1	1	0	2

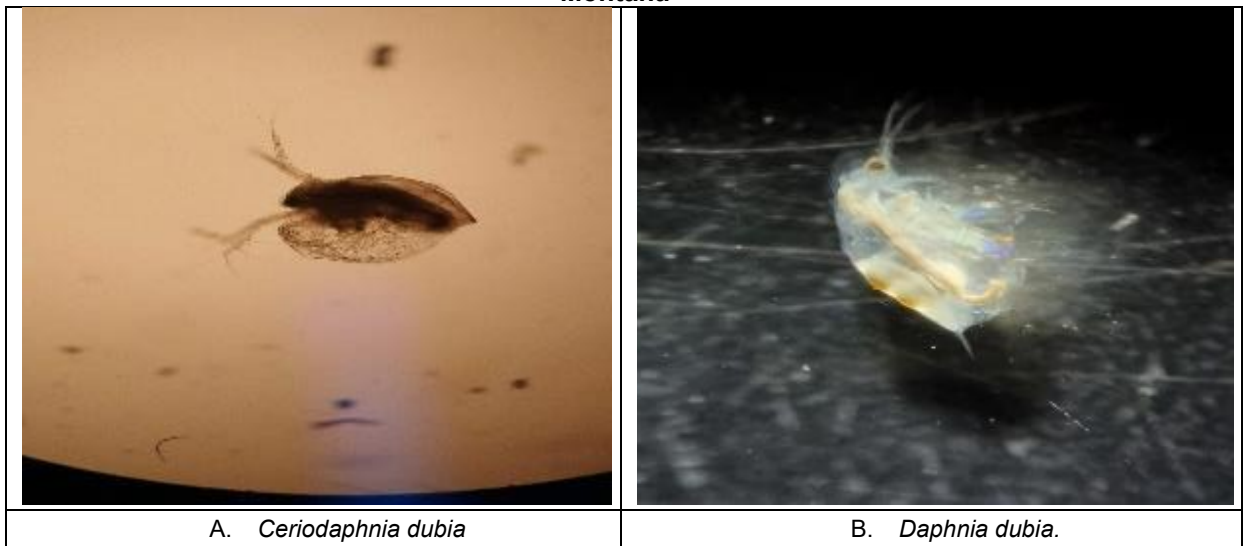
Fuente: Elaboración propia.

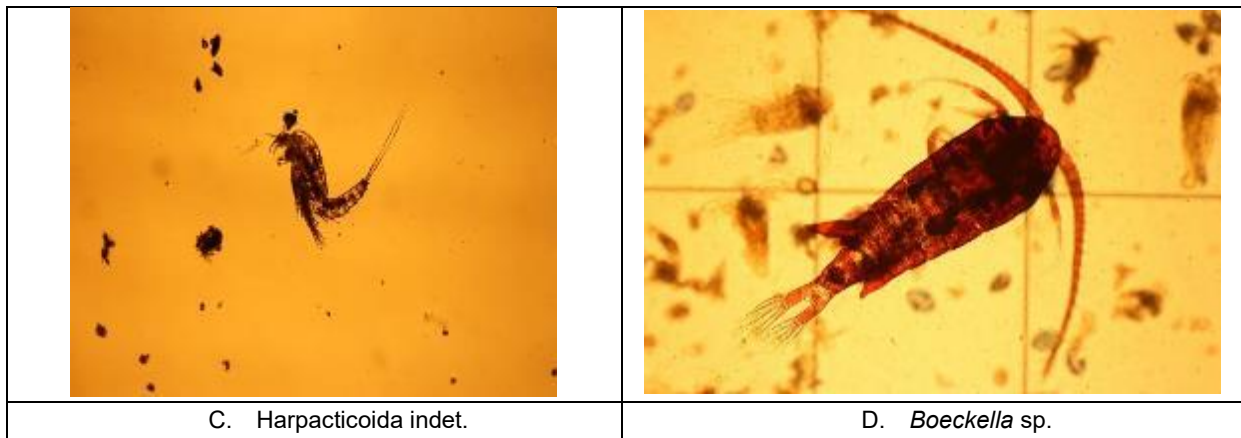
**Figura 3-51. Variación de la riqueza de zooplancton a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

**Fotografía 3-21. Ejemplares de zooplancton detectados en los Humedales Urbanos Vegas de Montaña**





### 3.4.6.3 Flora acuática y de ribera

En la Tabla 3-59 se indican las especies de flora vascular registrada en este humedal, tanto acuáticas como ribereñas

A continuación, en la Tabla 3-60 y Figura 3-52 se entregan detalles de la riqueza de especies de flora acuática y de ribera encontrada en Humedal Urbano Vegas de Montaña, su cobertura por estación y su origen biogeográfico. En general, para todas las estaciones la riqueza fue alta, con gran presencia de especies del tipo herbácea y características de vegas y humedales de alta montaña.

Las mayores riquezas de especies se obtienen entre primavera y otoño. En invierno las estaciones se cubren por completo de nieve, tapando las especies de estratos herbáceos y arbustos bajos. Solo VM-1 presenta flora acuática y de ribera durante todas las temporadas, ya que se encuentra bajo la zona de montaña. El mayor número de especies se registró en la estación VM-5 durante la campaña de primavera 2024.

Las estaciones del Humedal Urbano Vegas de Montaña son hábitats idóneos para la presencia de vegetación, la cual teniendo agua superficial estancada, con movimiento o suelos saturados, se verá favorecida y dependiendo de la temporada la superficie de la vega puede expandirse.

**Tabla 3-59. Listado de especies de flora vascular registrada en HU Vegas de Montaña**

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
Bryopsida	Grimmiales	Grimmiaceae	<i>Grimmia sp.</i>	Musgo de roca	Introducida
Jungermannioptida	Jungermanniales	Amblystegiaceae	<i>Vittia pachyloma</i>	Musgo habitual	Nativa
Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	<i>Flavoparmelia caperata</i>	Liquen escudo verde	Nativa
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	Introducida
	Liliales	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria hookeri</i>	Lirio de arena	Endémica

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico	
			<i>Alstroemeria umbellata</i>		Endémica	
			<i>Alstroemeria garaventae</i>		Endémica	
			<i>Alstroemeria angustifolia</i>		Endémica	
			<i>Alstroemeria pallida</i>		Nativa	
	Poales	Juncaceae		<i>Juncus capillaceus</i>	Junquillo 2	Nativa
				<i>Juncus effusus</i>	Junquillo	Introducida
		Poaceae		<i>Agrostis capillaris</i>	Yerba fina	Introducida
				<i>Agrostis stolonifera</i>	Chépica de agua	Introducida
				<i>Avena barbata</i>	Avena	Introducida
				<i>Bromus catharticus</i>	Cebadilla	Nativa
				<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Cola de zorro	Nativa
				<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	Introducida
		<i>Paspalum paspalodes</i>	Chépica	Introducida		
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium paniculatum</i>	Chupalla	Nativa	
		Hydrocotylaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Sombbrero de agua	Nativa	
	Asterales	Asteraceae		<i>Anthemis cotula</i>	Manzanilla amarga	Introducida
				<i>Artemisia vulgaris</i>	Artemisa	Introducida
				<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Nativa
				<i>Baccharis poeppigiana</i>	Vautro, Chilca cordillerana	Nativa
				<i>Baccharis sagittalis</i>	Verbena de 3 esquinas	Nativa
				<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Nativa
				<i>Carduus pycnocephalus</i>	Cardo negro	Introducida
				<i>Chaetanthera glabrata</i>	Chinita	Endémica
				<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	Hierba blanca	Nativa
				<i>Crepis tectorum</i>	Gauray	Introducida
				<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo de huerta	Introducida
				<i>Gnaphalium vira vira</i>	Vira vira	Nativa
				<i>Lactuca virosa</i>	Lechuga silvestre o Lechuguilla	Introducida
				<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	Introducida
				<i>Senecio adenotrichius</i>	Hierba zonga	Endémica
			Boraginales	Boraginaceae	<i>Phacelia brachyanta</i>	Té de burro

