SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA 5

TALCA -CHILLÁN S.A. (SURVÍAS)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS PUENTES EN LOS SUBSECTORES C Y D DEL SECTOR 1-RUTA 5 SUR, CONCESIÓN RUTA 5 TRAMO TALCA – CHILLÁN

CAPÍTULO 3 LÍNEA BASE (TOMO II)

0	12.07.2024	REVISIÓN CLIENTE	MFG	CMV	PQR	
Rev.	Fecha	EMITIDO PARA	PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ	SURVÍAS
			P-103050			RECIBIDO
N° Documento		103050-INF-AMB-003-R0				0

ÍNDICE DE CONTENIDOS

3.9 LÍNEA BASE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE 18
3.9.1 OBJETIVOS....18
3.9.2 METODOLOGÍA....18
3.9.3 RESULTADOS....36
3.9.4 CONCLUSIONES....174
3.9.5 BIBLIOGRAFÍA....179
3.10 LÍNEA BASE FLORA NO VASCULAR: BRIOFITAS 187
3.10.1 OBJETIVOS....187
3.10.2 METODOLOGÍA....187
3.10.3 RESULTADOS....194
3.10.4 CONCLUSIONES....221
3.10.5 BIBLIOGRAFÍA....223
3.11 LÍNEA BASE HONGOS Y LÍQUENES 226
3.11.1 OBJETIVOS....226
3.11.2 METODOLOGÍA....226
3.11.3 RESULTADOS....231
3.11.4 CONCLUSIONES....259
3.11.5 BIBLIOGRAFÍA....260
3.12 LÍNEA BASE FAUNA 265
3.12.1 OBJETIVOS....265
3.12.2 METODOLOGÍA....265
3.12.3 RESULTADOS....275
3.12.4 CONCLUSIONES....328
3.12.5 BIBLIOGRAFÍA....330
3.13 LÍNEA BASE BIOTA ACUÁTICA 333

3.13.1 OBJETIVOS....333
3.13.2 METODOLOGÍA....334
3.13.3 RESULTADOS....346
3.13.4 CONCLUSIONES....467
3.13.5 BIBLIOGRAFÍA....474
3.14 ECOSISTEMAS 479
3.14.1 OBJETIVOS....479
3.14.2 METODOLOGÍA....479
3.14.3 RESULTADOS....486
3.14.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN....520
3.14.5 BIBLIOGRAFÍA....522

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3- 1: Códigos de altura para tipos biológicos según método COT. 22
Tabla 3- 2: Codificación de rangos de cobertura vegetal.....23
Tabla 3- 3: Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet. 23
Tabla 3- 4: Presencia de singularidades ambientales asociadas a las vegetación y flora en el AI. 29
Tabla 3- 5: Resumen de parámetros considerados en el análisis de Cambio Climático (ARClim, MMA 2020). 34
Tabla 3- 6: Superficies por categoría de uso en el área de influencia preliminar del Proyecto. .41
Tabla 3- 7: Listado de comunidades y especies en el AI preliminar del Proyecto según Gajardo (1994) 42
Tabla 3- 8: Listado de especies para el área de influencia preliminar del Proyecto según Luebert y Pliscoff (2017). 46
Tabla 3- 9: Proyectos cercanos dentro del SEIA. 47
Tabla 3- 10: Parcelas de inventario en Bosques de alóctonas asilvestradas....53
Tabla 3- 11: Parcelas de inventario en Vegetación ribereña 60
Tabla 3- 12: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Cunaco en mini parcelas de 1x1 63
Tabla 3- 13: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ancoa en mini parcelas de 1x1 68

Tabla 3- 14: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Longaví en mini parcelas de 1x1 73
Tabla 3- 15: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Copihue en mini parcelas de 1x1 77
Tabla 3- 16: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Colliguay en mini parcelas de 1x1 ...81
Tabla 3- 17: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Parral en mini parcelas de 1x1 85
Tabla 3- 18: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ñiquén en mini parcelas de 1x1 90
Tabla 3- 19: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Navotavo en mini parcelas de 1x1 m 95
Tabla 3- 20: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Lilahue en mini parcelas de 1x1 m ..99
Tabla 3- 21: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ninquihue en mini parcelas de 1x1 m 103
Tabla 3- 22: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Menelhue en mini parcelas de 1x1 m 107
Tabla 3- 23: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Nebuco en mini parcelas de 1x1 ...111
Tabla 3- 24: Superficies por UH en el área de influencia preliminar del Proyecto.....116
Tabla 3- 25: Sectores de emplazamiento de IF 121
Tabla 3- 26: Catálogo de especies de flora vascular para el área de influencia del Proyecto. .127
Tabla 3- 27: Riqueza estación primavera año 2022. 145
Tabla 3- 28: Riqueza estación verano año 2023. 146
Tabla 3- 29: Riqueza estación otoño año 2023. 146
Tabla 3- 30: Listado de las especies en categoría de conservación en el AI del Proyecto. 149
Tabla 3- 31: Análisis de las singularidades ambientales. 150
Tabla 3- 32: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5) 172
Tabla 3- 33: Tabla resumen con la situación del componente Flora y Vegetación en cada Puente 177
Tabla 3- 35: Listado potencial de especies de briófitos para el Área de Influencia preliminar del Proyecto.....197
Tabla 3- 36: Proyectos cercanos dentro del SEIA. 201
Tabla 3- 37: Distribución de briófitos a nivel de género registrados en el AI del Proyecto. 205

Tabla 3- 38: Listado taxonómico de las especies de briófitos registrados en el AI del Proyecto. 206

Tabla 3- 39: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5) 220

Tabla 3- 40: Tabla resumen con la situación del componente de flora no vascular en cada Puente 222

Tabla 3- 41: Listado potencial de especies de hongos para el Área de Influencia del Proyecto. 235

Tabla 3- 42: Listado potencial de especies de líquenes para el Área de Influencia del Proyecto. 239

Tabla 3- 43: Proyectos cercanos dentro del SEIA. 242

Tabla 3- 44: Distribución de hongos a nivel de género registrados en el AI del Proyecto. 246

Tabla 3- 45: Listado taxonómico y ubicación de las especies registrados en el AI del Proyecto. 247

Tabla 3- 46: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5) 258

Tabla 3- 47: Listado con proyectos revisados para la elaboración de listado de especies potenciales. 266

Tabla 3- 48: Singularidades Ambientales 269

Tabla 3- 49: Esfuerzo de muestreo y campaña de terreno 270

Tabla 3- 50: Resumen del listado de especies potenciales en el área de influencia 275

Tabla 3- 51: Metodologías y horarios para muestreo de fauna aplicados en el área de influencia 276

Tabla 3- 52: Hábitats descritos en el área de influencia y su respectiva codificación 279

Tabla 3- 53: Riqueza de aves en el área de influencia 280

Tabla 3- 54: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a primavera 2022 283

Tabla 3- 55: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a verano 2023 283

Tabla 3- 56: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a otoño 2023 284

Tabla 3- 57: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a invierno 2023.....286
Tabla 3- 58: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, primavera 2022.....287
Tabla 3- 59: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, verano 2023.....287
Tabla 3- 60: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, otoño 2023.....288
Tabla 3- 61: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, invierno 2023.....288
Tabla 3- 62: Abundancia y distribución de avifauna acuática, primavera 2022.....288
Tabla 3- 63: Abundancia y distribución de avifauna acuática, verano 2023.....289
Tabla 3- 64: Abundancia y distribución de avifauna acuática, otoño 2023.....289
Tabla 3- 65: Abundancia y distribución de avifauna acuática, invierno 2023.....290
Tabla 3- 66: Riqueza acumulada de reptiles en el área de influencia.....291
Tabla 3- 67: Abundancia y distribución de reptiles, primavera 2022.....292
Tabla 3- 68: Abundancia y distribución de reptiles, verano 2023.....292
Tabla 3- 69: Abundancia y distribución de reptiles, otoño 2023.....293
Tabla 3- 70: Abundancia y distribución de reptiles, invierno 2023.....293
Tabla 3- 71: Riqueza acumulada de anfibios en el área de influencia.....294
Tabla 3- 72: Abundancia de anfibios por registro de individuos, primavera 2022.....295
Tabla 3- 73: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, primavera 2022.....295
Tabla 3- 74: Abundancia de anfibios por registro de individuos, verano 2023.....296
Tabla 3- 75: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, verano 2023.....296
Tabla 3- 76: Abundancia de anfibios por registro de individuos, otoño 2023.....297
Tabla 3- 77: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, otoño 2023.....297
Tabla 3- 78: Abundancia de anfibios por registro de individuos, invierno 2023.....298
Tabla 3- 79: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, invierno 2023.....298
Tabla 3- 80: Síntesis distribución de anfibios en el área de influencia.....299
Tabla 3- 81: Riqueza acumulada de mamíferos en el área de influencia.....299
Tabla 3- 82: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, primavera 2022.....300
Tabla 3- 83: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, verano 2023.....301
Tabla 3- 84: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, otoño 2023.....301

Tabla 3- 85: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, invierno 2023 301

Tabla 3- 86: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, primavera 2022 302

Tabla 3- 87: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, verano 2023 302

Tabla 3- 88: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, otoño 2023 302

Tabla 3- 89: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, invierno 2023 303

Tabla 3- 90: Presencia de murciélagos en el área de influencia, primavera 2022 303

Tabla 3- 91: Presencia de murciélagos en el área de influencia, verano 2023 304

Tabla 3- 92: Presencia de murciélagos en el área de influencia, otoño 2023 304

Tabla 3- 93: Presencia de murciélagos en el área de influencia, invierno 2023 305

Tabla 3- 94: Presencia y distribución de mamíferos por detección de rastros 305

Tabla 3- 95: Estado de conservación, criterios de protección Ley de Caza y origen de la fauna 306

Tabla 3- 96: Especies clasificadas en categoría de amenaza, incluyendo Casi amenazada ...311

Tabla 3- 97: Especies endémicas registradas en el área de influencia 312

Tabla 3- 98: Especies de distribución restringida y/o con poblaciones reducidas 312

Tabla 3- 99: Especies nativas de baja movilidad presentes en el área de influencia 313

Tabla 3- 100: Hábitats relevantes para fauna en el área de influencia 314

Tabla 3- 101: Resumen de especies con condición de singularidad ambiental 314

Tabla 3- 102: Comunas consideradas en el análisis de riesgo climático 319

Tabla 3- 103: Matriz de riesgo para la diversidad de fauna por cambios de precipitación 320

Tabla 3- 104: Matriz de riesgo para la diversidad de fauna por cambios de temperatura 322

Tabla 3- 105: Especies evaluadas según su probabilidad de presencia 324

Tabla 3- 106: Cambios en la distribución de fauna bajo un escenario climático pesimista RCP8.5 325

Tabla 3- 107: Rangos de calidad de agua del índice biótico de familia *Ch* IBF 337

Tabla 3- 108: Parámetros y especificaciones técnicas de sonda multiparámetro 341

Tabla 3- 109: Métricas para valorar el índice de hábitat fluvial IHF 341
Tabla 3- 110: Niveles y rangos de calidad, de índice de hábitat fluvial, IHF 342
Tabla 3- 111: Clasificación según tipo de sustrato. 342
Tabla 3- 112: Objetivo proyecto, tipología, mapas de riesgos 344
Tabla 3- 113: Listado de ictiofauna potencial para el sector 347
Tabla 3- 114: Muestreo y coordenadas de puntos de muestreo, campaña primavera 2022 (WGS84, Huso 18 y 19 Sur).....348
Tabla 3- 115: Fauna íctica por punto de muestreo, primavera 2022.....352
Tabla 3- 116: Fauna íctica por punto de muestreo, otoño 2023 354
Tabla 3- 117: Parámetros ecológicos de Fauna íctica por campaña 357
Tabla 3- 118: Parámetros morfométricos de la fauna íctica, primavera 2022 360
Tabla 3- 119: Parámetros morfométricos de la fauna íctica, otoño 2023.....368
Tabla 3- 120: Fauna íctica campañas: primavera 2022 y otoño 2023 377
Tabla 3- 121: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E1 a E8, primavera 2022. 381
Tabla 3- 122: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E 9 a E17, primavera 2022. 382
Tabla 3- 123: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E18 a E26, primavera 2022. 384
Tabla 3- 124: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E1 a E7, otoño 2023. 388
Tabla 3- 125: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E 8 a E16, otoño 2023.....389
Tabla 3- 126: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E17 a E26, otoño 2023.....390
Tabla 3- 127: Parámetros ecológicos de macroinvertebrados bentónicos.....393
Tabla 3- 128: Índice *Ch* IBF, por punto de muestreo.....396
Tabla 3- 129: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E1 a E8, primavera 2022.....402
Tabla 3- 130: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E9 a E17, primavera 2022.....403

Tabla 3- 131: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E18 a E26, primavera 2022 405

Tabla 3- 132: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E1 a E8, otoño 2023 406

Tabla 3- 133: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E9 a E18, otoño 2023 408

Tabla 3- 134: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E20 a E26, otoño 2023 410

Tabla 3- 135: Parámetros ecológicos del componente fitoplancton 413

Tabla 3- 136: Abundancia por taxón de fitobentos desde E1 a E9, primavera 2022 418

Tabla 3- 137: Abundancia por taxón de fitobentos desde E10 a E18, primavera 2022. 421

Tabla 3- 138: Abundancia por taxón de fitobentos desde E20 E26, primavera 2022. 424

Tabla 3- 139: Abundancia por taxón de fitobentos desde E1 a E8, otoño 2023 428

Tabla 3- 140: Abundancia por taxón de fitobentos desde E9 a E18, otoño 2023 430

Tabla 3- 141: Abundancia por taxón de fitobentos desde E20 a E26, otoño 2023 432

Tabla 3- 142: Parámetros ecológicos del componente de Fitobentos 434

Tabla 3- 143: Abundancia por taxón de zooplancton desde el punto de muestreo E1 a E12 ..437

Tabla 3- 144: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E10 a E17 437

Tabla 3- 145: Abundancia por taxón de zooplancton, otoño 2023 438

Tabla 3- 146: Cobertura de macrófitos y formas de vida por punto de muestreo 438

Tabla 3- 147: Pérdida de flora por cambios de temperatura 464

Tabla 3- 148: Pérdida de flora por cambios en precipitaciones 464

Tabla 3- 149: Riesgo por Inundaciones por desbordes de ríos 466

Tabla 3- 150: Riesgo por disponibilidad de agua superficial para fines ambientales. 467

Tabla 3- 151: Presencia de fauna en categoría de conservación por punto de muestreo 473

Tabla 3- 152: Contaminantes disponibles en cada estación de monitoreo 487

Tabla 3- 153: Comportamiento de cada puente respecto a la calidad del aire 488

Tabla 3- 154: Rasgos de suelos hídricos identificados en el AI consolidada de suelo. 492

Tabla 3- 155: Humedales que pertenecen al Inventario Nacional de Humedales. 492

Tabla 3- 156: Puentes con presencia de suelo hídrico. 493
Tabla 3- 157: Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) en el AI de suelo. 493
Tabla 3- 158: Capacidad de Sustentar Biodiversidad por Puente Proyectado....493
Tabla 3- 159: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-5. 494
Tabla 3- 160: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-4. 494
Tabla 3- 161: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-4. 495
Tabla 3- 162: Identificación y presencia de especie en cada puente según campaña de muestreo 495
Tabla 3- 163: Análisis de las singularidades ambientales. 498
Tabla 3- 164: Tabla resumen con la situación del componente Flora y Vegetación en cada Puente 499
Tabla 3- 165: Descripción de especies registradas durante 4 campañas de terreno en los puntos de muestreo....499
Tabla 3- 166: Resumen de especies con condición de singularidad ambiental 503
Tabla 3- 167: Hábitats relevantes para fauna en el área de influencia 503
Tabla 3- 168: Descripción de especies por punto de muestreo....505
Tabla 3- 169: Descripción Phyllum por punto de muestreo. 506
Tabla 3- 170: Descripción de Phyllums identificados por punto de muestreo. 508
Tabla 3- 171: Descripción Phyllums descritos en el AI del proyecto. 511
Tabla 3- 172: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E1 a E9....514
Tabla 3- 173: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E10 a E17....514
Tabla 3- 174: Cobertura de macrófitos y formas de vida por punto de muestreo....515
Tabla 3- 175: Servicios ecosistémicos identificados en humedales....518
Tabla 3- 176: Servicios ecosistémicos identificados por las comunidades a lo largo del proyecto y elementos antrópicos asociados a cada puente. 519

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3- 1: Fórmula para la determinación del número de parcelas de muestreo 28

Figura 3- 2: Esquema de los componentes del “Riesgo Climático” según el MMA (2020).....32

Figura 3- 3: Formación vegetacional según Gajardo (1994).....38

Figura 3- 4: Formación vegetacional según Luebert y Pliscoff (2017) 40

Figura 3- 5: Registro de *Crinodendron patagua* en el AI preliminar del Puente Colliguay.....157

Figura 3- 6: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile 162

Figura 3- 7: Mapa de relevancia de Ecosistemas.....164

Figura 3- 8: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)....165

Figura 3- 9: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B). 167

Figura 3- 10: Mapa de Plantaciones forestales entre el periodo histórico y el futuro. (A) aumento del riesgo de pérdida de verdor. (B) variación en el riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor. 168

Figura 3- 11: Cambio relativo en el área (%) de humedales en el mundo 170

Figura 3- 12: Formación vegetacional según Gajardo (1994).....195

Figura 3- 13: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile 214

Figura 3- 14: Mapa de relevancia de Ecosistemas.....216

Figura 3- 15: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)..217

Figura 3- 16: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B). 219

Figura 3- 17: Formación vegetacional según Gajardo (1994).....232

Figura 3- 18: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile 252

Figura 3- 19: Mapa de relevancia de Ecosistemas.....254

Figura 3- 20: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)..255

Figura 3- 21: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B). 257

Figura 3- 22: Ubicación de las 13 estaciones de muestreo 278

Figura 3- 23: Estructura de clasificación de especies de la UICN.....311

Figura 3- 24: Proyección del aumento de temperatura bajo escenario pesimista RCP8.5.....316

Figura 3- 25: Proyección en la temperatura media y precipitación acumulada para las provincias de Talca, Linares, Punilla y Diguillín.....318

Figura 3- 26: Mapas de riesgo para la diversidad de fauna por cambios en precipitación 320

Figura 3- 27: Mapas de riesgo para la diversidad de fauna por cambios en temperatura.....322

Figura 3- 28: Diseño de muestreo sector Norte de los puentes.....350

Figura 3- 29: Diseño de muestreo, Sector Sur de los puentes 351

Figura 3- 30: OP en el marco del SEIA 481

Figura 3- 31: Relación causal entre diferentes rasgos funcionales presentes en los componentes de un ecosistema (plantas, invertebrados del suelo), y los servicios ecosistémicos. Grosor de cada flecha indica la magnitud del efecto. Fuente: de Bello et al. 2010.....482

Figura 3- 32. Secuencia de trabajo 482

Figura 3- 33. Servicios ecosistémicos provistos por humedales.....486

Figura 3- 34: Modelo conceptual ecosistémico humedal relacionado al AI del Proyecto y sus componentes abióticos identificados como OP. Las formas rectangulares indican los OP, las figuras ovaladas indican variables forzantes o claves en el funcionamiento ecosistémico. Las flechas indican interacciones entre los OP y variables del modelo, las cuales han sido especificadas de acuerdo con parámetros medidos.....517

Figura 3- 35: Modelo conceptual ecosistémico humedal relacionado al AI proyecto y sus componentes bióticos relacionados a OP. Las formas rectangulares indican los OP, las figuras ovaladas indican variables forzantes o claves en el funcionamiento ecosistémico. Las flechas indican interacciones entre los OP y variables. 518

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3- 1: Distribución relativa de las UH en el AI preliminar. 119

Gráfico 3- 2: Distribución relativa de las UH en el AI consolidada. 120

Gráfico 3- 3: Distribución porcentual del hábito de las especies registradas. 143
Gráfico 3- 4: Distribución porcentual del origen de las especies registradas. 144
Gráfico 3- 5: Distribución porcentual de especies de briófitas registradas en sus correspondientes clases taxonómicas. 204
Gráfico 3- 6: Distribución porcentual del origen de las especies registradas. 205
Gráfico 3- 7: Distribución porcentual de especies de hongos registrados en sus correspondientes clases taxonómicas. 245
Gráfico 3- 8: Distribución porcentual del origen de las especies registradas. 246
Gráfico 3- 9: Variación estacional en la riqueza de avifauna 282
Gráfico 3- 10: Variación estacional en la riqueza de reptiles 291
Gráfico 3- 11: Variación estacional en la riqueza de anfibios 294
Gráfico 3- 12: Variación estacional en la riqueza de mamíferos 300
Gráfico 3- 13: Riqueza de especies. Fauna íctica 359
Gráfico 3- 14: Diversidad de especies. Fauna íctica 360
Gráfico 3- 15: Abundancia total de familia de zoobentos por puntos de muestreo, primavera 20222. 386
Gráfico 3- 16: Abundancia promedio de taxón de zoobentos (ind/m^2), otoño 2023. 392
Gráfico 3- 17: Riqueza de taxones de zoobentos por punto de muestreo. 395
Gráfico 3- 18: Diversidad de familia de zoobentos por punto de muestreo. 396
Gráfico 3- 19: Índice biótico Ch IBF, por punto de muestreo, primavera 2022 399
Gráfico 3- 20: Índice biótico Ch IBF, por punto de muestreo, otoño,2023. 400
Gráfico 3- 21: Riqueza de taxón de Fitoplancton. 416
Gráfico 3- 22: Diversidad de taxón de Fitoplancton. 416
Gráfico 3- 23: Riqueza de taxón de Fitobentos 436
Gráfico 3- 24: Diversidad de taxón de Fitobentos. 436
Gráfico 3- 25: Temperatura °C 440
Gráfico 3- 26: pH, registro *In situ* 441
Gráfico 3- 27: Oxígeno disuelto, registro In situ. 441
Gráfico 3- 28: Porcentaje de Saturación, registro *In situ* 441

Gráfico 3- 29: Conductividad eléctrica, registro *In situ*.....442
Gráfico 3- 30: Índice de hábitat fluvial, IHF, por punto de muestreo, primavera 2022.....443
Gráfico 3- 31: Índice de hábitat fluvial, IHF, por punto de muestreo, otoño 2023.....444

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3- 1: Unidad Bosque de alóctonas asilvestradas.....52
Fotografía 3- 2: Unidad Bosque nativo.....55
Fotografía 3- 3: Unidad Matorral. 56
Fotografía 3- 4: Unidad Matorral arborescente.....57
Fotografía 3- 5: Unidad Pradera.....58
Fotografía 3- 6: Unidad Vegetación ribereña.....59
Fotografía 3- 7: Unidad Vegetación ribereña en puente Cunaco (vista poniente y vista oriente) 62
Fotografía 3- 8: Cobertura de macrófitas en puente Cunaco en mini parcelas de 1x1 m.....64
Fotografía 3- 9: Unidad Vegetación ribereña en puente Ancoa N°1 (vista poniente y vista oriente) 66
Fotografía 3- 10: Unidad Vegetación ribereña en puente Ancoa N°2 (vista poniente y vista oriente) 67
Fotografía 3- 11: Cobertura de macrófitas en puente Ancoa en mini parcelas de 1x1 m.....70
Fotografía 3- 12: Unidad Vegetación ribereña en puente Longaví (vista poniente y vista oriente) 72
Fotografía 3- 13: Cobertura de macrófitas en puente Longaví en mini parcelas de 1x1 m 74
Fotografía 3- 14: Unidad Vegetación ribereña en puente Copihue (vista poniente y vista oriente) 76
Fotografía 3- 15: Cobertura de macrófitas en puente Copihue en mini parcelas de 1x1 m.....78
Fotografía 3- 16: Unidad Vegetación ribereña en puente Colliguay (vista poniente y vista oriente) 80
Fotografía 3- 17: Cobertura de macrófitas en puente Colliguay en mini parcelas de 1x1 m 82
Fotografía 3- 18: Unidad Vegetación ribereña en puente Parral (vista poniente y vista oriente)84
Fotografía 3- 19: Cobertura de macrófitas en puente Parral en mini parcelas de 1x1 m 87

Fotografía 3- 20: Unidad Vegetación ribereña en puente Ñiquén (vista poniente y vista oriente) 89
Fotografía 3- 21: Cobertura de macrófitas en puente Ñiquén en mini parcelas de 1x1 m.....92
Fotografía 3- 22 Unidad Vegetación ribereña en puente Navotavo (vista poniente y vista oriente) 94
Fotografía 3- 23: Cobertura de macrófitas en puente Navotavo en mini parcelas de 1x1 m.....96
Fotografía 3- 24 Unidad Vegetación ribereña en puente Lilahue (vista poniente y vista oriente) 98
Fotografía 3- 25: Cobertura de macrófitas en puente Lilahue en mini parcelas de 1x1 m 100
Fotografía 3- 26 Unidad Vegetación ribereña en puente Ninquihue (vista poniente y vista oriente) 102
Fotografía 3- 27: Cobertura de macrófitas en puente Ninquihue en mini parcelas de 1x1 m...104
Fotografía 3- 28 Unidad Vegetación ribereña en puente Menelhue (vista poniente y vista oriente) 106
Fotografía 3- 29: Cobertura de macrófitas en puente Menelhue en mini parcelas de 1x1 m ...108
Fotografía 3- 30: Unidad Vegetación ribereña en puente Nebuco (vista poniente y vista oriente) 110
Fotografía 3- 31: Cobertura de macrófitas en puente Nebuco en mini parcelas de 1x1 m.....113
Fotografía 3- 32: Unidad Cortinas arbóreas. 115
Fotografía 3- 33: Unidad Agrícola. 116
Fotografía 3- 34: Registro de algunas singularidades observadas en el AI preliminar del Proyecto. 156
Fotografía 3- 37: Ejemplos de registros fotográficos de especies de briófitos tomados durante la campaña estacional de terreno primavera de 2022.....190
Fotografía 3- 38: Registros de terreno: El musgo *Fissidens bryoides* y la hepática *Lunularia cruciata*. 208
Fotografía 3- 39: El musgo *Cratoneuropsis chilensis*. 209
Fotografía 3- 40: El musgo *Barbula unguiculata*.....210
Fotografía 3- 41: Los musgos *Gertrudiella fusca* y *Ceratodon purpureus*.....210
Fotografía 3- 42: Registros de terreno. 248
Fotografía 3- 43: Arte de pesca eléctrica.....336

Fotografía 3- 44: Fauna Íctica nativa, campañas primavera 2022 y otoño 2023. 378
Fotografía 3- 45: Fauna Íctica introducida, campañas primavera 2022 y otoño 2023. 379
Fotografía 3- 49: Cunaco E1 444
Fotografía 3- 50: Cunaco E2 445
Fotografía 3- 51: Ancoa E3 446
Fotografía 3- 52: Ancoa E4 447
Fotografía 3- 53: Ancoa E5 447
Fotografía 3- 54: Ancoa E6 448
Fotografía 3- 55: Longaví E7 449
Fotografía 3- 56: Longaví E8 449
Fotografía 3- 57: Copihue E9 450
Fotografía 3- 58: Copihue E10 451
Fotografía 3- 59: Colliguay E11 451
Fotografía 3- 60: Colliguay E12 452
Fotografía 3- 61: Parral E13 453
Fotografía 3- 62: Parral E14 454
Fotografía 3- 63: Ñiquén E15 454
Fotografía 3- 64: Ñiquén E16 455
Fotografía 3- 65: Navotavo E17 456
Fotografía 3- 66: Navotavo E18 457
Fotografía 3- 67: Lilahue E19 457
Fotografía 3- 68: Lilahue E20 458
Fotografía 3- 69: Ninquihue E21 459
Fotografía 3- 70: Ninquihue E22 460
Fotografía 3- 71: Menelhue E23 460
Fotografía 3- 72: Menelhue E24 461
Fotografía 3- 73: Nebuco E25 462
Fotografía 3- 74: Nebuco E26 462

ANEXOS

Anexo 3 – 6 Flora y Vegetación

Anexo 3 – 7 Flora No Vascular

Anexo 3 – 8 Fauna Terrestre

Anexo 3 – 9 Ecosistemas Acuáticos

3.9 LÍNEA BASE FLORA Y VEGETACIÓN TERRESTRE

3.9.1 OBJETIVOS

3.9.1.1 OBJETIVO GENERAL

Describir y caracterizar el componente Flora vascular y Vegetación en el Área de Influencia (AI) del Proyecto Construcción de Nuevos Puentes, ubicado en las Regiones del Maule y Ñuble.

3.9.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y caracterizar los atributos relevantes del componente Flora y Vegetación por medio de la descripción de su AI, según lo indicado en el RSEIA.
- Determinar la riqueza de la flora presente en el AI del Proyecto, así como su grado de endemismo.
- Determinar la presencia de especies de flora vascular en categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente.
- Determinar la presencia de formaciones vegetales de acuerdo con la Ley N°20.283 Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, así como de plantaciones forestales, de acuerdo con la normativa relativa al D.L. N°701 de 1974.
- Identificar los atributos sensibles en el AI del Proyecto.

3.9.2 METODOLOGÍA

3.9.2.1 Marco de referencia técnico

Las guías utilizadas como referencia metodológica son las siguientes:

- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2015b. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. En específico las siguientes fichas: FICHA VE-01: VEGETACIÓN; FICHA VE-02: VEGETACIÓN; FICHA VE-03: VEGETACIÓN; FICHA VE-04: VEGETACIÓN; FICHA FL-01: FLORA; FICHA FL-02: FLORA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023. Guía área de influencia en humedales en el SEIA.

- CONAF. 2020. GUIA DE EVALUACION AMBIENTAL. Criterios para la participación de CONAF en el SEIA.
- MINAGRI. 1980. Decreto Supremo N°259, de 1980. Reglamento Técnico – D.L. N°701.
- MMA. R.E. N°223/2015, R.E. N°343/2022 y R.E. N°1174/2022 que Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental biodiversidad para los proyectos que cuentan con resolución de calificación ambiental.
- CONAF. 2021. Requerimientos técnicos para la presentación de cartografía digital georreferenciada ante CONAF.
- MMA – ONU MEDIO AMBIENTE. 2022. Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile.
- UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN.

3.9.2.2 Levantamiento de información

3.9.2.2.1 Recopilación de información bibliográfica

Sobre el área de influencia preliminar se realizó una revisión y selección bibliográfica, con la finalidad de contextualizar adecuadamente el entorno del Proyecto en términos biogeográficos, para lo cual se incluyeron antecedentes generales respecto de la clasificación de regiones ecológicas y formaciones vegetacionales definidas para el AI.

Por tanto, la caracterización de las formaciones vegetales y/o pisos biológicos y las especies presentes se obtuvieron de acuerdo con tres fuentes de información consultadas, las cuales se detallan a continuación:

- Gajardo R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica.
- Luebert F. y Pliscoff P. 2017. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile.
- CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Actualización 2008 y 2009 para las Regiones en estudio.

Estas fuentes cuentan también con capas de información digital que facilitan la representación territorial de la vegetación. Esto permite la identificación y rodalización de las distintas áreas observadas dentro del AI, en lo que se refiere a formaciones, comunidades tipo, uso del suelo e infraestructura.

Dicha información será presentada a través de la descripción pormenorizada de las formaciones vegetales o pisos biológicos descritas por cada autor, figura descriptiva con el emplazamiento de las formaciones con relación al AI del Proyecto y la presentación de listado de especies potenciales de acuerdo con dichas fuentes.

Además, se consideró la información existente dentro de las líneas de base de proyectos cercanos, que se encuentran disponibles en la plataforma del SEA.

3.9.2.2.2 Fotointerpretación

La clasificación de la vegetación y la correspondiente cartografía se realizó mediante fotointerpretación, diferenciando unidades homogéneas discretas. Las herramientas utilizadas para este procedimiento fueron imágenes de las distintas fuentes que permiten los módulos de los programas SIG, entre ellos Google Earth TM, Google Satellite, Bing Mapos, ESRI Imagery, entre otros. La escala varió en función de los elementos a identificar, es decir el tamaño de la formación y/o comunidad vegetacional, pero en general se digitalizó a escalas entre 1:2.000 y 1:3000.

Posteriormente el muestreo de la vegetación se basó inicialmente en una fotointerpretación del AI preliminar. Con esto se preparó una cartografía de trabajo en terreno considerando unidades diferenciadas según uso de suelo y tipo de vegetación en las formaciones con cobertura vegetal. Con la información resultante de las campañas de terreno, se generó la cartografía definitiva de la vegetación.

3.9.2.2.3 Campaña de terreno

En este apartado se describe la ejecución de la campaña de campo en el marco del Proyecto. El levantamiento de flora y vegetación se realizó con recorridos pedestres y estaciones de muestreo que fue dirigido a los parches de vegetación que se encontraban en el área de influencia preliminar (ver capítulo 2, componente Flora y Vegetación Terrestre) dentro de la que se emplaza el Proyecto y que considera un conjunto de predios en donde se insertan las obras.

La primera campaña de muestreo y levantamiento de información cuantitativa se realizó en primavera, desde el 28 de noviembre al 3 de diciembre de 2022. La segunda campaña de verano se realizó entre el 23 y 28 de enero de 2023. La tercera campaña de otoño entre los días 10 al 15 de abril de 2023. Todas en una jornada de trabajo que consideró un horario desde las 9:00 a las 19:00 h. Para ello, se recorrió toda el área de influencia preliminar del Proyecto y se realizaron puntos de descripción o estaciones de muestreo, además de parcelas de inventario (sus coordenadas geográficas en Apéndice A) de acuerdo con la metodología que se desarrolla en los siguientes puntos, con el fin de obtener información de las unidades vegetacionales que lo componen y antecedentes descriptivos y cuantitativos.

El equipo de trabajo en terreno estuvo compuesto por dos Ingenieros Forestales, especialistas en flora y vegetación. Se caracterizaron e inventariaron las formaciones de bosque, principalmente parches de bosques o bosquetes dentro de una gran matriz de praderas de

pastoreo y sectores agrícolas e infraestructura diversa. Los puntos georreferenciados fueron registrados haciendo uso de un GPS Garmin (Datum WGS84, Huso 18/19 Sur), y de los programas locus map versión 3.50.0 y SW Maps 2.9.0.3. Además, se realizaron registros fotográficos y colecta de muestras para identificación en gabinete de especies complejas o poco habituales, determinándolas mediante análisis taxonómico y claves su identificación, utilizando bibliografía especializada, en un proceso a cargo de un especialista. Los puntos mencionados se representan cartográficamente en el Capítulo 2 (Determinación y Justificación del Área de Influencia), sus coordenadas se detallan en el Anexo 3-6 Flora y vegetación del presente Estudio de Impacto Ambiental.

3.9.2.2.4 Descripción de la vegetación en el AI

La descripción de la vegetación y su hábitat se realizó a través de una Carta de Ocupación de Tierras (COT), metodología correspondiente a la ficha VE-02 de la “Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA” (en adelante “Guía SEA”). Los límites y la definición de las unidades se estructuraron en base a la fotointerpretación ya mencionada, y a los datos obtenidos en terreno. La metodología de COT involucra la evaluación de tres variables, a saber:

- Formación vegetal
- Especies dominantes
- Tipo biológico

Para cada polígono digitalizado se estableció la Unidad Homogénea y Formación Vegetal en función de especies dominantes, estratificación (rango de altura) cubrimiento (índice de cobertura).

Las Unidades Homogéneas corresponden a la agrupación de diferentes usos que caben en una misma categoría dentro de lo existente en el AI. Las categorías utilizadas corresponden al uso de suelo actual, como por ejemplo Bosque nativo, Plantaciones, Pradera, Agrícola, Infraestructura.

En cuanto a la formación vegetal, de acuerdo con Etienne y Prado (1982) la vegetación se clasifica en cuatro Tipos Biológicos fundamentales.

- Herbáceos (H): Son aquellas especies de tejidos no lignificados, con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos.
- Leñosos Bajos (LB): Son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura.
- Leñosos Altos (LA): Son aquellas especies de tejidos lignificados cuyo tamaño excede los dos metros de altura.
- Suculentos (S): Bajo esta denominación se agrupan principalmente las cactáceas y las bromeliáceas.

Como se indicó con anterioridad, cada formación vegetal tiene su composición botánica expresada principalmente en sus especies dominantes. Estas constituyen aquellas plantas cuyas características morfológicas marcan fisionómicamente a la vegetación. Serán especies dominantes para cada formación, aquellas especies más representativas de cada uno de los tipos biológicos. Con respecto al AI del Proyecto, se identificaron las especies dominantes (ED) por cada tipo biológico y se presentan en la Tabla del Anexo 3-6 Flora y vegetación Código de Especies Dominantes".

Por otro lado, la estratificación representa la disposición vertical de la vegetación, es decir, constituye un perfil o corte vertical en la comunidad, permitiendo distinguir y clasificar los diversos niveles de altura en los cuales se sitúan los tipos biológicos. Para cada unidad de formación vegetal se describe la altura o estratificación establecida para cada tipo biológico, según los rangos de altura establecidos para cada tipo biológico de acuerdo con lo siguiente.

Tabla 3- 1: Códigos de altura para tipos biológicos según método COT.

Leñoso Alto (LA)			Leñoso Bajo (LB)		
Código	**Altura**	**Estrato**	**Código**	**Altura**	**Estrato**
LA_1	< 2 m	Extremadamente baja	LB_1	< 25 cm	Muy baja
LA_2	2 – 4 m	Muy baja	LB_2	25 – 50 cm	Baja
LA_3	4 – 8 m	Baja	LB_3	50 – 100 cm	Media
LA_4	8 – 16 m	Media	LB_4	100 -200 cm	Alta
LA_5	16 – 32 m	Alta	LB_5	> 200 cm	Muy alta
LA_6	> 32 m	Muy alta			
Herbáceo (H)			**Suculentas (S)**		
Código	**Altura**	**Estrato**	**Código**	**Altura**	**Estrato**
H_1	< 25 cm	Muy baja	S_1	< 25 cm	Muy baja
H_2	25 – 50 cm	Baja	S_2	25 – 50 cm	Baja
H_3	50 – 100 cm	Media	S_3	50 – 100 cm	Media
H_4	100 -200 cm	Alta	S_4	100 -200 cm	Alta
H_5	> 200 cm	Muy Alta	S_5	> 200 cm	Muy Alta

Fuente: Etienne y Prado (1982).

A su vez el concepto cobertura vegetal o cubrimiento se refiere a la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio da una idea de la abundancia de los diferentes tipos biológicos y se expresa en porcentaje global o por estratos.

Para cada uno de los tipos biológicos se determinan los rangos de cubrimiento establecidos en la siguiente tabla, definidos como porcentaje de cobertura.

Tabla 3- 2: Codificación de rangos de cobertura vegetal.

Coberturas	Densidad	Índice
1 – 5%	Muy escaso	1
5 – 10%	Escaso	2
10 – 25%	Muy Claro	3
25 – 50%	Claro	4
50 – 75%	Poco denso	5
75 – 90%	Denso	6
90 – 100 %	Muy denso	7

Fuente: Etienne y Prado (1982).

Finalmente, a partir de las variables consideradas en la COT, las formaciones vegetales se definieron de acuerdo con el Sistema de Clasificación de la Vegetación en Formaciones Vegetales, el que establece el nombre de la formación vegetal de acuerdo con la cobertura del Tipo Biológico (SEA, 2015). En el caso de los bosques nativos se establece el Tipo Forestal de acuerdo con Guía SEA en su FICHA VE-03: VEGETACIÓN, que deriva del REGLAMENTO TÉCNICO DEL DECRETO LEY 701, DE 1974, sobre Fomento Forestal.

3.9.2.2.5 Riqueza de la flora

Para la caracterización florística del AI preliminar se utilizó dos métodos, el método semicuantitativo de Braun-Blanquet (Relevés), el cual establece la importancia sociológica de cada taxa en la formación utilizando una escala adaptada de cobertura y abundancia (ver Tabla siguiente).

Tabla 3- 3: Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet.

REGISTRO	ATRIBUTOS DE LA POBLACIÓN
5	Cualquier número de individuos, pero con cobertura superior al 75% de la parcela
4	Cualquier número de individuos, pero con cobertura entre 50 y 75% de la parcela
3	Cualquier número de individuos, pero con cobertura entre 25 y 50% de la parcela
2	Muy abundantes, pero con cobertura entre 5 y 25% de la parcela

REGISTRO	ATRIBUTOS DE LA POBLACIÓN
1	Abundantes, pero con cobertura menor al 5% de la parcela
+	Menos del 5%, poco abundantes
R	Individuos solitarios con cobertura insignificante
FP	Individuos registrados fuera de la parcela de muestreo

Fuente: Modificado de Braun Blanquet (1979).

Además, se utilizó el método de los cuadrantes correspondiente a la ficha FL-02 de la Guía SEA (SEA, 2015) para caracterizar la composición florística y abundancia de las especies, definiendo el tamaño de las parcelas en base al área mínima de acuerdo con Mueller-Dombois y Ellenberg (1974). En el caso de la presencia de vegetación hidrófila se utilizó algunos de los protocolos de muestreo de macrófitas, de acuerdo con la Guía de Humedales (SEA, 2023) y la Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile" (CEA, 2018b), utilizando un cuadrante de material vegetal de 1x1 m en donde se realiza el registro y cuenta de las especies presentes en esa superficie. Estas miniparcelas se distribuyeron en las orillas de los cursos de los cuerpos de agua, típicamente ríos o canales.

Esta información permite cuantificar los recursos de flora y vegetación para los diferentes tipos biológicos dentro del AI.

La nomenclatura taxonómica utilizada para la denominación de los taxa registrados, al igual que la caracterización por origen fitogeográfico, hábito de crecimiento y distribución en Chile continental, siguen principalmente al "Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile" (Rodríguez *et al.,* 2018) y sus actualizaciones permanentes en la página web del catálogo (http://catalogoplantas.udec.cl/). La taxonomía de las especies exóticas (alóctonas) seguirán el catálogo en línea de iNaturalistCL desde la página vinculada del Ministerio de Medio Ambiente (https://inaturalist.mma.gob.cl/).

Con respecto al origen, las tres categorías que puede presentar una especie vegetal son las siguientes:

- Endémica: Especie que se considera como tal cuando se conoce exclusivamente en una biota específica, ya sea a nivel de país o región.
- Nativa: Especie de una determinada taxa que pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana. Una especie nativa no es necesariamente endémica.
- Alóctona: Especie que se encuentra fuera de su área de distribución natural o de potencial dispersión, suponiéndose por ello algún tipo de intervención humana que se traduce en su traslado a través de una determinada barrera biogeográfica.

3.9.2.2.6 Especies en categoría de conservación

El estado de conservación de las especies de flora terrestre encontradas en el AI preliminar, se obtuvo en base al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), publicado en el D.S. N°29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), siendo utilizados los siguientes cuerpos legales vigentes D.S. Nº151/2007 (MINSEGPRES), D.S. Nº50/2007 (MINSEGPRES), D.S. Nº51/2008 (MINSEGPRES) y D.S. Nº23/2009 (MINSEGPRES), D.S. Nº33/2011 (MMA), D.S. Nº41/2011 (MMA), D.S. Nº42/2011 (MMA), D.S. Nº19/2012 (MMA), D.S. Nº13/2013 (MMA), D.S. Nº52/2014 (MMA), D.S. N°38/2015 (MMA), D.S. N°16/2016 (MMA), D.S. N°6/2017 (MMA), D.S. N°79/2018 (MMA), D.S. N°23/2019, D.S. N°16/2020 y D.S. N°44/2021.

Para efectos de la definición de las categorías de conservación, se consideraron las señaladas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D.S. Nº29/2011 del MMA) ya citado, que adoptó el uso de las categorías actualmente vigentes para UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza). Estas son:

I. Extinta (E): Cuando prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre. Se trata de especies que tampoco subsisten en cautiverio o cultivos.

II. Extinta en Estado Silvestre (EW): Cuando una especie sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

III. En Peligro Crítico (CR): Cuando una especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción, es decir, la probabilidad de que la especie desaparezca en el corto plazo es muy alta.

IV. En Peligro (EN): Cuando una especie, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro Crítico", enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir, cuando la probabilidad de que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta.

V. Vulnerable (VU): Cuando una especie, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro", la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

VI. Casi Amenazada (NT): Cuando una especie habiendo sido evaluada, no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable;

pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

VII. Preocupación Menor (LC): Cuando una especie, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Es la categoría de menor riesgo.

VIII. Datos Insuficientes (DD): Se aplica a especies que no pueden ser clasificadas en alguna categoría de conservación porque faltan datos o información, por lo tanto, no se considera una categoría de conservación.

3.9.2.2.7 Presencia de formaciones de bosque nativo, plantaciones o formaciones xerofíticas

Con respecto a la presencia de bosques nativos, de acuerdo con la Ley Nº20.283 de 2008 se define las siguientes categorías posibles de encontrar en el AI:

- Bosque: Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m^2, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables.
- Bosque nativo: Bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar.
- Bosque nativo de preservación: Aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquéllas clasificadas en las categorías de “en peligro de extinción”, “vulnerables”, “raras”, “insuficientemente conocidas” o “fuera de peligro”; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.
- Bosque nativo de conservación y protección: Aquél, cualquiera sea su superficie, que se encuentre ubicado en pendientes iguales o superiores a 45%, en suelos frágiles, o a menos de doscientos metros de manantiales, cuerpos o cursos de aguas naturales, destinados al resguardo de tales suelos y recursos hídricos.
- Bosque nativo de uso múltiple: Aquél, cuyos terrenos y formaciones vegetales no corresponden a las categorías de preservación o de conservación y protección, y que

está destinado preferentemente a la obtención de bienes y servicios, maderables y no maderables.

En el caso de las Plantaciones Forestales se consideró lo dispuesto en el Decreto Ley N°701/1974, del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), que fija régimen legal de los terrenos forestales o preferentemente aptos para la forestación, y establece normas de fomento sobre la materia. Además de su reglamento y modificaciones en los cuerpos Ley N°18.959/1990 (MINISTERIO DE HACIENDA) y Ley N°19.561/1998 (MINAGRI), que modifica el Decreto Ley N°701/1974 sobre Fomento Forestal; y el Decreto N°193/1998 (MINAGRI), que aprueba el Reglamento General del Decreto Ley N°701/1974 sobre Fomento Forestal.

Se entenderá por formaciones xerofíticas, de acuerdo con la Ley 20.283 a una formación vegetal constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre las Regiones I y VI, incluidas la Metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las Regiones VII y VIII. Para efectos de determinar la aplicabilidad del plan de trabajo de formaciones xerofíticas, se tuvo en consideración las condiciones establecidas en el Artículo N°1 del Decreto Supremo Nº26/2012 del Ministerio de Agricultura “Aprueba modificación de Reglamento General de la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal”, aprobado por Decreto N° 93/2008”, las cuales corresponden a:

- Superficie mayor o igual a una (1) hectárea;
- Ancho mínimo de 20 metros para las formaciones ubicadas al norte del río Elqui y de 40 metros para aquellas ubicadas al sur del señalado río; y
- Presencia de una o más especies nativas de acuerdo con el Decreto Supremo Nº68/2009 (MINAGRI) y de carácter xerofítico.
- Densidad mínima de individuos xerofíticos, suculentos o arbustivos, con o sin presencia de árboles aislados, de 500 individuos por hectáreas.

Por tanto, para la evaluación y cuantificación de estos tipos de formaciones, se consideró la ejecución de un inventario sobre ellas. Para lo cual se tuvo en consideración los siguientes aspectos.

- El bosque nativo fue clasificado en Unidades Básicas de Inventario.
- Registro de variables y parámetros empleados para describir el bosque.
- Registro de variables de estado silvicultural.
- Registro de variables ambientales y del medio físico.
- Registro de información adicional relevante (biodiversidad, cursos de agua, erosión, presencia de especies amenazadas de flora).
- Georreferenciación de la información.

Número de parcelas (unidades muestrales, u.m.): Con respecto a cantidad de parcelas o unidades muestrales, esta se definió en base al cálculo del tamaño muestral utilizando el criterio

de CONAF (2016) y la fórmula desarrollada por ellos para rodales mayores a 10 ha. De esta manera, el tamaño muestral (n) queda determinado por la siguiente expresión:

Figura 3- 1: Fórmula para la determinación del número de parcelas de muestreo

$$NP = \left(\frac{10.000 * SR}{SP}\right) * (0{,}0345 - [0.005 * \ln SR])$$

***NP**: Número de parcelas de muestreo*
***SP**: Superficie de la parcela (m^2)*
***SR**: Superficie del rodal (ha)*

Fuente: CONAF, 2016

Tipo, tamaño y forma de las parcelas (u.m.): Dado que se cumple que los individuos presentan la misma importancia, independiente de su dimensión o especie es que el tipo corresponde a parcelas probabilísticas convencionales. En ellas los árboles son seleccionados con probabilidad constante, y el área de selección es igual para todos los árboles. Esta área fue constante para todas las parcelas definiéndose en 500 m^2 y del tipo circular. Estas son eficientes cuando hay buena visibilidad y topografía suave, de modo que todos los árboles del entorno pueden observarse desde el centro de la parcela y se puede apreciar ocularmente su distancia a él. Principalmente para formaciones poco densas (abiertas), con poco o nada de sotobosque y con buena visibilidad. La superficie definida para formaciones de matorrales corresponderá a 400 m^2.

Tanto la superficie del bosque como el área de selección de los árboles se proyectaron sobre el plano horizontal, por tanto, en terrenos con pendiente se realizó compensación del radio o diagonal de las parcelas manualmente.

Mediciones en las u.m.: Se registraron variables generales como pendiente, cercanía a cursos de agua, entre otras. También variables de árbol como frecuencia, estado sanitario, altura, entre otras. Estas permitieron estimar los parámetros de rodal, específicamente la densidad por ha, mediante la expansión de la variable de estado a la ha.

Distribución de las u.m.: Dada la uniformidad de los parches y en general sus pequeñas extensiones dentro del AI es que se consideró una distribución aleatoria de las unidades muestrales. La localización aleatoria confiere la propiedad de insesgamiento que poseen las UM probabilísticas.

3.9.2.2.8 Singularidades

De acuerdo con las exigencias que debe cumplir todo Proyecto que se someta al SEIA, y en correspondencia con lo expresado en la Guía para la Descripción del Área de Influencia de los

componentes Suelo, Flora y Fauna de los Ecosistemas Terrestres (SEA, 2015), se analizó la presencia de singularidades ambientales asociadas a la vegetación y flora en el AI según la Guía de Evaluación Ambiental (CONAF, 2014). Se consideraron los siguientes casos, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3- 4: Presencia de singularidades ambientales asociadas a las vegetación y flora en el AI.

Guía	Código	Singularidad
Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (2015)	S-4	Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional.
	S-5	Presencia de formaciones vegetales relictuales.
	S-6	Presencia de formaciones vegetales remanentes.
	S-7	Presencia de formaciones vegetales frágiles.
	S-8	Presencia de Bosque Nativo de Preservación.
	S-11	Presencia de especies endémicas.
	S-12	Presencia de especies de distribución restringida.
	S-13	Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.
	S-13	Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.
	S-14	Actividad que se localizada en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.
	S-15	Actividad que se localiza en o colindante con áreas bajo protección oficial.
	S-16	Actividad que se localiza en o colindante con áreas protegidas privadas.
Guía de Evaluación Ambiental (2014)		Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley N°18.378).
		Actividad en o colindante con aguas arriba de humedales.

Guía	Código	Singularidad
		Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categoría de conservación.

Fuente: ENVIS, en base a la Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (2015) y Guía de Evaluación Ambiental.

3.9.2.2.9 Escenario de cambio climático

De acuerdo con las nuevas exigencias de incorporar el análisis del Cambio climático en proyectos que se sometan al SEIA, y en correspondencia con lo expresado en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA, se entregan antecedentes generales sobre el cambio climático y se analiza la respuesta de los objetos de protección (Flora, Vegetación y Ecosistemas terrestres) bajo el escenario de cambio climático más desfavorable. Específicamente, se analizarán los efectos del cambio climático en el componente de Flora y Vegetación a largo plazo ante un escenario climático pesimista. Para esto se han generado proyecciones basadas en modelos matemáticos complejos que conjugan factores climáticos, biológicos, sociales, económicos, entre otros, sus interacciones y retroalimentación. En el VI informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021 a y b https://www.ipcc.ch/reports/) se definen escenarios climáticos basados en las denominadas “Trayectorias de Concentración Representativas” (RCP, de sus siglas en inglés Representative Concentration Pathways), las cuales simulan diferentes grados de severidad de los efectos del cambio climático. Las RCP “abarcan series temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de gases de efecto invernadero (GEI), aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso del suelo y la cubierta terrestre” (Moss, 2008). La RCP 8,5 o trayectoria alta, indica un forzamiento radiativo que alcanzaría valores superiores a 8,5 W m–2 en el año 2100 y que sigue aumentando durante un lapso prolongado, esta asunción se basa en el supuesto de que sean constantes las emisiones de GEI después del año 2100 y sean constantes las concentraciones después de 2250. El forzamiento radiativo es un fenómeno por el cual la radiación solar que penetra la atmósfera y rebota en la superficie terrestre no puede ser emitida nuevamente al espacio producto de la alta acumulación atmosférica de los GEI lo cual incrementa la temperatura de la tropósfera (IPCC, 2013).

Se presentarán además aspectos generales sobre los efectos del cambio climático a nivel local en las regiones involucradas, específicamente sobre las comunas en donde se emplazan las obras, como una aproximación al Área de Influencia del Proyecto.

Para este análisis se utilizó el visualizador web “Atlas de Riesgos Climáticos” (ARClim), que está basado en el concepto de riesgo planteado por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) en 2014. El riesgo climático de ARClim (Ecuación 1) se modela

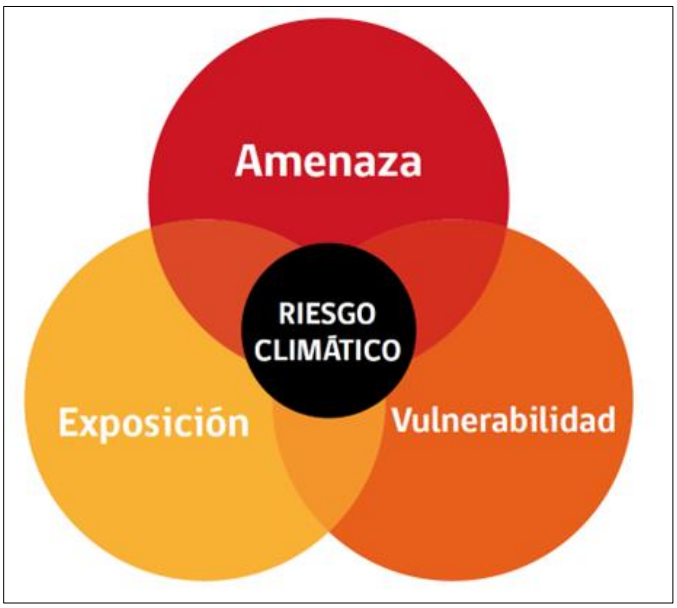
matemáticamente considerando el grado de Exposición, Vulnerabilidad, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa y Amenaza de los objetos de protección (ver figura siguiente). Estos elementos de acuerdo con Pica-Téllez *et al*. (2020) se definen a continuación:

Ecuación 1: $R = A \times E \times V$

Donde:

- **Amenaza (A):** probabilidad o intensidad esperada de condiciones climáticas adversas en cierto territorio entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro cercano (2035-2065) bajo un escenario pesimista de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) RCP 8,5.
- **Exposición (E):** relación con la presencia y dimensión de componentes ambientales (tamaño absoluto o relativo) potencialmente susceptible de ser afectados negativamente por sucesos climáticos en un sector o sistema.
- **Vulnerabilidad (V):** Factores no climáticos que indican la propensión o predisposición a que un territorio, ecosistema, comunidad o sector se vea afectado negativamente a partir de la sensibilidad o susceptibilidad al daño y a la falta de capacidad para responder y adaptarse.
- **Riesgo Climático (R):** Probabilidad e intensidad esperada de impactos negativos sobre sistemas ecológicos o la evolución de los componentes ambientales a causa del cambio climático. Se categoriza en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto.
- **Cadenas de impactos:** el MMA las define como los efectos desencadenados por el cambio climático tanto sobre componentes ambientales como sobre sectores productivos.

Figura 3- 2: Esquema de los componentes del "Riesgo Climático" según el MMA (2020)



Fuente: Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA, MMA 2023

Para el análisis se consideran los siguientes elementos:

Área de Influencia (AI): El proyecto se emplaza en la zona Centro-Sur de Chile, específicamente, emplaza en las regiones del Maule y de Ñuble, abarcando las comunas de Villa Alegre, Longaví, Retiro y Parral, en la provincia de Linares; de Ñiquén y San Carlos en la provincia de Punilla; y Chillán Viejo, en la provincia de Diguillín.

Proyecciones climáticas: Se investigaron las proyecciones climáticas en las comunas mencionadas en la Plataforma de Simulaciones Climáticas del CR2[1], donde se identificaron los cambios de la temperatura y precipitación promedio anual en un polígono entorno al Proyecto, considerando el escenario climático más desfavorable (RCP 8.5).

Ecosistemas Vulnerables: La determinación de ecosistemas vulnerables aledaños al área de influencia fue realizada en el Geoportal SIMBIO (Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad, https://apps.mma.gob.cl/visorsimbio) del Ministerio de Medioambiente (MMA), donde adicionalmente se consultó la Lista Roja de Ecosistemas (RLE).

[1] Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. www.cr2.cl

Matriz de Riesgo Climático: Para el análisis de riesgo climático de este estudio, se consultó el Atlas de Riesgo Climático (en adelante ARClim) del MMA, específicamente, se consideraron las cadenas de impacto ambiental sobre los Objetos de Protección atingentes al componente de flora y vegetación detallados en el artículo 9° de la Ley N° 21.455 Marco de Cambio Climático (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 5: Resumen de parámetros considerados en el análisis de Cambio Climático (ARClim, MMA 2020).

ÁREA DE IMPACTO	CADENAS DE IMPACTO	AMENAZA (A)	EXPOSICIÓN (E)	VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (R)
Bosque Nativo	Verdor en Bosques Nativos	Mayor frecuencia de olas de calor y sequías	Proporción de bosques nativos en todo el territorio nacional	Efecto combinado de cambios de variables ambientales y climáticas que afectan el índice de vegetación (NDVI)	Riesgo de pérdida de verdor
	Incendios en Bosques Nativos		Proporción de bosques nativos en todo el territorio nacional	Probabilidad de ocurrencia de incendios forestales	Riesgo de incendios forestales
Plantaciones Forestales	Verdor en Plantaciones Forestales		Proporción de plantaciones forestales en todo el territorio nacional	Efecto combinado de cambios de variables ambientales y climáticas que afectan el índice de vegetación (NDVI)	Riesgo de pérdida de verdor
	Incendios en Plantaciones Forestales		Proporción de plantaciones forestales en todo el territorio nacional	Probabilidad de ocurrencia de incendios forestales	Riesgo de incendios forestales
Flora	Pérdida de flora por cambios de precipitación	Δ precipitación anual (clima actual y futuro)	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los últimos 30 años	Multiplicación entre el margen de seguridad (Sensibilidad) y la capacidad adaptativa de las especies	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales por el cambio en la precipitación promedio anual
	Pérdida de flora por cambios de temperatura	Δ temperatura media anual (clima histórico y futuro)	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado la comuna en los últimos 30 años	Multiplicación entre el margen de seguridad (Sensibilidad) y la capacidad adaptativa de las especies	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales por el cambio en la temperatura promedio anual

Fuente: Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA, MMA 2023

En el apartado de cambio climático se presentarán los mapas de riesgo disponibles en la plataforma ARClim sobre tres principales cadenas de impacto, que serán detalladas a nivel comunal en donde se encuentra el área de influencia del proyecto.

3.9.2.3 Sistematización de la información

Los resultados del informe se presentarán de acuerdo con los objetivos específicos planteados anteriormente, de la siguiente forma:

- La descripción del AI se realizó mediante la recopilación bibliográfica en base a las fuentes ya mencionadas en el numeral 3.9.2.1 y otras que puedan ser relevantes para el componente.
- La descripción y caracterización de los atributos relevantes del componente Flora y Vegetación por medio del método COT que se detalla en el numeral 3.9.2.2.4.
- La riqueza de la flora presente en el AI preliminar mediante el método de Braun-Blanquet (Relevés) que se detalla en el numeral 3.9.2.2.5.
- La presencia de especies de flora vascular en categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente y que se detalla en el numeral 3.9.2.2.6.
- La presencia de formaciones vegetales que requieran permisos de intervención en base al levantamiento de información cuantitativa mediante parcelas de inventario y que se detalla en el numeral 3.9.2.2.7, considerando lo descrito en la Ley N°20.283 y de acuerdo con la normativa relativa al D.L. N°701 de 1974.
- Los atributos sensibles en el AI del Proyecto, mediante el análisis de distintas variables que se detallan en el numeral 3.9.2.2.8.
- El análisis del proceso de Cambio Climático en relación con el AI del Proyecto, mediante el análisis de distintas variables que se detallan en el numeral 3.9.3.7.2.

3.9.3 RESULTADOS

3.9.3.1 Revisión bibliográfica

3.9.3.1.1 Contexto biogeográfico

De acuerdo con Gajardo (1994) el área de influencia preliminar se encuentra en la región fitoecológica del Matorral y del Bosque Esclerófilo que se extiende a través de la zona central de Chile, cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo denominado mediterráneo, es decir, inviernos fríos y lluviosos, con veranos cálidos y secos. Las precipitaciones aumentan progresivamente de norte a sur y es patrón fundamental en la distribución de las formaciones vegetales la presencia de las cordilleras de la Costa y de Los Andes.

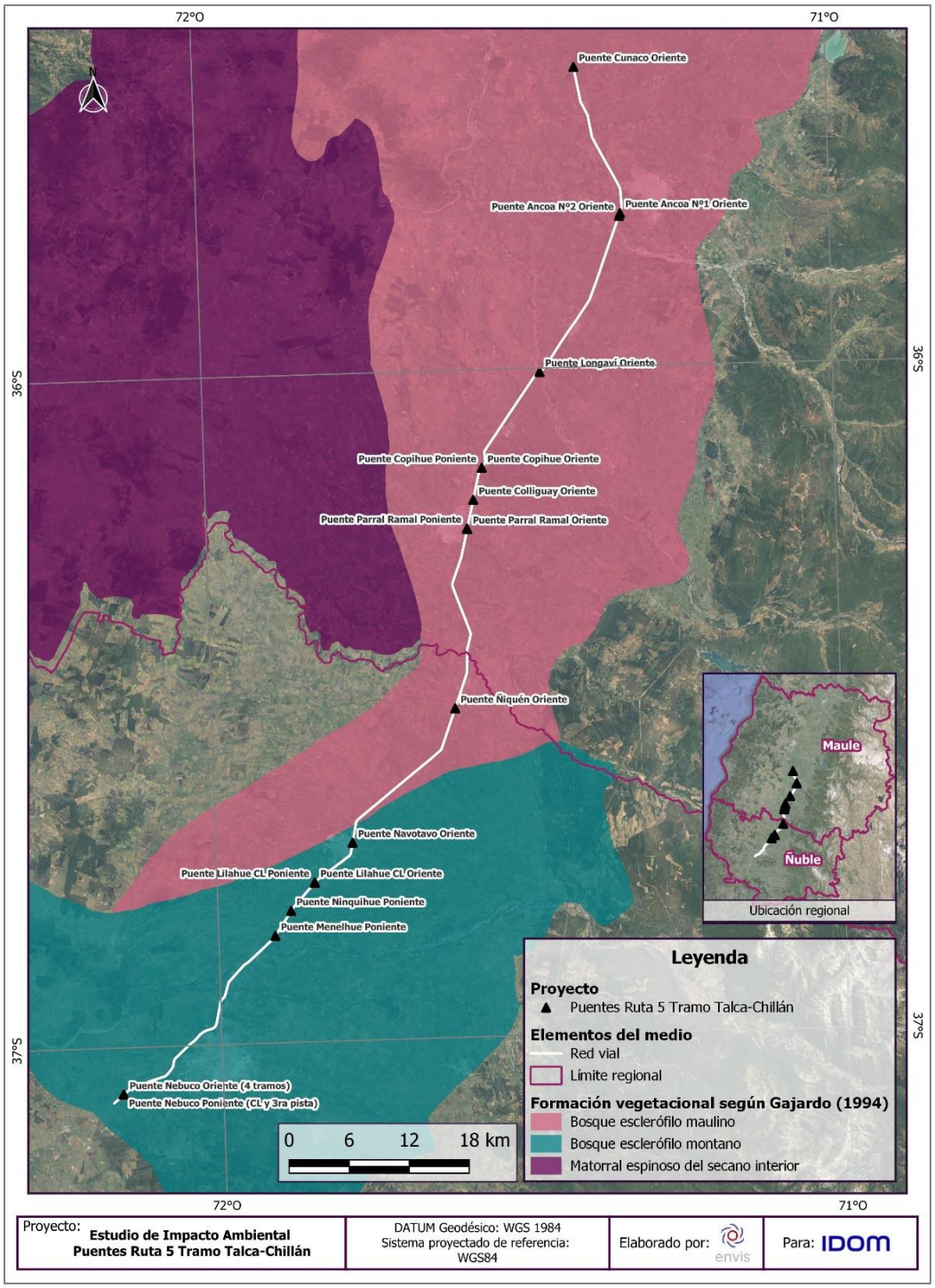
Los paisajes vegetales son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo que podría afirmarse que son excepcionales las muestras de la vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática, lo que, sumado a la existencia de un relieve montañoso, permite una fuerte interpenetración con las regiones vegetacionales adyacentes.

Es una región con una tan alta diversidad vegetacional, que las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios con gran desarrollo en altura. Está conformado por tres subregiones, y la que corresponde al área del Proyecto es “Subregión del Bosque Esclerófilo” donde hay un paisaje vegetal en que dominan los arbustos altos y los árboles, correspondientes a menudo a un estado de regeneración por monte bajo de las especies arbóreas esclerófilas y, en algunos casos, laurifolias. Se extiende generalmente por las laderas de ambas cordilleras, destacando una composición variable de acuerdo con el patrón de exposiciones a la radiación solar. Su composición florística es muy variada y rica, contando entre sus elementos a numerosas especies de tipo laurifolio relictual y, en la estrata herbácea, a una alta proporción de especies introducidas. La unidad vegetacional específica del Proyecto corresponde al Bosque Esclerófilo Montano y Bosque Esclerófilo Maulino.

La formación de Bosque Esclerófilo Montano se ubica solamente en laderas bajas y en los piedmonte andinos, reemplazada en gran parte de su extensión por cultivos. A su vez, la formación de Bosque Esclerófilo Maulino se ubica sobre cerros de pendiente suave, donde se encuentra muy alterado por los cultivos y por la extracción de leña y carbón. Su fisionomía es compleja, pero la estructura vegetacional más común es un matorral arborescente o bosque bajo en los lugares más favorables.

El área de influencia preliminar del Proyecto cruza esta región y en particular las tres formaciones siguientes: Matorral espinoso del secano interior, Bosque esclerófilo maulino y el Bosque esclerófilo montano (ver siguiente Figura). Respecto de estas formaciones, el autor describe que han sido reemplazadas fuertemente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado muy modificado.

Figura 3- 3: Formación vegetacional según Gajardo (1994).

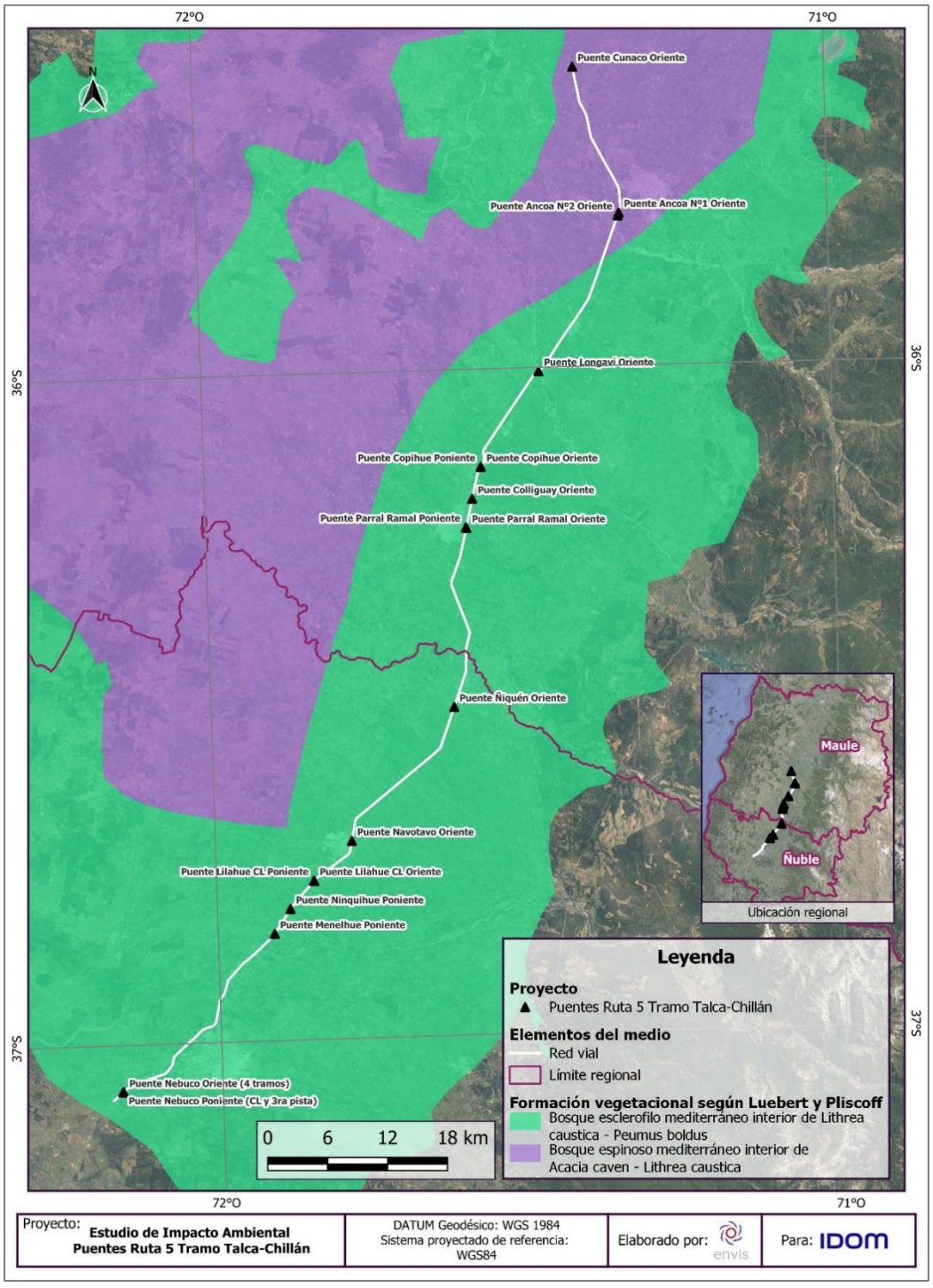


Fuente: ENVIS, 2024, en base a Gajardo (1994). Mapa Base 2022 Google, Image © 2022 Digital Globe, ©2022 Cnes/Spot Image.

Según Luebert y Pliscoff (2017), el área del Proyecto se encuentra cruzando el piso Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus*, piso que ocupa la mayor parte del AI preliminar del Proyecto y que se describe como un Bosque esclerófilo, dominado por *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* en el dosel superior y con presencia más ocasional de *Quillaja saponaria* y *Cryptocarya alba*, pero que generalmente asume la forma de un matorral arborescente producto de la fuerte extracción que ha sufrido. La estrata arbustiva está conformada por *Clinopodium gilliesii*, *Podanthus mitiqui*, *Colletia hystrix* y *Retanilla trinervia*, gramíneas y algunas geófitas en la estrata herbácea. La corta reiterada y la quema de vegetación producen un cambio en la fisionomía de la vegetación, desde un bosque a un matorral esclerófilo, donde el rebrote de las especies arbóreas dominantes con capacidad de regeneración vegetativa cambia de un hábito arbóreo a uno arbustivo, lo que va acompañado por la invasión de especies arbustivas propias de ambientes más secos como *Baccharis linearis*, *Muehlenbeckia hastulata* o *Retanilla trinervia*. La presión de pastoreo de estos ambientes lleva progresivamente a una pérdida de los elementos arbóreos característicos y la incorporación de elementos del bosque espinoso de *Acacia caven*. El segundo piso presente en los puentes: Cunaco Oriente, Ancoa Nº1 Oriente y Ancoa Nº2 Oriente, corresponde al piso denominado Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*, el que se describe como un Matorral espinoso arborescente típicamente dominado por estas especies en el dosel superior. Presenta una cobertura variable pudiendo llegar a constituir, en situaciones favorables, doseles cerrados, bajo los que se desarrolla una pradera muy diversificada y compuesta por una combinación de plantas nativas e introducidas. La degradación de los espinales conduce a una pradera compuesta fundamentalmente por especies herbáceas perennes y anuales introducidas y algunos arbustos (ver siguiente Figura).

El contexto biogeográfico entrega una referencia acerca de las formaciones vegetales presentes en una determinada latitud, pudiendo con ello inferir acerca de la composición florística de las comunidades o asociaciones presentes.

Figura 3- 4: Formación vegetacional según Luebert y Pliscoff (2017)



Fuente: ENVIS, 2024, en base a Luebert y Pliscoff (2017). Mapa Base 2022 Google, Image © 2022 Digital Globe, ©2022 Cnes/Spot Image.

A nivel local el geoprocesamiento de la información obtenida a partir del Catastro de Recursos Vegetacionales (CONAF, 2008-2009) y las imágenes satelitales disponibles en los distintos servidores SIG, permite establecer la siguiente clasificación de unidades homogéneas (UH), con sus respectivas superficies para el AI preliminar del Proyecto. Se desprende que la mayor superficie (alrededor de un 62%) la ocupan los terrenos de Rotación Cultivo-Praderas y los Terrenos de uso agrícola, teniendo una representación mínima los Bosques de exóticas asilvestradas (5%), por debajo del Matorral y el Matorral arborescente con un 7% en conjunto (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 6: Superficies por categoría de uso en el área de influencia preliminar del Proyecto.

UH	SUPERFICIE (HA) AI PRELIMINAR	%
Bosque de Exóticas Asilvestradas	8,98	5
Plantación	0,85	0
Matorral	3,66	2
Matorral Arborescente	8,75	5
Praderas Anuales	6,93	4
Praderas Perennes	3,73	2
Rotación Cultivo-Pradera	64,48	37
Terrenos de Uso Agrícola	42,58	25
Ríos	10,37	6
Ciudades-Pueblos-Zonas Industriales	22,68	13
Total	**173,01**	**100**

Fuente: ENVIS, en base a CONAF Catastro de Bosque Nativo, actualización 2008 y 2009.