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen biogeográfico
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro de agua	Introducida
	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	Introducida
<i>Rumex acetosella</i>			Romacilla	Introducida	
<i>Rumex crispus</i>			Romaza	Introducida	
	Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Dipsacus follonum</i>	Cardilla	Introducida
	Fabales	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Introducida
	Geniales	Geraniaceae	<i>Geranium core core</i>	Core core	Nativa
	Gentianales	Rubiaceae	<i>Galium aparine</i>	Lengua de gato	Introducida
	Lamiales	Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	Toronjil cuyano	Introducida
<i>Stachys andina</i>			Oreganillo de cordillera	Endémica	
		Plantaginaceae	<i>Veronica anagallis aquatica</i>	No me olvides del campo	Nativa
		Scrophulariaceae	<i>Verbascum virgatum</i>	Mitrún o Vara amarilla	Introducida
	Malpighiales	Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Álamo	Introducida
	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Introducida
		Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	Pasto de la rana	Nativa
	Ranunculales	Berberidaceae	<i>Berberis empetrifolia</i>	Calafatillo	Endémica
		Ranunculaceae	<i>Ranunculus muricatus</i>	Hierba de la vaca	Introducida
	Rosales	Rosaceae	<i>Acaena spp</i>	Abrojos	Nativa
			<i>Aphanes arvensis</i>	Alfilerillo menor	Introducida
			<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo en flor	Introducida
			<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Introducida
	Salicales	Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Álamo chileno	Introducida
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Myriophyllum quitense</i>	Cola de caballo	Nativa
	Scrophulariales	Scrophulariaceae	<i>Mimulus bridgesii</i>	Berro amarillo	Nativa
	Solanales	Solanaceae	<i>Fabiana imbricata</i>	Pichi Romero	Nativa

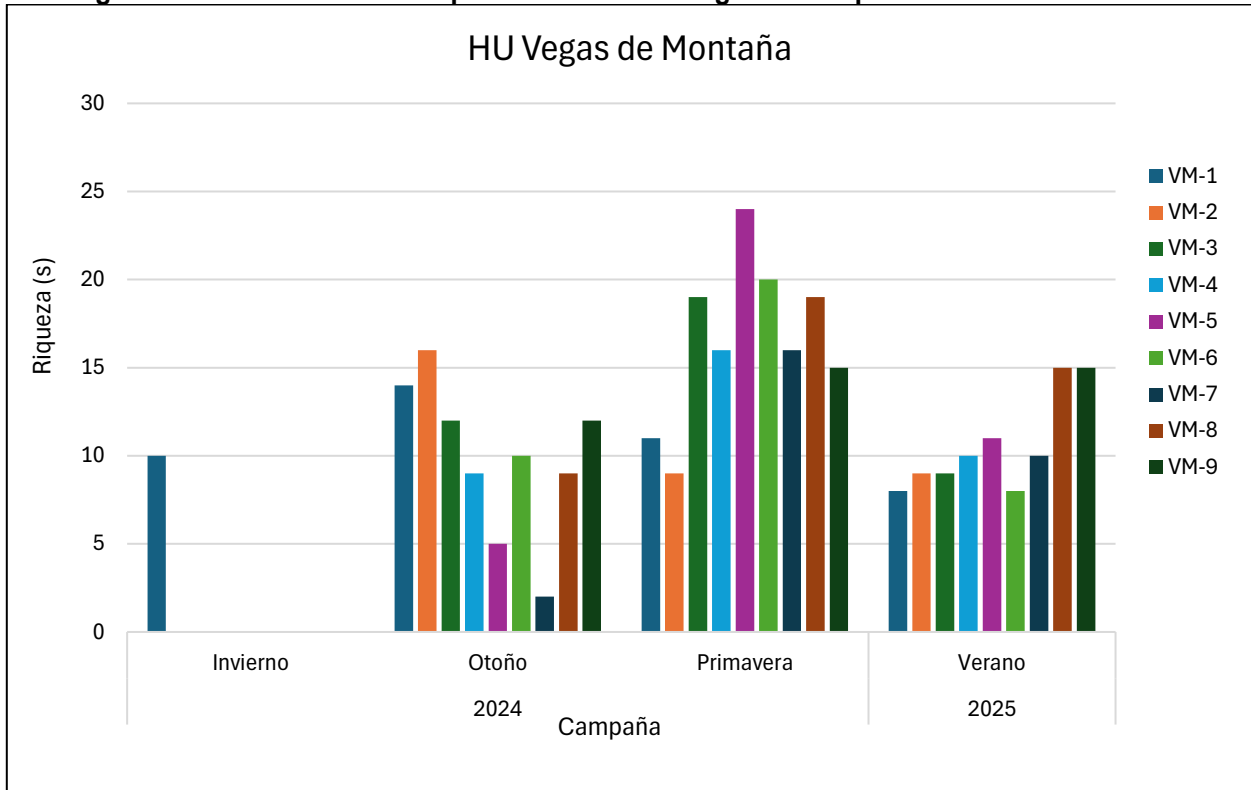
Elaboración propia.

**Tabla 3-60. Riqueza de flora acuática y de ribera en HU Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo**

Campaña	Estación								
	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Invierno	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Otoño	14	16	12	9	5	10	2	9	12
Primavera	11	9	19	16	24	20	16	19	15
Verano	8	9	9	10	11	8	10	15	15

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-52. Variación de la riqueza de flora a lo largo del año por estación de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.6.4 Macroinvertebrados bentónicos

En el Humedal Urbano Vegas de Montaña se identificó un total de 25 taxa de invertebrados bentónicos, los cuales se distribuyen en las dos estaciones de monitoreo como se indica en la Tabla 3-61.

A continuación, en la Tabla 3-62 y Figura 3-53 se entregan detalles de la riqueza y abundancia encontrados en el Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo. En general, se registró una considerable abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la mayoría de las estaciones. Se observa que la época condiciona la presencia de este grupo, alcanzando los máximos valores entre verano y otoño. Durante invierno las estaciones se cubren por completo de nieve.

Todas las estaciones presentaron individuos, incluso la estación VM-4, la cual se encuentra sin agua la mayor parte del año. Asimismo, la mayor riqueza y abundancia se presentó en VM-1 durante la campaña de otoño 2024, con 244 individuos en total y una riqueza de 11 taxa.

Las condiciones de las estaciones de muestro son similares entre sí y se favorece el establecimiento de este grupo al encontrarse en hábitats de bajo o escaso flujo de agua, profundidad baja y ausencia de depredadores como peces.

**Tabla 3-61. Especies de invertebrados bentónicos detectadas por estaciones de monitoreo.**

Familia/Taxa	Genero	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Athericidae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Baetidae	Indet.	X	-	X	-	-	-	-	X	-
Chironomidae	Indet.	X	X	X	-	X	X	-	X	X
Corydalidae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolichopodidae	Indet.	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Dytiscidae	Indet.	-	-	X	X	-	-	X	X	-
Elmidae	Indet.	-	-	-	-	-	-	X	X	-
Empididae	Indet.	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Ephyridae	Indet.	-	-	X	-	X	-	-	-	-
Hebridae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Hirudinea Indet.	Indet.	-	X	-	-	X	-	X	X	X
Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Hydrobiidae	Indet.	X	-	-	-	-	X	-	X	-
Hydrobiosidae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	X	-	X	-	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae	<i>Massateloopsis</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Leptophlebiidae	<i>Meridialaris</i>	X	-	X	-	-	-	-	X	-
Limnephilidae	Indet.	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Lymnaeidae	Indet.	-	-	-	-	X	X	-	-	-
Oligochaeta Indet.	Indet.	X	X	X	-	X	X	X	X	X
Ptychopteridae	Indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Simuliidae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Tabanidae	Indet.	X	X	X	-	-	X	X	X	-
Tipulidae	Indet.	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Riqueza total</b>		<b>14</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>5</b>

Elaboración propia.