3.9.3.1.2 Riqueza potencial en el AI

Gajardo (1994), define las siguientes comunidades típicas de las formaciones mencionadas, con sus respectivas especies representativas y acompañantes:

Tabla 3- 7: Listado de comunidades y especies en el AI preliminar del Proyecto según Gajardo (1994)

Formación	Comunidad	*Especie*	Nombre Común
Bosque Esclerófilo Montano	Comunidad de *Persea lingue – Luma chequen* (Lingue - Chequén)	*Aristotelia chilensis*	maqui
		Cryptocarya alba	peumo
		Luma chequen	chequén
		Persea lingue	lingue
		Blechnum auriculatum	palmilla
		Drimys winteri	canelo
		Equisetum bogotense	yerba del platero
		Maytenus boaria	maitén
		Azara petiolaris	maitencillo
		Hypochaeris scorzonerae	escorzonera
		Lithraea caustica	litre
		Pasithaea coerulea	azulillo
		Quillaja Saponaria	quillay
		Sanicula crassicaulis	pata de león
	Comunidad de *Lithrea caustica - Azara integrifolia* (Litre - Corcolén)	*Azara integrifolia*	corcolén
		Lithrea caustica	litre
		Peumus boldus	boldo
		Baccharis linearis	romerillo
		Escallonia pulverulenta	corontillo
		Quillaja saponaria	quillay
		Acacia caven	espino
		Aristotelia chilensis	maqui
		Berberis actinacantha	michay
		Colliguaja odorifera	colliguay
		Cryptocarya alba	peumo
		Kageneckia oblonga	bollén
		Lomatia hirsuta	radal
		Maytenus boaria	maitén
		Myrceugenia obtusa	rarán

Formación	Comunidad	*Especie*	Nombre Común
		Trevoa trinervis	trebo
	Comunidad de *Colletia spinosa – Baccharis rhomboidalis* (Crucero - Vautro)	*Colletia spinosa*	crucero
		Baccharis rhomboidalis	vautro
		Adesmia arborea	palhuén
		Baccharis linearis	romerillo
		Calceolaria thyrsiflora	palito dulce
		Eryngium paniculatum	cardoncillo
		Fabiana imbricata	pichi romero
		Nassella chilensis	coironcillo
		Puya berteroniana	chagual
		Satureja gilliesii	oreganillo
		Vulpia megalura	pasto fino
		Mutisia subulata	clavel del campo
		Quinchamalium chilense	quinchamalí
	Comunidad de *Colliguaja salicifolia* (Colliguay)	*Colliguaja salicifolia*	colliguay
		Baccharis rhomboidalis	vautro
		Colletia spinosa	yáquil
		Azara integrifolia	corcolén
		Lomatia hirsuta	radal
	Comunidad de *Acacia caven* - *Lithrea caustica* (Espino – Litre)	*Acacia caven*	espino
		Leucheria rosea	
		Lithrea caustica	litre
		Pasithaea coerulea	azulillo
		Trisetum chromostachyum	
		Quillaja saponaria	quillay
		Trevoa trinervis	trebo
		Cestrum parqui	palqui
		Colliguaja odorifera	colliguay
		Muehlenbeckia hastulata	quilo
		Podanthus mitiqui	mitique
		Proustia cuneifolia	huañil

Formación	Comunidad	*Especie*	Nombre Común
	Comunidad de *Lithrea caustica - Peumus boldus* (Litre – Boldo)	*Lithrea caustica*	litre
		Peumus boldus	boldo
		Cryptocarya alba	peumo
		Nassella chilensis	coironcillo
		Quillaja saponaria	quillay
		Satureja gilliesii	oreganillo
		Trevoa trinervis	trebo
		Alstroemeria angustifolia	lirio del campo
		Baccharis linearis	romerillo
		Cestrum parqui	palqui
		Escallonia resoluta	corontillo
		Podanthus mitiqui	mitique
		Puya chilensis	chagual
		Vulpia megalura	pasto fino
Bosque Esclerófilo Maulino	Comunidad de *Jubaea chilensis - Lithrea caustica* (Palma - Litre)	*Jubaea chilensis*	palma chilena
		Lithrea caustica	litre
		Colliguaja odorifera	colliguay
		Muehlenbeckia hastulata	quilo
		Puya chilensis	chagual
		Schinus polygamus	huingán
		Trevoa trinervis	trebo
		Trichocereus chilensis	quisco
		Adesmia arborea	palhuén
		Baccharis linearis	romerillo
		Chusquea cumingii	quila
		Peumus boldus	boldo
		Podanthus mitiqui	mitique
		Proustia cuneifolia	huañil
		Quillaja saponaria	quillay
		Blepharocalyx cruckshanksii	palo colorado
		Crinodendron patagua	patagua

Formación	Comunidad	*Especie*	Nombre Común
	Comunidad de *Blepharocalyx cruckshanksii - Crinodendron patagua* (Temu – Patagua)	*Drimys winteri*	canelo
		Escallonia revoluta	corontillo
		Aristotelia chilensis	maqui
		Chusquea cumingii	quila
		Cissus striata	pilpil voqui
		Cryptocarya alba	peumo
		Persea lingue	lingue
	Comunidad de *Chusquea cumingii* (Quila)	*Chusquea cumingii*	quila
		Chloraea disoides	
		Erodium bothrys	alfilerillo
		Lithrea caustica	litre
		Mulinum ulicinum	espinillo
		Triptilion spinosum	nomeolvides
		Retanilla ephedra	retanilla
	Comunidad de *Tessaria absinthioides - Baccharis pingraea* (Brea - Chilquilla)	*Baccharis pingraea*	chilco
		Tessaria absinthioides	brea
		Cotula coronopifolia	botón de oro
		Distichlis spicata	grama salada
		Psoralea glandulosa	culén
		Selliera radicans	roseta
		Salix chilensis	sauce amargo
		Rubus ulmifolius	murra
	Comunidad de *Ambrosia chamissonis - Distichlis spicata* (Quinchihue - Grama Salada)	*Ambrosia chamissonis*	quinchihue
		Distichlis spicata	grama salada
	Comunidad de *Nolana paradoxa - Neoporteria chilensis* (Suspiro – Quisquito)	*Nolana paradoxa*	suspiro
		Neoporteria chilensis	quisquito
		Calandrinia grandiflora	doquilla
		Neoporteria subgibbosa	quisquito
		Polyachyrus gayi	
		Alona filifolia	suspiro

Formación	Comunidad	*Especie*	Nombre Común
		Alstroemeria peregrina	liuto

Fuente: ENVIS, en base a Gajardo (1994).

Así mismo, su composición florística de acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017), se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 3- 8: Listado de especies para el área de influencia preliminar del Proyecto según Luebert y Pliscoff (2017).

Piso Vegetacional	Especie
Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus*	*Alstroemeria revoluta*
	Aristotelia chilensis
	Baccharis linearis
	Baccharis romboidalis
	Calceolaria dentate
	Chusquea cumingii
	Clinopodium gilliesii
	Colletia hystrix
	Colliguaya odorifera
	Cryptocarya alba
	Eryngium paniculatum
	Escallonia pulverulenta
	Gochnatia foliolosa
	Lithraea caustica
	Muehlenbeckia hastulata
	Nasella chilensis
	Peumus boldus
	Podanthus mitiqui
	Proustia pyrifolia
	Quillaja saponaria
	Retanilla trinervia
	Ribes punctatum
	Sophora macrocarpa
	Acacia caven

Piso Vegetacional	Especie
Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven – Lithraea caustica*	*Agrostis capillaris*
	Avena barbata
	Baccharis linearis
	Briza minor
	Bromus berteroanus
	Bromus hordeaceus
	Cestrum parqui
	Gochnatia foliolosa
	Lithraea caustica
	Medicago polymorpha
	Muehlenbeckia hastulata
	Maytenus boaria
	Peumus boldus
	Plantago hispidula
	Podanthus mitiqui
	Proustia cuneifolia
	Quillaja saponaria
	Solanum crispum
	Trevoa quinquenervia
	Vulpia myuros

Fuente: ENVIS, a partir de Luebert y Pliscoff (2017).

3.9.3.1.3 Proyectos ingresados en el e-SEIA

Por su parte la plataforma del SEIA, considerando proyectos ingresados desde el 2012 en adelante y en un entorno de 4 km a la redonda, da cuenta de los siguientes proyectos cercanos que pueden aportar datos a considerar en este componente:

Tabla 3- 9: Proyectos cercanos dentro del SEIA.

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Ampliación Capacidad de Producción Planta Tak	DIA	2022	En Calificación
Centro de Manejo De Residuos Piedra Larga	EIA	2022	En Calificación
Proyecto Inmobiliario San Pedro V	DIA	2022	En Calificación
Parque Solar San José	DIA	2021	Aprobado

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Instalaciones Agropecuarias Santa Inés	DIA	2021	En Calificación
Optimización Instalaciones FRUSUR S.A.	DIA	2021	Aprobado
PMGD FV La Cosecha	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico Itihue	DIA	2020	Aprobado
Proyecto Pmgd Lirutao San Carlos	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico La Quinta PMG	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Parral	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Lo Magdalena	DIA	2019	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica El Rosal	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Linares	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Pachira	DIA	2018	Aprobado
Planta Parral de Frutícola Olmué Spa	DIA	2018	Aprobado
Línea de transmisión eléctrica de 33 KV Santa Elisa-Confluencia	DIA	2018	Aprobado
Aumento de Capacidad de Planta Ecofood	DIA	2017	Aprobado
Sistema de Acondicionamiento de RILes, Comercial Milanese	DIA	2017	Aprobado
Modernización y Mejoramiento de Procesos Secundarios en Planta Azucarera Ñuble, IANSAGRO S.A.	DIA	2017	Aprobado
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de San Carlos	DIA	2017	Aprobado
Actualización Operacional Planta Frutos del Maipo Linares	DIA	2016	Aprobado
Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Purines, RCA N°384/2006 – Plantel Rucapequén	DIA	2015	Aprobado
Proyecto Cultivo Catfish - Modificaciones Proyecto Técnico - Centro La Casona	DIA	2014	Aprobado
Adecuación de Planta de Riles de Ecofood a Incremento de Caudal Afluente	DIA	2013	Aprobado
Centro de Manejo Ambiental Maule Sustentable	EIA	2013	No Calificado

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Portal Alameda IV, Parral	DIA	2013	Aprobado

Fuente: ENVIS, a partir de información en SEA, 2022.

Un proyecto ubicado a 2 km del Puente Cunaco que corresponde a la EIA Centro de Manejo Ambiental Maule Sustentable, en su línea de base no hay singularidades ni sensibilidades asociadas. A 2,5 km del mismo puente el EIA Centro de Manejo de Residuos Piedra Larga, informa sólo de la presencia de 4 especies con categoría, las que corresponden a *Alstroemeria pulchra* var *pulchra* (lirio de campo), *Eriosyce curvispina* var *curvispina* (quisquito dorado), *Adiantum chilense* (helecho de palo) y *Cheilanthes hypoleuca* (helecho), todas ellas categorizadas como Preocupación Menor.

Un proyecto ubicado a menos de 1 km del Puente Ancoa que corresponde a la DIA Nueva Central Solar Fotovoltaica El Rosal, se informa en su línea de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas. En los proyectos siguientes emplazados a 1 km de este mismo puente, la DIA Nueva Central Solar Fotovoltaica Linares y la DIA Nueva Central Solar Fotovoltaica Pachira, se informa en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas al AI de los Proyectos. En la DIA Actualización Operacional Planta Frutos del Maipo Linares ubicado a poco más de 1 km, tampoco hay singularidades ni sensibilidades asociadas.

El proyecto ubicado a menos de 4 km del Puente Longaví que corresponde a la DIA Aumento de Capacidad de Planta Ecofood, no evaluó este componente. Lo mismo para la DIA Adecuación de Planta de Riles de Ecofood a incremento de caudal afluente.

Los proyectos ubicados a menos de 4 km del Puente Colliguay que corresponden a la DIA Proyecto Inmobiliario San Pedro V, DIA Proyecto Cultivo Catfish - Modificaciones Proyecto Técnico - Centro La Casona, se informa en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas al AI de los Proyectos. Por su parte la DIA Parque Fotovoltaico La Quinta PMG y la DIA Parque Fotovoltaico Parral, señalan el registro de *Crinodendron patagua,* una especie endémica propuesta con categoría Vulnerable en 18° Proceso de Clasificación de Especies (2022-2023).

Los proyectos ubicados a menos de 2 km del Puente Parral la DIA Portal Alameda IV, Parral y la DIA Planta Parral de Frutícola Olmué Spa informan en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas.

Los proyectos ubicados a menos de 2 km del Puente Ñiquén la DIA Parque Fotovoltaico Lo Magdalena y la DIA Instalaciones Agropecuarias Santa Inés, informan en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas.

Los proyectos ubicados a menos de 2 km del Puente Navotavo la DIA PMGD FV La Cosecha y la DIA Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de San Carlos, informan en sus

líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas. Lo mismo ocurre con la DIA Parque Fotovoltaico Itihue ubicado a menos de 4 km.

Los proyectos ubicados a menos de 4 km del Puente Lilahue la DIA Proyecto Pmgd Lirutao San Carlos y la DIA Parque Solar San José, informan en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas.

Los siguientes proyectos ubicados a menos de 4 km del Puente Menelhue, las DIA's Sistema de Acondicionamiento de RILes, Comercial Milanese; Modernización y Mejoramiento de Procesos Secundarios en Planta Azucarera Ñuble, IANSAGRO S.A.; Optimización Instalaciones FRUSUR S.A., informan en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas.

Los siguientes proyectos ubicados a menos de 4 km del Puente Nebuco, las DIA's Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Purines, RCA N°384/2006 – Plantel Rucapequén y el proyecto Línea de transmisión eléctrica de 33 KV Santa Elisa-Confluencia, informan en sus líneas de base que no hay singularidades ni sensibilidades asociadas a las AI respectivas.

3.9.3.2 Descripción y caracterización de la vegetación en el AI preliminar

En el entorno del área del Proyecto existe una presencia recurrente de vegetación exótica y los bosques nativos remanentes están prácticamente ausentes en un paisaje fragmentado por el uso eminentemente agrícola y frutícola, tampoco se evidenció presencia de sistemas de uso forestal. Específicamente el AI preliminar, presenta dos aspectos claramente diferenciables a nivel de la vegetación, se observa por una parte una matriz de uso del suelo eminentemente pratense (con cultivos de rotación o sin uso específico aparente) y amplios sectores agrícolas, con una presencia permanente de una gran cantidad de fragmentos de mayor o menor tamaño de bosques dominados por especies exóticas (alóctonas) muchas de ellas de carácter invasivo, con una ausencia casi total de las formaciones nativas que debieran estar presentes, aunque su pérdida presumiblemente podría estar vinculada a la presión que ha ejercido la agricultura intensiva, aunque su tasa de reemplazo debería haberse estabilizado, el uso de vegetación para leña, el sobrepastoreo y especialmente en el último tiempo los incendios forestales que ha presentado un aumento importante en cuanto a superficie afectada por año (MMA & PNUD, 2017). Dada la naturaleza del Proyecto fue usual la presencia de vegetación asociada a los cursos de agua como vegetación ribereña o matorrales con presencia de epífitas de carácter más hidrófito, no se registró la existencia de plantaciones forestales, aunque hubo registros permanentes de especies del género *Eucalyptus* (*E. globulus* y *E. nitens*). Un elemento común fueron las cortinas arbóreas de especies exóticas como deslindes de predios aledaños.

De acuerdo con los resultados derivados de la aplicación de la carta de ocupación de tierras, en el AI correspondiente a las obras de los puentes (173 ha), se registraron 13 unidades

homogéneas (UH), con 9 unidades eminentemente vegetacionales (UV) clasificadas como Bosque de alóctonas asilvestradas, Bosque nativo, Matorral, Matorral arborescente, Pradera, Vegetación ribereña, Cortinas arbóreas y Agrícola, además de Cuerpo de agua, Infraestructura, Vivienda y Camino. Las unidades vegetacionales (UV) se describen a continuación.

- **Bosque de alóctonas asilvestradas**

Una de las unidades más frecuentes dentro del AI, corresponden a sectores dominados por grupos de especies alóctonas que tienen gran capacidad de dispersión y se agrupan en sectores de diversas condiciones de humedad y suelo, presentan escaso sotobosque y ocasionalmente contienen especies nativas en su interior. Compuesta principalmente de especies foráneas como *Acacia sp., Populus* sp, *Eucalyptus sp.* y *Salix sp*., en ocasiones forman unidades puras o monotípicas de gran desarrollo, principalmente en el caso del aromo (*Acacia dealbata*). Sus estados de desarrollo van desde unidades juveniles o brinzales hasta elementos con desarrollo fustal, con diámetros sobre los 35 cm. Sus densidades fluctúan desde los 640 arb/ha a 4.280 arb/ha en las unidades renovales de gran densidad. Un resumen de inventario de las unidades muestreadas con parcelas se presenta en la tabla 3-10. Esta unidad pasa a denominarse bosquete cuando su superficie no cumple el mínimo establecido en la Ley 20.283 de 0,5 ha.

Fotografía 3- 1: Unidad Bosque de alóctonas asilvestradas.



Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 10: Parcelas de inventario en Bosques de alóctonas asilvestradas

Puente	Parcela N°	SUP (m^2)	msnm	Exp	Pend (%)	Erosión	Estado de desarrollo	Cobertura estimada (%)	Altura max. dominante (m)	Altura max. emergente (m)	Nha
Cunaco	25	400	120	--	--	Media	Bri-Lat	60	10	15	875
Ancoa 1	16	500	152	--	--	Media	Lat	100	8	15	1.620
Ancoa 1**	26	400	152	--	--	Alta	Bri	80	6	7	725
Longaví	15	400	151	SO	5	Alta	Bri-Lat	90	3	10	975
Longaví	24	200	152	SO	10	Media	Bri	75	1,5	3	1.300
Copihue	14	400	158	NE	35	Baja	Bri-Fus	70	8	18	975
Copihue	19	400	149	--	--	Media	Bri-Lat	80	6	10	1.025
Parral	12	200	169	NE	40	Alta	Bri	50	2	4	1.000
Navotavo	8	500	183	--	0	Baja	Fus-Lat	70	5	22	640
Navotavo	9	500	185	--	0	Media	Lat-Fus	80	16	18	640
Lilahue	7	200	167	NO	10	Baja	Bri-Fus	80	6	15	1.150
Ninquihue	5	200	156	SE	20	Media	Lat	70	10	12	850
Nebuco	1	500	75	SO	5	Media	Lat-Bri	60	8	14	1.500
Nebuco	2	500	78	NO	10	Media	Lat-Fus	40	7,5	10	1.360
Nebuco	20	250	65	--	--	Media	Bri-Lat	60	10	15	4.280
Nebuco	21	250	66	--	--	Media	Bri	75	12	20	3.760

Fuente: ENVIS, 2023. **Se incluyó esta parcela en esta unidad, aunque fue realizada en un matorral arborescente que deriva de la intervención que ha sufrido el bosque de alóctonas dejando un renoval de aromos sobre un matorral de zarza.

Acrónimos: SUP = Superficie parcela de inventario, Exp = Exposición, Pend = Pendiente del terreno, Nha = Número de árboles por hectárea, Bri = Estado de desarrollo brinzal, Lat = Estado de desarrollo latizal, Fus = Estado de desarrollo fustal.

- **Bosque nativo**

Formación vegetal escasa y fragmentada presente en el AI preliminar, aunque dominada por árboles nativos siempre presentaban elementos exóticos arbóreos. Corresponde a pequeños parches de dimensiones variables, funcionando en algunos casos como vegetación de protección a cursos de agua o pequeños esteros. Estructuralmente simples de 1 o 2 estratos, con una cobertura de dosel desde claro a semidenso y una altura no superior a los 14 m para el estrato arbóreo, usualmente con estados de desarrollo brinzal y en menor medida latizal, con un sotobosque de herbáceas bajas. Sus densidades se encuentran en torno a los 600 arb/ha.

Fotografía 3- 2: Unidad Bosque nativo



Fuente: ENVIS, 2022.

- **Matorral**

Estas unidades en general se presentan como sectores que han sido despejados para la actividad agrícola, pero actualmente se encuentran sin uso, lo que ha provocado el desarrollo principalmente de especies alóctonas como *Teline monspessulana* y *Cytisus villosus*, especies con un alto potencial invasor, también con presencia habitual de *Rubus ulmifolius*. Presentan coberturas entre el 50 y 100%, con un estrato herbáceo escaso o de baja cobertura y en general con presencia de especies foráneas.

Fotografía 3- 3: Unidad Matorral.



Fuente: ENVIS, 2022.

- **Matorral arborescente**

Son unidades donde se registran árboles en coberturas escasas, que no alcanzan a conformar bosque y el estrato arbustivo puede llegar hasta el 100%. En este caso se trata de formaciones que han quedado entre cultivos agrícolas, o como franjas de menos de 40 m a orilla de cauce, donde se encuentran las especies arbóreas exóticas más frecuentes como de *Acacia dealbata*, *Alnus glutinosa, Acacia melanoxylon, Populus sp*, y como dominantes las especies arbustivas *Rosa rubiginosa, Teline monspessulana* y *Cytisus villosus*, ocasionalmente especies nativas como *Muehlenbeckia hastulata* y *Aristotelia chilensis*.

Fotografía 3- 4: Unidad Matorral arborescente.



Fuente: ENVIS, 2022.

- **Pradera**

Son el tipo de vegetación dominante en el área. Todas antropogénicas por origen y tienen usos variados pero una parte importante no presentan uso aparente, generándose en muchos casos la proliferación de malezas o herbáceas ruderales. Están formadas principalmente por gramíneas exóticas como *Poa annua, Hordeum murinum, Dactylis glomerata, Avena fatua, Phalaris aquatica* y *Lolium perenne*. En sectores aledaños al área del pitranto (Formación vegetacional higrófila dominados por *Myrceugenia exsucca,* también llamados hualves y son considerados un tipo de humedal boscoso) se desarrollan praderas higrófilas muy exuberantes de gran desarrollo en altura y densidad y que se han instalado en los sitios donde estos bosques han sido talados, siendo comunes como especies dominantes las del género *Juncus, Carex* y *Cyperus*. Además, esta unidad presentaba en muchos sectores la presencia frecuente de árboles adultos principalmente de los géneros *Eucalyptus* y *Acacia*, estas unidades fueron catalogada como “Pradera con árboles”.

Fotografía 3- 5: Unidad Pradera.



Fuente: ENVIS, 2022.

- **Vegetación ribereña**

Formación habitual en los cursos de agua de ríos y esteros a lo largo de toda la ruta, que corresponden a los humedales que se encuentra en el área del Proyecto. Su mayor o menor desarrollo depende de la envergadura del curso en donde se desarrolla y de las actividades antrópicas circundantes. Su delimitación en muchos casos no es taxativa ya que puede estar integrada en formaciones arbóreas mayores como los bosquetes de exóticas. Presenta un sustrato fuertemente arenoso en donde se observa una ocupación errática de especies herbáceas de juncos y ranúnculos, con un desarrollo importante de herbáceas alóctonas como la galega (*Galega officinalis*), pimpinelas (*Anagallis arvensis*), *Galium aparine* y duraznillo (*Polygonum persicaria*). Pero también con presencia de arbóreas foráneas, como el sauce llorón (*Salix babylonica*) entre otras, también hay especies nativas que ocasionalmente se las puede ver dentro de esta formación como culén (*Otholobium glandulosum*) y chilca (*Baccharis salicifolia*), la estrata arbustiva es escasa y principalmente de zarza. En aquellas unidades cuya presencia arbórea fue importante se realizaron parcelas de inventario, dando cuenta de que sus estados de desarrollo son principalmente de individuos juveniles o brinzales hasta elementos latizales delgados de diámetros no superiores a los 25 cm en promedio. Sus densidades fluctúan

desde los 625 arb/ha a 1.750 arb/ha. Un resumen de inventario de las unidades muestreadas con parcelas se presenta en la tabla siguiente, la vegetación registrada en estas unidades es mayoritariamente del tipo higrófito, como la más evidente, no obstante, se presentan en menor proporción asociaciones palustres y vegetación hidrófila.

Fotografía 3- 6: Unidad Vegetación ribereña.



Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 11: Parcelas de inventario en Vegetación ribereña

Puente	Parcela N°	SUP	Msnm	Exp	Pend (%)	Erosión	Estado de desarrollo	Cobertura estimada (%)	Altura Max. Dominante (m)	Altura Max. Emergente (m)	Nha
Cunaco	17	400	122	--	--	Baja	Bri-Lat	70	3	16	625
Parral	11	500	167	SO	30	Alta	Bri-Fus	40	4	18	840
Ñiquén	10	200	182	--	0	Media	Bri-Lat	60	3	8	1.350
Lilahue	6	200	165	SO	5	Baja	Bri	60	6	8	1.750
Menelhue	3	200	146	NO	30	Alta	Bri-Lat	80	5	16	1.300
Menelhue	4	200	147	SO	40	Alta	Lat	90	4	15	1.650

Fuente: ENVIS, 2023.

Acrónimos: SUP = Superficie parcela de inventario, Exp = Exposición, Pend = Pendiente del terreno, Nha = Número de árboles por hectárea, Bri = Estado de desarrollo brinzal, Lat = Estado de desarrollo latizal, Fus = Estado de desarrollo fustal.

Adicionalmente, se realizó una caracterización específica de esta unidad en los puentes, con énfasis en los tres puentes que se encuentran dentro de los límites urbanos. Todos los puentes se desarrollan sobre un humedal natural del tipo continental ribereño.

En este punto es necesario recordar que el AI, tal como se mencionó en el Capítulo II de Área de Influencia, incluyó la vegetación ribereña considerándola como un continuo a lo largo de los cuerpos de agua, eminentemente sistemas lóticos, hasta el punto en que se observó algún quiebre de este continuo en relación con la vegetación de carácter hidrófila incorporando en esta delimitación la zona saturada y la zona de transición del humedal. No obstante, dicha vegetación o al menos parte de ella (las del tipo helófita o higrófita) encuentran un quiebre de continuidad al cruzar por debajo de los puentes. Típicamente la vegetación registrada bajo los puentes o era una del tipo hidrófita muy escasa o estaba ausente y, en general, la vegetación inmediatamente aledaña a los puentes se encontraba muy alterada con basura frecuente y escombros, siendo principalmente de una composición exótica.

- Puente Cunaco

En el Puente Cunaco se desarrolla una formación vegetal del tipo bosque de exóticas asilvestradas en su lado oriente, con una formación de vegetación ribereña en el sector poniente del tipo arbustiva arborescente, bastante acotada a las riberas del río Putagán por las superficies de uso agrícola con las que colindan, dominada por elementos arbóreos exóticos. En el lado oriente se ha desarrollado un bosque exótico de mediano desarrollo con ejemplares brinzales y latizales que va cambiando a un matorral de zarza con vegetación hidrófila en la orilla del puente. En el sector poniente la presencia abundante de zarza se mezcla con ejemplares arbóreos de origen exótico en estados de desarrollo latizal. Las principales especies arbóreas presentes son las alóctonas *Populus sp, Acacia dealbata, Acacia melanoxylon* y *Salix babylonica* a una densidad aproximada de 625 ind. por ha, algunos arbustos menores y en menor proporción como *Baccharis salicifolia*, con presencia permanente en las riberas de *Rubus constrictus*.

La franja de vegetación involucrada en la franja ribereña, esto es la vegetación denominada hidrófila, es angosta y difusa por debajo de los puentes pero evidente en los límites con las formaciones antes mencionadas, se encuentra principalmente asociada a arbustivas y herbáceas trepadoras eminentemente exóticas como *Alisma plantago-aquatica*, *Polygonum lapathifolium, Polygonum aviculare, Hirschfeldia incana, Scrophularia auriculata* y *Verbena litoralis* entre otras herbáceas ocasionales con cobertura media, sobre un suelo o sustrato pobre y fangoso, en general con basura frecuente. En este humedal límnico la presencia de macrófitas es frecuente, hay una zonación evidente para este grupo en las riberas del curso. Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las especies arbóreas como *Acacia dealbata* y *Populus sp*. en estado de regeneración avanzada ocupando el estrato superior en alturas dominantes de 1 m. con ocasionales ejemplares de mayor desarrollo y entremezclándose con *Rubus constrictus*, la cual se distribuye principalmente hacia fuera de las estructuras de puentes. Finalmente, un grupo herbáceo con alta densidad y cobertura en sectores puntuales en la zona litoral del curso, su altura en promedio es de 0,5 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en estos dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila la que ocupa un margen más amplio en la disposición horizontal de estos estratos. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos lados del cauce.

Fotografía 3- 7: Unidad Vegetación ribereña en puente Cunaco (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 12: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Cunaco en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 800.467; 6.040.941)					
Calystegia sepium	Escaso	10	5	Arbusto trepador	Regeneración
Poa annua	Claro	30	37	Hierba anual	Adulto
Epilobium sp.	Muy claro	10	26	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Myosotis laxa	Muy escaso	5	4	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Cyperus eragrostis	Claro	25	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Rumex sp.	Muy claro	15	8	Hierba perenne	Regeneración
Sector Oriente (UTM 18S 800.497; 6.040.958)					
Cyperus eragrostis	Muy escaso	5	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Polygonum lapathifolium	Escaso	10	8	Helófita herbácea	Adulto
Agrostis sp.	Denso	70	23	helófita herbácea	Adulto
Verbena litoralis	Escaso	5	2	helófita herbácea	Adulto
Juncus effusus	Escaso	10	2	helófita herbácea	Adulto

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 8: Cobertura de macrófitas en puente Cunaco en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es bajo, aunque se observan brinzales ocasionales de las especies dominantes principalmente *Acacia dealbata* y *Salix babylonica,* especies alóctonas de gran capacidad regenerativa con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso. La estrata arbustiva ofrece un zarzal denso en continua regeneración. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen próximos a las estructuras de los puentes, que tienen una disposición a modo de bosquetes, con un soto dominado fuertemente por la zarza, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, presenta un estrecho margen y bajo desarrollo al término del matorral de zarza, la vegetación de tipo hidrófila no tiene presencia. La zonación de estos grupos es estrecha, con las macrófitas situándose muy próximas a la vegetación higrófita

entremezclándose con ella, lo que no genera una sucesión del todo evidente, sin presencia de macrófitos sumergidos y mucho lodo en su lecho.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a este puente ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Ancoa

En el Puente Ancoa se desarrolla extensamente una formación vegetal del tipo bosque de exóticas asilvestradas casi monotípica de *Acacia dealbata*, de gran desarrollo y escasa diversidad florística, que en sectores del lado oriente ha sido constante e intensamente talada dejando áreas desnudas en los bordes del Río Achibueno, con una formación de vegetación ribereña predominantemente de especies herbáceas con regeneración e individuos en estado brinzal de *Acacia dealbata*, en sectores puntuales se desarrollan matorrales arborescentes con *Rubus constrictus* y brinzales de *Acacia dealbata* frecuentes que se entremezclan con la vegetación ribereña, la cual es más evidente en el lado poniente del puente Ancoa n°2 con vegetación hidrófila en las riberas del curso. La principal especie arbórea presente es la alóctona *Acacia dealbata,* a una densidad aproximada de 725 a 1.620 ind. por ha*,* con frecuencia también se registró *Prunus sp.* y *Otholobium glandulosum,* algunos arbustos menores y presencia frecuente en las riberas de *Rubus constrictus*.

La franja de vegetación involucrada en la zona ribereña, esto es la vegetación denominada hidrófila, está segmentada por la configuración del curso mismo, a veces ocupando el lecho del río por la disminución de la escorrentía y también en forma continua por debajo de los puentes, se encuentra principalmente asociada a herbáceas la mayoría perennes y en general exóticas como *Polygonum lapathifolium*, *Scrophularia auriculata, Lotus pedunculatus*, *Verbena litoralis*, *Ludwigia peploides* y *Erythranthe glabrata* entre otras herbáceas ocasionales con menor cobertura, sobre un suelo o sustrato rupícola. En este humedal límnico la presencia de macrófitas es muy frecuente, hay una zonación evidente para este grupo en las riberas del curso. Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales la arbórea *Acacia dealbata* en estado de regeneración avanzada ocupando el estrato superior en alturas dominantes menores a 2 m. con ocasionales ejemplares de mayor desarrollo y entremezclándose con *Rubus constrictus*, la cual se presenta en agrupaciones densas pero puntuales. Finalmente, un grupo herbáceo con plantas herbáceas anuales del tipo higrófila, plantas helófitas o palustres escasos y también plantas hidrófilas natantes a una alta densidad y cobertura en sectores del curso, su altura en promedio es de 0,5 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en estos dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila e hidrófila las que ocupan un margen más amplio en la disposición horizontal de estos estratos. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos lados del cauce.

Fotografía 3- 9: Unidad Vegetación ribereña en puente Ancoa N°1 (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Fotografía 3- 10: Unidad Vegetación ribereña en puente Ancoa N°2 (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 13: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ancoa en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente Ancoa n°1 (UTM 18S 804.200; 6.026.104)					
Erythranthe glabrata	Escaso	10	12	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Ludwigia peploides	Poco denso	60	43	Natante arraigada	Adulto
Agrostis stolonifera	Muy escaso	5	2	Helófita herbácea	Adulto
Polygonum lapathifolium	Muy escaso	5	7	Helófita herbácea	Adulto Reproductivo
Eleocharis macrostachya	Muy escaso	5	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Mentha pulegium	Muy escaso	1	4	Hierba perenne	Adulto
Myosotis laxa	Muy escaso	1	3	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Alisma plantago-aquatica	Escaso	1	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Isolepis cernua	Muy claro	5	6	helófita anfibia	Adulto
Sector Poniente Ancoa n°2 (UTM 18S 804.093; 6.025.866)					
Ludwigia grandiflora	Claro	30	28	Natante arraigada	Adulto
Polygonum lapathifolium	Muy escaso	5	1	Helófita herbácea	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Polygonum hydropiperoides	Poco denso	50	38	Helófita leñosa	Adulto
Isolepis cernua	Muy claro	2	13	helófita anfibia	Adulto
Agrostis stolonifera	Muy escaso	5	12	Helófita herbácea	Adulto
Myosotis laxa	Muy escaso	1	1	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Veronica anagallis-aquatica	Muy escaso	1	1	Sumergida arraigada	Adulto
Trifolium dubium	Muy escaso	1	8	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Teline monspessulana	Muy escaso	1	2	Arbusto	Regeneración
Sector Oriente Ancoa n°2 (UTM 18S 804.113; 6.025.836)					
Polygonum lapathifolium	Claro	25	15	Helófita herbácea	Adulto
Agrostis sp.	Claro	40	50	Helófita herbácea	Adulto
Scrophularia auriculata	Muy escaso	5	3	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Rumex conglomeratus	Muy claro	15	10	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Juncus effusus	Muy escaso	5	1	Helófita herbácea	Adulto
Teline monspessulana	Escaso	5	8	Arbusto	Regeneración

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 11: Cobertura de macrófitas en puente Ancoa en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es alto dado por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas como *Acacia dealbata* que domina en el área, la cual tiene un rápido crecimiento y evidente dispersión, su gran producción de semillas le facilitan y propician su establecimiento exitoso. La estrata arbustiva ofrece una presencia agrupada de zarzales bastante densos, con regeneración continua, siendo la especie nativa *Otholobium glandulosum* la menos abundante, con 225 individuos estimados a nivel de hectárea, pero pocos registros puntuales quizás debido a sus requerimientos de luz, registrándosela sólo en matorrales con presencia de zarza y sin un recambio evidente. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad y tienen una disposición a modo de bosquetes, con un soto sólo presente fuera de la cobertura de *Acacia dealbata*, dominado fuertemente por la zarza, la vegetación helófita, se presenta ampliamente pero sectorizada al término del matorral de zarza y luego lo que puede identificarse como hidrófila se restringe principalmente a las natantes *Ludwigia peploides* y *Ludwigia grandiflora,* las que muestran una presencia poco densa. La zonación de estos grupos no es típica, observándose en medio del cauce áreas con matorrales y macrófitas mezcladas, principalmente por los embancamientos de piedras y sedimentos hacia el lado poniente, lo que ha permitido una sucesión en sectores continua hacia el lecho, que se observa como pequeñas islas de macrófitas, sin presencia de macrófitos sumergidos y mucha pedregosidad en su lecho.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Longaví

En el caso del Puente Longaví se desarrolla una formación vegetal muy abierta del tipo bosque de alóctonas, con sectores de matorral arborescente y vegetación riparia de composición mayoritariamente exótica. La falta de flujo hídrico ha permitido el desarrollo de plantas arbustivas y herbáceas en lo que sería el lecho casi cubierto en su totalidad de piedras y rocas por entre las que surge dicha vegetación. Presenta una composición mixta de árboles y arbustos en general a baja densidad en general en un estado de desarrollo brinzal y de baja altura, siendo sus principales especies las alóctonas *Populus sp, Acacia dealbata* y *Salix babylonica* a una densidad aproximada de 1.138 ind por ha en las áreas con bosquetes de alóctonas, también la presencia de arbustivas como *Otholobium glandulosum* y *Baccharis salicifolia* que se vuelven dominantes en áreas puntuales.