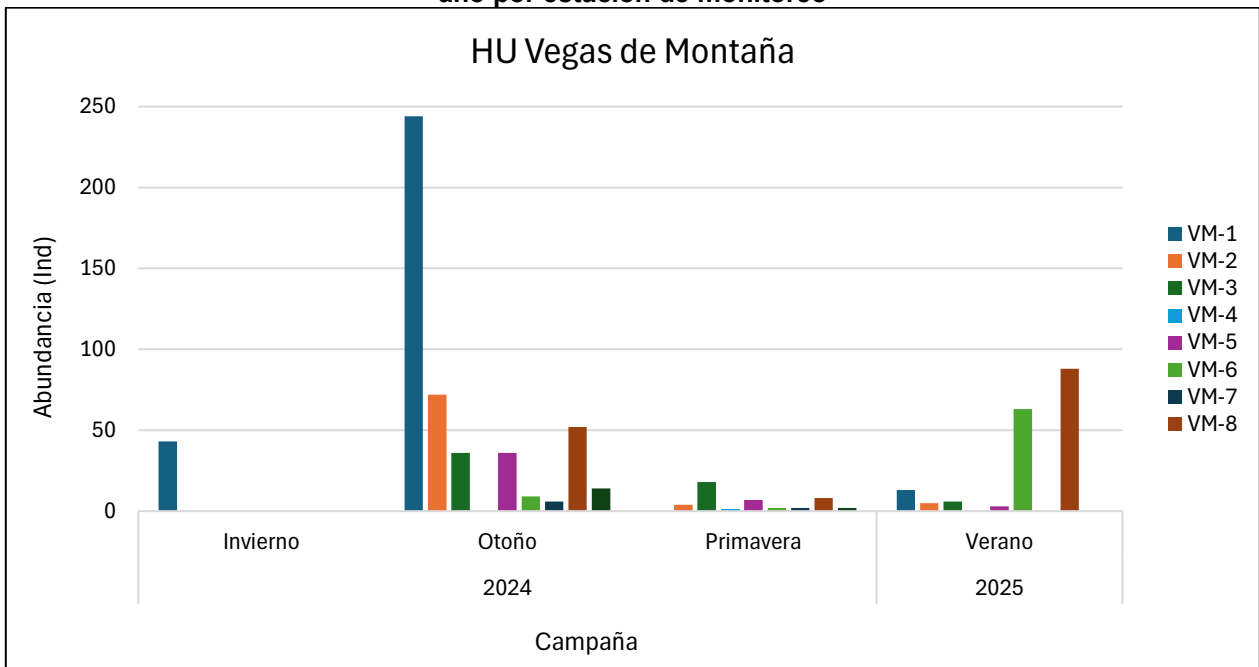
**Tabla 3-62 Abundancia y riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos en HU Vegas de Montaña**

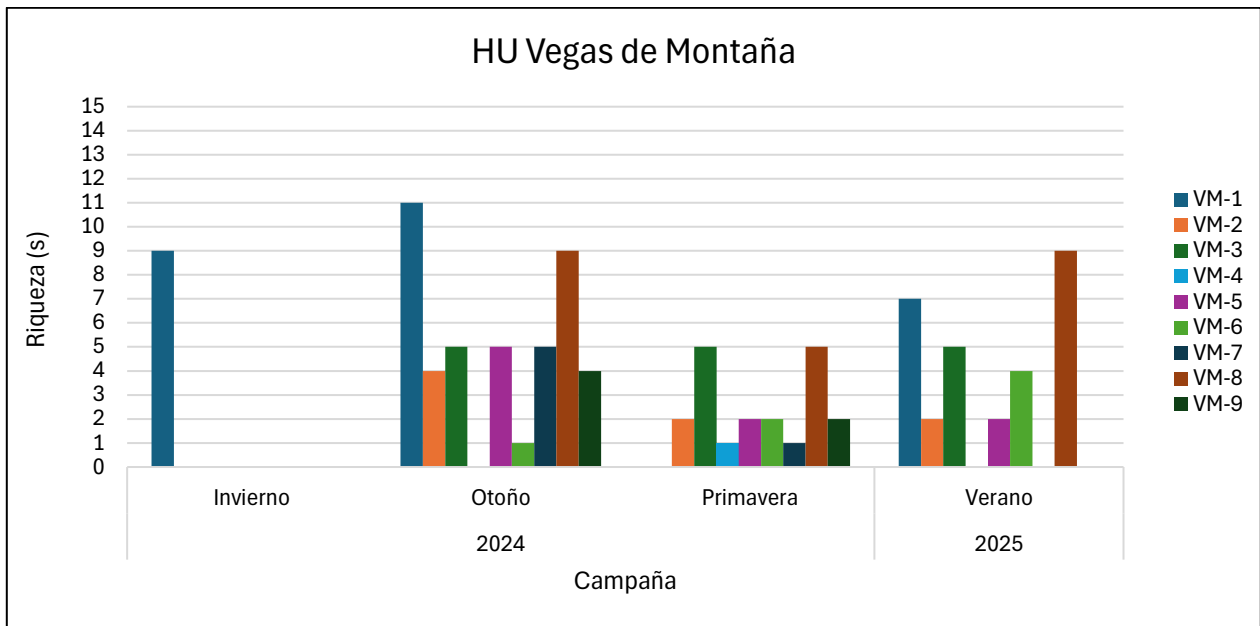
	VM-1		VM-2		VM-3		VM-4		VM-5		VM-6		VM-7		VM-8		VM-9	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Invierno	43	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	VM-1		VM-2		VM-3		VM-4		VM-5		VM-6		VM-7		VM-8		VM-9	
	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)	Abundancia (Ind/m <sup>2</sup> )	Riqueza (s)
Otoño	244	11	72	4	36	5	0	0	36	5	9	1	6	5	52	9	14	4
Primavera	0	0	4	2	18	5	1	1	7	2	2	2	2	1	8	5	2	2
Verano	13	7	5	2	6	5	0	0	3	2	63	4	0	0	88	9	0	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-53. Variación de la riqueza y abundancia de macroinvertebrados bentónicos a lo largo del año por estación de monitoreo**





Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6.5 Índice Biótico de Familias para macroinvertebrados bentónicos

En cuanto a la calidad de las aguas, determinada a partir del índice de ChIBF, los resultados demuestran que en general las estaciones presentan una calidad de agua “Muy mala”, exceptuando VM-1 que al presentar aguas con flujo constante, presenta mejor oxigenación y condiciones favorables para especies menos sensibles a los cambios en el hábitat. En las estaciones de alta montaña, el estancamiento de las aguas condiciona la calidad de éstas y por ende la presencia de taxa más tolerantes a ambientes más degradados.

En la Tabla 3-63 se entrega el detalle de los valores del índice ChIBF obtenido para cada campaña. El detalle de los colores se presenta en la Tabla 2-4.

**Tabla 3-63. Índice ChIBF de invertebrados bentónicos del Humedal Urbano Vegas de Montaña**

Campaña	Estación								
	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
Invierno	4,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otoño	3,37	8,06	7,29	0,00	8,06	8,00	7,33	7,40	8,00
Primavera	0,00	4,00	2,24	0,00	7,43	6,00	8,00	6,25	8,00
Verano	3,62	8,20	5,17	0,00	8,00	7,98	0,00	8,20	0,00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6.6 Macrocrustáceos

Durante cuatro campañas de terreno ejecutadas no se logró registrar la presencia de macrocrustáceos en ninguna de las estaciones de Humedal Urbano Vegas de Montaña.

### 3.4.6.7 Anfibios en fase acuática

En las Tabla 3-64, Tabla 3-65 y Figura 3-54 se entregan detalles de las especies de anfibios y su distribución por estación en Humedal Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo. Fotografías de los ejemplares capturados se incorporan en el Anexo 7. Registro fotográfico.

Durante la campaña de verano 2025 se registró la presencia de una especie de anfibio en fase juvenil.

Se registró la presencia de solo una especie de anfibio, *Rhinella spinulosa*, conocida comúnmente como sapo espinoso, es nativa y se encuentra clasificada como Preocupación Menor (LC) de acuerdo con el RCE. Se encontraron en total 45 individuos, tanto en fase larval como juvenil, distribuidos en tres estaciones de monitoreo.

La mayor abundancia de ejemplares de *R. spinulosa* se registró en la estación VM-5 con 25 individuos presentes durante la campaña de primavera.

En general, las vegas de montaña son ambientes propicios para el establecimiento y desarrollo de este grupo, el cual necesita de agua y/o suelos húmedos para su reproducción.