La franja de vegetación involucrada, esto es la vegetación denominada hidrófila, es amplia pero disgregada y fragmentaria delimitada por otros usos del suelo en las áreas contiguas (cultivos, infraestructura, praderas sin uso, entre otras) se encuentra principalmente asociada a arbustivas y herbáceas como *Lemna minuta*, *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium* y *Mentha pulegium,* entre otras herbáceas ocasionales, todo sobre un suelo o sustrato de lodos y fangos rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 3 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbóreas ocupando el estrato superior de baja altura entre 2 a 3 m. pero con ocasionales ejemplares de mayor altura, aunque más alejados de las estructuras de los puentes. Las arbustivas dominadas por *Baccharis salicifolia* ocupando un estrato medio entre 1,5 a 2 m, pero distribuidas principalmente hacia el lado poniente de los puentes y finalmente un grupo herbáceo de amplio emplazamiento, pero disperso en grupos con densidades heterogéneas que se extiende por debajo de los puentes, su altura en promedio es de 0,2 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en tres estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófita la que ocupa un margen muy externo y más alejado de los puentes. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 12: Unidad Vegetación ribereña en puente Longaví (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 14: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Longaví en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 795.209; 6.010.728)					
Azolla filiculoides	Muy claro	20	33	Flotante libre	Adulto
Ludwigia peploides	Muy claro	15	16	Natante arraigada	Adulto
Isolepis cernua	Muy escaso	5	18	helófita anfibia	Adulto Reproductivo
Equisetum bogotense	Muy escaso	5	12	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Agrostis sp.	Muy escaso	5	10	Hierba perenne	Adulto
Polygonum lapathifolium	Poco denso	50	15	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 795.194; 6.010.703)					
Ludwigia peploides	Muy claro	10	7	Natante arraigada	Adulto
Isolepis cernua	Muy escaso	1	1	helófita anfibia	Adulto Reproductivo
Polygonum lapathifolium	Muy claro	20	6	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Agrostis sp.	Muy escaso	5	2	Hierba perenne	Adulto
Datura stramonium	Muy escaso	5	1	Hierba anual	Adulto

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 13: Cobertura de macrófitas en puente Longaví en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es evidente principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, es el caso de *Acacia dealbata*. La estrata arbustiva se presenta en permanente reemplazo con ejemplares de diferentes desarrollos de *Baccharis salicifolia*, la especie nativa *Otholobium glandulosum* es menos abundante pero frecuente, dado sus requerimientos de luz, podría verse favorecida por lo abierto de las formaciones. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad, con una disposición en modo de bosquetes, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, tiene una presencia amplia pero disgregada a lo largo del lecho y luego lo que puede identificarse como hidrófila se restringe principalmente a la natante *Ludwigia peploides* y a la flotante *Azolla filiculoides* las que también muestran una presencia frecuente pero de baja cobertura. La zonación de estos grupos ha sido influenciada por la disminución del

cauce principal dada la sequía por la que cruza la zona central, lo que ha permitido una sucesión dispersa pero visible hacia el lecho, sin presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Copihue

En el Puente Copihue se desarrolla una formación vegetal cerrada y densa del tipo bosque de alóctonas, con vegetación riparia y áreas con matorral del tipo setos vivos mezclado con cortinas arbóreas. Su composición es mayoritariamente exótica. Presenta una composición mixta de árboles en un estado de desarrollo brinzal y de baja altura, con arbustos, estos últimos a una alta densidad. Sus principales especies corresponden a las alóctonas *Acacia dealbata, Salix babylonica, Robinia pseudoacacia* y *Populus sp,* a una densidad aproximada de 1.000 ind por ha en las áreas con bosquetes de alóctonas. En las especies arbustivas destaca *Muehlenbeckia hastulata* la cual se desarrolla ampliamente sobre las copas de muchos árboles muertos dando la impresión de una maraña vegetal continua, *Rubus constrictus* y *Calystegia sepium* dominantes en la parte aledaña a las estructuras de puentes.

La franja de vegetación involucrada, esto es la vegetación denominada hidrófila, es amplia y continua hacia el lecho del curso pero delimitada por otros usos del suelo en las áreas contiguas (cultivos, praderas sin uso, entre otras) se encuentra principalmente asociada a las arbustivas anteriores y a herbáceas como *Erythranthe glabrata, Carex excelsa, Myosotis laxa, Lemna minuta*, *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium, Nasturtium officinale*, *Equisetum bogotense, Callitriche sp.* y *Cyperus eragrostis,* entre otras herbáceas ocasionales, todo sobre un suelo o sustrato fangoso con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 3 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbóreas ocupando el estrato superior con alturas entre 3 a 6 m. alejándose de los puentes se observan ejemplares de mayor altura. Las arbustivas dominadas más cerca del lecho por *Rubus constrictus* y más afuera por *Muehlenbeckia hastulata* ocupando un estrato medio entre 1,5 a 2 m, o incluso más altas en el caso del quilo (*M. hastulata)* pero distribuidas principalmente hacia el lado oriente de los puentes. Finalmente, un grupo herbáceo de amplio emplazamiento y desarrollo, a veces como un manto continuo que ha extendido su zonación hasta cierto punto por debajo de los puentes, con una altura promedio de 0,4 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en tres estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófita la que ocupa un margen muy externo y más alejado de los puentes, con presencia de helófitas e hidrófitas. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 14: Unidad Vegetación ribereña en puente Copihue (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 15: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Copihue en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 788.870; 6.001.522)					
Carex excelsa	Muy claro	10	2	Helófita herbácea	Adulto Reproductivo
Rubus constrictus	Muy claro	15	1	Arbusto	Regeneración
Equisetum bogotense	Muy escaso	5	10	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Erythranthe glabrata	Muy escaso	5	4	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Poa sp.	Poco denso	55	23	Hierba perenne	Adulto
Rumex sp.	Muy escaso	5	1	Hierba perenne	Regeneración
Sector Oriente (UTM 18S 788.884; 6.001.505)					
Ludwigia peploides	Muy escaso	5	2	Natante arraigada	Adulto
Verbena litoralis	Muy escaso	3	1	Helófita herbácea glicófila	Regeneración
Nasturtium officinale	Denso	75	32	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Trifolium dubium	Escaso	10	20	Hierba anual	Regeneración
Galega officinalis	Muy escaso	5	1	Hierba perenne	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Callitriche sp.	Muy escaso	1	3	natante arraigada	Adulto

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 15: Cobertura de macrófitas en puente Copihue en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es evidente principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, como es el caso de *Acacia dealbata*. La estrata arbustiva se presenta en permanente reemplazo con ejemplares de diferentes desarrollos de *Rubus constrictus* y *Muehlenbeckia hastulata,* también con brinzales de *Salix caprea*. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad, con una disposición en modo de bosquetes, la vegetación helófita,

como ya se ha mencionado, tiene una presencia amplia y en permanente reclutamiento. La vegetación hidrófila se restringe principalmente a la natante *Ludwigia peploides* que muestra una presencia ocasional y de baja cobertura. Por tanto, se observa una zonación clara y amplia de estos grupos, dado el escaso caudal del estero, ha permitido la sucesión principalmente de la vegetación helófita e hidrófita hacia el interior de los puentes ocupando también el lecho, aunque sin presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Colliguay

En el Puente Colliguay se desarrolla una formación vegetal muy densa principalmente de matorral y matorrales arborescente, extensa y amplia que viene a conformar la vegetación riparia en los límites del estero. Su composición es mayoritariamente exótica. Dado un terreno bajo y en general plano con áreas cercanas de suelos notoriamente saturados, ha permitido en la temporada primaveral un desarrollo de plantas arbustivas y herbáceas abundante. Presenta una composición mixta de arbustos de alta densidad y cobertura, con ocasionales elementos arbóreos de baja altura, destacando *Salix babylonica* a una densidad de menos de 260 ind por ha. En las especies arbustivas destaca *Muehlenbeckia hastulata* la cual se desarrolla ampliamente sobre las copas de árboles muertos dando la impresión de una maraña vegetal continua, *Rubus constrictus*.

La franja de vegetación involucrada, esto es la vegetación denominada hidrófila, no presenta gran cobertura, dado el estrecho cauce del estero y la abundancia de matorral hasta casi los límites de las estructuras de puentes, por tanto, las plantas macrófitas se localizan puntualmente en este sector. Se encuentra principalmente asociada a herbáceas como *Cyperus eragrostis*, *Juncus sp.*, *Ranunculus sceleratus*, *Erythranthe glabrata*, *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium, Epilobium tetragonum* y *Galega officinalis,* entre otras herbáceas ocasionales, sobre un suelo o sustrato de lodos y fangos rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbustivas ocupando el estrato superior a una altura entre 2 a 3 m, con ocasionales arbóreas de baja altura en estado de desarrollo brinzal. Las arbustivas están dominadas por *Rubus constrictus* y *Muehlenbeckia hastulata* distribuidas en ambos lados de los puentes y finalmente un grupo herbáceo de estrecho emplazamiento, que no se extienden mucho por debajo de los puentes, su altura en promedio es de 0,4 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en estos dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila la que ocupa la mayor superficie y cobertura próxima a los puentes. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 16: Unidad Vegetación ribereña en puente Colliguay (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 16: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Colliguay en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 787.805; 5.998.374)					
Carex excelsa	Escaso	5	1	Helófita herbácea	Adulto Reproductivo
Cyperus eragrostis	Muy claro	15	5	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Rubus constrictus	Muy escaso	5	3	Arbusto	Regeneración
Lactuca serriola	Muy escaso	5	1	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Poa annua	Poco denso	60	31	Hierba anual	Adulto
Polygonum lapathifolium	Muy escaso	5	1	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Galium aparine	Muy escaso	5	1	Hierba anual	Adulto
Sector Oriente (UTM 18S 787.822; 5.998.365)					
Cyperus eragrostis	Poco denso	55	7	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Juncus sp.	Escaso	10	2	Helófita herbácea	Adulto
Polygonum lapathifolium	Escaso	10	5	Helófita leñosa	Adulto
Rubus constrictus	Muy escaso	5	2	Arbusto	Regeneración
Trifolium repens	Muy escaso	2	3	Hierba anual	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Trifolium dubium	Muy escaso	2	15	Hierba anual	Adulto
Muehlenbeckia hastulata	Muy escaso	5	1	Arbusto	Regeneración
Paspalum distichum	Muy escaso	2	3	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Lolium perenne	Muy escaso	1	2	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Cirsium vulgare	Muy escaso	2	1	Hierba perenne	Adulto

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 17: Cobertura de macrófitas en puente Colliguay en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es bajo, principalmente por la cobertura de la estrata arbustiva que no ofrece espacios de regeneración. La estrata arbustiva se presenta en permanente reemplazo de sus especies dominantes, especialmente de *Rubus constrictus*. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbustivas y arbóreas ocasionales que se disponen en los márgenes de esta unidad, por su parte, la vegetación helófita, tiene una presencia puntual en los pocos márgenes del lecho, aunque bastante densa. Las del tipo hidrófila están ausentes. Por tanto, se observa una zonación estrecha del grupo de helófitos, un tanto ahogada por la cobertura arbustiva, presentando una reducida sucesión de la vegetación helófita hacia el interior de los puentes, no se observó macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Parral

En el caso del Puente Parral se desarrolla una formación vegetal del tipo matorral arborescente con cortina arbórea. Presenta una composición mixta de árboles en una disposición del tipo cortina, algunos de gran altura y desarrollo, pero en general en un estado de brinzales delgados y bajos, siendo sus principales especies las alóctonas *Populus sp, Acacia dealbata* y *Salix babylonica* a una densidad aproximada de 840 ind por ha, algunos arbustos menores y en menor proporción como *Otholobium glandulosum* y sobre todo matorrales muy densos en las riberas dominados por *Rubus constrictus*. La franja de vegetación involucrada, esto es la vegetación denominada hidrófila, es angosta y con un límite abrupto producto de los usos del suelo en las áreas contiguas (cultivos, infraestructura, praderas sin uso, entre otras) se encuentra principalmente asociada a arbustivas y herbáceas trepadoras como *Calystegia sepium* y *Galega officinalis,* entre otras herbáceas ocasionales, todo sobre un suelo o sustrato pobre, en general desnudo fangoso y rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 3 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbóreas ocupando el estrato superior en alturas dominantes de 2,5 a 3 m. pero pudiendo llegar por sobre los 18 m. aunque más alejados de las estructuras de los puentes. Las arbustivas dominados por *Rubus constrictus* ocupando un estrato medio entre 1,5 a 2 m la cual colinda y encuentra su límite con las estructuras de los puentes y finalmente un grupo herbáceo en un margen bastante estrecho luego de la zarza y sobre el agua de la ribera, que puede extenderse unos metros por debajo de los puentes disminuyendo su densidad y composición, su altura en promedio es de 0,5 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en tres estratos principales, siendo la vegetación más higrófila la que ocupa un margen más estrecho en la disposición horizontal de estos estratos. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 18: Unidad Vegetación ribereña en puente Parral (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 17: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Parral en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 787.024; 5.995.527)					
Galium aparine	Muy escaso	3	2	Hierba anual	Juvenil
Ludwigia peploides	Escaso	5	4	Natante arraigada	Adulto
Rubus constrictus	Muy claro	20	6	Arbusto	Regeneración
Calystegia sepium	Claro	35	6	Arbusto trepador	Adulto
Poa annua	Denso	90	56	Hierba anual	Adulto
Polygonum hydropiperoides	Muy claro	15	9	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Erythranthe glabrata	Muy escaso	3	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Nasturtium officinale	Muy escaso	3	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Paspalum distichum	Muy escaso	2	3	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 787.051; 5.995.502)					
Cyperus eragrostis	Denso	75	7	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Polygonum hydropiperoides	Muy escaso	3	1	Helófita leñosa	Adulto
Polypogon monspeliensis	Escaso	5	1	Helófita halófila	Adulto Reproductivo

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Calystegia sepium	Escaso	5	2	Arbusto trepador	Adulto
Rubus constrictus	Muy escaso	5	3	Arbusto	Regeneración
Ranunculus repens	Muy escaso	3	2	Hierba perenne	Adulto
Ludwigia peploides	Muy claro	15	6	Natante arraigada	Adulto
Agrostis sp.	Muy claro	15	12	Hierba perenne	Adulto
Trifolium dubium	Muy escaso	5	6	Hierba anual	Adulto
Galega officinalis	Muy escaso	3	2	Hierba perenne	Regeneración
Nasturtium officinale	Muy escaso	3	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Alisma plantago-aquatica	Escaso	5	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 19: Cobertura de macrófitas en puente Parral en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es evidente principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso. La estrata arbustiva ofrece un impenetrable zarzal en continua regeneración, siendo quizás la especie nativa *Otholobium glandulosum* la menos abundante, con 430 individuos estimados a nivel de hectárea, pero pocos registros puntuales quizás debido a sus requerimientos de luz señalada en la bibliografía, en donde puede verse perjudicada por la cobertura exótica circundante. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad y tienen una disposición a modo de cortinas arbóreas, con un soto dominado fuertemente por la zarza, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, presenta un estrecho margen para su desarrollo al término del matorral de zarza y luego lo que puede identificarse como hidrófila se restringe principalmente a la natante *Ludwigia peploides,* la que muestra una baja presencia. La zonación de estos grupos es más evidente en el lado poniente, en donde el grupo de higrófitas

a colonizado densamente sus riberas y es posible observar una sucesión por el cauce de macrófitos natantes y una densidad evidente de helófitos, aunque en una franja estrecha. El flujo hídrico con un caudal importante determinó que esta sucesión sea acotada y de poca longitud hacia el interior de los puentes, no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a los puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Ñiquén

En el caso del Puente Ñiquén se desarrolla una formación vegetal de ribera siguiendo el río, muy estrecha lineal y de escaso desarrollo, delimitada en ambas calzadas por el cultivo agrícola de avellana europea (*Corylus avellana*), con setos de matorral arborescente de composición mayoritariamente exótica. Las riberas y vegetación aledaña han sido completamente modificadas para la función de generar un cerco vivo en el límite predial. Los bordes ribereños presentan el desarrollo abierto y de baja altura de plantas arbustivas y herbáceas, con un lecho con gran presencia de piedras donde surge la vegetación de macrófitos. Presenta una composición mixta de árboles y arbustos de mediana densidad en general en un estado de desarrollo brinzal y latizal inicial con alturas no superiores a los 5 m, en agrupaciones pequeñas a lo largo del borde siendo su principal especie la alóctona *Acacia dealbata* con ocasionales *Maytenus boaria* a una densidad aproximada de 1.350 ind por ha en las áreas con bosquetes, también la presencia de arbustivas como *Rubus constrictus* y *Muehlenbeckia hastulata* que se vuelven dominantes en áreas puntuales. También se registró ocasionalmente matas de *Vitis vinifera*.

La franja de vegetación denominada hidrófila está presente pero restringida a un margen de la ribera. Se encuentra principalmente asociada a arbustivas y herbáceas como *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium, Alisma plantago-aquatica, Echinochloa crusgalli, Juncus sp.* y *Medicago polymorpha,* entre otras herbáceas ocasionales, todo sobre un suelo o sustrato bastante pedregoso y rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbustivas ocupando el estrato superior de baja altura menor a 1,5 m. con ocasionales arbóreas en estado de brinzal propagadas desde las cortinas de regeneración, aunque más alejados de las estructuras de los puentes. Las arbustivas dominadas por *Rubus constrictus* y *Muehlenbeckia hastulata,* también por renovales de *Acacia dealbata* ocupando un estrato medio menor a 2 m, finalmente un grupo herbáceo de amplio emplazamiento por la ribera, aunque en una franja relativamente angosta, con coberturas medias que se extiende disgregadamente por debajo de los puentes, su altura en promedio es de 0,2 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila y helófita las que predominan, aunque en el caso de las higrófilas a una distancia considerable de los puentes de entre 6 a 8 m. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 20: Unidad Vegetación ribereña en puente Ñiquén (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 18: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ñiquén en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 784.731; 5.977.720)					
Juncus sp.	Muy claro	20	19	Helófita herbácea	Adulto
Achillea millefolium	Muy escaso	1	1	Hierba perenne	Regeneración
Ludwigia peploides	Muy escaso	1	1	Natante arraigada	Adulto
Hypochaeris sp.	Escaso	10	6	Hierba anual	Regeneración
Alisma plantago-aquatica	Muy escaso	5	2	Helófita herbácea glicófila	Regeneración
Hordeum murinum	Escaso	10	4	Hierba anual	Adulto
Convolvulus arvensis	Muy escaso	5	2	Hierba perenne	Regeneración
Epilobium parviflorum	Muy escaso	1	1	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Polygonum lapathifolium	Muy claro	15	5	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 784.751; 5.977.691)					
Ludwigia peploides	Muy escaso	1	1	Natante arraigada	Regeneración
Alisma plantago-aquatica	Muy escaso	5	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Galega officinalis	Muy claro	15	6	Hierba perenne	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Polypogon monspeliensis	Muy escaso	5	3	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Polygonum lapathifolium	Escaso	5	3	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Trifolium dubium	Escaso	5	14	Hierba anual	Regeneración
Poa sp.	Claro	30	26	Hierba anual	Adulto
Agrostis sp.	Muy escaso	5	3	Hierba perenne	Adulto
Erigeron sp.	Muy escaso	5	2	Hierba perenne	Regeneración
Echinochloa crusgalli	Muy escaso	5	3	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Cyperus eragrostis	Muy escaso	5	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 21: Cobertura de macrófitas en puente Ñiquén en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbustivas y arbóreas es permanente pero no masivo, principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, como es el caso de *Acacia dealbata* la que presentaba renovales frecuentes. La estrata arbustiva se presenta también en permanente reemplazo, aunque con ejemplares de menor desarrollo de *Rubus constrictus*. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad, con una fisionomía de matorral arborescente, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, tiene una presencia amplia, pero con una cobertura baja y luego lo que puede identificarse como hidrófila se restringe principalmente a la natante *Ludwigia peploides* que muestra una presencia ocasional y de baja cobertura. La zonación de estos grupos no es marcada, en ambos lados de los puentes su desarrollo es limitado, quizás por el caudal intermitente del río y por la angosta franja de suelo hasta llegar al lecho, es posible observar por el cauce una sucesión de baja extensión de macrófitos y natantes con una densidad mayor de helófitos. Esta sucesión es acotada y discontinua hacia el interior de los puentes, no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia

formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales. Sólo se registró un helecho en categoría "Preocupación menor" *Blechnum hastatum.*

- Puente Navotavo

El Puente Navotavo se desarrolla una vegetación con una composición mixta de árboles en estado brinzal delgados de escasa altura y desarrollo, siendo sus principales especies las alóctonas *Acacia dealbata* y *Robinia pseudoacacia,* un matorral semidenso y bajo en las riberas dominados por *Rubus constrictus* en conjunto con herbáceas macrófitas en baja densidad, principalmente de los géneros *Galega, Persicaria* y *Equisetum*. Al igual que en el puente anterior la franja de vegetación involucrada, la denominada hidrófila, es angosta y con un límite abrupto producto de los usos del suelo en las áreas contiguas (praderas sin uso, infraestructura, entre otras) presenta algunas herbáceas trepadoras como *Calystegia sepium* y *Galega officinalis,* junto con ejemplares ocasionales de *Cestrum parqui* y poaceas anuales, todo sobre un suelo o sustrato pobre, muchas veces desnudo y rupícola con basuras y desperdicios frecuentes. Se observan 3 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbóreas de baja altura ocupando el estrato superior entre 1,5 a 2 m. principalmente en los espacios entre puentes, aunque también debajo de ellos en menor proporción. Las arbustivas dominados por *Rubus constrictus* ocupando un estrato medio y bajo menor a 1,5 m extendiéndose incluso por debajo de los puentes en menor proporción a veces en compañía de *Calystegia sepium, Galega officinalis* y *Equisetum bogotense*. Finalmente, un grupo herbáceo en un margen bastante pequeño mezclado con la zarza o en los claros que esta deja y casi sin habitar el agua de la ribera, su altura en promedio es baja menor a 0,5 m y con géneros como *Persicaria, Rumex*, *Erythranthe* y *Cyperus*. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en tres estratos principales ocupando márgenes muy estrechos en la disposición horizontal de estos estratos. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 22 Unidad Vegetación ribereña en puente Navotavo (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2022.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 19: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Navotavo en mini parcelas de 1x1 m

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 773.657; 5.964.972)					
Galega officinalis	Claro	35	5	Hierba perenne	Adulto
Calystegia sepium	Escaso	10	2	Arbusto trepador	Regeneración
Poa annua	Muy escaso	3	6	Hierba anual	Adulto
Polygonum hydropiperoides	Muy claro	15	6	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Trifolium dubium	Poco denso	65	43	Hierba anual	Adulto
Polygonum lapathifolium	Muy escaso	5	5	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 773.679; 5.964.937)					
Cyperus eragrostis	Escaso	5	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Polygonum hydropiperoides	Muy escaso	3	3	Helófita leñosa	Adulto
Rubus constrictus	Muy claro	15	3	Arbusto	Adulto
Erythranthe glabrata	Poco denso	50	35	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Rumex conglomeratus	Muy escaso	3	1	Hierba perenne	Juvenil

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 23: Cobertura de macrófitas en puente Navotavo en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas es evidente, todas las registradas son regeneración avanzada y también se registró regeneración inicial, principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, como en el caso de *Acacia dealbata* la cual presenta una gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, no se observaron especies originarias en esta estrata. La estrata arbustiva es un zarzal en desarrollo y con continua regeneración. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas ya mencionadas que se disponen en los márgenes de esta unidad, pero incluso llegando a la orilla misma, con una disposición errática a veces en grupos o solitarias, con un soto dominado por zarza. La vegetación helófita, como ya se ha mencionado, presenta un estrecho margen para su desarrollo entre medio del matorral de zarza. No se registró vegetación del tipo hidrófila. En este

sentido, la zonación de estos grupos está marcada principalmente para el grupo higrófito, el cual ocupa el inicio de los vanos de los puentes y en los claros que existen entre puentes con un desarrollo evidente, dada la baja altura de las estructuras el interior es bastante sombrío lo que se transforma en una limitante para la sucesión, la que no es significativa. Prácticamente hay ausencia de macrófitos adentrándose bajo las estructuras con una densidad mayor de helófitos sólo en los bordes de esta. El interior de los puentes presenta un sustrato rupícola y no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a los puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Lilahue

En el Puente Lilahue se desarrolla una formación vegetal de ribera siguiendo el curso en un espacio muy delimitado por las estructuras de puentes, pero con gran desarrollo en algunos de sus formas de vida, con una formación de bosque de alóctonas en el lado oriente delimitada por otros usos pratenses y setos de matorral arborescente de composición mayoritariamente exótica. Los bordes ribereños presentan un escaso desarrollo de vegetación hidrófila, salvo en el lado poniente con plantas palustres de gran altura y otras macrófitas, con un lecho caudaloso y profundo, presencia de lodos y sin macrófitos. En el lado oriente presenta una composición mixta de árboles y arbustos de gran cobertura en general en un estado de desarrollo brinzal y latizal con alturas que pueden superar los 15 m, siendo sus principales especies las alóctonas *Acacia dealbata, Salix babilónica* y *Populus sp.* a una densidad aproximada de 1.450 ind por ha en las áreas con bosque de alóctonas, también la presencia de arbustivas como *Rubus constrictus* y *Muehlenbeckia hastulata*.

La franja de vegetación denominada hidrófila está presente principalmente en el lado poniente restringida a un espacio entre los puentes y la línea férrea y sus estructuras. Se encuentra principalmente asociada herbáceas como *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium, Galega officinalis, Erythranthe glabrata, Cyperus eragrostis, Juncus sp.* y *Schoenoplectus californicus,* entre otras herbáceas ocasionales, todo sobre un suelo o sustrato pedregoso y rupícola, alterado e irregular con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 2 estratos principales dependiendo el lado del puente. En el lado oriente sus grupos funcionales son las arbóreas y las arbustivas en una formación de bosque de alóctonas, bastante apegada a las estructuras de los puentes. En el lado poniente una formación de 2 estratas con dominancia de herbáceas y acompañamiento denso de *Rubus constrictus* con *Calystegia sepium*. El grupo herbáceo de gran desarrollo y densidad, aunque en un espacio relativamente estrecho, con coberturas altas pero que no se subtiende por debajo de los puentes, su altura en promedio puede alcanzar sobre los 2 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila y

helófita las que predominan, diferenciadamente en ambos costados. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 24 Unidad Vegetación ribereña en puente Lilahue (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2022.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 20: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Lilahue en mini parcelas de 1x1 m

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 769.631; 5.961.176)					
Galega officinalis	Claro	40	8	Hierba perenne	Adulto
Azolla filiculoides	Muy escaso	2	6	Natante libre	Adulto
Rumex sp.	Muy escaso	5	3	Hierba anual	Regeneración
Chondrilla juncea	Muy claro	15	2	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Equisetum pyramidale	Muy escaso	5	7	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Schoenoplectus californicus	Muy claro	15	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Sorghum halepense	Muy escaso	3	2	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 769.660; 5.961.163)					
Erythranthe glabrata	Muy escaso	5	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Chondrilla juncea	Muy claro	20	3	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Galega officinalis	Muy claro	20	3	Hierba perenne	Regeneración
Polygonum lapathifolium	Escaso	5	6	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Acacia dealbata	Muy escaso	2	2	Árbol	Regeneración

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Poa sp.	Claro	30	7	Hierba anual	Adulto
Schoenoplectus californicus	Muy escaso	2	1	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Cyperus eragrostis	Escaso	10	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 25: Cobertura de macrófitas en puente Lilahue en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbustivas y arbóreas es permanente pero no masivo en el lado oriente, principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, como es el caso de *Acacia dealbata* la que presentaba renovales frecuentes. La estrata arbustiva se presenta también en permanente reemplazo, aunque con ejemplares de menor desarrollo y cobertura de *Rubus constrictus*. La vegetación higrófita corresponde principalmente a esas arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad de bosque de alóctonas, la vegetación helófita, tiene una escasa presencia en el lado oriente, pero una presencia amplia en el sector poniente, con una alta cobertura y luego lo que puede identificarse como flora acuática estricta o hidrófila se restringe principalmente a la natante *Azolla filiculoides* que muestra una presencia ocasional y de baja cobertura. La zonación de estos grupos no es marcada, en el lado oriente su desarrollo es limitado, quizás por el alto caudal y cobertura de los otros grupos. El lado poniente ofrece una zonación clara pero una sucesión baja, de baja extensión de macrófitos y natantes con una densidad mayor del grupo helófito. Esta sucesión está limitada hacia el interior de los puentes, no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Ninquihue

En el caso del Puente Ninquihue se desarrolla una formación vegetal de ribera junto a un bosque de alóctonas de desarrollo juvenil siguiendo el estero. Una franja de vegetación delimitada en ambas calzadas por cambios abruptos en el uso del suelo, con praderas, infraestructura y cultivos de rotación. Su composición es mayoritariamente exótica. Las riberas próximas a los puentes presentan un gran desarrollo y cobertura de macrófitas. Se observa un desarrollo abierto y de baja altura de las plantas arbustivas y herbáceas que dominan, con un lecho rupícola y fangoso donde surge la vegetación de macrófitos en los claros provocados por la separación de los puentes, siendo inexistente en los vanos debajo de cada puente. Presenta una composición mixta de arbustos de alta densidad y ocasionales renovales arbóreos, los que en su parte más boscosa del sector poniente poseen un estado de desarrollo brinzal y latizal con alturas no superiores a los 15 m, siendo su principal especie la alóctona *Acacia dealbata* con ocasionales *Salix babilonica* a una densidad aproximada de 850 ind por ha en las áreas más densas, también la presencia de arbustivas como *Rubus constrictus* y *Calystegia sepium* que se vuelven dominantes en áreas puntuales.

La franja de vegetación denominada hidrófila se desarrolla próxima a las estructuras de puentes y desde la ribera. Se encuentra principalmente asociada a herbáceas como *Ludwigia peploides*, *Polygonum lapathifolium, Galega officinalis, Erythranthe glabrata, Cyperus eragrostis, Juncus sp.*

y *Foeniculum vulgare, Alisma plantago-aquatica,* entre otras herbáceas ocasionales, sobre un sustrato bastante pedregoso y rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbustivas ocupando el estrato superior de baja altura menor a 2 m. con ocasionales arbóreas en estado de brinzal propagadas desde el bosquete aledaño. Las arbustivas dominadas por *Rubus constrictus,* con renovales de *Salix babilonica* y *Acacia dealbata* de hasta 3 m, luego un grupo herbáceo de amplio emplazamiento por la ribera, dada la presencia de especies natantes, con coberturas medias que se extienden sin ingresar debajo de los puentes, su altura en promedio es de 0,5 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila y helófita las que predominan. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 26 Unidad Vegetación ribereña en puente Ninquihue (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2022.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 21: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Ninquihue en mini parcelas de 1x1 m

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 767.119; 5.958.515)					
Cyperus eragrostis	Muy claro	15	3	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Ludwigia peploides	Muy escaso	1	3	Natante arraigada	Adulto
Galega officinalis	Muy escaso	3	2	Hierba perenne	Regeneración
Alisma plantago-aquatica	Muy escaso	1	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Agrostis sp.	Poco denso	70	26	Hierba perenne	Adulto
Polygonum lapathifolium	Muy claro	10	7	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 767.131; 5.958.498)					
Ludwigia peploides	Muy claro	15	4	Natante arraigada	Adulto
Isolepis cernua	Muy escaso	1	3	helófita anfibia	Adulto Reproductivo
Galega officinalis	Muy escaso	5	1	Hierba perenne	Regeneración
Polygonum persicaria	Muy escaso	1	1	Hierba anual	Regeneración
Polygonum lapathifolium	Muy claro	15	7	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Erythranthe glabrata	Claro	30	24	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Poa sp.	Muy claro	20	12	Hierba anual	Adulto
Plantago major	Muy escaso	5	2	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Rubus constrictus	Muy escaso	3	1	Arbusto	Regeneración

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 27: Cobertura de macrófitas en puente Ninquihue en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbustivas y herbáceas es permanente y abundante en las hidrófitas, que se subtienden sobre el cauce en ambos lados. Siempre es posible ver reclutamiento en las especies arbóreas alóctonas presentes, principalmente por su capacidad regenerativa y facilidad de dispersión, con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, como es el caso de *Acacia dealbata* la que presentaba renovales en ambos lados. La estrata arbustiva se presenta también en permanente reemplazo. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad, con una fisionomía de matorral arborescente en las inmediaciones del puente, la vegetación helófita, tiene una presencia amplia, con una cobertura alta en los márgenes de los vanos de cada puente, en el caso de las del tipo hidrófita, o acuáticas estrictas se restringe principalmente a la natante *Ludwigia peploides* que muestra una presencia frecuente y con alta cobertura pero en el lecho del estero. La zonación de estos grupos es marcada, en ambos lados de los puentes su desarrollo es evidente, quizás por el ancho del cauce, lo que permite observar un avance en la sucesión hacia el límite de las estructuras de los puentes de macrófitos y natantes con una densidad mayor de hidrofitos. La baja altura del puente puede determinar que no exista presencia significativa de vegetación debajo de él. No se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Menelhue

En el caso del Puente Menelhue se desarrolla una formación vegetal de ribera del tipo cortina arbórea compuesta principalmente de especies alóctonas con un desarrollo juvenil siguiendo el curso del estero Rauco, con una estrata arbustivas densa de zarza. Una franja de vegetación delimitada en ambas calzadas por cambios abruptos en el uso del suelo, con praderas, infraestructura y cultivos agrícolas. Las riberas próximas a los puentes presentan un gran desarrollo y cobertura de macrófitas. Se observa un desarrollo abierto y de baja altura de las plantas arbustivas y herbáceas que dominan, con un lecho muy pedregoso donde surge la vegetación de macrófitos en los claros provocados por la separación de los puentes, siendo inexistente en los vanos debajo de cada puente. Presenta una composición mixta de arbustos de alta densidad y ocasionales renovales arbóreos, los que en su parte más arbórea del sector poniente poseen un estado de desarrollo brinzal y latizal con alturas rondando los 15 m, siendo sus principales especies las alóctonas *Acacia dealbata, Salix babilónica, Robinia pseudoacacia* y *Populus sp.* a una densidad aproximada de 1.475 ind por ha en las áreas más densas, donde la presencia de *Rubus constrictus* en la segunda estrata es dominante.

La franja de vegetación denominada hidrófila se desarrolla próxima a las estructuras de puentes y desde la ribera. Se encuentra principalmente asociada a herbáceas como *Ludwigia peploides*,

Polygonum lapathifolium, Galega officinalis, Erythranthe glabrata, Cyperus eragrostis, Callitriche lechleri y *Myosotis scorpioides,* entre otras herbáceas ocasionales, sobre un sustrato bastante pedregoso y rupícola con basuras y desperdicios frecuentes.

Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbustivas ocupando el estrato superior hasta una altura de 2 m. con ocasionales arbóreas en estado de brinzal. Las arbustivas dominadas por Rubus constrictus, con renovales de Salix babilonica y Acacia dealbata de hasta 5 m, luego un grupo herbáceo de amplio emplazamiento por la ribera, dada la presencia de especies natantes, con cobertura alta que se extienden sin ingresar debajo de los puentes, su altura en promedio es de 0,6 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en dos estratos principales, siendo la vegetación del tipo higrófila y helófita las predominantes. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 28 Unidad Vegetación ribereña en puente Menelhue (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2022.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 22: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Menelhue en mini parcelas de 1x1 m

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 765.384; 5.956.117)					
Galega officinalis	Muy escaso	5	3	Hierba perenne	Regeneración
Erythranthe glabrata	Muy escaso	5	4	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Ludwigia peploides	Escaso	10	7	Natante arraigada	Adulto
Carex sp.	Muy escaso	5	1	Helófita herbácea	Adulto
Nasturtium officinale	Muy escaso	5	3	Helófita herbácea glicófila	Regeneración
Polygonum lapathifolium	Poco denso	60	19	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Sector Oriente (UTM 18S 765.406; 5.956.111)					
Ludwigia peploides	Muy escaso	1	3	Natante arraigada	Regeneración
Rubus constrictus	Muy escaso	5	1	Arbusto	Regeneración
Polygonum lapathifolium	Poco denso	70	23	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Rumex sp.	Muy escaso	2	3	Hierba anual	Regeneración
Poa sp.	Escaso	10	12	Hierba anual	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Cyperus eragrostis	Escaso	10	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto Reproductivo
Callitriche lechleri	Muy escaso	1	4	Sumergida arraigada	Regeneración

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 29: Cobertura de macrófitas en puente Menelhue en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbustivas y arbóreas es permanente pero no masivo, principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso, como es el caso de *Acacia dealbata* la que presentaba renovales frecuentes. La estrata arbustiva se presenta también en permanente reemplazo, aunque con ejemplares de menor desarrollo de *Rubus constrictus*. La vegetación higrófita corresponde principalmente a las arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes de esta unidad, con una fisionomía de cortina vegetal con matorral, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, tiene una presencia amplia y una cobertura alta y luego lo que puede identificarse como hidrófila se restringe principalmente a *Ludwigia peploides* y *Callitriche lechleri* que muestran una presencia ocasional y de baja cobertura. La zonación de estos grupos es marcada, aunque mucho más en el lado poniente, en el lado oriente de los puentes su desarrollo es un poco más limitado, quizás por la mayor dominancia en extensión de *Rubus constrictus*. es posible observar por el cauce una sucesión de media extensión de macrófitos y natantes con una densidad mayor de helófitos, principalmente en el lado poniente. Esta sucesión es acotada y se interrumpe hacia el interior de los puentes, no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a estos puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- Puente Nebuco

El Puente Nebuco, debido a la amplitud del cauce permite el desarrollo de una vegetación ribereña boscosa abundante pero también hidrófila de gran superficie y macrófitas que aprovechan la sedimentación que se provoca por el arrastre de piedras y barro a veces en la mitad del curso. La vegetación higrófila corresponde eminentemente a un bosque exótico dominado por *Acacia dealbata, Eucalyptus camaldulensis* y *Salix babylonica*, con un crecimiento importante en altura y en general estados de desarrollo latizales, brinzales delgados y algunos ejemplares de mayor crecimiento con ejemplares fustales, aunque más relacionados con el género *Populus.* Se observan también algunos arbustos menores y en baja proporción como *Cestrum parqui, Baccharis salicifolia* y *Salix viminalis*, además de la existencia en ciertas orillas de matorrales muy densos dominados por *Rubus constrictus*. La franja de vegetación involucrada, esto es la vegetación denominada hidrófila, es ancha en la relacionada a la del tipo higrófita, con un límite abrupto sobre el cauce, dejando poco margen para macrófitas palustres, principalmente destacan los géneros *Hydrocotyle, Ludwigia, Lemna* y *Persicaria,* entre otras herbáceas ocasionales. Se observan 2 estratos principales siendo sus grupos funcionales las arbóreas ocupando el estrato superior en alturas dominantes de 8 a 15 m. pero pudiendo llegar por sobre los 20 m. considerando que esta vegetación se encuentra más alejada de las estructuras de los puentes. Finalmente, un grupo herbáceo en un margen variable, pero a veces

bastante amplio y sobre el agua de la ribera, que se extiende por debajo de los puentes, aunque disminuyendo su densidad y composición, su altura en promedio es menor a 0,5 m. Por tanto, la ocupación espacial de los tipos de vegetación está distribuida en dos estratos principales, siendo la vegetación más higrófila la que ocupa un margen mucho más amplio en la disposición horizontal de estos estratos. Las siguientes imágenes muestran la estructura y composición en ambos extremos del cauce.

Fotografía 3- 30: Unidad Vegetación ribereña en puente Nebuco (vista poniente y vista oriente)



Fuente: ENVIS, 2023.

Los principales indicadores para la vegetación presente se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3- 23: Descripción de la flora hidrófila en el Puente Nebuco en mini parcelas de 1x1

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m²)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Poniente (UTM 18S 749.264; 5.941.241)					
Hydrocotyle ranunculoides	Escaso	15	20	Natante arraigada	Adulto
Ludwigia peploides	Escaso	10	10	Natante arraigada	Adulto
Acacia dealbata	Muy escaso	5	38	Arbusto	Regeneración
Isolepis cernua	Escaso	10	11	Helófita anfibia	Adulto
Azolla filiculoides	Muy escaso	5	6	Flotante libre	Adulto
Polygonum hydropiperoides	Muy claro	20	3	Helófita leñosa	Adulto Reproductivo
Ranunculus repens	Muy escaso	3	4	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Myriophyllum aquaticum	Muy escaso	5	4	Sumergida arraigada	Adulto
Agrostis sp.	Muy escaso	3	6	Hierba perenne	Adulto
Myosotis laxa	Muy escaso	1	1	Hierba anual	Adulto Reproductivo
Lemna minuta	Muy escaso	3	6	Hierba acuática perenne	Adulto
Cymbalaria sp	Escaso	10	21	Hierba anual	Juvenil
Convolvulus arvensis	Muy escaso	4	1	Hierba perenne	Adulto

ESPECIE	ABUNDANCIA	COBERTURA %	DENSIDAD (ind/m^2)	HÁBITO	ESTADO DE DESARROLLO
Sector Oriente (UTM 18S 749.274; 5.941.209)					
Rumex conglomeratus	Muy escaso	5	2	Hierba perenne	Juvenil
Plantago major	Escaso	10	4	Hierba perenne	Adulto
Xanthium strumarium	Muy escaso	5	1	Hierba perenne	Adulto Reproductivo
Polygonum lapathifolium	Escaso	10	2	Helófita herbácea glicófila	Adulto
Baccharis racemosa	Muy escaso	3	1	Arbusto	Regeneración
Agrostis sp.	Muy escaso	5	25	Hierba perenne	Adulto
Anagallis arvensis	Muy escaso	3	4	Hierba anual	Adulto
Cyperus eragrostis	Escaso	10	6	Helófita herbácea glicófila	Regeneración
Galega officinalis	Muy claro	15	1	Hierba perenne	Regeneración
Erigeron sp.	Muy escaso	2	3	Hierba	Juvenil

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2023).

Fotografía 3- 31: Cobertura de macrófitas en puente Nebuco en mini parcelas de 1x1 m



Fuente: ENVIS, 2023.

En relación con la sucesión vegetal el reclutamiento de las especies arbóreas y arbustivas exóticas es evidente principalmente por la capacidad regenerativa de las especies alóctonas, las cuales tienen un rápido crecimiento y dispersión, varias de ellas con gran producción de semillas que facilitan y propician su establecimiento exitoso. Esta estrata presenta, en base a los datos de parcelas de inventario presentados en Tabla 9, en promedio alrededor de 2.725 individuos estimados a nivel de hectárea. La vegetación higrófita entonces corresponde principalmente a esta estrata de arbóreas y arbustivas que se disponen en los márgenes del río con una fisionomía de bosque de alóctonas, con un soto muy claro en sectores, pero dominado por la zarza, la vegetación helófita, como ya se ha mencionado, presenta en los sectores colindantes con el bosque de alóctonas un estrecho margen para su desarrollo, pero que se amplía en las inmediaciones de las estructuras del puente, en donde el bosque se acaba permitiendo un espacio más amplio para su desarrollo y luego lo que puede identificarse como vegetación

hidrófila se manifiesta ampliamente en las inmediaciones de las estructuras y bajo los puentes, siendo variable su presencia a lo largo de la orilla dentro del AI, destaca la presencia de la natante *Azolla filiculoides* e *Hydrocotyle ranunculoides,* las que muestra una presencia frecuente, ocasionalmente se registra *Myriophyllum aquaticum. .* La zonación de estos grupos es evidente pero focalizada en los alrededores del puente y a ambos lados siguiendo el cauce, en donde el grupo de higrófitas a colonizado densamente sus riberas y es posible observar una sucesión a través del cauce de macrófitos natantes y una cobertura evidente de helófitos en superficies bastante amplias, la cual continua hacia el interior y por los vanos del puente, no se observó presencia de macrófitos sumergidos.

No se registró ninguna singularidad ambiental de la vegetación aledaña a los puentes ni la presencia de formaciones únicas, escasas o de baja representatividad, ni la presencia formaciones vegetales frágiles, reliquias o relictuales.

- **Cortinas arbóreas**

Unidad muy frecuente en el AI y en general utilizadas para demarcar predios o zonas de pradera con diferentes usos. Están conformadas principalmente de especies exóticas tales como *Populus sp*., *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Eucalyptus spp.* y *Pinus radiata*.

Fotografía 3- 32: Unidad Cortinas arbóreas.



Fuente: ENVIS, 2022.

- **Agrícola**

Presente en el AI de casi todos los puentes e incluye sectores de producción frutal de berries y avellana europea, también en el área se observaron algunos cultivos agrícolas menores principalmente de hortalizas, también de maíz y avena.

Fotografía 3- 33: Unidad Agrícola.



Fuente: ENVIS, 2022.

Se presenta a continuación una tabla resumen con la superficie ocupada por cada unidad homogénea (UH) y dentro de ellas las unidades vegetacionales (UV) caracterizada en el AI del Proyecto. Adicionalmente se presenta el detalle de cada unidad en base a método COT. En la cartografía asociada en Anexo 3-6 Flora y vegetación.

Tabla 3- 24: Superficies por UH en el área de influencia preliminar del Proyecto.

UH	UV	SUPERFICIE (HA) AI PRELIMINAR	Superficie (ha) AI CONSOLIDADA
Agrícola		**33,84**	**1,55**
Bosque de alóctonas asilvestradas		**25,48**	**13,98**

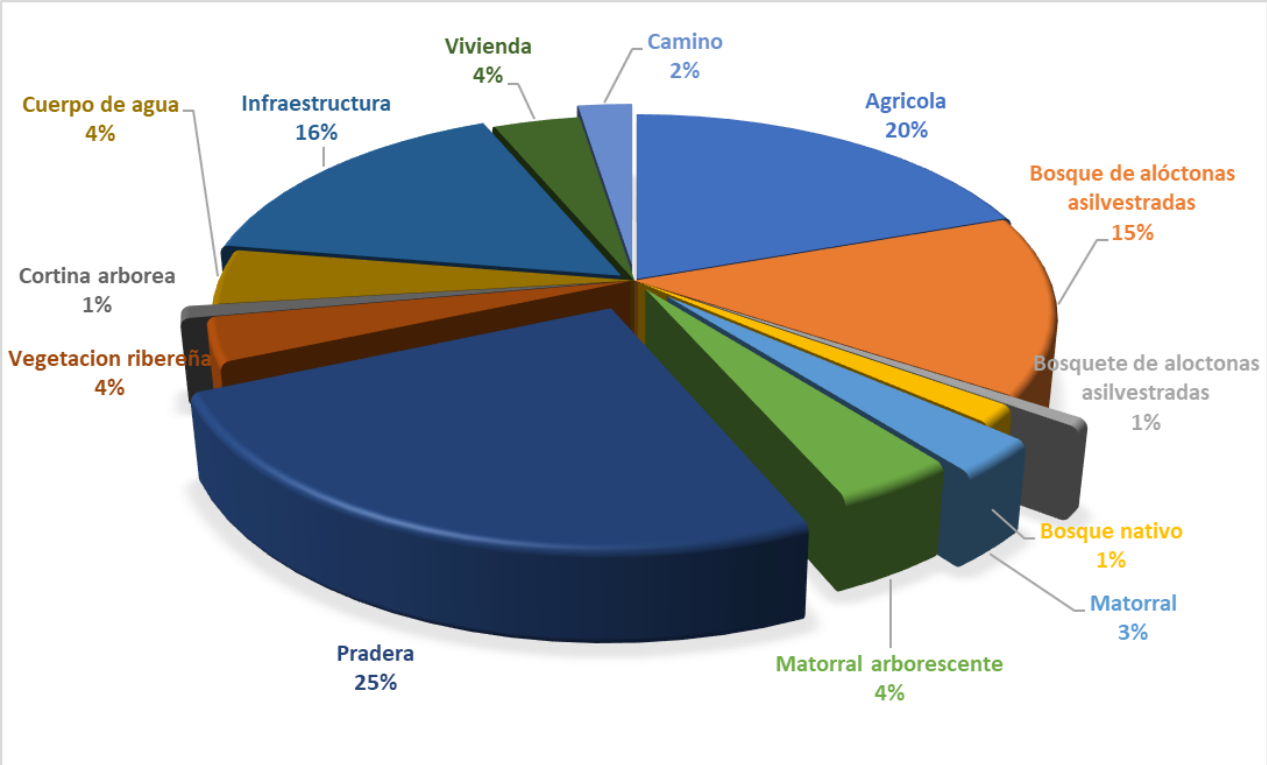
UH	UV	SUPERFICIE (HA) AI PRELIMINAR	Superficie (ha) AI CONSOLIDADA
	De *Acacia dealbata*	*20,45*	*9,59*
	De *Populus sp*.	*3,21*	*2,28*
	De *Salix sp*.	*0,48*	*0,23*
	De *Alnus glutinosa*	*1,34*	*1,88*
Bosquete de alóctonas asilvestradas		**1,18**	**0,48**
	De *Acacia dealbata*	*1,18*	*0,48*
	De *Populus sp*.	*0,38*	--
Bosque nativo		**2,56**	**--**
	Tipo forestales Esclerófilo – Sub tipo Espinal	*1,28*	--
	Tipo forestal Siempreverde De *Myrceugenia exsucca* y *Luma chequen* con *Crinodendron patagua*	*1,28*	--
Matorral		**5,09**	**1,03**
Matorral arborescente		**6,92**	**2,13**
Pradera		**43,48**	**4,77**
	Pradera con arboles	*2,80*	*0,31*
	Pradera húmeda	*1,28*	--
	--	*39,40*	*4,46*
Vegetación ribereña		**6,19**	**3,59**
Cortina arbórea		**1,70**	**0,34**

UH	UV	SUPERFICIE (HA) AI PRELIMINAR	Superficie (ha) AI CONSOLIDADA
Cuerpo de agua		**7,83**	**4,92**
Infraestructura		**27,76**	**7,26**
Vivienda		**6,72**	**0,54**
Camino		**4,26**	**1,38**
	TOTAL	**173,01**	**41,97**

Fuente: ENVIS, en base a datos de terreno (2022).

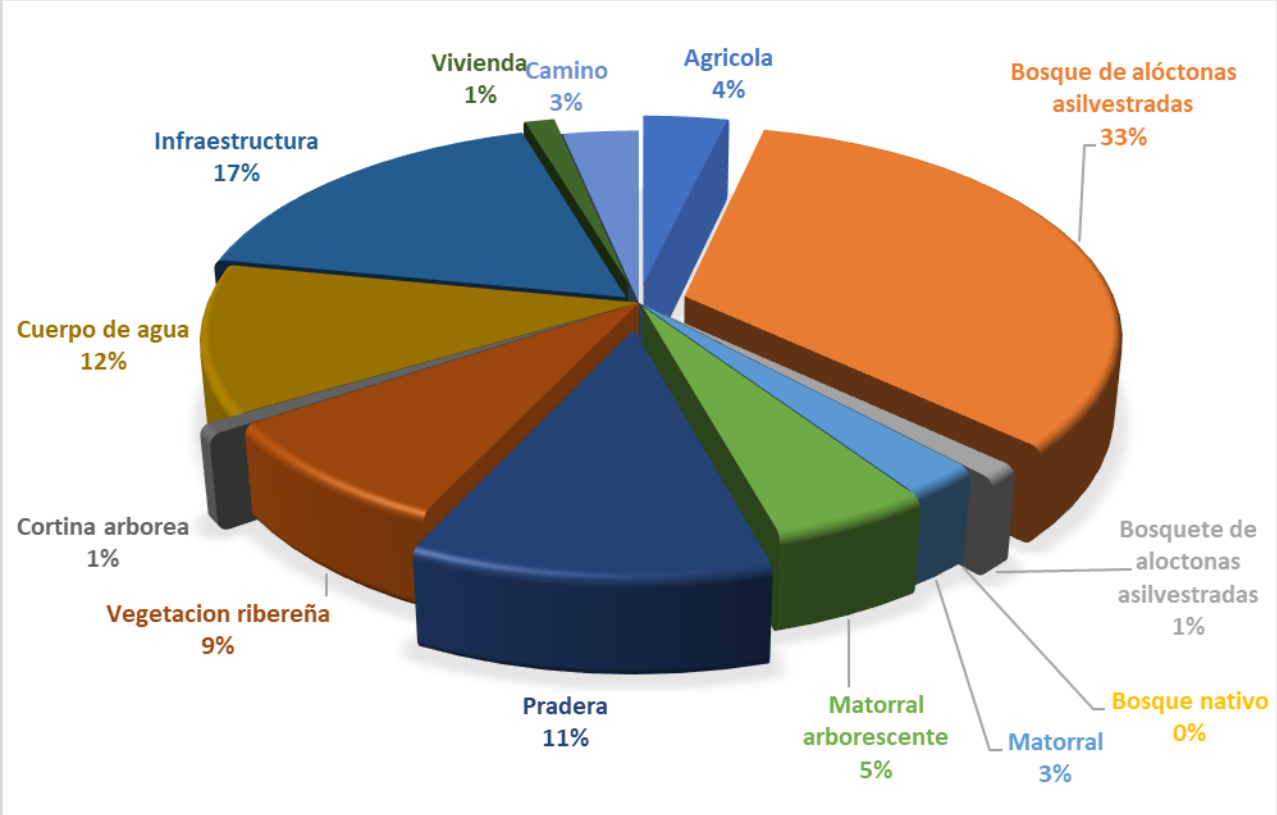
De acuerdo con la tabla anterior la mayor superficie del AI preliminar es ocupada por la formación de Praderas (25%) las que en su mayoría corresponde a herbazales sin uso específico o áreas con vegetación del tipo ruderal, ocupando en general terrenos planos y algunos sectores de taludes o lomajes suaves. La fracción que le sigue corresponde a la unidad Agrícola que presenta un 20% la que está distribuida en sectores puntuales y no en todos los puentes, principalmente concentrada en el puente Ñiquén. Los Bosques y bosquetes de alóctonas asilvestradas ocupan 16% en conjunto, los que en general se presentan muy fragmentados ocupando parches de menos de 1 ha de superficie. La escasa presencia de Bosque nativo con un 1%, se reduce a los puentes Ancoa y Colliguay, en fragmentos que rondan 1 ha de superficie. Los matorrales en su conjunto ocupan 7% y corresponde principalmente a una asociación de zarza y quilo (*Rubus constrictus-Muehlenbeckia hastulata*), con mayor o menor presencia de arbóreas principalmente de origen exótico. La vegetación ribereña que se distribuye en terrenos planos o con algunos quiebres aledaños a cursos y que inciden en su protección ocupa un 4%. En fracciones menores se encuentran las Cortinas arbóreas en torno al 1%. Por su parte, la consolidación del AI presenta como predominante a la unidad Bosques y bosquetes de alóctonas asilvestradas (33%), con las Praderas y Vegetación ribereña a continuación con 11% y 9% respectivamente. No hay presencia de Bosque nativo. Esto se grafica a continuación.

Gráfico 3- 1: Distribución relativa de las UH en el AI preliminar.



Fuente: ENVIS, 2022.

Gráfico 3- 2: Distribución relativa de las UH en el AI consolidada.



Fuente: ENVIS, 2022.

Adicionalmente, la prospección de las unidades en donde se proyecta el emplazamiento de las IF (instalaciones de faena) en cada puente, corresponde esencialmente a herbazales ruderales y sectores con matorral eminentemente de zarza (*Rubus constrictus*), con presencia menor de ejemplares arbóreos principalmente de origen alóctono (principalmente de *Acacia dealbata* y en menor medida de *Salix babylonica*). No se registró ninguna sensibilidad en estas áreas. Algunas imágenes y descripciones generales del área se presentan a continuación.

Tabla 3- 25: Sectores de emplazamiento de IF

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Cunaco: el sector corresponde a un herbazal ralo y bajo, con una zanja que da al río aledaña a la Ruta 5. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Conium maculatum, Verbascum virgatum* y un grupo de ejemplares de *Salix babylonica* asomándose por sobre una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*).
	IF Puente Ancoa: el sector corresponde a un herbazal muy ralo y bajo, con una declinación hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla el matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*) con brinzales de aromo (*Acacia dealbata*) y ocasionales ejemplares de *Baccharis salicifolia*. El herbazal está dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Avena fatua* y *Boerhavia difusa.*

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Longaví: el sector corresponde a un herbazal ralo y muy degradado. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Conium maculatum, Avena fatua, Convolvulus arvensis, Centaurea solstitialis* e *Hypochaeris radicata*.
	IF Puente Copihue poniente: el sector corresponde a un herbazal denso en talud pronunciado. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Avena fatua* e *Hypochaeris radicata*. con una declinación hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*) con *Conium maculatum* y *Galega officinalis*.

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Copihue oriente: el sector corresponde a un herbazal escaso en talud o desnivel hacia la ruta 5. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Avena fatua* e *Hypochaeris radicata*. en el costado opuesto a la Ruta 5 se desarrolla una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*) con una cortina baja de *Cupressus macrocarpa* y ocasionales ejemplares de la arbustiva *Tessaria absinthioides,* también restos de las herbáceas *Conium maculatum* y *Galega officinalis*.
	IF Puente Colliguay: el sector corresponde a un herbazal ralo en talud de pendiente leve hacia la zanja. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Cichorium intybus, Hypochaeris radicata, Lapsana communis, Verbena litoralis* y *Verbascum virgatum*. con una declinación hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una franja de matorral denso de quilo (*Muehlenbeckia hastulata)* y de zarza (*Rubus constrictus*).

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Parral poniente: el sector corresponde a una cortina arbórea sobre un herbazal claro junto a una cicloruta o vereda peatonal. La cortina en promedio de 4 m de altura está dominada por ejemplares arbóreos principalmente alóctonos de bajo desarrollo como *Salix babylonica, Salix caprea, Acacia dealbata, Populus sp* y *Vitis sp* El herbazal está dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Cichorium intybus, Lolium sp., Centaurea solstitialis* e *Hypochaeris radicata* junto a una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*) con quilo (*Muehlenbeckia hastulata)*.
	IF Puente Parral Ramal oriente: la instalación se emplaza en parte de la ruta 5 con un pequeño sector que corresponde a un angosto herbazal muy ralo entre la vía de la Ruta 5 y la caletera. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Eschscholzia californica, Hypochaeris radicata*, *Cichorium intybus* y *Centaurea solstitialis.*
	IF Puente Ñiquén: el sector corresponde a un herbazal muy ralo. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Hypochaeris radicata* y *Tribulus sp*. con una declinación leve hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*) con quilo (*Muehlenbeckia hastulata)*.

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Navotavo: el sector corresponde a un angosto herbazal muy ralo entre las dos vías de la Ruta 5, sobre un talud pronunciado. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Polygonum aviculare, Avena sp* y *Centaurea solstitialis.*
	IF Puente Lilahue Poniente: el sector corresponde a un herbazal claro. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Cichorium intybus, Eschscholzia califórnica, Avena sp., Verbascum virgatum* y *Lapsana communis,* aumentando la presencia de especies más hidrófilas hacia el curso de agua con *Plantago lanceolata*, *Equisetum pyramidale* y *Ambrosia artemisiifolia*. Con una declinación media hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla en una zanja una franja de matorral denso de zarza (*Rubus constrictus*).
	IF Puente Lilahue Oriente: el sector corresponde a un herbazal ralo. Dominado por especies de carácter ruderal como *Hirschfeldia incana, Rapistrum rugosum, Hypochaeris radicata, Echium vulgare* y *Convolvulus arvensis*. Con una declinación fuerte hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una cortina densa de brinzales de aromo (*Acacia dealbata*) y *Salix caprea*, de 3 a 5 m de altura.

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Ninquihue: el sector corresponde a un herbazal muy denso, con una inclinación leve. Dominado por especies de carácter ruderal como *Madia sativa*, *Hirschfeldia incana, Avena sp* y *Centaurea solstitialis, Lapsana communis, Hypochaeris radicata, Eschscholzia californica, Dactylis glomerata, Convolvulus arvensis* y *Echium vulgare* con ocasional regeneración de aromo (*Acacia dealbata*) y algunos ejemplares de zarza (*Rubus constrictus*).
	IF Puente Menelhue: el sector corresponde a un herbazal muy ralo. Dominado por especies de carácter ruderal como *Raphanus sativus, Hirschfeldia incana, Madia sativa, Hypochaeris radicata, Sonchus asper, Convolvulus arvensis, Foeniculum vulgare* y *Verbascum virgatum*. Con una declinación media hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla en una zanja una franja de matorral escaso de zarza (*Rubus constrictus*) con ocasionales ejemplares de *Rosa rubiginosa* y renovales de *Acacia dealbata* y *Acacia caven* de escaso desarrollo.
	IF Puente Nebuco Poniente: el sector corresponde a un herbazal muy ralo en talud muy pronunciado. Dominado por especies de carácter ruderal como *Echium vulgare, Hypochaeris radicata, Rapistrum rugosum, Verbascum thapsus* y *Verbascum virgatum,* con una declinación fuerte hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una franja de matorral abierto de *Acacia dealbata* con escaso desarrollo.

Imagen de sector con IF	Descripción
	IF Puente Nebuco oriente: el sector corresponde a un herbazal ralo en talud pronunciado. Dominado por especies de carácter ruderal como *Echium vulgare, Rapistrum rugosum* y *Verbascum virgatum,* con una declinación hacia el costado opuesto a la Ruta 5 en donde se desarrolla una franja escasa de matorral de zarza (*Rubus constrictus*) con ejemplares renovales de bajo desarrollo de *Acacia dealbata*.

Fuente: ENVIS, 2023.

3.9.3.3 Flora registrada en el área de influencia

De acuerdo con el levantamiento de información de terreno realizado en la temporada de primavera, verano y otoño, se logró identificar en el AI preliminar 238 especies. Las especies registradas se agrupan en 67 familias, siendo las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Polygonaceae las más representadas con 41, 25, 18 y 11 especies respectivamente. El catálogo florístico total se muestra, en una lista, indicando: familia, nombre científico, nombre común, hábito, origen geográfico y estación de registro (primavera-verano-otoño) (ver Tabla siguiente).

Tabla 3- 26: Catálogo de especies de flora vascular para el área de influencia del Proyecto.

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Fabaceae	*Acacia caven*	Espino	Árbol	Nativo	X	X	X
Fabaceae	*Acacia dealbata*	Aromo	Arbusto o árbol pequeño	Alóctono	X	X	X
Fabaceae	*Acacia melanoxylon*	Aromo australiano	Árbol	Alóctono	X	X	X
Aceraceae	*Acer negundo*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Asteraceae	*Achillea millefolium*	Milenrama	Hierba perenne	Alóctono			X
Poaceae	*Agrostis sp.*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	
Simaroubaceae	*Ailanthus altissima*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Poaceae	*Aira caryophyllea*	--	Hierba anual	Alóctono	X		
Alismataceae	*Alisma lanceolatum*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Alismataceae	*Alisma plantago-aquatica*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Betulaceae	*Alnus glutinosa*	Aliso	Árbol	Alóctono	X	X	X
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria ligtu*	Liuto	Hierba perenne	Endémica	X		
Amaranthaceae	*Amaranthus sp.*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Asteraceae	*Ambrosia artemisiifolia*	Altamisa	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Ambrosia artemisioides*	Tikara	Arbusto	Nativo	X	X	
Boraginaceae	*Amsinckia calycina*	Hierba rocilla	Hierba anual	Nativo		X	
Primulaceae	*Anagallis arvensis*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Anthemis arvensis*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Anthemis sp.*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Araucariaceae	*Araucaria sp.*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Elaeocarpaceae	*Aristotelia chilensis*	Maqui, clon	Árbol	Nativo	X	X	X
Poaceae	*Avena barbata*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Poaceae	*Avena fatua*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Poaceae	*Avena sativa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Salicaceae	*Azara celastrina*	Lilén	Arbusto	Endémica		X	
Azollaceae	*Azolla filiculoides*	Flor del pato	Hierba anual	Alóctono		X	X
Asteraceae	*Baccharis racemosa*	Chilca	Arbusto	Nativo		X	X
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Chilca	Arbusto	Nativo	X	X	X
Asteraceae	*Baccharis sp.*	--	Arbusto	Nativo	X	X	X
Orobanchaceae	*Bellardia viscosa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Bidens laevis*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	
Blechnaceae	*Blechnum hastatum*	Palmilla, quilquil	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Nyctaginaceae	*Boerhavia diffusa*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	X
Poaceae	*Briza maxima*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Poaceae	*Bromus hordeaceus*	--	Hierba anual	Alóctono		X	X
Poaceae	*Bromus sp.*	--	Hierba anual	S/I		X	
Poaceae	*Calamagrostis epigejos*	--	Hierba anual	Alóctono			X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Plantaginaceae	*Callitriche sp.*	--	Hierba acuática anual	S/I			X
Convolvulaceae	*Calystegia sepium*	--	Arbusto trepador	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Carduus pycnocephalus*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Cyperaceae	*Carex excelsa*	--	Hierba perenne	Nativo		X	X
Cyperaceae	*Carex pendula*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Cyperaceae	*Carex sp.*	--	Hierba perenne	S/I	X	X	X
Asteraceae	*Carlina vulgaris*	--	Hierba	Alóctono			X
Asteraceae	*Carthamus lanatus*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	--	Árbol	Alóctono	X	X	
Bignoniaceae	*Catalpa ovata*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Centaurea melitensis*	Abrepuño	Hierba anual	Alóctono		X	X
Asteraceae	*Centaurea solstitialis*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono			X
Solanaceae	*Cestrum parqui*	Palqui, parqui, hediondilla	Arbusto	Nativo	X	X	X
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Chenopodiaceae	*Chenopodium sp.*	--	Hierba perenne	S/I			X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Asteraceae	*Chondrilla juncea*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Asteraceae	*Cichorium intybus*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Cirsium vulgare*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Vitaceae	*Cissus striata*	Pilpilvoqui, voqui colorado.	Arbusto trepador	Nativo			X
Apiaceae	*Conium maculatum*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	--	Hierba trepadora perenne	Alóctono	X	X	X
Poaceae	*Cortaderia sp.*	--	Hierba perenne	S/I			X
Betulaceae	*Corylus avellana*	Avellana europea	Árbol	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Crepis capillaris*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Crepis foetida*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Crepis setosa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Elaeocarpaceae	*Crinodendron patagua*	Patagua	Árbol	Endémica	X	X	
Cupressaceae	*Cupressus macrocarpa*	Ciprés de Monterrey	Árbol	Alóctono	X	X	X
Convolvulaceae	*Cuscuta chilensis*	Cabello de ángel, cúscuta	Hierba parásita anual	Nativo		X	X
Scrophulariaceae	*Cymbalaria sp*	--	Hierba anual	Alóctono			X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Cyperaceae	*Cyperus eragrostis*	--	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Fabaceae	*Cytisus villosus*	--	Arbusto	Alóctono	X	X	
Poaceae	*Dactylis glomerata*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Solanaceae	*Datura stramonium*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Apiaceae	*Daucus carota*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono		X	
Poaceae	*Digitaria sanguinalis*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Brassicaceae	*Diplotaxis muralis*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	
Caprifoliaceae	*Dipsacus sp.*	--	Hierba bienal	Alóctono	X	X	
Chenopodiaceae	*Dysphania multifida*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	
Poaceae	*Echinochloa crusgalli*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Boraginaceae	*Echium vulgare*	--	Hierba bienal	Alóctono	X	X	X
Cyperaceae	*Eleocharis macrostachya*	--	Hierba perenne	Nativo		X	
Onagraceae	*Epilobium parviflorum*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Onagraceae	*Epilobium sp.*	--	Hierba anual	S/I	X	X	
Onagraceae	*Epilobium tetragonum*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Equisetaceae	*Equisetum bogotense*	Limpia plata, yerba de la plata	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Equisetaceae	*Equisetum pyramidale*	Cola de caballo	Hierba perenne	Endémica	X	X	X
Asteraceae	*Erigeron sp.*	--	Hierba	S/I			X
Rosaceae	*Eriobotrya japonica*	Níspero	Árbol	Alóctono	X	X	
Geraniaceae	*Erodium botrys*	--	Hierba anual	Alóctono		X	
Geraniaceae	*Erodium cicutarium*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	
Phrymaceae	*Erythranthe glabrata*	Oqororo	Hierba anual	Nativo	X	X	X
Escalloniaceae	*Escallonia pulverulenta*	Corontillo, mardoño	Arbusto o árbol pequeño	Endémica	X	X	
Papaveraceae	*Eschscholzia californica*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus*	--	Árbol	Alóctono	X	X	
Myrtaceae	*Eucalyptus sp.*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Euphorbiaceae	*Euphorbia peplus*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Euphorbiaceae	*Ficus carica*	Higuera.	Árbol	Alóctono			X
Apiaceae	*Foeniculum vulgare*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Oleaceae	*Fraxinus excelsior*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Papaveraceae	*Fumaria agraria*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Papaveraceae	*Fumaria capreolata*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Papaveraceae	*Fumaria officinalis*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Papaveraceae	*Fumaria sp.*	--	Hierba	Alóctono	X	X	
Fabaceae	*Galega officinalis*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Galinsoga parviflora*	Pacoyuyo, miri vaihi (Rapa Nui)	Hierba anual	Nativo	X	X	
Rubiaceae	*Galium aparine*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Helminthotheca echioides*	--	Hierba anual	Alóctono		X	
Malvaceae	*Hibiscus trionum*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Brassicaceae	*Hirschfeldia incana*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Poaceae	*Hordeum murinum*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Poaceae	*Hordeum vulgare*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Apiaceae	*Hydrocotyle ranunculoides*	Hierba de la plata, tangue	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Hypericaceae	*Hypericum perforatum*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Hypochaeris glabra*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Asteraceae	*Hypochaeris radicata*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Hypochaeris sp.*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Cyperaceae	*Isolepis cernua*	--	Hierba perenne	Nativo		X	X
Juglandaceae	*Juglans regia*	Nogal común	Árbol	Alóctono	X	X	
Juncaceae	*Juncus bufonius*	Junquillo	Hierba anual	Alóctono		X	
Juncaceae	*Juncus effusus*	--	Hierba perenne	Nativo	X	X	
Juncaceae	*Juncus sp.*	--	Hierba	S/I	X	X	
Asteraceae	*Lactuca serriola*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Lactuca virosa*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Lapsana communis*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Araceae	*Lemna minuta*	Lenteja de agua.	Hierba acuática perenne	Nativo			X
Asteraceae	*Leontodon saxatilis*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Anacardiaceae	*Lithrea caustica*	Litre	Árbol	Endémica	X	X	
Campanulaceae	*Lobelia tupa*	Tupa	Arbusto	Endémica	X	X	
Poaceae	*Lolium perenne*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Fabaceae	*Lotus corniculatus*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Fabaceae	*Lotus pedunculatus*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Onagraceae	*Ludwigia grandiflora*	--	Hierba acuática perenne	Nativo	X	X	
Onagraceae	*Ludwigia peploides*	Pasto de la rana	Hierba acuática perenne	Nativo	X	X	X
Myrtaceae	*Luma chequen*	Chequén, arrayán blanco	Arbusto o árbol pequeño	Endémica	X	X	
Fabaceae	*Lupinus albus*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Madia sativa*	Madi, melosa	Hierba anual	Nativo		X	
Malvaceae	*Malva dendromorpha*	--	Subarbusto	Alóctono	X	X	X
Malvaceae	*Malva multiflora*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Malvaceae	*Malva parviflora*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Malvaceae	*Malva pusilla*	--	Hierba	Alóctono			X
Lamiaceae	*Marrubium vulgare*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Celastraceae	*Maytenus boaria*	Maitén	Árbol	Nativo	X	X	
Fabaceae	*Medicago polymorpha*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Lamiaceae	*Mentha pulegium*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	X
Lamiaceae	*Mentha x piperita*	--	Hierba perenne	Alóctono			X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Malvaceae	*Modiola caroliniana*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Polygonaceae	*Muehlenbeckia hastulata*	Mollaca, quilo, voqui negro	Arbusto	Nativo	X	X	X
Boraginaceae	*Myosotis laxa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Boraginaceae	*Myosotis scorpioides*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Myrtaceae	*Myrceugenia exsucca*	Pitra, petra, patagua	Árbol	Nativo	X	X	
Haloragaceae	*Myriophyllum aquaticum*	Lima, aguasana	Hierba acuática perenne	Nativo	X	X	X
Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	Berro europeo	Hierba perenne	Alóctono		X	X
Solanaceae	*Nicotiana glauca*	Palqui inglés, palqui extranjero	Arbusto o Subarbusto	Nativo	X	X	
Onagraceae	*Oenothera stricta*	Don Diego de la noche	Hierba anual o bienal	Nativo	X	X	X
Fabaceae	*Otholobium glandulosum*	--	Arbusto o árbol pequeño	Nativo	X	X	X
Oxalidaceae	*Oxalis latifolia*	--	Hierba	Alóctono	X	X	
Oxalidaceae	*Oxalis sp.*	--	Hierba	S/I	X	X	X
Oxalidaceae	*Oxalis violacea*	Vinagrillo morado	Hierba	Alóctono	X	X	
Papaveraceae	*Papaver sp.*	--	Hierba anual	Alóctono		X	
Poaceae	*Paspalum distichum*	--	Hierba perenne	Alóctono			X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Passifloraceae	*Passiflora sp.*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Polygonaceae	*Persicaria maculosa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Polygonaceae	*Persicaria minor*	--	Hierba	Alóctono	X	X	
Polygonaceae	*Persicaria sp.*	--	Hierba	Alóctono	X	X	X
Monimiaceae	*Peumus boldus*	Boldo	Árbol	Endémica	X	X	
Poaceae	*Phalaris aquatica*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Poaceae	*Phleum pratense*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	X
Pinaceae	*Pinus radiata*	Pino insigne	Árbol	Alóctono	X	X	X
Plantaginaceae	*Plantago argentea*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Plantaginaceae	*Plantago major*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Poaceae	*Poa annua*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Polygonaceae	*Polygonum hydropiperoides*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Polygonaceae	*Polygonum lapathifolium*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Polygonaceae	*Polygonum persicaria*	--	Hierba	Alóctono	X	X	

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Poaceae	*Polypogon monspeliensis*	--	Hierba anual	Alóctono		X	
Salicaceae	*Populus alba*	Álamo blanco	Árbol	Alóctono	X	X	
Salicaceae	*Populus canadensis*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Salicaceae	*Populus nigra*	--	Árbol	Alóctono	X	X	
Lamiaceae	*Prunella vulgaris*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Rosaceae	*Prunus cerea*	--	Árbol	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Pseudognaphalium sp.*	--	Hierba	S/I	X	X	
Quillajaceae	*Quillaja saponaria*	Quillay	Árbol	Nativo	X	X	X
Ranunculaceae	*Ranunculus repens*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Ranunculaceae	*Ranunculus sceleratus*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Brassicaceae	*Raphanus raphanistrum*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Brassicaceae	*Raphanus sativus*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	X
Brassicaceae	*Rapistrum rugosum*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Fabaceae	*Robinia pseudoacacia*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Brassicaceae	*Rorippa amphibia*	--	Hierba	Alóctono	X	X	
Rosaceae	*Rosa rubiginosa*	--	Arbusto	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Apiaceae	*Rouya polygama*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Rosaceae	*Rubus constrictus*	Mora, murra	Arbusto	Alóctono	X	X	X
Polygonaceae	*Rumex acetosella*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Polygonaceae	*Rumex conglomeratus*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X
Polygonaceae	*Rumex sp.*	--	Hierba	S/I	X	X	X
Salicaceae	*Salix babylonica*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Salicaceae	*Salix caprea*	--	Arbusto	Alóctono	X	X	X
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce amargo, sauce chileno	Árbol	Nativo	X	X	
Salicaceae	*Salix viminalis*	Sauce mimbre	Arbusto	Alóctono	X	X	X
Caryophyllaceae	*Saponaria officinalis*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Anacardiaceae	*Schinus areira*	Molle, pimiento, pimentero	Árbol	Nativo	X	X	
Anacardiaceae	*Schinus polygamus*	Huingán	Arbusto o árbol pequeño	Nativo	X	X	
Cyperaceae	*Schoenoplectus californicus*	Totora, ngaatu (Rapa Nui).	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Cyperaceae	*Schoenoplectus pungens*	--	Hierba perenne	Nativo			X
Scrophulariaceae	*Scrophularia auriculata*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	X

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Poaceae	*Setaria sp.*	--	Hierba	Alóctono			X
Caryophyllaceae	*Silene gallica*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Asteraceae	*Silybum marianum*	--	Hierba anual o bienal	Alóctono	X	X	
Solanaceae	*Solanum americanum*	Hierba mora	Subarbusto	Nativo	X	X	X
Asteraceae	*Solidago chilensis*	Fulel	Hierba perenne	Nativo		X	
Asteraceae	*Sonchus asper*	--	Hierba perenne	Alóctono			X
Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	--	Hierba anual	Alóctono			X
Poaceae	*Sorghum halepense*	Toroko (Rapa Nui).	Hierba perenne	Alóctono			X
Caryophyllaceae	*Spergula rubra*	--	Hierba anual o perenne	Alóctono	X	X	
Plantaginaceae	*Stemodia durantifolia*	Contrayerba	Hierba acuática perenne	Nativo	X	X	
Asteraceae	*Symphyotrichum sp.*	--	Hierba	Alóctono			X
Asteraceae	*Taraxacum officinale*	--	Hierba perenne	Alóctono	X	X	
Fabaceae	*Teline monspessulana*	Retamilla	Arbusto	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	Brea, chilquilla	Arbusto	Nativo	X	X	X
Asteraceae	*Tolpis barbata*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	

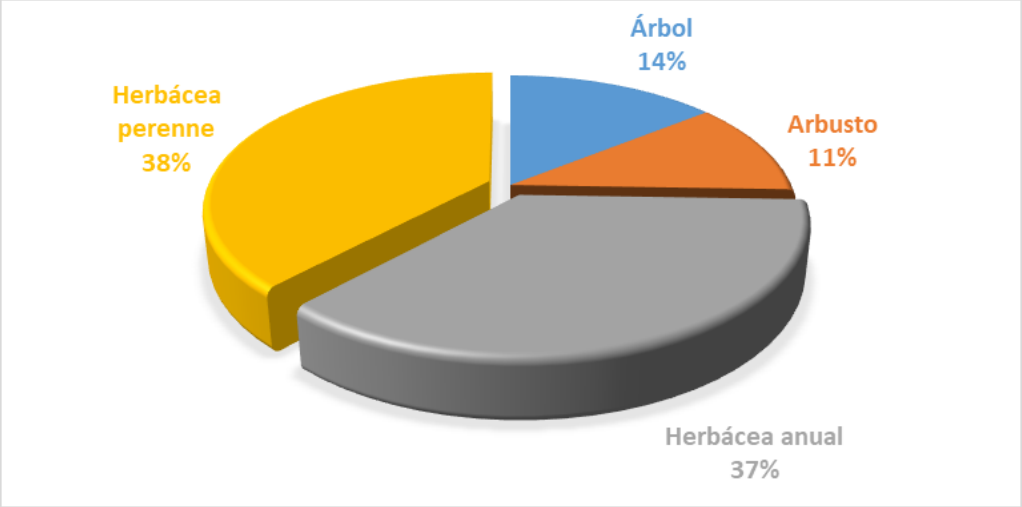
FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Zygophyllaceae	*Tribulus sp*	--	Hierba perenne	Alóctono		X	
Fabaceae	*Trifolium arvense*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Fabaceae	*Trifolium dubium*	--	Hierba anual	Alóctono		X	X
Fabaceae	*Trifolium pratense*	--	Hierba anual	Alóctono		X	X
Fabaceae	*Trifolium repens*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
Loranthaceae	*Tristerix corymbosus*	Quintral	Arbusto parásito	Nativo		X	
Poaceae	*Triticum aestivum*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Ulmaceae	*Ulmus minor*	--	Árbol	Alóctono	X	X	X
Scrophulariaceae	*Verbascum thapsus*	--	Hierba bienal	Alóctono	X	X	
Scrophulariaceae	*Verbascum virgatum*	--	Hierba bienal	Alóctono	X	X	X
Verbenaceae	*Verbena litoralis*	Verbena	Hierba perenne	Nativo	X	X	X
Plantaginaceae	*Veronica anagallis-aquatica*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Fabaceae	*Vicia sativa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Fabaceae	*Vicia villosa*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	
Vitaceae	*Vitis vinifera*	Vid, parra	Arbusto trepador	Alóctono	X	X	X
Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	Hierba anual	Alóctono	X	X	

FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ORIGEN GEOGRÁFICO	PRIM	VER	OTO
Poaceae	*Zea mays*	--	Hierba anual	Alóctono	X	X	X
				Totales por estación del año	**175**	**203**	**136**

Fuente: ENVIS, 2022.