**Tabla 3-64. Anfibio registrado en Humedal Urbano Vegas de Montaña**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso

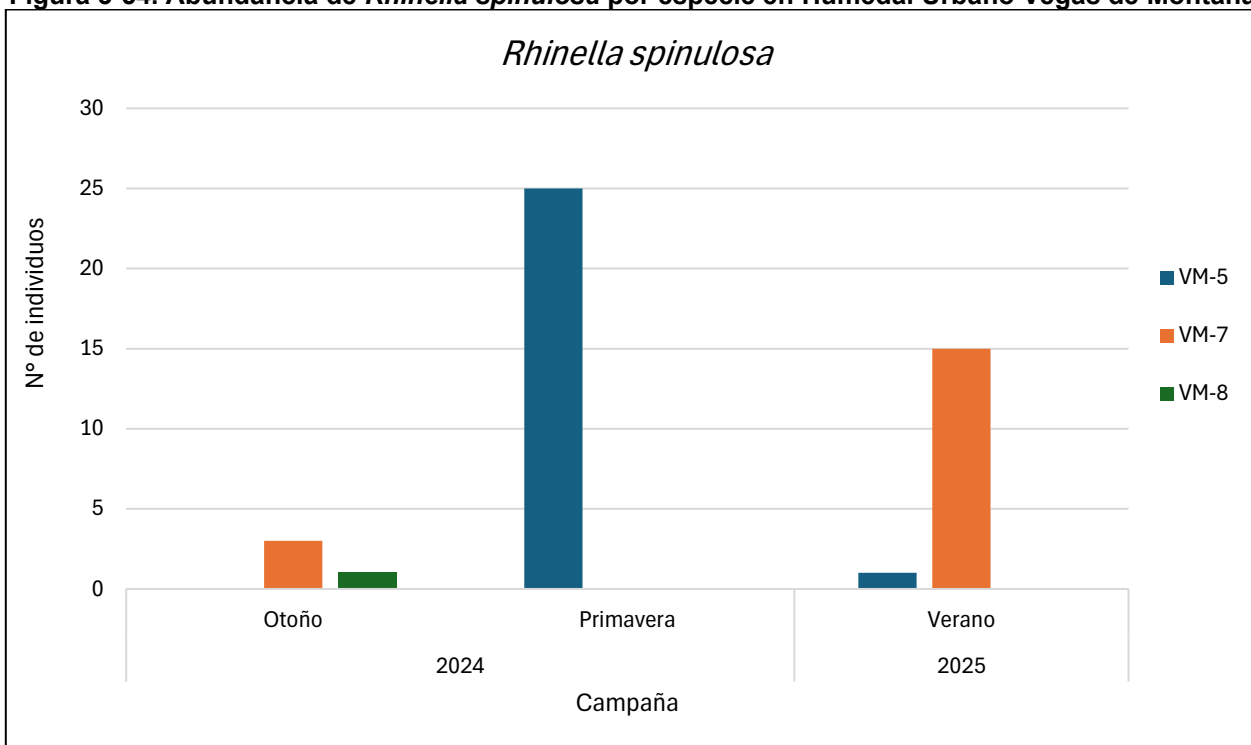
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-65. Abundancia y riqueza de *Rhinella spinulosa* por estación de monitoreo en Humedal Urbano Vegas de Montaña, durante cuatro campañas de muestreo**

Especie	Nombre común	VM-1	VM-2	VM-3	VM-4	VM-5	VM-6	VM-7	VM-8	VM-9
<i>Rhinella spinulosa</i>	Otoño	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	Invierno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Primavera	0	0	0	0	25	0	0	0	0
	Verano	0	0	0	0	1	0	15	0	0
<b>Abundancia (Ind)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Riqueza (s)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-54. Abundancia de *Rhinella spinulosa* por especie en Humedal Urbano Vegas de Montaña**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.6.8 Fauna íctica

Durante cuatro campañas de muestreo, no se identificaron ejemplares de fauna íctica en ninguna de las estaciones del Humedal Urbano Vegas de Montaña.

### 3.4.7 Estado Trófico

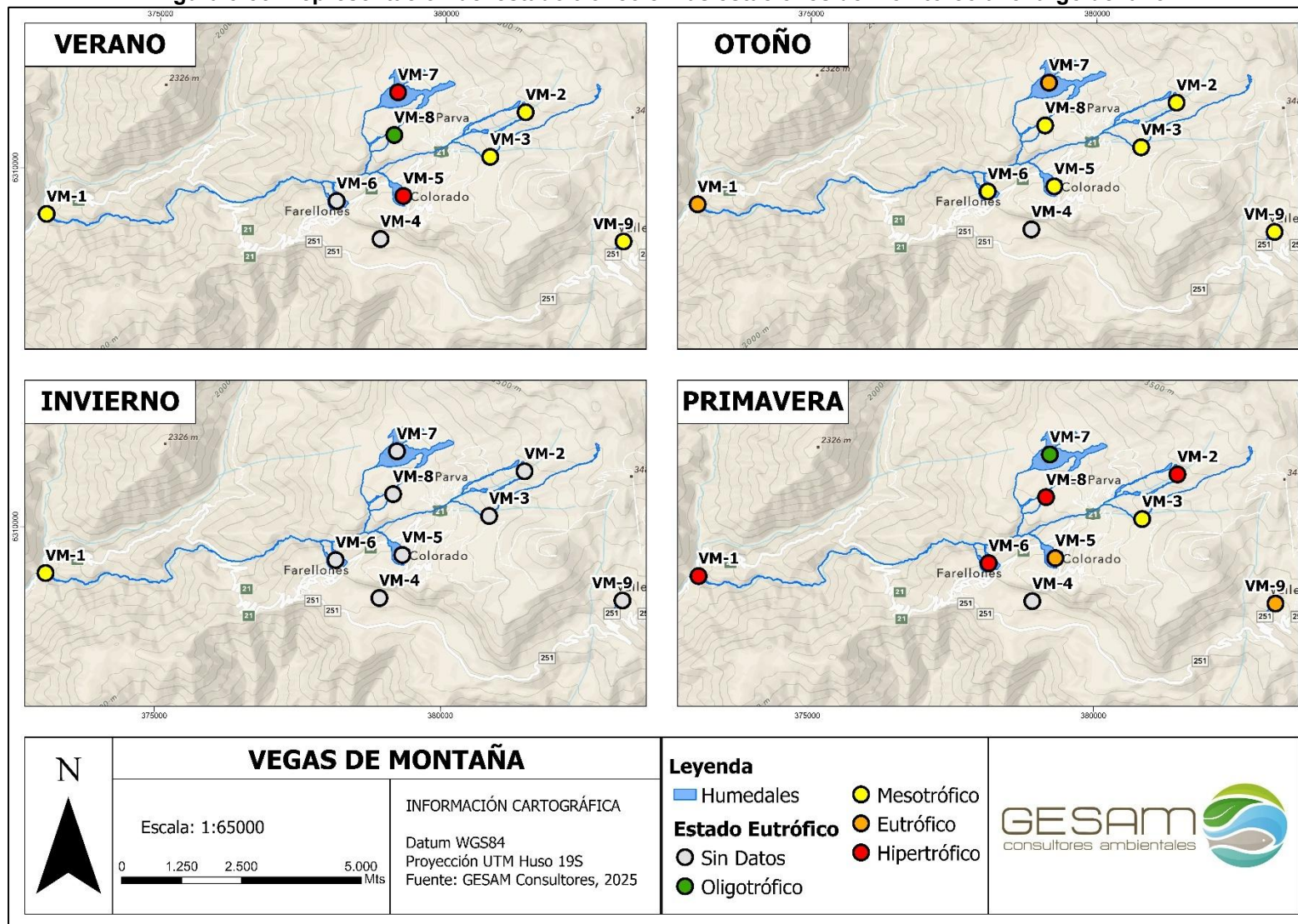
De acuerdo con los valores de Nitrógeno, Fósforo y Clorofila a registrados en cada estación de monitoreo se determinó el estado trófico como lo indica la Tabla 3-66.

**Tabla 3-66. Estado trófica de cada estación de monitoreo a lo largo del año.**

Nombre	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Estero Manzanito/Mapocho	Mesotrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Hipereutrófica
Vega CS La Parva	Mesotrófico	Mesotrófico	-	Hipereutrófica
Qda Manzanito	Mesotrófico	Mesotrófico	-	Mesotrófica
Vega La Vaca/Villa Militar	Hipereutrófico	Mesotrófico	-	Eutrófica
Vega Los Chirihues	-	Mesotrófico	-	Hipereutrófica
Vega Manantiales	Hipereutrófico	Eutrófico	-	Oligotrófica
Estero Barros Negros	Oligotrófico	Mesotrófico	-	Hipereutrófica
Valle Nevado	Mesotrófico	Mesotrófico	-	Eutrófica

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-55. Representación del estado trófico en las estaciones de monitoreo a lo largo del año**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.8 Determinación de variables relevantes: Análisis entre variables bióticas y fisicoquímicas

#### 3.4.8.1 Parámetros calidad de aguas superficiales y productividad primaria

De acuerdo con la matriz de correlaciones de las variables indicadas en la Tabla se seleccionó aquellas correlaciones sobre 0,5 (ó del 50%) entre Clorofila **a** y parámetros fisicoquímicos y se corrigió con la desviación estándar. Ver Tabla 3-67 y Tabla 3-68.

De acuerdo con este criterio, para este humedal, la producción primaria solamente mostró relación positiva con las concentraciones DBO5, Fósforo Total, Nitrógeno Kjeldahl y Nitrógeno total. Coincidiendo con los parámetros predictores del nivel de eutroficación de las aguas continentales.

**Tabla 3-67. Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos y Clorofila a.**

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	DBO5	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Clorofila-a	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecales	-0,13	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Totales	0,50	0,07	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductividad	-0,16	0,41	0,33	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
DBO5	0,64	0,41	0,29	0,04	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	0,81	0,02	0,33	0,11	0,72	1,00	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	0,90	0,04	0,25	0,05	0,74	0,90	1,00	-	-	-	-	-

	Clorofila-a	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	Conductividad	DBO5	Fósforo Total	Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno Total	Nitrógeno-Nitrato	Oxígeno Disuelto	pH	Turbiedad
Nitrógeno Total	0,83	0,08	0,52	0,19	0,56	0,87	0,81	1,00	-	-	-	-
Nitrógeno-Nitrato	0,21	-0,09	0,27	0,44	0,08	0,46	0,29	0,63	1,00	-	-	-
Oxígeno Disuelto	-0,49	0,13	-0,18	0,39	-0,55	-0,33	-0,44	-0,25	0,30	1,00	-	-
pH	-0,29	0,26	-0,17	0,47	-0,18	0,02	-0,16	-0,21	-0,06	0,51	1,00	-
Turbiedad	0,74	0,23	0,48	0,05	0,84	0,74	0,74	0,64	0,12	-0,53	-0,21	1,00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-68. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados**

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
Fósforo Total	0,1	0,2	24,0
pH	7,4	0,4	24,0
Nitrógeno-Nitrato	0,3	0,6	24,0
Oxígeno Disuelto	7,0	1,6	24,0
Nitrógeno Total	0,9	1,7	24,0
Nitrógeno Kjeldahl (Nitrógeno Orgánico)	0,6	1,9	24,0
DBO5	1,5	2,4	24,0
Turbiedad	37,2	59,7	24,0
Conductividad	133,3	72,4	24,0
Clorofila-a	61,9	149,1	24,0
Coliformes Fecales	708	1.921	24,0
Coliformes Totales	5.576	7.596	24,0

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.8.2 Parámetros en sedimento y biodiversidad bentónica

De acuerdo con la matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento el índice de biodiversidad de Shannon-Wieber para invertebrados bentónicos muestra que ninguno de los parámetros tiene una correlación significativa con la variación de la diversidad. Lo confirma el comportamiento particular de los ecosistemas de vegas de alta montaña, cuyos atributos deben ser estudiados incorporando otros parámetros ambientales (Tabla 3-69 y Tabla 3-70).

**Tabla 3-69 Matriz de correlaciones de parámetros fisicoquímicos del sedimento y índice de biodiversidad.**

	Cobre	Fósforo	Materia Orgánica	Nitrógeno Total	Plomo	Potencial Redox	Zinc
Cobre	1,000	-	-	-	-	-	-
Fósforo	0,752	1,000	-	-	-	-	-
Materia Orgánica	0,292	0,098	1,000	-	-	-	-
Nitrógeno Total	0,390	0,312	0,726	1,000	-	-	-
Plomo	0,097	-0,117	0,526	0,359	1,000	-	-
Potencial Redox	-0,147	0,069	-0,421	-0,501	-0,472	1,000	-
Zinc	-0,322	-0,043	0,043	-0,077	0,213	0,004	1,000
Índice de Shannon	0,139	0,009	0,245	0,019	-0,112	0,264	-0,034

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-70. Estadísticos descriptivos y desviación estándar de los parámetros utilizados.**

Parámetros	Media	Desv. estándar	N de análisis
Cobre	48	25	23
Fósforo	745	402	23
Materia Orgánica	5	5	23
Nitrógeno Total	473	688	23
Plomo	14	9	23
Potencial Redox	15	123	23
Zinc	61	12	23
Índice de Shannon	0,84	0,63	23

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.9 Amenazas

**Escasez hídrica y cambio climático:** Representan amenazas críticas para los humedales, ya que alteran los regímenes naturales de estos ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua. Por su parte, el aumento de temperaturas junto con una mayor frecuencia de sequías acelera la evaporación y modifica los ciclos hidrológicos, disminuyendo la capacidad de los humedales para cumplir funciones clave como la regulación del clima, la purificación del agua y el almacenamiento de carbono.

**Extracción ilegal de agua:** La extracción mediante mangueras, tomas de agua no declaradas o desviación de los cauces, genera una disminución de caudal no controlada y que causa impactos en la vida acuática al reducir sus condiciones naturales para su desarrollo de forma abrupta y constante.

**Contaminación:** La presencia constante de basura domiciliaria o industrial es una amenaza que puede afectar tanto a la calidad del agua de los humedales como al hábitat de estos, produciendo estancamiento o desvíos del curso de agua, los cuales pueden generar que los humedales no cumplan de manera eficiente una de sus funciones clave como lo es el control de inundaciones y crecidas de los ríos.

**Especies introducidas/exóticas invasoras:** La flora de origen exótico o introducidas representan un gran porcentaje de la cobertura vegetal de cada humedal urbano, que en algunos casos actúan como especies invasoras desplazando o no permitiendo la regeneración de especies de flora nativa. Por otra parte, los animales exóticos asilvestrados como ratones, conejos y perros depredan sobre fauna y flora nativa y transmiten enfermedades a la fauna nativa. Asimismo, los animales de ganado pueden compactar y erosionar el suelo, además de alimentarse de vegetación nativa y contaminar las aguas mediante fecas. En particular, se observó presencia de ganado en las estaciones VM-2, VM-5, VM-6, VM-7 y VM-9.

**Actividades en centros de ski:** Si bien la época de mayor concurrencia a los centros de ski es durante el invierno, periodo donde los humedales quedan cubiertos totalmente de nieve y estos ecosistemas están adaptados a las condiciones climáticas presentes, durante el resto de las temporadas se realizan otro tipo de actividades ya sean recreativas y/o de mantención, por lo que cualquier acción que se haga sin considerar la presencia de los humedales, podría ser perjudicial para estos, como el ingreso de vehículos y personas no autorizadas, instalación de infraestructura, etc. Sin embargo, esto a su vez es una oportunidad de conservación, manejo adecuado y de gestión en conjunto para la protección de estos ecosistemas.

### 3.4.10 Recomendaciones

**Ordenanzas municipales como extensión Normativa vigente:** A través de acuerdo del Concejo Municipal se han promulgados ordenanzas municipales con el fin de proteger la biodiversidad, establecer, regular y fomentar las acciones públicas y privadas a nivel local para lograr una protección efectiva de la biodiversidad en las comunas, sobre la base de los principios fundantes de una ordenanza. Sugiero ver los resultados del **Proyecto GEF Corredores**

**Biológicos de Montaña:** Modelo Referencial De Ordenanza De Protección A La Biodiversidad Para Municipalidades.

**Prácticas o tesis de medioambiente:** Subir a la plataforma de practicas profesionales o tesis el trabajar en la biodiversidad acuatica y terrestres en la subcuenca del Estero Las Gualtatas, en conjunto con la Unidad de Medio ambiente de la Municipalidad. Dando facilidades logisticas a los estudiantes para realizar sus trabajos en terreno.

### 3.4.11 Conclusiones

Las estaciones mostraron variabilidad estacional, especialmente aquellas ubicadas en alta montaña, donde la nieve cubrió completamente el área en invierno 2024.

Los cursos de agua que sí presentaron flujo de aguas superficiales se describen del tipo rítrón y ancho variable (hasta 3,5 m en Estero Manzanito/Mapocho hasta 1,3 m en Vega La Vaca/Villa Militar) y generalmente poco profundos.

La mayoría de las estaciones de monitoreo se caracterizan por suelos completamente saturados, agua superficial estancada en pozones de baja profundidad (7-8 cm típica, 15 cm máxima), lo cual crea condiciones favorables para la sedimentación y el establecimiento de especies de anfibios para su reproducción.

La intervención antrópica fue evidente en algunas estaciones, como la presencia de ganado (caballos) pastando en la Vega La Vaca/Villa Militar y la instalación de mangueras para tomas de agua en el Estero Manzanito y contaminación industrial en Quebrada Manzanito.

En cuanto la calidad del agua superficial, los parámetros medidos in situ (pH, Conductividad y Oxígeno disuelto) generalmente se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la norma NCh. 1.333. Sin embargo, el Oxígeno disuelto se registró por debajo del límite mínimo normado (5 mg/L) en ciertas estaciones y campañas El pH se mantuvo dentro de los límites, excepto en dos ocasiones donde superó el máximo.