El hábito de las especies presentes en el AI corresponde principalmente al herbáceo, el cual representa el 75% de las especies, con un leve predominio de las del tipo perenne (38%) por sobre las del tipo anual (37%), mientras tanto el 14% presentan un hábito arbóreo y un 11% arbustivo, incorporándose en esta categoría, con una proporción del 2%, a los arbustos trepadores y subarbustos.

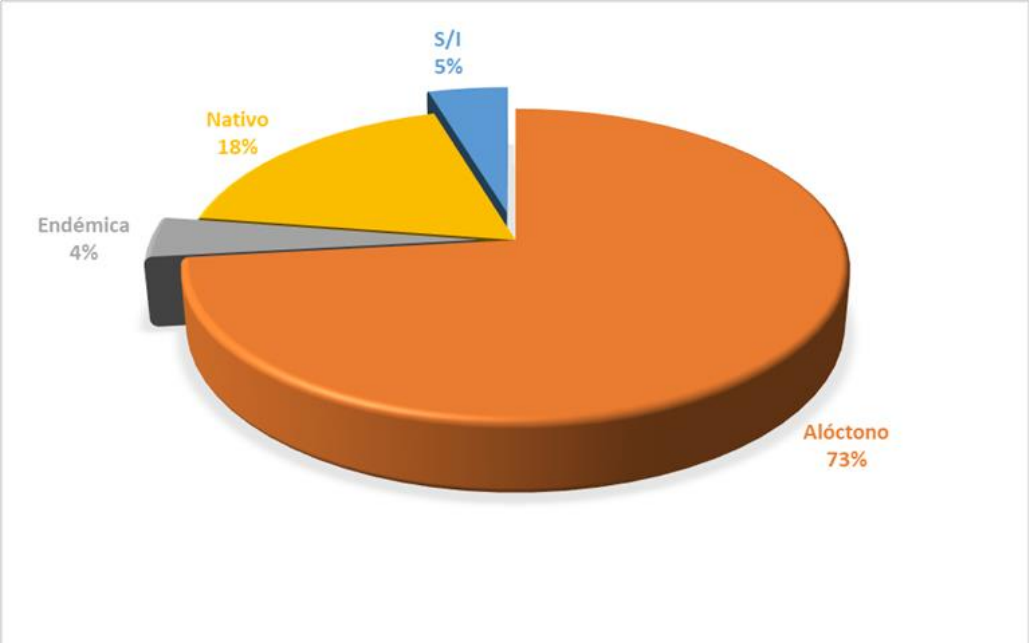
Gráfico 3- 3: Distribución porcentual del hábito de las especies registradas.



Fuente: ENVIS, 2022.

En relación con el origen fitogeográfico de las especies, estas corresponden mayoritariamente a taxas exóticos o alóctonos (73%), con 9 taxas endémicos (4%) y 43 taxas nativos (18%) como se puede apreciar en el gráfico a continuación.

Gráfico 3- 4: Distribución porcentual del origen de las especies registradas.



Fuente: ENVIS, 2022.

3.9.3.4 Riqueza dentro de las UV registradas

La lista de especies que se registró en las formaciones de acuerdo con el método Braun-Blanquet (Relevés) y dentro de las asociaciones definidas como unidad vegetacional (UV) se presentan a continuación, se excluyen de esta tabla las cortinas arbóreas y la unidad agrícola por ser monotípicos y unidades artificiales:

Tabla 3- 27: Riqueza estación primavera año 2022.

		Bosque y bosquete de alóctonas asilvestradas			Bosque nativo			Matorral			Matorral arborescente			Pradera			Vegetación ribereña			Total
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	
1	Puente Cunaco Oriente	4	2	20																**26**
2	Puente Ancoa Nº1 Oriente	4	5	30																**39**
3	Puente Ancoa Nº2 Oriente	3	3	36																**42**
4	Puente Longaví Oriente										4	4	21							**29**
5	Puente Copihue Oriente y Poniente													4	4	18				**26**
6	Puente Colliguay Oriente	1	4	25	3	2	3										5	3	22	**68**
7	Puente Parral Ramal Oriente y Poniente	4	3	23																**30**
8	Puente Ñiquén Oriente																3	4	28	**35**
9	Puente Navotavo Oriente	8	11	28																**47**
10	Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	4	6	23							1	2	8		3	6				**53**
11	Puente Ninquihue Poniente	2	3	19					1	17										**42**
12	Puente Menelhue Poniente	5	5	15														1	13	**39**
13	Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	3	3	7							1	1	13	2	1	4	4	3	18	**60**
	Total AI	**38**	**45**	**226**	**3**	**2**	**3**	**0**	**1**	**17**	**6**	**7**	**42**	**6**	**8**	**28**	**12**	**11**	**81**	

Fuente: ENVIS, 2022

Del total de taxas nativos, endémicos y alóctonos registrados, las mayores riquezas de especies se encuentran en los puentes Colliguay Oriente y Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local), precisamente en el puente Colliguay es donde se encuentran los pocos fragmentos de bosque nativo del Proyecto. Por otro lado, la UV con mayor riqueza de especies corresponde a la de Bosques y bosquetes de alóctonas asilvestradas con 341 taxas, principalmente dado por la cantidad de especies del tipo herbáceo registradas, en su gran mayoría alóctonas. La UV que le sigue en riqueza corresponde a la denominada Vegetación ribereña con 104 taxas, dominado fuertemente por el tipo herbáceo.

Tabla 3- 28: Riqueza estación verano año 2023.

	Bosque y bosquete de alóctonas asilvestradas			Bosque nativo			Matorral			Matorral arborescente			Pradera			Vegetación ribereña			Total
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	
Puente Cunaco Oriente													6	4	21				**31**
Puente Ancoa Nº1 Oriente													6	5	37				**48**
Puente Ancoa Nº2 Oriente				4		3				2	2	9				2	2	40	**64**
Puente Longaví Oriente													6	3	16	6	1	16	**48**
Puente Copihue Oriente y Poniente	6	3	8					1	11							3	2	15	**49**
Puente Colliguay Oriente							1	2	6	1	2	5				2	2	11	**32**
Puente Parral Ramal Oriente y Poniente													2	4	14				**20**
Puente Ñiquén Oriente																3	2	27	**32**
Puente Navotavo Oriente	7		13										4		17	4	5	12	**62**
Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	6	1						1	9							2	3	15	**37**
Puente Ninquihue Poniente	1	1	5										1	1	18	3	2	10	**42**
Puente Menelhue Poniente							2	2	2					2	6	2	1	9	**26**
Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	2												2	1	11	4	2	12	**34**
Total AI	**22**	**5**	**26**	**4**	**0**	**3**	**3**	**6**	**28**	**3**	**4**	**14**	**27**	**20**	**140**	**31**	**22**	**167**	

Fuente: ENVIS, 2023

Del total de taxas nativos, endémicos y alóctonos registrados en esta temporada de verano, las mayores riquezas de especies se encuentran en los puentes Ancoa N°2, Navotavo y Copihue, la variación estacional se explica por la emergencia secuencial de las plantas herbáceas anuales principalmente. Por otro lado, la UV con mayor riqueza de especies corresponde en esta estación a la de Vegetación ribereña con 220 taxas, principalmente dado por la cantidad de especies del tipo herbáceo perenne que se mantienen en el año a las que se le van sumando las estacionales. La UV que le sigue en riqueza corresponde a la Pradera con 187 taxas.

Tabla 3- 29: Riqueza estación otoño año 2023.

		Bosque de alóctonas asilvestradas			Bosque nativo			Matorral			Matorral arborescente			Pradera			Vegetación ribereña			Total
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	
1	Puente Cunaco Oriente													2	2	12	2	3	26	**47**
2	Puente Ancoa Nº1 Oriente	3	1											2	3	23	3	5	25	**65**
3	Puente Ancoa Nº2 Oriente				4		3				2	2	7				1	3	14	**29**
4	Puente Longaví Oriente	5	1	3				1	1	6	5	2	8				4	2	13	**51**
5	Puente Copihue Oriente y Poniente	7	4	10				4	1	6					1	6	3	4	20	**66**
6	Puente Colliguay Oriente							1	1	3							2	3	16	**26**
7	Puente Parral Ramal Oriente y Poniente	3	1	2										3	4	14	3	2	7	**39**
8	Puente Ñiquén Oriente																2	4	20	**26**
9	Puente Navotavo Oriente																4	3	19	**26**
10	Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local																3	1	11	**15**
11	Puente Ninquihue Poniente															8	3	1	16	**28**
12	Puente Menelhue Poniente							3	2	6					2	7	3	1	9	**33**
13	Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	3						1	1					2	3	2	4	3	18	**37**
	TOTAL AI	**21**	**7**	**15**	**4**	**0**	**3**	**10**	**6**	**21**	**7**	**4**	**15**	**9**	**15**	**72**	**37**	**35**	**214**	

Fuente: ENVIS, 2023

Del total de taxas nativos, endémicos y alóctonos registrados en esta temporada de otoño, las mayores riquezas de especies se encuentran en los puentes Copihue, Ancoa N°1 y Longaví, la variación estacional se explica por la disminución de la presencia de las plantas herbáceas anuales principalmente que van acabando su ciclo y desaparecen o se las encuentra secas y en mal estado. Por otro lado, la UV con mayor riqueza de especies sigue siendo, al igual que en la estación anterior, la Vegetación ribereña con 286 taxas, principalmente dado por la cantidad de especies del tipo herbáceo perenne que se mantienen en el año a las que se le van sumando las estacionales. La UV que le sigue en riqueza corresponde a la Pradera con 96 taxas.

Examinando cada formación en relación con los censos Relevés (ver detalles en las tablas de estructura fitosociológica en el Anexo 3-6 Flora y vegetación) realizados en ellos se puede constatar lo siguiente.

Unidad vegetacional (UV) Bosque de alóctonas asilvestradas: En base a los 23 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 104 taxas principalmente de origen alóctono (78), con baja representación de especies nativas y/o endémicas, con 16 y 1 taxa respectivamente, lo que evidencia una formación secundaria de bosque. Está dominada por la especie arbórea *Acacia dealbata* con una especie acompañante arbustiva *Rubus constrictus*, que puede considerarse como especie dominante del sotobosque en esta formación. Otras especies frecuentes corresponden a las alóctonas *Salix babylonica, Acacia melanoxylon* y las herbáceas *Galega officinalis* e *Hirschfeldia incana*. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,8911 otorgándole un grado alto de diversidad, aunque con una equitatividad baja en relación con la cobertura de sus especies constituyentes.

Unidad vegetacional (UV) Bosque nativo: En base a los 3 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 27 taxas, equiparándose la presencia alóctona con 14 en relación con los 8 taxas nativos y 5 endémicos, lo que evidencia una formación secundaria nativa en estado de degradación hacia una dominada por especies foráneas. Está dominada por dos especies arbóreas nativas *Quillaja saponaria* y *Acacia caven*, encontrándose a *Acacia dealbata* como una especie acompañante. Es posible encontrar como especies frecuentes a *Maytenus boaria* y la herbácea invasiva *Conium maculatum*. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,8547 otorgándole un grado medio de diversidad y de equitatividad en relación con la cobertura de sus especies constituyentes.

Unidad vegetacional (UV) Matorral: En base a los 11 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 73 taxas, predominando fuertemente el carácter alóctono en él con 55 taxas en relación con los 9 taxas nativos y 1 endémico, lo que confirma el carácter de la vegetación in situ representada principalmente por especies foráneas. Está dominada por la arbustiva *Rubus constrictus* cuya estructura de crecimiento define fisionómicamente a este matorral, una especie acompañante típica es la especie nativa *Muehlenbeckia hastulata*, que puede conformar enmarañados tejidos sobre la propia zarza o incluso sobre especies arbóreas mayores. Es posible encontrar como especies frecuentes a *Salix babylonica*, en general como renovales y la herbácea invasiva *Galega officinalis*. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,8595 otorgándole un grado medio de diversidad y de equitatividad baja en relación con la cobertura de sus especies constituyentes.

Unidad vegetacional (UV) Matorral arborescente: En base a los 9 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 66 taxas, predominando también el carácter alóctono en él con 49 taxas en relación con los 12 taxas nativos, muy similar a la formación anterior en relación con el carácter de la vegetación in situ representada por especies foráneas. Está dominada ampliamente por la arbustiva *Rubus constrictus* (zarza) cuya estructura de crecimiento define fisionómicamente a este matorral con acompañamiento de especies arbóreas o arbustivas altas, también como especie acompañante típica es la nativa *Muehlenbeckia hastulata*, además de la herbácea *Phalaris aquatica*. Dentro de las arbóreas o arbustivas es posible encontrar como especies frecuentes a *Salix*

babylonica, Salix caprea y *Acacia dealbata* en general como renovales y también la herbácea invasiva *Hirschfeldia incana,* dado el carácter ruderal de esta formación. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,8745 otorgándole un grado medio de diversidad, así como de equitatividad en relación con la cobertura de sus especies constituyentes.

Unidad vegetacional (UV) Vegetación ribereña: En base a los 39 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 165 taxas predominando las de origen alóctono (116), con una representación más alta de especies nativas y/o endémicas, con 30 y 2 taxas respectivamente, lo que evidencia una formación secundaria cuyo bosque original aún puede observarse como remanente levemente representado. Está dominada por la especie arbórea *Acacia dealbata* y la especie arbustiva *Rubus constrictus* en el sotobosque de esta formación. Como especie acompañante se encuentra la arbórea *Salix babylonica*. Otras especies frecuentes corresponden a las alóctonas *Galega officinalis* y también una especie de planta nativa acuática con hábito natante arraigada *Ludwigia peploides,* que puede presentarse como dominante con gran densidad en sectores de orilla, al igual que la especie herbácea *Polygonum lapathifolium*. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,9312 otorgándole un grado alto de diversidad, aunque con una equitatividad baja en relación con la cobertura de sus especies constituyentes, por la dominancia de un grupo pequeño de especies en el plano horizontal en desmedro de la mayoría coexistente.

Unidad vegetacional (UV) Pradera: En base a los 24 censos en esta unidad se registra una riqueza específica de 98 taxas principalmente de origen alóctono (73), con baja representación de especies nativas y/o endémicas, con 19 y 0 taxas respectivamente, con muchas de estas unidades siendo el producto de la degradación o cambio de uso del suelo de áreas con escasa vegetación próximas a rutas y caminos que facilitan el ingreso de especies de alta dispersión típicamente foráneas y ruderales, indicadoras inequívocas de intervención humana. Aun cuando la fisionomía es de hierbas altas, estuvo presente en forma permanente la especie arbustiva *Rubus constrictus*, que podría considerarse como codominante de una segunda estrata junto a la herbácea *Avena barbata*. Otras especies frecuentes corresponden a las alóctonas *Acacia dealbata*, siempre en forma de renovales dispersos y las herbáceas *Hirschfeldia incana, Convolvulus arvensis* y *Phleum pratense*. El índice de diversidad específica de Simpson se sitúa en 0,9227 otorgándole un grado muy alto de diversidad, aunque con una equitatividad media en relación con la cobertura de sus especies constituyentes.

3.9.3.5 Especies en categoría de conservación

Del total de taxas nativos y endémicos registrados, todos son comunes en su área de distribución y no presentan ningún tipo de preocupación en cuanto a su riesgo de extinción. Sólo se registró una especie de helecho en categoría de “Preocupación menor” *Blechnum hastatum* (DS 19/2012 MMA) bajo la estructura del Puente Ñiquén, se contabilizaron 11 ejemplares en esa coordenada.

Tabla 3- 30: Listado de las especies en categoría de conservación en el AI del Proyecto.

Este UTM	Norte UTM	Familia	*Nombre científico*	Origen	EC/Decreto
784.728	5.977.690	Blechnaceae	*Blechnum hastatum*	Nativo	LC (DS 19/2012 MMA)

Fuente: ENVIS, 2022.

3.9.3.6 Singularidades

En la siguiente tabla se muestra el análisis de singularidades en las categorías propuestas por CONAF (2020) y SEA (2015).

Tabla 3- 31: Análisis de las singularidades ambientales.

SINGULARIDAD	ESTADO
Presencia de formaciones vegetales únicas o de baja representatividad nacional.	No se registra este tipo de formaciones en el AI preliminar del Proyecto.
Presencia de formaciones vegetales relictuales.	No se registra este tipo de formaciones en el AI preliminar del Proyecto.
Presencia de formaciones vegetales remanentes.	De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017) ambos pisos vegetacionales sobre los cuales se encuentra emplazado el Proyecto, el piso denominado Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus* y el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica,* corresponden a formaciones remanentes. Los procesos de pérdida de hábitat se han seguido desarrollando y agudizando en los últimos años, especialmente en la zona central del país.

SINGULARIDAD	ESTADO
Presencia de formaciones vegetales frágiles cuya existencia se ve amenazada por escasez de recursos o fenómenos poblacionales que restringen su crecimiento y mantención en el tiempo.	De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017) ambos pisos vegetacionales el piso denominado Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus* y el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica,* se encontrarían con un nivel de amenaza alto En peligro crítico y En peligro respectivamente. Ambos con su superficie potencial tendiendo a la disminución bajo el escenario de cambio climático. El segundo piso mencionado ni siquiera se encuentra representado en el SNASPE. Esto se corrobora en otros estudios como los del estrés bioclimático, en donde se identifican como especialmente afectados para el escenario 2050, los ecosistemas terrestres situados en la zona central del país, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Entre ellos, los más vulnerables serían algunos pertenecientes a las formaciones vegetacionales del tipo bosque esclerófilo (MMA, 2014).
	Además, en el AI y específicamente en el lado oriental del puente Colliguay oriente se registran bosques higrófilos de *Myrceugenia exsucca* (llamados pitranto o hualve) con ejemplares de grandes dimensiones con su típica configuración plurifustal y acompañada por chequén (*Luma chequen*) en donde fue usual el registro de la especie endémica *Crinodendron patagua*. Fueron registrados en parches o fragmentos de tamaño variable. Estos bosques se pueden considerar como frágiles puesto que dependen de un gran aporte hídrico y condiciones puntuales del sistema edáfico, principalmente el exceso de humedad y anegamiento estacional (Ramírez *et al*., 1997) el que se ha visto reducido por la sequía y localmente por la extracción de aguas de napas subterráneas, además de la intervención extractiva de la masa vegetal. Son considerados un tipo de bosque pantanoso o humedal boscoso, usualmente considerado vegetación intrazonal, por algunos autores (Luebert y Pliscoff, 2017), y por otros, vegetación azonal (Ramírez *et al*., 1983; San Martín *et al*., 1988; González *et al*., 2003; Urrutia y Hauenstein, 2017). El estado de conservación de estos sistemas en Chile central es principalmente fragmentario, por extracción de leña y habilitando terrenos mediante el drenado de sus suelos para cultivos agrícolas, lo que está provocando una fuerte modificación de los hábitats, exterminando especies dependientes de la condición de sombra que otorgan los pitrantos (Ramírez *et al*., 1997).

<table>
<tr><th>SINGULARIDAD</th><th>ESTADO</th></tr>
<tr><td>Presencia de bosque nativo de preservación.</td><td>No se registra este tipo de formaciones en el AI del Proyecto.</td></tr>
<tr><td>Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.</td><td>El Puente Ancoa Oriente se encuentra a más de 11 km del Sitio Prioritario Vegas de Ancoa, el Puente Nebuco se encuentra a más de 20 km del Sitio Prioritario Laguna Santa Elena.</td></tr>
<tr><td>Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial.</td><td>Cualquier área en esta categoría se encuentra a más de 20 km del AI preliminar del Proyecto de cada puente.</td></tr>
<tr><td>Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas.</td><td>Cualquier área en esta categoría se encuentra a más de 20 km del AI preliminar del Proyecto de cada puente.</td></tr>
<tr><td>Presencia de árboles y arbustos aislados ubicados en lugares específicos del territorio, identificados según decretos dictados de conformidad al artículo 4 de la Ley Nº18.378.</td><td>De acuerdo con el D.S. N°237/1974 de carácter interregional que “Prohíbe la corta de árboles situados hasta 100 metros de la carretera longitudinal, en el tramo comprendido entre la ciudad de Chillán, por el norte y el pueblo de Quellón, Provincia de Chiloé por el sur” y en relación con la ubicación del puente Nebuco y lo registrado en él, existe la presencia de árboles y arbustos aislados que habilitan esta sensibilidad, específicamente con la ubicación de las 2 instalaciones de faena que se han definido en el área. La información para la solicitud de "AUTORIZACIÓN DE CORTA DE ÁRBOLES Y/O ARBUSTOS AISLADOS UBICADOS EN AREAS DECLARADAS DE PROTECCIÓN" que debe ser presentada a CONAF es la siguiente:
<table>
<tr><th colspan="2">Área a intervenir</th><th colspan="2">Especies a intervenir</th></tr>
<tr><th>N°</th><th>Superficie (ha)</th><th>Nombre de la especie</th><th>N° individuos</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1.- IF Poniente</td><td rowspan="2">0,2</td><td>Eucalyptus camaldulensis</td><td>19</td></tr>
<tr><td>Salix babylonica</td><td>21</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>SINGULARIDAD</th><th>ESTADO</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td></td><td></td><td>Acacia dealbata</td><td>145</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Acacia caven</td><td>3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Otholobium glandulosum</td><td>3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Muehlenbeckia hastulata</td><td>2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Baccharis salicifolia</td><td>30</td></tr>
<tr><td>2.- IF Oriente</td><td>0,2</td><td>Eucalyptus camaldulensis</td><td>19</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Populus canadensis</td><td>4</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Salix babylonica</td><td>1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Salix humboldtiana</td><td>8</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Salix viminalis</td><td>19</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Acacia dealbata</td><td>124</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Acacia caven</td><td>1</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a humedales de zonas áridas, semiáridas o subhúmedas.</td><td>Efectivamente el Proyecto cruza o está próximo de tres (3) humedales en o parcialmente dentro áreas urbanas, a saber, (i) humedal Estero Parral ubicado en la comuna de Parral, (ii) humedal Estero Navotavo (identificado como Estero Cochepérez) ubicado en la comuna de San Carlos y, (iii) humedal Estero Rio Chillan-Esteros Las Toscas y Maipo ubicado en la comuna de Chillán Viejo. Estos humedales no han sido declarados, pero se encuentran en los límites urbanos señalados. Al amparo de la Ley 21202 “respecto de Humedales Urbanos”, que modificó el artículo 10 de la Ley 19.300 en donde se señala que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental sobre estos sistemas. La descripción de la vegetación asociada a estos 3 humedales dentro de los límites urbanos y de los otros humedales no asociados al límite urbano, se presentó en detalle el apartado relacionado con la “Vegetación ribereña”.</td></tr>
<tr><td>Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categoría de conservación.</td><td>Se registró una especie de helecho Blechnum hastatum en categoría de “Preocupación menor” (DS 19/2012 MMA) en el AI del Proyecto bajo la estructura del Puente Ñiquén.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>SINGULARIDAD</th><th>ESTADO</th></tr>
<tr><td>Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.</td><td>En el AI del Proyecto se detectaron algunos ejemplares aislados de Quillay (Quillaja saponaria) en el borde de la ruta y de formaciones de Bosque de alóctonas asilvestradas. Se registró en el puente proyectado Lilahue Oriente y Poniente Calle Local. De acuerdo con el Decreto 366/1944 el que “REGLAMENTA EXPLOTACION DE QUILLAY Y OTRAS ESPECIES FORESTALES” que prohíbe la corta del quillay y la explotación de este producto. Ante su eventual corta se deberá solicitar y tramitar un permiso en oficinas y sitio web del SAG.

El detalle de los registros se presenta a continuación:

<table>
<tr><th>Área a intervenir</th><th>Ejemplares</th><th>X UTM</th><th>Y UTM</th></tr>
<tr><td>Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local</td><td>1</td><td>769.650</td><td>5.961.148</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Presencia de especies endémicas.</td><td>Se registraron 9 especies endémicas las que presentan amplios márgenes de distribución altitudinales y latitudinales en el país.</td></tr>
<tr><td>Por otro lado, respecto de estas especies también se tuvo el registro de una especie herbácea geófita endémica Alstroemeria ligtu, que, aunque no está indicada en ninguna categoría de conservación, la presencia de estas geófitas representa una singularidad a considerar en el estudio por ser plantas con un hábitat muy reducido o puntual, muchas de ellas con problemas de conservación. La especie se registró dentro del AI preliminar pero fuera de las acciones directas del Proyecto y de su AI consolidada. Su ubicación se presenta a continuación.

<table>
<tr><th>UTM Este</th><th>UTM Norte</th><th>N° ejemplares</th></tr>
<tr><td>804.078</td><td>6.026.155</td><td>8</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>También, en el área del puente Colliguay Oriente y dentro de formaciones de bosque nativo y matorrales se registró con recurrencia la especie endémica patagua (Crinodendron patagua), la cual es Vulnerable según el 18° proceso de clasificación de especies. De confirmarse esta categoría los fragmentos nativos que se encuentran en ese puente conformarían Bosque nativo de preservación, dado que cuando se trata de Bosque Nativo de Preservación las dimensiones del fragmento no se consideran una limitante de acuerdo con la Ley 20.283. La especie se registró dentro del AI preliminar pero fuera de las acciones directas del Proyecto y de su AI consolidada. Su ubicación se presenta a continuación.</td></tr>
</table>

SINGULARIDAD	ESTADO		
	UTM Este	**UTM Norte**	**N° ejemplares**
	247.719	5.999.308	1
	247.791	5.999.343	1
	247.799	5.999.362	1
	247.795	5.999.378	1
	247.789	5.999.380	1
	247.812	5.999.354	1
	247.796	5.999.356	1
	247.800	5.999.351	1
	247.806	5.999.284	1
Presencia de especies de distribución restringida.	No se registran este tipo de especies en el AI del Proyecto.		
Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.	El Proyecto se mueve en un rango latitudinal desde la VII a XVI Región. En tal rango no hay especies en esta situación.		
Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.	El Proyecto se mueve en un rango altitudinal de 50 a 200 msnm. En tal rango ninguna de las especies nativas o endémicas se encuentra cercana a su límite.		

Fuente: ENVIS, 2022.

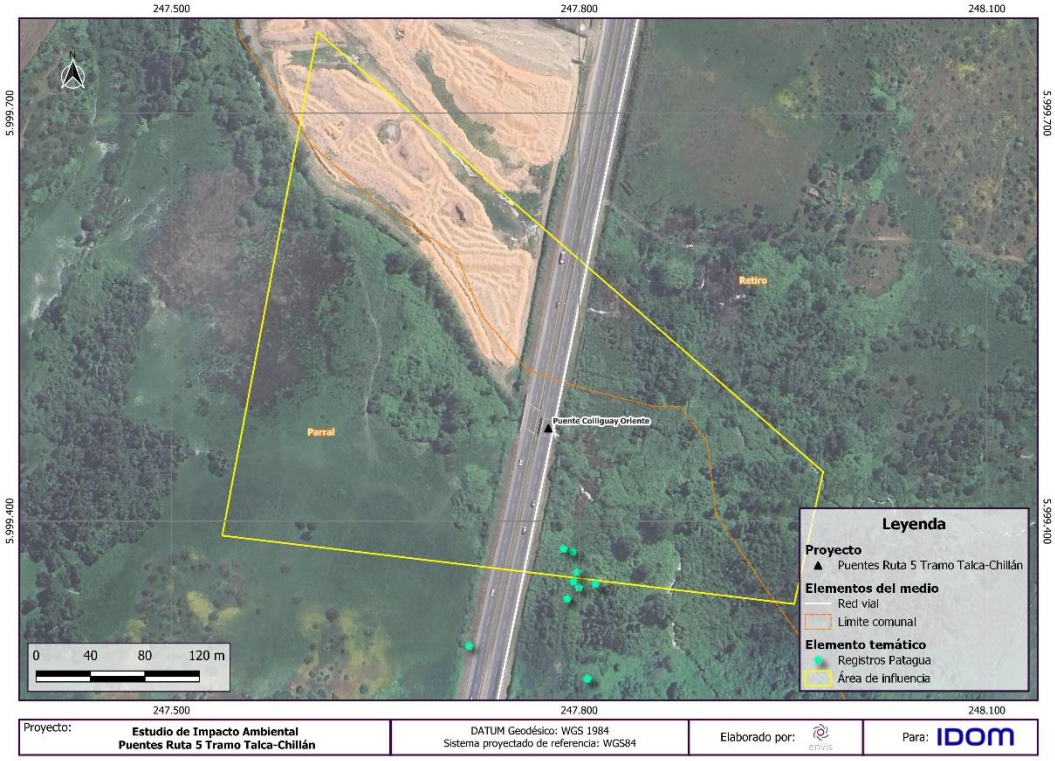
En las siguientes imágenes se presentan algunas de estas singularidades mencionadas a lo largo de la ruta y dentro del AI preliminar del Proyecto.

Fotografía 3- 34: Registro de algunas singularidades observadas en el AI preliminar del Proyecto.



Fuente: ENVIS, 2022. Arriba: Pitranto o Hualve; Abajo izq.: *Alstroemeria ligtu* con dos patrones de coloración.

Figura 3- 5: Registro de *Crinodendron patagua* en el AI preliminar del Puente Colliguay



Fuente: ENVIS, 2024. Registros de Patagua (*Crinodendron patagua*).

3.9.3.7 Escenario de Cambio Climático

En Chile se han reportado efectos adversos del cambio climático asociados a la disminución de la precipitación, aumentos de las temperaturas e incremento de olas de calor. Se ha detectado la disminución del vigor de los bosques mediterráneos a causa de la mega sequía de 2010-2020 (Garreaud *et al*., 2017; Miranda *et al*., 2020), disminución en el crecimiento en los bosques mediterráneos y templados, en la regeneración de bosques de alerce (Urrutia-Jalabert *et al*., 2018; Camarero & Fajardo, 2017; Fajardo *et al*., 2019; Venegas-González *et al.,* 2018, 2019), defoliación en bosques de la Patagonia por insectos (Estay *et al*., 2019) e incendios forestales principalmente en los climas mediterráneos y templados de Chile centro y centro sur (González *et al*., 2020; González *et al*., 2011; Urrutia-Jalabert *et al*., 2018), pero también incendios en la región de Aysén asociados a días con registros históricos de temperatura máxima (Lara *et al*., 2019).

El efecto más notorio de la sequía en los bosques nativos se ha reflejado en la pérdida de vigor o verdor en los bosques mediterráneos de la zona central (Garreaud *et al*., 2017). Miranda *et al*., (2020) encontraron un efecto negativo y significativo de la sequía en 1/3 de los bosques mediterráneos de las regiones de Valparaíso y Metropolitana hasta el verano del año 2017. Sin embargo, la continuidad de la sequía hasta la actualidad hace presumir un efecto mayor, en donde resultados preliminares han revelado un decaimiento general del verdor de los bosques en el verano de 2020. Los cambios observados pueden modificar la composición de especies dominantes, su distribución, dinámica, estructura y composición del sotobosque, teniendo un efecto cascada indirecto en las comunidades asociadas y la biodiversidad que sustentan mediante cambios en la estructura y calidad del hábitat (Miranda *et al*., 2020).

Finalmente, otro aspecto del cambio climático que es foco de preocupación a nivel mundial son los efectos nocivos que este tiene sobre los humedales. Estos ecosistemas son hábitat de una amplia diversidad de organismos dependientes de las condiciones intrínsecas de un humedal, tales como, vegetación hidrófila, que crece circundante a los humedales, arraigadas al suelo o de vida libre en el cuerpo de agua. Estos ecosistemas fluviales se caracterizan por tener una matriz acuosa sedimentaria con sedimentos finos y materia orgánica particulada y ser altamente dinámicos (SEA, 2023).

La definición de cada una de las cadenas de impacto considerando la bibliografía compilada y disponible en http://www.arclim.mma.gob.cl, se detalla a continuación. Se hace la salvedad de que se incorporan antecedentes respecto de bosques nativos, pero en el AI consolidada no hay presencia de esa formación, ya que sólo se registró en el AI preliminar del puente Colliguay Oriente y Puente Ancoa Oriente N°1 y 2, quedando por tanto fuera de los efectos de las obras y acciones del Proyecto.

- Efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de los bosques nativos y plantaciones forestales

El verdor representa la abundancia de clorofila en las hojas, pigmento foliar que funciona como un indicador de la capacidad fotosintética y potencial de crecimiento de las plantas (Reich *et al*., 2003). Valores bajos de clorofila pueden relacionarse con una disminución del crecimiento, defoliación y muerte de partes de la copa o de los individuos. El riesgo es calculado a partir de datos de la cobertura de la vegetación, topografía y características edáficas donde se encuentran, y las amenazas expresadas en los cambios de temperatura y precipitación. A continuación, se detallan los índices que entrega el visor ARClim con respecto al efecto potencial de los cambios en el clima sobre el verdor de los bosques nativos y plantaciones forestales:

- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5). Todas las variaciones son positivas (aumento de condiciones adversas al desarrollo de los bosques nativos) pero con cambios diferentes a lo largo del país.
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos, donde 0 representa ausencia de bosques nativos y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción. La cobertura actual de bosques nativos se estima empleando múltiples fuentes de información.
- **Sensibilidad:** Representa el potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico en el verdor del bosque bajo un contexto de cambios en la precipitación y temperatura. La combinación de las tres variables se realiza en función a la importancia observada en la predicción del cambio actual de verdor en los bosques nativos. La sensibilidad compuesta ha sido escalada en valores entre 0 (mínimo) y 1 (máximo).
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de pérdida de verdor del bosque nativo entre el periodo histórico y el futuro. El cambio de riesgo sólo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

- <u>Riesgo de incendios en bosques nativos y plantaciones forestales</u>

Los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en periodos estivales y en particular en momentos de alta temperatura (i.e. olas de calor). El riesgo se calcula a partir de datos de la cobertura de bosques, la probabilidad de ocurrencia de incendios y las amenazas expresadas en olas de calor. A continuación, se detallan los índices que entrega la herramienta ARClim con respecto al riesgo a incendios forestales:

- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia de temperaturas sobre 30ºC (propicias para la ocurrencia de incendios forestales) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos o plantaciones forestales, donde 0 representa ausencia de la conformación vegetal y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción de bosques nativos. La cobertura es estimada según diversas fuentes de información.

- **Sensibilidad:** La sensibilidad de un bosque a experimentar un incendio depende de factores geográficos (p. ej. Pendiente del terreno), humanos (p. ej. Cercanía de centros urbanos) y de cobertura de suelo (p. ej. Tipo de vegetación). La contribución de estas variables fue estimada considerando la probabilidad observada de incendios forestales. El índice está normalizado asignando un valor 1 a la comuna con máxima sensibilidad y 0 a la comuna con menor sensibilidad.
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro. El cambio de riesgo solo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

- Pérdida de flora por cambios de precipitación y de temperatura

El calentamiento global de origen antrópico produce una serie de respuestas en los distintos niveles de la biodiversidad (genes, especies, ecosistemas y paisajes) y sus efectos podría producir extinciones a escala local o total para un gran número de especies (Thomas *et al.*, 2004; Pecl *et al.,* 2017). Entre las respuestas más conocidas de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, se encuentra el cambio de distribución geográfica de especies y ecosistemas (Walther *et al.,* 2005, Parmesan & Yohe*,* 2003). Siendo el patrón de movimiento latitudinal (hacia los polos) y longitudinal, (hacia zonas de mayor altitud), las respuestas más reconocidas y estudiadas en distintos grupos de especies y ecosistemas en todo el mundo (Root *et al.,* 2003, Parmesan, 2006). Los movimientos de las especies implican una reestructuración de las comunidades y ecosistemas de los que forman parte y por lo tanto un cambio en la magnitud de los servicios que estos prestan para el bienestar humano (Schröter *et al.,* 2005). Las modificaciones en los rangos de distribución pueden ser considerados como una respuesta de las especies tendiente a evadir condiciones térmicas extremas (Walther *et al.,* 2005). A pesar de la comprobación de la existencia de los patrones de variación latitudinal y altitudinal, la respuesta de cada especie se verá influenciada por cómo reaccione el conjunto de otros organismos con los que interactúa y del grado de intensidad de dicha interacción.

Las proyecciones de cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de Chile se han analizado en los últimos años tanto para especies como para ecosistemas (Marquet, 2010). Los análisis para especies presentan en general una disminución en las áreas de distribución actual independiente del grupo taxonómico de la especie analizada y de la zona del país (Santelices *et al.,* 2012; Cuyckens *et al.,* 2016). Para los ecosistemas terrestres de Chile continental, también se han realizado estudios (Bambach *et al.,* 2013; Luebert y Pliscoff, 2017). Los resultados siguen los principales patrones globales de distribución, el movimiento ascendente de la costa a las montañas y el movimiento hacia los polos desde los ecosistemas del norte hacia el sur en busca de áreas más húmedas.

El primer enfoque metodológico planteado por los desarrolladores de ARClim busca determinar los límites de tolerancia climáticas de todas las especies de flora y fauna nativas (que presenten al

menos un registro de ocurrencia en las bases de datos), presentes en Chile continental, analizando la tolerancia bajo escenarios futuros lo que permite evaluar la capacidad adaptativa y el riesgo de las especies frente al cambio climático. En este estudio, la temperatura promedio anual (°C) y precipitación media anual (mm). Al determinar la tolerancia climática de cada especie, es posible extraer estos valores en todas las especies por unidad de análisis (pixel) y luego transferirlos a nivel de ecosistemas.

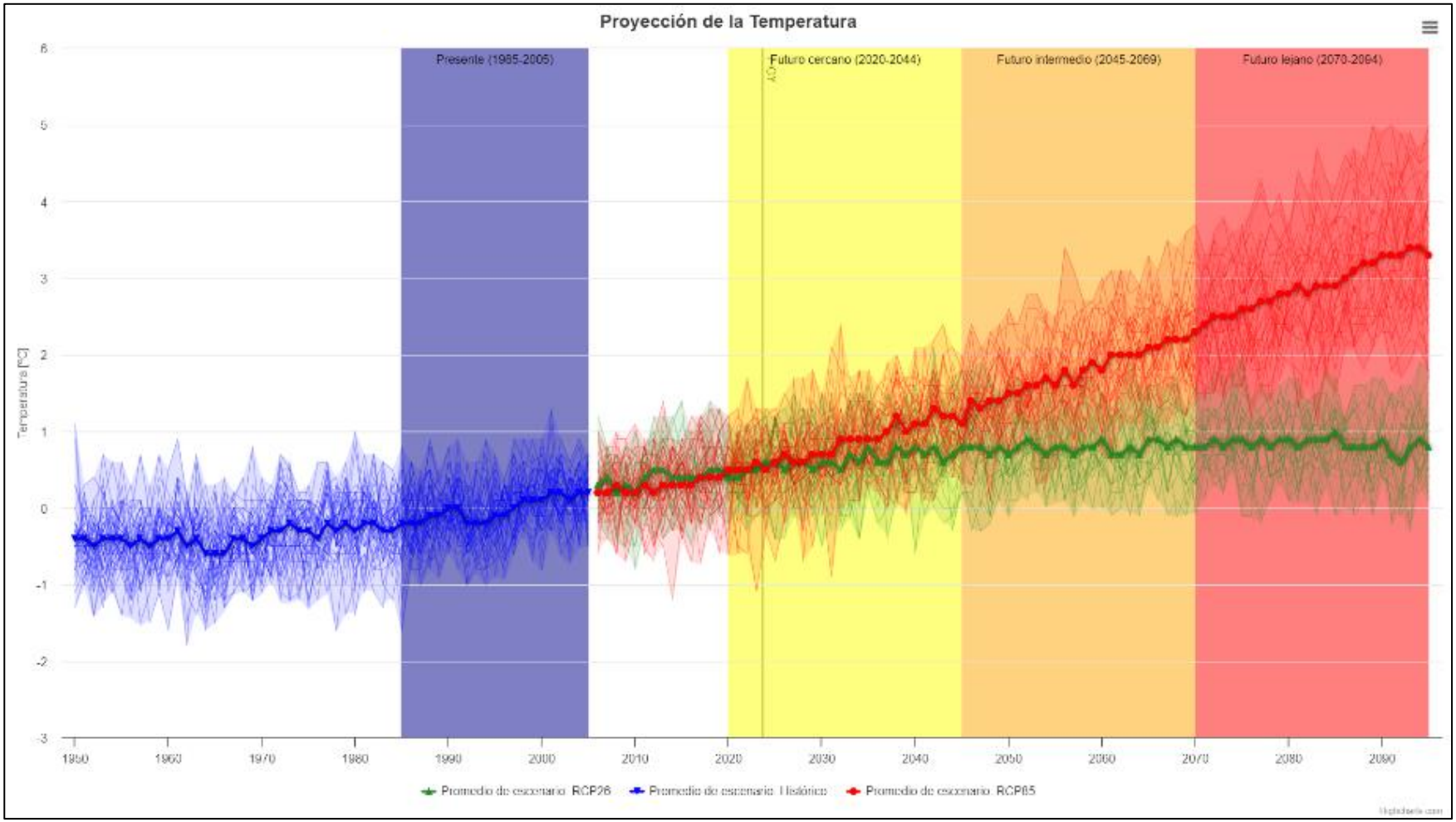
El segundo enfoque planteado, se enfoca en modelar la distribución potencial de especies vegetales presentes en Chile continental. Este enfoque permite modelar la distribución de una especie/ecosistema, utilizando los registros de ocurrencia georreferenciados y variables ambientales explicadoras que permiten definir la distribución potencial en el espacio geográfico. En este caso, los componentes del riesgo climático se definen como:

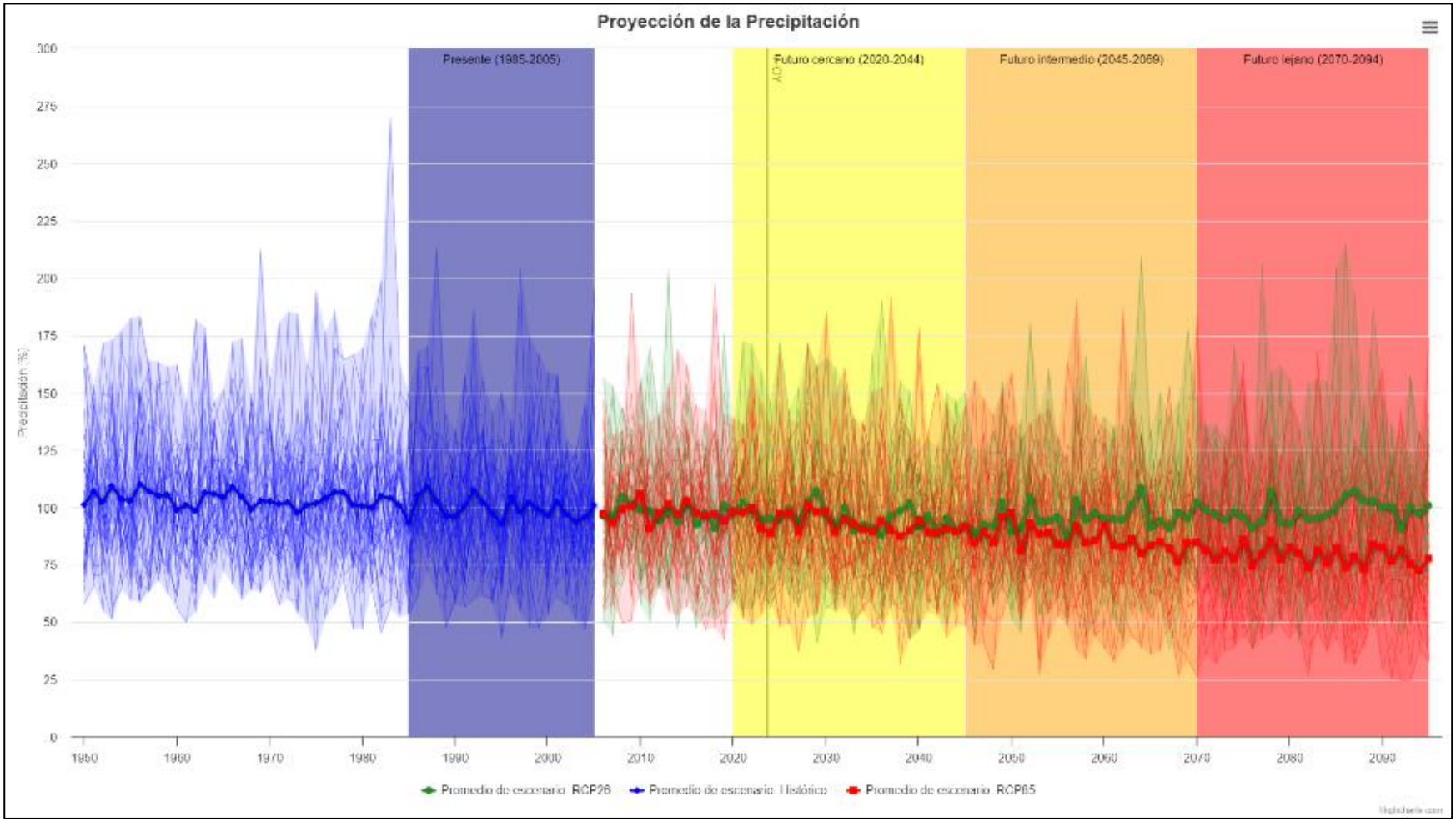
- **Amenaza:** Representa la disminución de las precipitaciones promedio anual en el clima futuro (2035-2065 proyectado bajo el escenario RCP8.5) respecto a las condiciones climáticas históricas (1980-2010).
- **Exposición:** Se define a partir de la categoría de conservación en la lista roja de ecosistemas de Chile (Pliscoff 2015), que representa la disponibilidad de superficie con vegetación natural en cada ecosistema.
- **Vulnerabilidad:** Representa el producto entre el margen de seguridad y la capacidad adaptativa. El margen de seguridad es una métrica de tolerancia climática, calculada como la diferencia entre la mediana del límite superior de las precipitaciones proyectadas y las condiciones de precipitación actual. La capacidad adaptativa corresponde a la amplitud del nicho climático (precipitación) de las especies de flora.
- **Riesgo:** Representa el riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales producto del cambio futuro en la precipitación y temperatura promedio anual.

3.9.3.7.1 Proyecciones de Cambio Climático

La zona centro-sur de Chile, específicamente la Región del Maule es una de las más vulnerables del país ante cambios climáticos propiciados por la mega sequía que atraviesa la zona (CR2, 2015). No solo el déficit de precipitaciones ha sido de carácter recurrente y prolongado con una amplia extensión territorial, sino que sumado este fenómeno de sequía se han registrado el sucesivo incremento de la temperatura media anual, con fuertes olas de calor (CR2, 2015). Las proyecciones del simulador climático CR2 indican un incremento de la temperatura media anual y la precipitación media anual para el futuro cercano y futuro lejano en la zona centro sur de Chile, como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura 3- 6: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile



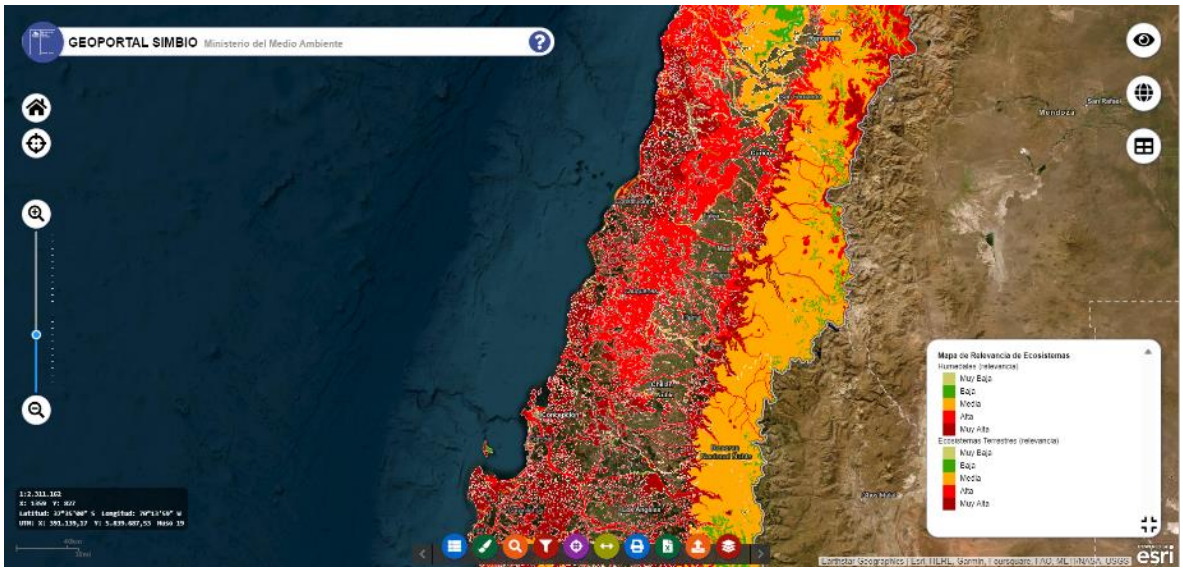


Fuente: https://simulaciones.cr2.cl/

- Ecosistemas en estado crítico de conservación

El área de influencia se ubica entre las regiones de Maule y Ñuble, donde se encuentran remanentes de Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

Figura 3- 7: Mapa de relevancia de Ecosistemas



Fuente: Geoportal del Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad (SIMBIO).

Los polígonos de color rojo indican ecosistemas de alta relevancia, en este caso los pisos Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

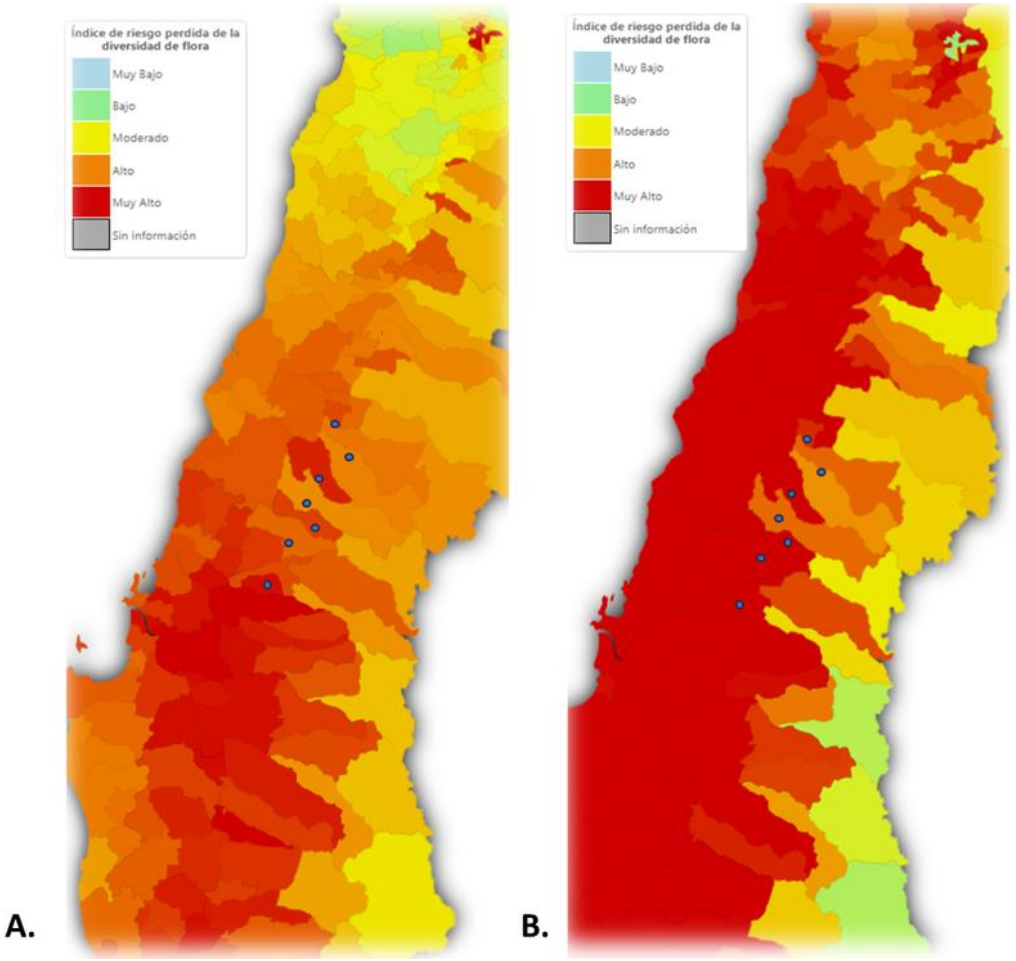
Como se mencionó en el análisis de singularidades estos pisos se encontrarían con un nivel de amenaza alto En peligro crítico y En peligro respectivamente. Ambos con su superficie potencial tendiendo a la disminución bajo el escenario de cambio climático. Esto fue constatado en terreno, registrando solo fragmentos aislados de estas formaciones en el AI preliminar.

3.9.3.7.2 Análisis de Riesgo Climático

- Flora y Vegetación Nativa

A través del análisis de riesgo climático en ARClim se detectó que las regiones de Ñuble y Maule presentan un alto índice de riesgo de pérdida de flora (Figura 3-8) por efecto del cambio climático en términos de disminución de precipitaciones e incremento de la temperatura (Figura 3-8, Tabla 3-33).

Figura 3- 8: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)



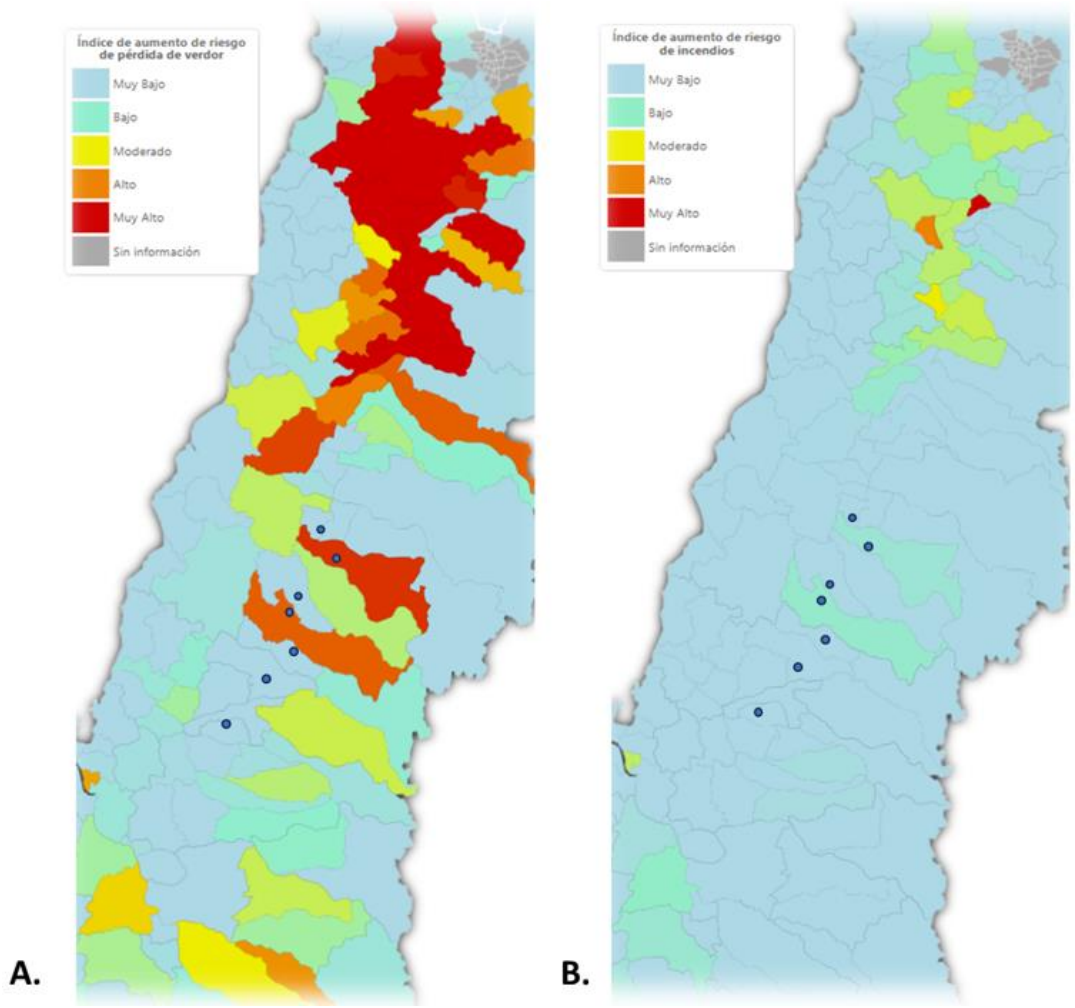
Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Por una parte, el déficit hídrico prolongado tiene distintos efectos sobre la vegetación dependiendo de las características intrínsecas de las especies. En el caso de las especies leñosas, hay especies que ante sequía extrema colapsan por embolia de los conductos hidráulicos muriendo por desecación, mientras que, otras especies pueden resistir tales condiciones por un tiempo determinado a través de dos mecanismos: 1) perdiendo hojas para disminuir el área de transpiración utilizando sus reservas energéticas para pasar la temporada (Sánchez-Salguero *et al*., 2017). 2) resistiendo la sequía gracias a poseer hojas densas y coriáceas que mantienen la estructura foliar. En ambos casos la eficacia de los procesos biológicos de las plantas se ven afectados y producen decaimiento del estado sanitario y a largo plazo podrían conducir a la muerte de los individuos (Gazol y Camarero, 2022). Estas consecuencias a nivel de individuos se reflejan en la perdida de verdor de

los bosques (Miranda *et al.*, 2020) e incrementa la propensión a incendios al encontrarse mayor cantidad de combustible seco, es decir, vegetación deshidratada o muerta (Pausas, 2020). Sin embargo, las proyecciones de pérdida de verdor del bosque nativo en ARClim indican una categoría de riesgo “bajo o muy bajo” (Figura 3-9, Tabla 3-33). Estos valores deben ser interpretados con precaución, pues los valores alcanzados por el riesgo de la variable pérdida de verdor se ve afectado por la extremadamente baja cobertura de bosques nativos que afecta a las proyecciones por errores asociados al área de amenaza, sensibilidad y exposición (Pica-Téllez *et al*., 2020).

Figura 3- 9: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B).



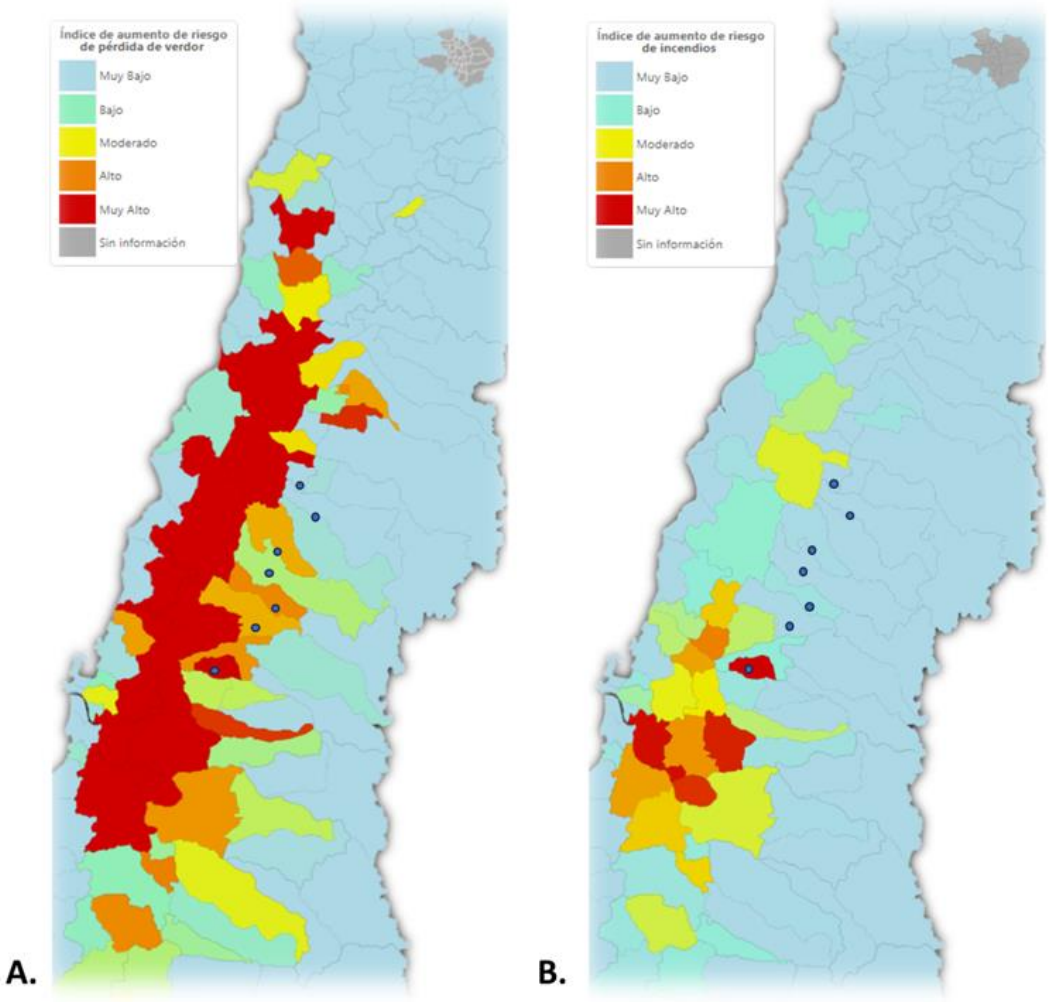
Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

- Plantaciones Forestales

Las proyecciones de ARCLim en el caso de las plantaciones forestales, evidencian un “moderado” a “alto riesgo” de pérdida de verdor (Figura 3-10 A, Tabla 3-33).

Figura 3- 10: Mapa de Plantaciones forestales entre el periodo histórico y el futuro. (A) aumento del riesgo de pérdida de verdor. (B) variación en el riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor.



Fuente: ARCLim (2020).

El cambio de riesgo sólo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente. Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Tales proyecciones serían una respuesta esperable ante las condiciones climáticas previstas al futuro que producen efectos negativos sobre el desempeño de los árboles (tal y como fue descrito en el apartado anterior “bosques nativos”) produciendo pardeamiento y desecación del follaje. En el caso de las especies exóticas empleadas en la producción forestal se suma que poseen follajes altamente inflamables debido a su alto contenido de resinas, ceras y aceites, que sumado a un déficit hídrico de las hojas hacen que sean combustible altamente inflamable en época estival (Chandler *et al.*, 1983). Aún más el mapa de predicción de riesgo de incendios en plantaciones

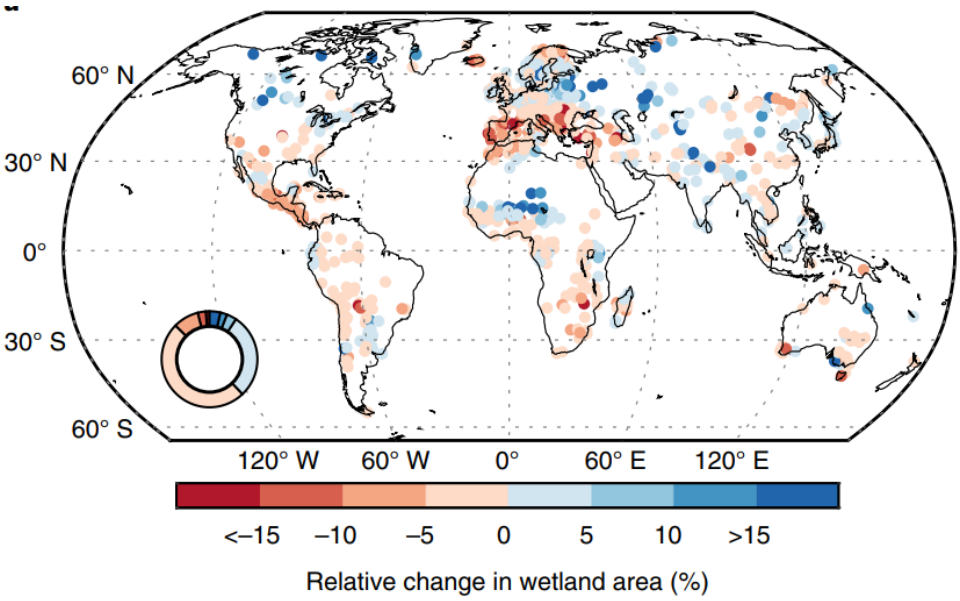
forestales (Figura 47 B) muestra un riesgo “alto” o “muy alto” (dependiendo de la comuna) ante sequía y olas de calor bajo un escenario de emisiones RCP8.5. Es importante destacar que las regiones de Ñuble y Maule presentan una extensa cobertura de plantaciones forestales cercana al 50% (INFOR, 2022), lo que determina que éste escenario sea una zona amenazada y propensa a incendios de grandes magnitudes debido a efectos sinérgicos de actividades humanas de zonas periurbanas en la propagación del fuego y la proximidad de los árboles en las plantaciones conforman una extensa continuidad de combustible, propicio para su propagación del fuego (Ortega y Paula 2017, González *et al*., 2020). Otros estudios han analizado que el aumento de la frecuencia de incendios forestales se ha hecho patente desde la década del 90 (González *et al*., 2011) que a contar del año 2010 tales eventos han sido de mayor frecuencia y extensión (González *et al*., 2020), información que avala las proyecciones mostradas por ARClim.

- Humedales

Los puentes tienen proyectado construirse sobre esteros o ríos, los cuales clasifican como humedales continentales de escorrentía, estos cursos de agua dependen tanto de las nieves en la cordillera como del régimen de precipitaciones. En este sentido, dadas las proyecciones del incremento de temperatura y disminución de precipitaciones observadas para la zona centro sur del país (Figura 3-6), se puede inferir que existe riesgo de disminución de caudales bajo el escenario de cambio climático pesimista RCP 5.8.

Las altas temperaturas están causando el derretimiento temprano y acelerado de los glaciares que surten de agua a los ríos (IPCC, 2020). De hecho, un estudio realizado por Xi *et al.* (2021) detectó que para Sudamérica podría haber disminución en la humedad de los suelos y disminución del área entre 1 y 5% de humedales continentales relacionados a la disminución de precipitaciones e incremento de temperatura propiciado por el cambio climático (Figura 3-11). Estas condiciones podrían causar cambios en la composición de comunidades vegetales asociadas a estos ecosistemas (Wolfgang *et al.*, 2013).

Figura 3- 11: Cambio relativo en el área (%) de humedales en el mundo



Fuente: Xi *et al.*, (2021).

El proyecto se localiza en una zona de convergencia de dos pisos vegetacionales en estado de conservación crítico que forman parte de un área de alta biodiversidad (“hotspot”). No obstante, estos ecosistemas se encuentran altamente degradados debido al desarrollo de actividades productivas de la Región del Ñuble y Maule, por lo cual solo es posible encontrar remanentes de vegetación nativa, distribuidos de manera fragmentada en el paisaje. En conclusión, el grado de impacto de las obras partes y acciones del proyecto tienen impacto en reducidas porciones de bosque nativo del paisaje, que, como se mencionó, no está presente en el AI consolidado del Proyecto. En términos de riesgo climático independientemente del tipo de vegetación existente en el lugar, las proyecciones climáticas indican que la disminución de las precipitaciones e incremento de la temperatura promedio anual, sumada a olas de calor, impacten fuertemente sobre la vegetación de las Regiones de Maule y Ñuble causando la pérdida de verdor, disminuyendo la tasa de crecimiento o en casos extremos la muerte de individuos. Este escenario, incrementa las posibilidades de que la zona donde se ubica el Proyecto sea azotada por incendios forestales recurrentes, de gran severidad debido a la disponibilidad potencial de combustible seco (plantas deshidratadas y/o muertas) que abarquen gran extensión. Aún mayor es el riego de incendios de gran extensión considerando que en plantaciones forestales presentan una alta densidad de fustes y las especies implementadas son altamente inflamables (pino y eucalipto). Cabe destacar que el área de influencia correspondiente a los puntos donde se proyectan los puentes son pequeñas porciones de terreno y están más relacionados con ecosistemas de tipo humedal. Para estos efectos, en ARClim solamente se encuentra información para humedales costeros y no para

continentales. Sin embargo, se puede inferir que el cambio climático podría influir en el caudal de los esteros y ríos teniendo impacto en la composición de comunidades vegetales.

Tabla 3- 32: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5)

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza *	Exposición*	Sensibilidad*	Riesgo*	Categoría de Riesgo
Bosque Nativo	Verdor en Bosques Nativos	Villa Alegre	3,0325	0,0091	0,4926	0,067	muy bajo
		Longaví	1,8602	1,8602	0,2618	0,7026	bajo
		Retiro	2,9725	0,0233	0,4644	0,1574	muy bajo
		Parral	2,1929	0,3202	0,3359	1	alto
		Ñiquén	2,8371	0,0399	0,3859	0,2141	muy bajo
		San Carlos	2,7998	0,3202	0,3359	1	muy bajo
		Chillán Viejo	2,7747	0,0379	0,3422	0,1763	muy bajo
	Incendios en Bosques Nativos	Villa Alegre	0,8088	0,0091	0,94	0,0516	muy bajo
		Longaví	0,4251	0,2944	0,44	0,4087	muy bajo
		Retiro	0,4087	0,0233	0,0233	0,1376	muy bajo
		Parral	0,5873	0,3202	0,62	0,8655	bajo
		Ñiquén	0,8814	0,8814	0,86	0,2246	muy bajo
		San Carlos	0,8314	0,0214	0,84	0,1109	muy bajo
		Chillán Viejo	0,8587	0,0379	1	0,2414	muy bajo
Plantaciones Forestales	Verdor en Plantaciones Forestales	Villa Alegre	3,0325	0,0091	0,4926	0,067	muy bajo
		Longaví	1,8602	0,2944	0,2618	0,7026	muy bajo
		Retiro	2,9725	0,0233	0,4644	0,1574	alto
		Parral	2,1929	0,3202	0,3359	1	bajo-moderado
		Ñiquén	2,8371	0,0399	0,3859	0,2141	alto
		San Carlos	2,7998	0,0214	0,4836	0,1419	alto
		Chillán Viejo	2,7747	0,0379	0,3422	0,1763	muy bajo

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza *	Exposición*	Sensibilidad*	Riesgo*	Categoría de Riesgo
	Incendios en Plantaciones Forestales	Villa Alegre	0,8088	0,0295	0,94	0,0295	muy bajo
		Longaví	0,0295	0,0295	0,44	0,2017	muy bajo
		Retiro	0,9057	0,9057	0,88	0,6093	muy bajo
		Parral	0,6093	0,1932	0,62	0,386	muy bajo
		Ñiquén	0,386	0,188	0,86	0,782	muy bajo
		San Carlos	0,8314	0,8314	0,84	0,5542	muy bajo
		Chillán Viejo	0,8587	0,4353	1	2	muy alto
Biodiversidad	Perdida de flora por cambios de temperatura	Villa Alegre	0,1997	0,7706	0,6937	0,6912	alto
		Longaví	0,2096	0,4516	0,6702	0,6028	alto
		Retiro	0,2076	0,775	0,8051	0,7546	muy alto
		Parral	0,2044	0,5165	0,5721	0,5842	alto
		Ñiquén	0,1988	0,7641	0,64	0,7054	alto-muy alto
		San Carlos	0,1986	0,7747	0,5128	0,6458	alto
		Chillán Viejo	0,2018	0,8909	0,7571	0,7798	muy alto
	Perdida de flora por cambios de precipitación	Villa Alegre	0,4061	0,7706	0,707	0,7374	alto-muy alto
		Longaví	0,5868	0,4516	0,7891	0,5755	alto
		Retiro	0,4333	0,775	1	0,8924	muy alto
		Parral	0,5413	0,5165	0,8185	0,6412	alto
		Ñiquén	0,4605	0,7641	1	0,8964	muy alto
		San Carlos	0,4587	0,7747	0,9935	0,8747	muy alto
		Chillán Viejo	0,4369	0,8909	0,8961	0,8957	muy alto

Fuente: ARCLim (2020).