Los parámetros analizados en laboratorio mostraron variaciones. El parámetro de coliformes fecales se registró relativamente constante, pero superó el límite máximo establecido (1.000 NMP/100 mL) en dos ocasiones específicas (VM-6 en otoño, VM-7 y VM-8 en verano). Esto podría estar relacionado con la presencia de ganado en la zona.

Los parámetros indicadores de estado trófico (Clorofila a, Fósforo y Nitrógeno) mostraron valores generalmente constantes, excepto en VM-7, donde se registraron valores más altos, con máximos en otoño 2024 para los tres parámetros, probablemente debido a la alta presencia de ganado.

Por su parte, la caracterización del sedimento acuático, comparando con las Guías de calidad ambiental canadiense, que sirven como referencia ante la ausencia de norma chilena para sedimentos, el porcentaje de materia orgánica alcanzó sus mayores valores entre primavera y

verano, llegando hasta un 15% en estaciones como VM-3 y VM-7.

El Nitrógeno total mostró un leve aumento en verano 2025, alcanzando su máximo en VM-7 en primavera, sugiriendo acumulación por menor caudal, altas temperaturas y arrastre de nutrientes externos.

Las concentraciones de Cobre se mantuvieron relativamente constantes y no serían perjudiciales para la vida acuática, excepto en VM-7 donde fueron más elevadas. El Zinc y el Plomo presentaron valores variables.

Por último, para la biodiversidad acuática, el análisis de correlación entre parámetros del sedimento y el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener no mostró correlación significativa, sugiriendo la necesidad de considerar otros parámetros ambientales para entender la diversidad bentónica en estos ecosistemas de vega de alta montaña.

Se registró la presencia de *Rhinella spinulosa*, clasificada en la categoría de Preocupación Menor (LC) y del sapo arriero (*Alsodes nodosus*) que es endémico a Chile central.

En conclusión, el Humedal Urbano Vegas de Montaña, caracterizado por una combinación de sistemas lóticos y áreas de vega saturadas, enfrenta desafíos significativos relacionados con la variabilidad hídrica estacional (llegando a la desecación en algunas estaciones) y la intervención antrópica, manifestada en la presencia de ganado, tomas de agua y contaminación, lo cual impacta la calidad del agua y los sedimentos. Los sedimentos presentan acumulación estacional de materia orgánica y nutrientes, y algunas estaciones muestran condiciones reductoras en verano. El estado trófico oscila entre oligotrófico e hipereutrófico, influenciado por el arrastre de nutrientes y la presencia de ganado. Se registra flora vascular nativa y endémica y la presencia del anfibio *Rhinella spinulosa*, la ausencia de macrocrustáceos y fauna íctica, junto con los resultados de los bioindicadores, sugieren un sistema bajo estrés ecológico, especialmente en estaciones con mayor influencia humana y períodos de sequía.

## 4 ESPECIES INDICADORAS

### 4.1 Especies nativas de fauna acuática

Por su condición de especies nativas y en categoría de conservación o con alto endemismo, se consideran como especies indicadoras la presencia de los anfibios: *Rhinella spinulosa*, *Alsodes nodosus* y *Pleurodema thaul*, una especie de fauna íctica: *Trichomycterus areolatus*.

En la Tabla 4-1 se indica las especies consideradas relevantes o indicadores de habitat propicios para fauna acuática nativa.

**Tabla 4-1. Especies en categoría de conservación**

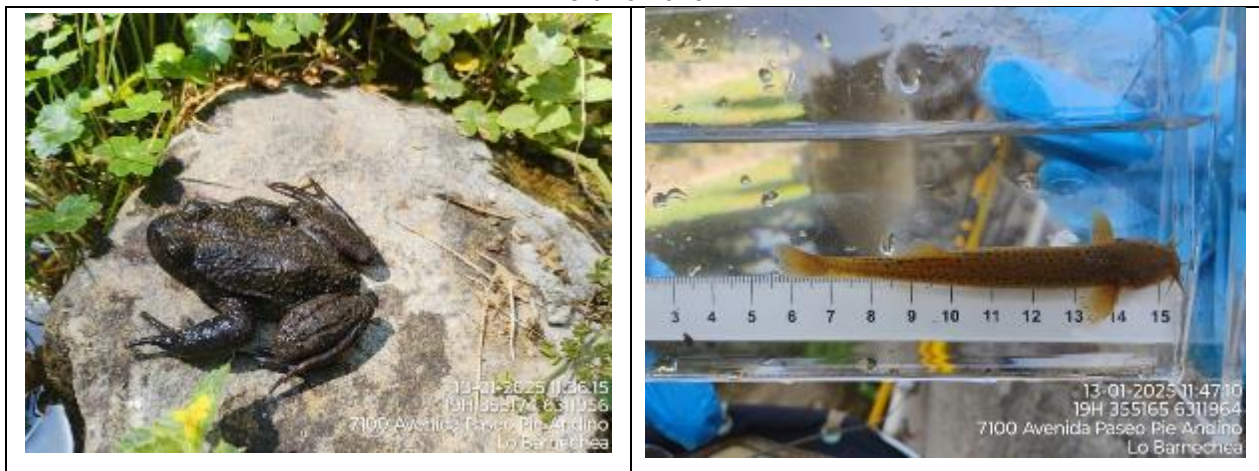
Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Origen Biogeográfico
Fauna íctica	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Vulnerable	Nativo
Anfibios	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	Preocupación menor	Nativo
	<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo arriero	Casi amenazada	Endémico
	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	Casi amenazada	Nativo

Fuente: Elaboración propia.

Aun cuando solamente el bagrecito se encuentra clasificado en una categoría considerada de Amenazada, de acuerdo a los procesos de clasificación del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE, D.S. N° 75/2005), la especie sapo arriero, *Alsodes nodosus*, es endémico a un par de localidades en Chile central y *Rhinella spinulosa* a desaparecido de varias regiones del país y actualmente está restringido a una o dos regiones del país.

Por ello, la presencia de alguna de estas especies en los humedales de Lo Barnechea le suma un valor muy relevante como habitat para anfibios y peces.

**Fotografía 4-1. Ejemplares de *Rhinella spinulosa* y *Trichomycterus areolatus* en Los Trapenses, verano 2025.**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2 Invertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos o macrozoobentos han sido utilizados como indicadores de la calidad de los sistemas acuáticos ya que su la composición o presencia y ausencia son el resultado de la tolerancia de los diferentes taxas a las perturbaciones ambientales.

Para este caso utilizaremos la presencia de grupos de invertebrados bentónicos con mayor sensibilidad a la calidad o contaminación orgánica. En la Tabla 4-2 se indican las especies o taxa

de mayor sensibilidad, (según Figueroa *et al.*, 2007) registradas en los humedales urbanos en estudio.

**Tabla 4-2. Taxa de invertebrados sensibles a contaminación presentes en Humedales Urbanos Lo Barnechea**

Clase	Orden o clase	Familia	Valor de tolerancia
Insecta	Diptera	Blephariceridae	0
	Megalóptera	Corydalidae	0
	Plecoptera	Notonemouridae	0
		Diamphipnoidae	0
		Eustheniidae	0
	Trichoptera	Glossosomatidae	0
		Hydrobiosidae	0

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3 Jerarquización de Estaciones de Monitoreo en función de especies indicadoras

De acuerdo con la presencia de estos grupos de invertebrados bentónicos y la fauna vertebrada acuática antes mencionada, se realizó una selección y jerarquización de las estaciones de muestreo con mayor presencia de estas especies, como indicadores de mayor calidad ambiental o menor contaminación.

En la Tabla 4-3 se prioriza aquellas estaciones de monitoreo con presencia de especies indicadoras de la calidad del hábitat acuático, correspondiente a los siguientes humedales:

- HU Estero Las Gualtatas: todas las estaciones de monitoreo
- HU Vegas de Montaña: Vega Manantiales y Estero Barros Negros
- HU Los Trapenses, Estero Los Trapenses

**Tabla 4-3. Estaciones de monitoreo con presencia de especies indicadora de buena calidad de aguas**

Estación	Peces	Anfibios			Macroinvertebrados bentónicos	
HLG-6	<i>T. areolatus</i>	<i>A. nodosus</i>	-	<i>P. thaul</i>	-	-
HLG-7	<i>T. areolatus</i>	-	<i>R. spinulosa</i>	-	-	-
HT-1	<i>T. areolatus</i>	-	<i>R. spinulosa</i>	-	-	-
VM-7	-	-	-	-	Corydalidae	Hydrobiosidae
VM-8	-	-	-	-	Corydalidae	Hydrobiosidae
HLG-1	<i>T. areolatus</i>	-	-	-	-	-
HLG-2	<i>T. areolatus</i>	-	-	-	-	-

Estación	Peces	Anfibios			Macroinvertebrados bentónicos	
HLG-3	<i>T. areolatus</i>	-	-	-	-	-
HLG-4	<i>T. areolatus</i>	-	-	-	-	-
HLG-5	<i>T. areolatus</i>	-	-	-	-	-
VM-1	-	-	<i>R. spinulosa</i>	-	-	-
VM-5	-	-	-	-	-	Hydrobiosidae

Fuente: Elaboración propia.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arratia, G. 1981. Género de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural.
- Bahamonde N., Carvacho A., Jara C., López M., Ponce F., Retamal M., Rudolph E. 1998. Categorías de Conservación de Decápodos Nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 47:91-100.
- Barbour, M.T., & J. Gerritsen. 1996. Subsampling of benthic samples: a defense of the fixed-count method. J. North Am. Benthol. Soc. 15: 386–391.
- Bertrand H. 1995. Les insectes aquatiques d'Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543 pp.
- Bicudo, C.E. & M. Menezes. 2005. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 1 ed. São Carlos: Rima Editora. 489 pp.
- Bigg B. Kilroy, C. 2000. Stream periphyton monitoring manual. New Zealand Ministry for the Environment/NIWA.
- CADE-IDEPE (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad Cuenca del Río Maipo. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de aguas. Diciembre 2004.
- Camousseight A. 2006. Estado de Conocimiento de los Ephemeroptera de Chile. Gayana (2006) Vol. 70 (1) Pp. 50-56.
- Campos H, G Dazarola, B Dyer, L Fuentes, JF Gavilán, L Huaquin, G Martínez, R Meléndez, G Pequeño, F Ponce, VH Ruiz, W Siefeld, D Soto, R Vega & I Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.
- Campos, H. 1979. Multivariate analysis of the taxonomy of the fish family Galaxiidae. Zoologisches Anzeiger (Jena) 202(3/4):280-288.
- Centro de ecología aplicada. 2018. Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile. Proyecto FIPA 2016-46
- Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2008. Guía para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.
- Cox, E.J. 1996. The identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall: 158 pp.
- Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of

- benthic samples with special emphasis on lotic waters. *Am. Midl. Nat.* 67: 477–504.
- Decreto Supremo N° 53/2015. Ministerio del Medio Ambiente. Establece normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Maipo.
  - Dirección General de Aguas (DGA), 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Chile. 121 pp.
  - Dirección general de Aguas. Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea (DGA) (electrónico).
  - Etienne G., M., Prado Campos, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales.
  - Fernández, H. y E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Serie Investigaciones de la UNT. Subserie Ciencias Exactas y Naturales. Editorial Universitaria de Tucumán, Argentina. 282 pp.
  - Figueroa R., Palma A., Ruiz V., Niell X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 80: 225-242.
  - Figueroa R., Valdovinos C., Araya E., Parra O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76: 275-285.
  - Finot V., C. Baeza, M. Muñoz-Xhick, E. Ruiz, J. Espejo, Alarcón, P. Carrasco, P. Novoa, MT. Eyzaguirre. 2018. Guía de Campo Alstroemerias Chilenas. Ed. Corporacion Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 29p.
  - GESAM CONSULTORES, SERNAPESCA. 2006. Obtención de información para la clasificación de la fauna acuática continental.
  - GESAM CONSULTORES, SUBPESCA. 2014. Base de datos de la fauna acuática nacional (2014).
  - Jara C, Rudolph EH & ER González. 2006. Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* (2006) Vol. 70 (1) pp. 40-49.
  - Jara C. 1994. *Aegla pewencha*, a new species of central Chilean freshwater decápodo (Crustácea: anomura: aeglidae). *proceedings of the biological society of Washington* 107(2): 325-339.
  - Jerez, V., Moroni, J. 2006. Diversidad de Coleoptera Acuáticos en Chile. *Gayana* 70(1): 72-81, 2006.
  - Lepretto C & Tell G. 1995. Ecosistemas de aguas continentales: metodología para su estudio.
  - LOBOS G, VIDAL M, CORREA C, LABRA A, DÍAZ - PÁEZ H, CHARRIER A, RABANAL F, DÍAZ S & TALA C (2013) Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 p
  - Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1996. Taxonomy of the neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31(3-4): 156- 169.

- Mackie GL. 2001. Applied aquatic ecosystem concepts. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA. 744 pp.
- Matthei, O 1995. "Manual de las malezas presentes en Chile". Alfabetá impresores. Chile
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019. Informe de calidad. "normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del río Maipo"
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2022. Plataforma SIMBIO. Disponible en: <https://simbio.mma.gob.cl>
- Morín, A. 1985. Variability of density estimates and the optimization of sampling programs for stream benthos. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1530–1534.
- Parra, O.O. and Bicudo, C.E.M. (1995) Introducción a la Biología y Sistemática de las Algas de Aguas Continentales. Gráfica Andes, Santiago, 269 p.
- Parra, O. & C. M. Bicudo. 1996. Algas de Aguas Continentales: Introducción a la Biología y Sistemática. Ediciones Universidad de Concepción. 268 pp.
- Parra, O., M. González y V. Dellarossa. 1983a. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae Parte I: Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Ulothricales. Universidad de Concepción. 151 pp.
- Parra, O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera y M. Orellana. 1982a. Manual taxonómico del fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. Universidad de Concepción. 70 pp.
- Parra, O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera y M. Orellana. 1982b. Manual taxonómico del fitoplancton de Chile. II. Chrysophyceae-Xanthophyceae. Universidad de Concepción. 82pp.
- Parra, O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera y M. Orellana. 1982c. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. III Cryptophyceae - Dinophyceae - Euglenophyceae. Universidad de Concepción. 99 pp.
- Pérez M., Jara C., Bond G. 2002. Phylogenetic relationships among the species of Aegla (Crustacea: Anomura: Aeglidae) freshwater crabs from Chile *Journal of Crustacean Biology*, 22(2): 304-313, 2002.
- Pérez-Losada M, Jara CG, Bond-Buckup G, Crandall KA 2002. Conservation phylogenetics of Chilean freshwater crabs Aegla (Anomura, Aeglidae): Assigning priorities for aquatic habitat protection. *Biological Conservation* Vol. 105 pp. 345-353.
- Ramírez C; R Godoy; D Contreras & Steigmaier. 1982. Guía de Plantas Acuáticas y Palustres Valdivianas. Instituto de botánica, Facultad de ciencias, U Austral de Chile.
- Rodríguez, R., C. Marticorena, D. Alarcón, C. Baeza, L. Cavieres, V.L. Finot, N. Fuentes, A. Kiessling, M. Mihoc, A. Pauchard, E. Ruiz, P. Sanchez & A. Marticorena. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica* 75(1): 1-430.
- Rojas A. 2006. Estado de conocimiento de los Trichoptera de Chile. *Gayana* vol. 70 (1) pp. 65-71.
- Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G. 1990. Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press, May 25, 1990 - Science - 747 pages.
- Ruíz VH & M Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Primera edición. Universidad de Concepción, Concepción. pp 356.
- San Martín, C, C. Ramírez H. Figueroa 1999. Análisis multivariable de la vegetación de

- un complejo de turberas en Cordillera Pelada (Valdivia, Chile). *Lazaroa* 20: 95-106.
- Sant'anna, C. L., Melcher, S. S., Carvalho, M. C., Gemelgo, M. C. P. & Azevedo, M. T. P. (2006): Planktic cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Bra-zil. – *Revista Brasileira de Botânica* 31: 1–15.
  - Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2021. informe técnico de cumplimiento de normas de calidad del agua. normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Maipo.
  - Scrimgeour, G.J., Culp, J.M., & Glozier, N.E. 1993. An improved technique for sampling lotic invertebrates. *Hydrobiología*, 254: 65–71.
  - Stark, J.D., Boothroyd, I.K.G., Harding, J.S., Maxted, J.R., & Scarsbrook, M.R. 2001. Protocols for sampling macroinvertebrates in wadeable streams. New Zealand Macroinvertebrate Working Group Report No. 1. Prepared for the Ministry for the Environment. Sustainable Management Fund Project No. 5103. 57 p.
  - Taylor, B.W, McIntosh, A.R., & Peckarsky, B.L. 2001. Sampling stream invertebrates using electroshocking techniques: implications for basic and applied research. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 437-445.
  - Valdovinos, C. 2006. Invertebrados dulceacuícolas. En: Conama, Eds. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos. Ocho Libros Editores, Santiago de Chile: 204-225.
  - Vera, A. & A. Camousseight. 2006. Estado de Conocimiento de los Plecópteros de Chile. *Gayana* 70(1):57-64.

## 5.1 Proceso Clasificación Estado de Conservación

- Decreto Supremo N° 10/2023. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 6 de octubre de 2023.
- Decreto Supremo N° 13/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 25 de julio de 2013.
- Decreto Supremo N° 151/2007. Chile. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de marzo de 2007.
- Decreto Supremo N° 16/2016. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, duodécimo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de septiembre de 2016.
- Decreto Supremo N° 16/2020. Ministerio del Medio Ambiente. Oficializa nómina para el décimo sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile. Diario Oficial, 27 de octubre de 2020
- Decreto Supremo N° 19/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de febrero de 2013.
- Decreto Supremo N° 23/2009. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría

- General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 7 de mayo de 2009.
- Decreto Supremo N° 23/2019. Ministerio del Medio Ambiente. Oficializa nómina para el décimo quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile. Diario Oficial, 30 de julio de 2019
  - Decreto Supremo N° 33/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de febrero de 2012.
  - Decreto Supremo N° 38/2015. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 4 de diciembre de 2015.
  - Decreto Supremo N° 42/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.
  - Decreto Supremo N° 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.
  - Decreto Supremo N° 52/2014. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, décimo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 29 de agosto de 2014.
  - Decreto Supremo N° 6/2017. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, décimo tercer proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 2 de junio de 2017.
  - Decreto Supremo N° 75/2005. Chile. Aprueba reglamento para la clasificación de especies silvestres. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial 11 de mayo de 2005.
  - Decreto Supremo N° 79/2018. Ministerio del Medio Ambiente. Oficializa nómina para el décimo cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile. Diario Oficial, 4 de diciembre de 2018
  -

## 5.2 Fuentes de información calidad de aguas

Se revisaron los antecedentes disponibles de calidad de aguas para la cuenca del río Maipo, en diversas fuentes que incluyen principalmente el Centro de Información de Recursos Naturales: Recursos Hídricos, publicaciones científicas y referencias del consultor. Las referencias bibliográficas más relevantes fueron:

- Cade-Idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad Cuenca del Río Maipo. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas.
- Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2008. Guía para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas.
- Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (data electrónica).

- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2021. Informe técnico de cumplimiento de normas de calidad del agua. Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del Río Maipo.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019. Informe de Calidad. “Normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del Río Maipo.”

### 5.3 Fuentes de información biota acuática

La recopilación y revisión de antecedentes sobre la flora y fauna acuática del área de influencia del proyecto contempló las siguientes fuentes de información de instituciones públicas, universidades e institutos de investigación:

- Biblioteca Museo Nacional de Historia Natural.
- Biblioteca Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Biblioteca Universidad de Concepción y Centro-EULA.
- Biblioteca Universidad Austral de Chile.
- Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (electrónico)
- Base de datos de la fauna acuática nacional GESAM-SERNAPESCA (2006).
- Base de datos de la fauna acuática nacional GESAM-SUBPESCA (2014).
- Centro de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (DGA) (electrónico).

Título	Autor	Referencia
Composición de la dieta de <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792) (Pisces: Salmonidae) en un sistema fluvial de baja intervención antrópica: Estero Nonguén, VIII Región, Chile	Alejandro Palma, Ricardo Figueroa, Víctor H Ruiz, Elizabeth Araya, and Patricia Berríos. 2002.	Gayana 66: 129–139.
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Maipo	CADE-IDEPE, 2004.	Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. 201 pp.
Peces límnicos de Chile.	Vila, Irma & Fuentes, Leopoldo & Contreras, Manuel. 1999.	Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 48. 61-75.
Benthic macroinvertebrates assemblages as indicators of water quality applying a modified biotic index in a spatio-seasonal context in a coastal basin of Southern Chile.	Fierro, P. <i>et al.</i> 2012.	Revista de Biología Marina y Oceanografía 47(1): 23- 33.
Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana, Informe Final.	R y Q INGENIERÍA LTDA, 1993.	Dirección General de Aguas, Departamento de Conservación y protección de Recursos Hídricos, Ministerio de Obras Públicas, Tomo 4.
Protección y manejo sustentable de Humedales	CONAMA. Centro de	Archivo electrónico

Título	Autor	Referencia
integrados a la cuenca hidrográfica.	Ecología aplicada 2006.	
Sistemática del género Cheirodon en Chile con descripción de una nueva especie. Análisis de multivarianza.	Hugo Campos, 1982.	Colecciones, U. Austral, Arratia y U. de Chile.
Spatio-temporal distribution patterns and conservation of fish assemblages in a Chilean coastal river.	Evelyn M Habit, Mark C. Belk, Pedro Victoriano, and Edilia Jaque. 2007.	Biodivers Conserv 16: 3179–3191
Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	Luebert, F., y Pliscoff, P (2017).	Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
Vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica	Gajardo, R. (1994).	Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
Ecosistemas de montaña de la cuenca alta del río Mapocho.	Angloamerican, 2021.	Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad CAPES.
Caracterización florística y pisos de vegetación en Los Andes de Santiago, Chile Central.	Muñoz Schick, M., Moreira-Muñoz, A., & Villagrán, C. (2000).	Caracterización florística y pisos de vegetación en Los Andes de Santiago, Chile Central.

## 6 APÉNDICES

### 6.1 Parámetros fisicoquímicos a analizar en laboratorio

Parámetro	Métodos	Unidad	LD	LQ
Temperatura	QWI-IO-TEMP-01 (Issue B Modification 1)	°C	0,1	0,1
Conductividad	QWI-IO-CE-01 Emisión B mod. 6	µS/cm	0,5	1,0
pH	QWI-IO-pH-01 Emisión B mod. 3	---	---	---
Oxígeno Disuelto	APHA 4500 O-G, Ed 23, 2017	mg/L	0,1	0,5
Nitrógeno Total	SM 4500-N. Ed. 23, 2017	mg/L	0,5	1,0
Nitrógeno-Nitrato (Nitrato)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,01	0,05
Nitrógeno-Nitrito (Nitrito)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,01	0,09
Amonio	SM 4500-NH3-D, Ed.23 2017	mg/L	0,03	0,10
Fósforo Total	US EPA Method 6020 A; Rev 1,2007, US EPA Method 3010 A Rev 1,1992. Espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente ICPM	mg/L	0,0010 0	0,0050 0
Fosfato-P (Ortofosfato)	QWI-IO-ANA-01 Emisión B, mod. 7 QWI-IO-EXT-01 Emisión B, mod. 3	mg/L	0,01	0,13
Clorofila-a	QWI-IO-Clorofila-01 (Issue B Modification 6)	mg/m <sup>3</sup>	2	5

Parámetro	Métodos	Unidad	LD	LQ
Coliformes Fecales	9221. E (E1 y E2)	NMP/100 mL	1,8	1600
Coliformes Totales	9221. B	NMP/100 mL	1,8	1,8

## 7 ANEXOS

Anexo 1: Permiso de pesca RES E-2024-117

(Anexo se incorpora como documento .pdf con el mismo nombre, adjunto)

Anexo 2: Certificados ALS mediciones *in situ*

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .pdf, adjunta)

Anexo 3: Certificados ALS análisis de aguas

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .pdf, adjunta)

Anexo 4: Certificado ALS muestreo de sedimento

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .pdf, adjunta)

Anexo 5: Certificados ALS análisis de sedimentos

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .pdf, adjunta)

Anexo 6: Base de Datos Consolidado

(Anexo se incorpora como archivo .xlsx con el mismo nombre, adjunto)

Anexo 7: Registro fotográfico

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .jpg, adjunta)

Anexo 8: Registro biodiversidad

(Anexo se incorpora como archivo .xlsx con el mismo nombre, adjunto)

Anexo 9: Puntos monitoreo Humedales Urbanos Lo Barnechea

(Anexo se incorpora como archivo .kmz con el mismo nombre, adjunto)

Anexo 10: Cartografías Estado Tróficos Humedales Urbanos Lo Barnechea

(Anexo se incorpora como carpeta que incluye documentos .jpg, adjunta)