3.9.4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el levantamiento de información para la componente flora vascular y vegetación, considerando la primera campaña de primavera entre los días 28 de noviembre a 03 de diciembre de 2022, la segunda campaña de verano entre los días 23 a 28 de enero de 2023 y la tercera campaña de otoño entre los días 10 al 15 de abril de 2023, se puede concluir lo siguiente:

- Respecto a la información en base a los antecedentes bibliográficos recopilados:

De acuerdo con Gajardo (1994), el Proyecto se ubica en la "Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo", el que ha sido casi completamente reemplazado dado que es la zona con mayor densidad de población del País, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo de que son excepcionales las muestras de la vegetación original. Por su parte los autores Luebert y Pliscoff (2017), señalan que se encuentra inserta en la formación vegetal del Bosque esclerófilo específicamente en los pisos piso Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus* y el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica.* Donde la presión de pastoreo de estos ambientes lleva progresivamente a una pérdida de los elementos arbóreos característicos y la incorporación de elementos del bosque espinoso de *Acacia caven*, que es lo que se aprecia visualmente en terreno. Los autores señalan además que ambos pisos se encuentran en categoría de riesgo al analizarlos como ecosistemas en base a la disminución progresiva de su superficie original.

- Respecto de la elaboración de una Carta de Ocupación de Tierras (COT), se obtuvo:

El levantamiento de terreno permitió definir 9 unidades vegetacionales predominando la formación Praderas con un 25% de la superficie del AI preliminar total. Posteriormente le sigue la UH de uso Agrícola con un 20%. Luego la formación de Bosques y bosquetes de alóctonas asilvestradas con 16% en conjunto. La presencia de Bosque nativo es muy baja con un 1% y se reduce principalmente a los puentes Ancoa Oriente N°1 y 2 y Colliguay Oriente observándose una gran fragmentación y pérdida de los bosques originales siendo el área del Proyecto un paisaje de praderas o herbazales en donde la intervención antrópica es evidente. Los matorrales en su conjunto ocupan 7%. La Vegetación ribereña presenta un 4% siendo una formación típicamente de matorrales de zarza o agrupaciones arbóreas eminentemente exóticas, con ocupación variable de un sotobosque de zarza y especies herbáceas principalmente epífitas. El resto de las UH tiene menos del 3%. No se registró unidades con Plantaciones forestales.

Por su parte, el AI consolidada ofrece a los bosques de exóticas asilvestradas como predominantes con un 33% y en una proporción menor Praderas y Vegetación ribereña con 11% y 9% respectivamente. La redefinición del AI deja fuera las unidades de Bosque nativo.

Las áreas que ocuparían las IF (instalaciones de faena), corresponden esencialmente a herbazales ruderales y sectores con matorral de zarza (*Rubus constrictus*), con presencia menor de ejemplares arbóreos principalmente de origen alóctono. No se registró ninguna sensibilidad en estas áreas.

- Respecto de la Flora vascular y la riqueza de especies dentro del AI, se obtuvo:

El catálogo de terreno registró 238 taxas siendo las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Polygonaceae las mayormente representadas con 41, 25, 18 y 11 especies respectivamente. Predomina el hábito herbáceo con 177 especies, con una mayor presencia de especies exóticas contando con 175 taxas por sobre las 43 especies nativas, además de las 9 endémicas.

Con respecto a la riqueza estacional de primavera, la unidad vegetacional (UV) con mayor riqueza de flora vascular corresponde al Bosque y bosquetes de alóctonas asilvestradas con 309 taxas considerando todos los puentes, dado por la gran cantidad de especies del tipo herbáceo registradas, en su gran mayoría alóctonas. En relación con la riqueza estacional de la estación de verano y otoño, la unidad vegetacional (UV) con mayor riqueza de flora vascular corresponde a la Vegetación ribereña con 220 taxas y 286 en cada estación respectiva considerando todos los puentes, esta unidad presenta un número considerable de especies herbáceas con diferente hábito específico en relación a la presencia de cuerpos de agua, las especies del tipo herbáceo registradas en esa unidad en cada estación son 81, 167 y 214, en su gran mayoría especies alóctonas y del tipo perenne, lo que facilita su registro en diferentes estaciones.

- Respecto de las especies en categoría de conservación dentro del AI:

La prospección de terreno dio cuenta de la presencia de una especie en categoría de conservación “Preocupación menor” *Blechnum hastatum* (DS 19/2012 MMA) bajo la estructura del Puente Ñiquén, en base a los 17 procesos vigentes.

- Respecto de los compromisos legales por corta de formaciones vegetales, se concluye que no aplican Permisos Ambientales Sectoriales asociados.

- Respecto de las Sensibilidades o singularidades ambientales cercanos o dentro del AI:

En el AI preliminar está la presencia de formaciones vegetales remanentes y que corresponden a todos los fragmentos de vegetación nativa registrada y que representan las formaciones originales de bosques esclerófilos y bosques espinosos del interior y que se encuentran en categorías de riesgo a nivel de ecosistemas. Además, hay formaciones frágiles como los ecosistemas llamados “Pitrantos”, que se registraron en el AI del Puente Colliguay, siendo necesaria la evaluación de su afectación.

Dentro del AI se encuentran 3 humedales asociados a un límite urbano, a saber: el humedal Estero Parral (comuna de Parral), el humedal Estero Navotavo (comuna de San Carlos) y el humedal Estero Rio Chillan-Esteros Las Toscas y Maipo (comuna de Chillán Viejo) siendo necesaria la evaluación de su afectación. La información levantada de terreno permitió caracterizar de mejor forma la

vegetación hidrófila circundante, las que en general presentaban un fuerte componente exótico, del tipo boscoso en la vegetación del margen exterior o también llamada higrófita, siendo las especies dominantes de esta estrata superior *Acacia dealbata* y *Salix babylonica,* con un elemento frecuente en la segunda estrata de *Rubus constrictus* en mayor o menor densidad, luego una vegetación del tipo helófita e hidrofita variable en abundancia y extensión, con sus elementos más frecuentes en las especies *Polygonum hydropiperoides, Erythranthe glabrata, Cyperus eragrostis, Hydrocotyle ranunculoides, Azolla filiculoides* y *Ludwigia peploides.*

La situación en los demás humedales es similar, con una vegetación hidrófila dominada por especies exóticas y baja representatividad de especies originarias, con la flora higrófita compuesta por especies exóticas que están dentro del espectro de representatividad de las especies fanerófitas de estos ambientes. Dominados por las macrófitas del tipo helófitas y con presencia menor de acuáticas estrictas. Se observa que los puentes Nebuco, Longaví y Ancoa presentan un proceso de zonación y sucesión vegetal de mayor extensión y desarrollo, quizás debido a la mayor amplitud de la caja del cauce en el área de intersección con los puentes. Por otro lado, la mayor diversidad de especies hidrófilas, considerando los muestreos estacionales, se constata en los puentes Ancoa N°2, Ñiquén, Ancoa N°1, Cunaco y Nebuco.

En cuanto a la presencia de áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación, no se identifican zonas cercanas al Proyecto, cualquier área en esta categoría se encuentra a más de 20 km de distancia, por tanto, no tiene potencial de afectación sobre estas áreas naturales.

El registro de ejemplares aislados de quillay (*Quillaja saponaria*), especie protegida por regulaciones especiales como el Decreto 366/44 que prohíben su corta, supone la tramitación del permiso respectivo ante el SAG si se verifica su intervención, por encontrarse 1 ejemplar en las proximidades de un puente proyectado (Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local).

Se registró la presencia de la geófita *Alstroemeria ligtu.* La especie fue registrada con flores y en el Puente Ancoa N°1 Oriente, aunque fuera del AI consolidada.

Respecto de la especie endémica *Crinodendron patagua,* se señala la singularidad por su categoría de Vulnerable en el 18° proceso de clasificación de especies. Sus registros ocurrieron en el puente Colliguay asociado a la presencia de pitranto y un sistema edáfico saturado. Estos registros ocurrieron fuera del AI consolidada y del ámbito de obras.

- Respecto del análisis de Cambio Climático para el AI:

En términos de riesgo climático las proyecciones climáticas indican que la disminución de las precipitaciones e incremento de la temperatura promedio anual, sumada a las olas de calor, impacten fuertemente sobre la vegetación de las Regiones involucradas causando la pérdida de verdor, disminuyendo la tasa de crecimiento o en casos extremos la muerte de individuos. Este escenario, incrementa las posibilidades de ser azotada por incendios forestales recurrentes, de gran severidad debido a la disponibilidad potencial de combustible seco. El AI de los puentes proyectados

son porciones de terreno relacionados con ecosistemas de tipo humedal. Se puede inferir que el cambio climático podría influir en el caudal de los esteros y ríos teniendo impacto en la composición de sus comunidades vegetales.

A continuación, se presenta una tabla síntesis con los aspectos más relevantes identificados en cada puente.

Tabla 3- 33: Tabla resumen con la situación del componente Flora y Vegetación en cada Puente

Flora y Vegetación		
1	**Puente Cunaco Oriente**	--
2	**Puente Ancoa Nº1 Oriente**	--
3	**Puente Ancoa Nº2 Oriente**	En el área destaca, aunque fuera del AI consolidada, la presencia de Formaciones de Bosque Nativo
4	**Puente Longaví Oriente**	--
5	**Puente Copihue Oriente y Poniente**	--
6	**Puente Colliguay Oriente**	En el área destaca, aunque fuera del AI consolidada, la presencia en este puente de Formaciones de Bosque Nativo, los llamados “Pitrantos". Presencia de Crinodendron patagua, en categoría Vulnerable.
7	**Puente Parral Ramal Oriente y Poniente**	Humedal asociado a un límite urbano
8	**Puente Ñiquén Oriente**	Presencia del helecho Blechnum hastatum en categoría de conservación “Preocupación menor”
9	**Puente Navotavo Oriente**	Humedal asociado a un límite urbano
10	**Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local**	--

Flora y Vegetación		
11	**Puente Ninquihue Poniente**	--
12	**Puente Menelhue Poniente**	--
13	**Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)**	Eventual gestión del PAS 153 por corta de árboles o arbustos aislados. Humedal asociado a un límite urbano

Fuente: ENVIS, 2023.

3.9.5 BIBLIOGRAFÍA

BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMÍREZ & R RODRÍGUEZ. 1998. Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23 – 46.

BAMBACH, N., MEZA, F. J., GILABERT, H., & MIRANDA, M. 2013. Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. Regional Environmental Change, 13, 1245-1257.

CAMARERO J, & A FAJARDO. 2017. Poor acclimation to current drier climate of the long-lived tree species Fitzroya cupressoides in the temperate rainforest of southern Chile. Agricultural and Forest Meteorology 239: 141-150.

CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA (CEA) 2018b. Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile. Fondo de investigación Pesquera y de Acuicultura FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Disponible en: https://www.subpesca.cl/

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR)2. 2018 (FONDAP 15110009) “Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas”. Proyecto “Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” mandatado por el Ministerio del Medio Ambiente. Julio de 2018. Disponible en www.cr2.cl

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR)2. 2018. (FONDAP 15110009) “Simulaciones climáticas regionales”. Proyecto “Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” mandatado por el Ministerio del Medio Ambiente. Julio de 2018. Disponible en www.cr2.cl.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR2). 2015. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Centro.

CHANDLER, CRAIG C.; CHENEY, PHILLIP; THOMAS, PHILIP; TRABAUD, LOUIS; WILLIAMS, D. 1983. Fire in forestry, Volume I: Forest fire behavior and effects. John Wiley & Sons. New York, NY. 450 pp.

CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Santiago, Chile. 89p.

CONAF. 2009. Resolución Exenta N° 586, del 01 de diciembre de 2009. Dirección Ejecutiva de la Corporación Nacional Forestal.

CONAF, 2020. Guía de evaluación ambiental. Criterios para la participación de CONAF en el SEIA. Gerencia forestal. Departamento de Evaluación Ambiental. Sección Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2008. Minuta prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestre. Memorándum DJ N°387/2008.

CUYCKENS, G. A. E., CHRISTIE, D. A., DOMIC, A. I., MALIZIA, L. R., & RENISON, D. 2016. Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. Global and Planetary Change, 137, 79-87.

ESTAY, S. A., CHÁVEZ, R. O., ROCCO, R., & GUTIÉRREZ, A. G. 2019. Quantifying massive outbreaks of the defoliator moth Ormiscodes amphimone in deciduous Nothofagus-dominated southern forests using remote sensing time series analysis. Journal of Applied Entomology.

ETIENNE M. & C. PRADO, 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Ciencias Agrícolas N º 10, 115 pp, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Cartografía.

FAJARDO, A., GAZOL, A., MAYR, C., & CAMARERO, J. J. 2019. Recent decadal drought reverts warming-triggered growth enhancement in contrasting climates in the southern Andes tree line. Journal of Biogeography, 46(7), 1367-1379.

FUENTES, N. P, SÁNCHEZ. A, PAUCHARD, J. URRUTIA, L. CAVIERES & A MARTICORENA. 2014. Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una guía de campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB). Concepción, Chile. 276 p.

GAJARDO R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. Editorial Universitaria, 165 pp.

GARREAUD, R. D., ALVAREZ-GARRETON, C., BARICHIVICH, J., BOISIER, J. P., CHRISTIE, D., GALLEGUILLOS, M., LEQUESNE, C., MCPHEE, J. AND ZAMBRANO-BIGIARINI, M. 2017. The 2010–2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. Hydrol. Earth Syst. Sci., 21(12), 6307–6327, doi:10.5194/ hess-21-6307-2017, 2017.

GAZOL, A., & CAMARERO, J. J. 2022. Compound climate events increase tree drought mortality across European forests. Science of The Total Environment, 816, 151604.

GONZÁLEZ, M.; E. HAUENSTEIN, F. PEÑA-CORTÉS, M. GARCÍA, Y O. URRUTIA, 2003. Comentarios sobre bosques pantanosos, humedales importantes del centro-sur de Chile. Gestión Ambiental, 9: 3-13.

GONZÁLEZ, M. E., LARA, A., URRUTIA, R., & BOSNICH, J. 2011. Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33º-42º S). Bosque (Valdivia), 32(3), 215-219.

GONZÁLEZ, M. E., SAPIAINS, R., GÓMEZ-GONZÁLEZ, S., GARREAUD, R., MIRANDA, A., GALLEGUILLOS, M. & CASTILLO, I. 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR), 2, 84.

HECHENLEITNER, V., P., M. F. GARDNER, P. I. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS & C. MARTINEZ A. 2005. Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 pp.

IDE. 2017. Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. URL: www.ide.cl. Consulta: desde el 10 de noviembre de 2022

IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

LARA, A., URRUTIA-JALABERT, R., REYES, R., GONZÁLEZ, M. E., MIRANDA, M., ALTAMIRANO. A., & ZAMORANO-ELGUETA, C. 2019. Bosques Nativos. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. http://www.inap.uchile.cl/publicaciones/159662/informe-pais-estado-del-medio-ambiente-en-chile-018.

LUEBERT, F. & P. PLISCOFF .2005. Sobre los límites del bosque valdiviano. Chloris Chilensis Año 8 Nº 1. URL: http://www.chlorischile.cl

LUEBERT F. & P. PLISCOFF, 2017. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 381 p.

MARQUET. 2010. Estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad terrestre en la eco-región mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Licitación N° 1588-133-LE09.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1974. Ley Nº701 que Aprueba la Ley que Somete los Terrenos Forestales a las Disposiciones que Señala.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1977. Decreto Supremo Nº62 que Declara Flor Nacional al Copihue.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1985. Decreto Nº121 que modifica el Decreto 129 de 1971, sobre conservación del copihue (*Lapageria rosea*).

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1995. Decreto Supremo Nº13 que Declara Monumento Natural las especies forestales Queule, Pitao, Belloto del Sur, Belloto del Norte y Ruil.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1998. Decreto Supremo Nº193 que Aprueba el Reglamento General del Decreto Ley 701/1974 sobre Fomento Forestal.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 1998. Ley Nº19.561 que Modifica el Decreto Ley 701/1974 sobre Fomento Forestal.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2008. Decreto Supremo Nº93 Aprueba el Reglamento General de la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2008. Ley Nº20.283 que Aprueba la Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2009. Decreto supremo Nº68 que Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País. MINAGRI; Subsecretaría de Agricultura, CONAF.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2011. Decreto Supremo Nº82, Aprueba el Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), 2012. Decreto Supremo Nº26 que Aprueba la Modificación al Reglamento General de la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, aprobado por Decreto 93/2008.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº33 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Supremo N°40 que aprueba el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº41 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº42 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2013. Decreto Nº19 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2013. Decreto Nº13 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº29 que aprueba el reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2014. Decreto Nº52 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2014b. Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad. Elaborado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático y de la actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Santiago, Chile. 95p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2015. Decreto Nº38 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2015. Guía para la descripción del Área de Influencia, componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Editor: Servicio de Evaluación Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2016. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, duodécimo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2017. Decreto Nº6 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo tercer proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA) & PNUD. 2017Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030). Documento electrónico. 102p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2018. Decreto Nº79 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo cuarto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2019. Decreto Nº23 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo quinto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2020. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo sexto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2020. Ley 21202 modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2020. Decreto 15 que establece reglamento de la ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2020. Atlas de Riesgo Climático para Chile ARCLim. https://arclim.mma.gob.cl/.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2021. Decreto Nº44 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo séptimo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA) – ONU MEDIO AMBIENTE, 2022. Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile. Elaborada mediante consultoría Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centrosur de Chile” por EDÁFICA Suelos y Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 200 p.

MINISTERIO DE BIENES NACIONALES, 2020. Infraestructura de Datos Geoespaciales http://www.ide.cl/. Consulta desde el 1° de noviembre de 2022.

MINISTERIO DE TIERRAS Y COLONIZACION, 1944. Decreto Nº366 que reglamenta explotación de quillay y otras especies forestales.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 1994. Ley 19.300. Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 2007. Decreto Nº151 que oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 2007. Decreto 50 que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 2008. Decreto Nº51 que aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 2009. Decreto Nº23 que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según estado de conservación.

MIRANDA, A., LARA, A., ALTAMIRANO, A., DI BELLA, C., GONZÁLEZ, M.E., CAMARERO, J. 2020. Forest browning trends in response to drought in a highly threatened mediterranean landscape of South America. Ecological Indicators, 115, 106401

MOSS, R. 2008. Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts and response strategies. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, 132 págs.

ORTEGA M., PAULA S. 2017. Fuente de ignición y requisitos para la propagación del fuego. Chile Forestal Revista N°386.

PAUSAS, J. G. (2020). Incendios forestales. Los libros de la Catarata.

PARMESAN, C., & YOHE, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. nature, 421(6918), 37-42.

PARMESAN, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 37, 637-669.

PECL, G. T., ARAÚJO, M. B., BELL, J. D., BLANCHARD, J., BONEBRAKE, T. C., CHEN, I. C. & WILLIAMS, S. E. 2017. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. Science, 355(6332), eaai9214.

PICA-TÉLLEZ, A.; GARREAUD, R.; MEZA, F.; BUSTOS, S.; FALVEY, M.; IBARRA, M.; DUARTE, K.; ORMAZÁBAL, R.; DITTBORN, R. & SILVA, I.; 2020. Informe Proyecto ARClim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.

PNUD. 2017. Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB) Universidad de Concepción, Proyecto GEF/MMA/PNUD Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández. Santiago de Chile. 61 pp.

PLISCOFF, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. 63 p. Santiago, Chile.

PRODAN M., PETERS R., COX F. Y REAL P. 1997. Mensura forestal. Editorial IICA-BMZ/GTZ. San José, Costa Rica. 561 pp.

RAMÍREZ, C., F. FERRIERE & H. FIGUEROA. 1983. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 56: 11-26.

RAMÍREZ, C., C. SAN MARTÍN & J. SAN MARTÍN. 1997. Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile Sur-Central. En: Ecología de los Bosques Nativos de Chile. J.J. Armesto, Villagrán, C & Arroyo, M. K. Editores. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 1997. 477p.

REICH, P. B., WRIGHT, I. J., CAVENDER-BARES, J., CRAINE, J. M., OLEKSYN, J., WESTOBY, M., & WALTERS, M. B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. International Journal of Plant Sciences, 164(S3), S143-S164.

RIEDEMANN, P., ALDUNATE, G. y TEILLIER, S. 2008. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Chile zona cordillera de Los Andes. Ed. Corporación Jardín Botánico Chagual. 675p.

RIEDEMANN, P., ALDUNATE, G. y TEILLIER, S. 2014. Arbustos nativos ornamentales del centro sur de Chile. Guía de campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera. Concepción. Chile. 308p.

RIEDEMANN, P., ALDUNATE, G. 2011. Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación. Chile zona sur y austral. Ed. Andrés Bello. 527p.

RODRIGUEZ, R; MARTICORENA, C; ALARCÓN, D; BAEZA, C; CAVIERES, L; FINOT, V. L; FUENTES, N; KIESSLING, A; MIHOC, M; PAUCHARD, A; RUIZ, E; SANCHEZ, P & MARTICORENA, A. 2018. Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430, 2018.

ROOT, T. L., PRICE, J. T., HALL, K. R., SCHNEIDER, S. H., ROSENZWEIG, C., & POUNDS, J. A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature, 421(6918), 57-60.

SÁNCHEZ-SALGUERO, R., CAMARERO, J. J., CARRER, M., GUTIÉRREZ, E., ALLA, A. Q., ANDREU-HAYLES, L. & LINARES, J. C. 2017. Climate extremes and predicted warming threaten Mediterranean Holocene firs forests refugia. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(47), E10142-E10150.

SAN MARTÍN J, A TRONCOSO & C RAMÍREZ. 1988. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la cordillera de la costa en Chile central. Bosque 9 (1): 17-33.

SANTELICES, R., DRAKE, F., MENA, C., ORDENES, R., & NAVARRO-CERRILLO, R. M. 2012. Distribución espacial y áreas potenciales de cultivo para *Nothofagus alessandrii*, una especie en peligro de extinción de Chile Central. Ciencia e investigación agraria, 39(3), 521-531.

SCHRÖTER, D., CRAMER, W., LEEMANS, R., PRENTICE, I. C., ARAÚJO, M. B., ARNELL, N. W. & ZIERL, B. 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. science, 310(5752), 1333-1337.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2017. Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2021. URL: https://www.sea.gob.cl/. Consulta desde el 20° de noviembre de 2022.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2023. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2023. Guía área de influencia en humedales en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile.

THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C. & WILLIAMS, S. E. 2004. Extinction risk from climate change. Nature, 427(6970), 145-148.

URRUTIA-JALABERT, R., GONZÁLEZ, M. E., GONZÁLEZ-REYES, Á., LARA, A. AND GARREAUD, R. 2018. Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. Ecosphere, 9(4), e02171, doi:10.1002/ecs2.2171, 2018.

URRUTIA J. Y E. HAUENSTEIN. 2017. Caracterización Estructural Del Bosque Pantanoso De Mirtáceas De La Región De La Araucanía, Chile. Polibotánica Núm. 43, pp. 87-101.

VENEGAS-GONZÁLEZ, A., JUÑENT, F. R., GUTIÉRREZ, A. G., & PEÑA-ROJAS, K. 2018. Efecto de la variabilidad climática sobre los patrones de crecimiento y establecimiento de Nothofagus macrocarpa en Chile central. Bosque (valdivia), 39(1), 81-93.

VENEGAS-GONZÁLEZ, A., ROIG, F. A., PEÑA-ROJAS, K., HADAD, M. A., AGUILERA-BETTI, I., & MUÑOZ, A. A. 2019. Recent consequences of climate change have affected tree growth in distinct Nothofagus macrocarpa (DC.) FM Vaz & Rodr age classes in Central Chile. Forests, 10(8), 653.

VILA, I., VELOSO A., SCHLATTER, R. & RAMÍREZ, C. (Editores). 2006. Macrófitas y Vertebrados de los ecosistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago.

WALTHER, G. R., BERGER, S., & SYKES, M. T. 2005. An ecological 'footprint'of climate change. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 272(1571), 1427-1432.

WOLFGANG J. 2013. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change, 75(1), 113–131. doi:10.1007/s00027-012-0253-8.

XI, Y., PENG, S., CIAIS, P., & CHEN, Y. 2021. Future impacts of climate change on inland Ramsar wetlands. Nature Climate Change, 11(1), 45-51.

3.10 LÍNEA BASE FLORA NO VASCULAR: BRIOFITAS

3.10.1 OBJETIVOS

3.10.1.1 Objetivo general

Describir y caracterizar el componente Briófitas en el Área de Influencia (AI) del Proyecto Construcción de Nuevos Puentes, ubicado en las Regiones del Maule y Ñuble.

3.10.1.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión de antecedentes de los taxas potenciales del grupo a registrar en el Área de Influencia para el Proyecto.
- Identificar y caracterizar las especies de briófitas asociadas a las formaciones vegetales y sustrato en el que se desarrollan en el sitio de emplazamiento del Proyecto.
- Determinar su categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente.

3.10.2 METODOLOGÍA

3.10.2.1 Marco de Referencia Técnico

Las guías utilizadas como referencia metodológica son las siguientes:

- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2015b. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA.
- CONAMA (2008). Minuta de prelación para efectos del SEIA de las Clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de Flora y Fauna silvestre.
- UICN (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN.

3.10.2.2 Levantamiento de Información

3.10.2.2.1 Recopilación de Información Bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el Área de Influencia preliminar, para contextualizar el marco biogeográfico de la vegetación sobre la que se realizó el muestreo de terreno, siguiendo la propuesta vegetacional de Gajardo (1994), recopilando además antecedentes sobre el registro y descripción de briófitas que puedan existir en esta área. Dicha revisión se enfocó en las referencias

y análisis de la bibliografía existente en la base de datos online de Scielo Chile y otras fuentes bibliográficas, como Ardiles *et al.* (2008), Müller (2009), Vanderpoorten & Goffinet (2009), entre otros.

Con el objetivo de determinar las especies de musgos potenciales para el Área de Influencia preliminar se consideró la revisión de antecedentes existente para Chile sobre estas especies en los registros de Scielo Chile, información del Museo Nacional de Historia Natural y bibliografía especializada internacional, referente a especies registradas para el Área de Influencia preliminar en el marco geográfico del Proyecto.

Además, se consideró la información existente dentro de las Líneas de Base de proyectos cercanos, que se encuentran disponibles en la plataforma del SEA.

3.10.2.2.2 Fotointerpretación

El muestreo se basó en una fotointerpretación del AI preliminar. Para el trabajo en terreno, se consideraron unidades diferenciadas según uso de suelo y tipo de vegetación en las formaciones con cobertura vegetal.

3.10.2.2.3 Campaña de Terreno

En este apartado se describe la ejecución de la campaña de campo en el marco del Proyecto. En el Área de Influencia preliminar (ver fotografía siguiente) que considera un conjunto de predios en donde se insertan las obras, se definieron estaciones de muestreo, pero además se realizaron recorridos pedestres en busca de estos organismos. La prospección de terreno se realizó en la temporada estacional de primavera 2022. La campaña se realizó entre los días 28 de noviembre al 03 de diciembre.

Se realizaron colectas de ejemplares en los lugares en donde hubo registros, los que fueron empaquetados y etiquetados para su conservación y su posterior análisis en laboratorio. Cabe destacar que los ejemplares fueron colectados con su respectivo tipo de sustrato utilizando instrumentos para no cortar ni perder material en el proceso como espátulas, palas de jardín, u otras, siendo colocadas en bolsas de papel buscando su secado de manera inmediata para evitar el surgimiento de hongos que pudieran deteriorarlas. Para evitar pérdidas de material, las bolsas fueron plegadas hasta depositarlas en lugar seguro. Las bolsas fueron rotuladas con el código de la muestra por fuera, punto GPS y fecha de colecta.

Durante la colecta se registraron los siguientes datos para cada una de las muestras obtenidas:

- Puente y/o sector
- ID del colector: Pueden ser las iniciales del nombre y apellido

- Fecha de colecta
- Punto UTM y altitud
- Ambiente y características generales de humedad y temperatura
- Sustrato: En donde se registra la especie, pudiendo ser materia orgánica, madera en descomposición, roca; en el caso de registrarse en corteza y/o ramas de una especie arbórea o arbustiva se identificó la especie.
- Observaciones (opcionales): Ejemplo, especie abundante o escasa, único ejemplar, etc.
- Código de la(s) fotografía(s).

Dado que durante el proceso de deshidratación de las especies en la colecta y almacenamiento se pierden algunos caracteres de importancia taxonómica, se debe contar con fotografías de los ejemplares al momento de la colecta para una mejor y correcta identificación. De esta forma se tomó registro fotográfico de cada una de las muestras previo a la colecta.

Fotografía 3- 35: Ejemplos de registros fotográficos de especies de briófitos tomados durante la campaña estacional de terreno primavera de 2022.



Fuente: ENVIS, 2022.

Los puntos de muestreo fueron georreferenciados y registrados en un GPS Garmin (en Datum WGS84, Huso 18 y 19 Sur) y el programa SW Maps versión 3.50.0. En relación con los puntos de colecta de especies fueron un total de 19 puntos. Los puntos mencionados se representan en la siguiente Figura y sus coordenadas se detallan en el Anexo 3-7 Flora No Vascular.

3.10.2.2.4 Análisis de Laboratorio de Briófitas

Una vez secas, las muestras recolectadas en terreno fueron enviadas a laboratorio y herborizadas con las técnicas tradicionales de preparación de especímenes de herbario. Fueron depositadas en sobres de papel de calidad de archivo de 140 g/m2 e ingresadas a herbario. Los cuales quedan disponibles para consultas posteriores.

Para la identificación del material recolectado se emplearon técnicas y procedimientos tradicionales para briófitos. Estas consisten en la rehidratación del material, disección de los especímenes en un estereoscopio Leica EZ4, utilizando pinzas de punta fina (FST by Dumont 0.05 x 0.02 mm), agujas de disección y hojas de afeitar, para luego observar y medir los caracteres relevantes en un microscopio óptico Olympus CX33. Los caracteres taxonómicos relevantes varían según cada grupo y se desprenden de la morfología y anatomía de las estructuras vegetativas y sexuales (hojas, tallo, nervio, células laminares, pelos axilares, propágulos de reproducción vegetativa, seta, cápsula, peristoma, entre otros). Los especímenes son montados de forma transitoria utilizando agua, y en algunos casos añadiendo hidróxido de potasio (KOH) para observar reacciones de color, y/o añadiendo tinciones (cristal violeta) para revelar estructuras crípticas.

Los caracteres taxonómicos observados en cada espécimen fueron comparados con descripciones e ilustraciones empleando la literatura relevante para los grupos de briófitos encontrados, además de la comparación con material tipo y con especímenes de otras áreas.

Para la clasificación taxonómica se sigue a Goffinet & Buck (2022) para los musgos y a Crandall-Stotler *et al*. (2009) para las hepáticas. Para la nomenclatura se sigue la base de datos en línea TROPICOS (http://www.tropicos.org/) para musgos, y a Söderström et al. (2016) para hepáticas y antocerotes.

La distribución en Chile de las especies reportadas en este estudio está basada en las "checklists" disponibles (Müller 2009, Hässel de Menéndez & Rubies 2009), en artículos publicados después de la publicación de las "checklists" y complementadas por los especímenes disponibles en herbario.

Los organismos registrados para el Área de Influencia preliminar fueron caracterizados y analizados según los siguientes atributos:

- Identidad y clasificación sistemática

Los datos de carácter taxonómico obtenidos de las distintas entidades colectadas fueron analizados y se determinó la identidad de los ejemplares a nivel de especie o a un nivel superior, según se contará con los caracteres taxonómicos apropiados para cada nivel, con ayuda de literatura especializada. Las especies fueron caracterizadas según los niveles taxonómicos Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie.

- Formas de vida (FV) a partir de la observación de las especies en terreno

Las formas de vida representan la organización en correspondencia con sus condiciones ambientales. En las briófitas, no es el individuo el que forma la unidad ecológica, sino la forma de vida clonal o colonial que está estructurada en función de minimizar la pérdida de agua por evaporación y maximizar la captura de luz (Ardiles, 2020). Utilizando la información de Glime (2017), se consideraron ocho (8) categorías: césped corto (Cc), césped largo (Cl), tapiz liso (Tl), cojín pequeño (Cp), dendroide (Den), hebra (Hr), trama (Tr) y tapiz taloide (Tt).

- Distribución biogeográfica

Para las especies registradas se indica la distribución biogeográfica mundial y nacional en función del grado de disponibilidad de la información. Se sigue la propuesta de Seki (1974), adaptada por Larraín (2016) y Drapela & Larraín (2020), donde se presentan ocho (8) categorías de distribución geográfica global que es la utilizada en este trabajo:

- Especies cosmopolitas: Aquellas con amplia distribución, presentes en ambos hemisferios y en todas las grandes masas de tierra tropicales y templadas;
- Especies australes: Aquellas con un variado patrón de distribución, presentes en al menos dos de las siguientes regiones: sur de Sudamérica, Sudáfrica, Australasia, islas del Atlántico sur y/o Antártica;
- Especies bipolares: Especies que tienen una distribución tanto en el hemisferio norte y el hemisferio sur, particularmente en las zonas templadas y frías, con eventuales poblaciones aisladas en altas altitudes en los trópicos;
- Especies pantropicales: Especies presentes en la zona tropical o subtropical de más de dos continentes;
- Especies neotropicales: Especies cuyo centro de distribución se encuentra en zonas tropicales de América, pero a veces extendiéndose a islas templadas y subantárticas, y eventualmente a Antártica (solo en el caso de Schistidium praemorsum (Müll. Hal.) Herzog);
- Especies panmediterráneo: Aquellas con distribución mundial en la zona con clima mediterráneo del planeta, en más de dos (2) continentes;
- Especies afroamericanas: Especies distribuidas en el continente americano y también en África;
- Especies endémicas: Aquellas conocidas al sur de Sudamérica y extendiéndose eventualmente hacia Juan Fernández o las Islas Falkland e Islas Georgias del Sur, rara vez, en la isla Tristan da Cunha (solo en el caso de *Symph-yogyna circinata* Nees & Mont.).

Finalmente, se debe señalar que se caracterizará como Endémicas a aquellas especies cuya distribución conocida sólo abarque el territorio nacional continental e insular chileno, con excepción del denominado Territorio Antártico Chileno.

3.10.2.2.5 Especies en Categoría de Conservación

El análisis de riesgo para las especies de briófitas registrados en el AI del Proyecto se obtuvo en base al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), publicado en el D.S. N°29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), siendo utilizados los siguientes cuerpos legales vigentes:

- Decreto Supremo Nº16/2016 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº6/2017 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº23/2019 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº16/2020 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº44/2021 del Ministerio del Medio Ambiente

Para efectos de la definición de las categorías de conservación, se consideraron las señaladas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D.S. Nº 29/2011 del MMA) ya citado, que adoptó el uso de las categorías actualmente vigentes para UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza). Estas son: "extinta", "en peligro crítico de extinción", “en peligro”, "vulnerable", "casi amenazada" y "preocupación menor”; siendo las cuatro primeras las consideradas como de “amenaza” o “riesgo”.

No obstante, a la fecha y considerando el decimoséptimo proceso de clasificación, solo se ha catalogado un musgo, *Costesia macrocarpa* como Casi Amenazada (NT), siendo su rango de distribución (entre la Región de Coquimbo y O’Higgins) distinto al emplazamiento regional de este Proyecto.

3.10.2.3 Sistematización de la Información

Los resultados del informe se presentan de acuerdo con los objetivos específicos planteados anteriormente, de la siguiente forma:

- Definición del AI consolidada para el componente.
- La descripción del AI consolidada se realizó mediante la recopilación bibliográfica del contexto biogeográfico en base a las fuentes ya mencionadas en el numeral 3.9.2.2.1 y otras fuentes relevantes específicas para briófitas.
- Revisión de proyectos ingresados en el SEIA.
- La identificación y caracterización de las especies registradas.
- Riqueza de flora no vascular registrada.
- Registro de especies de flora no vascular en categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente.

3.10.3 RESULTADOS

3.10.3.1 Revisión bibliográfica

3.10.3.1.1 Contexto biogeográfico

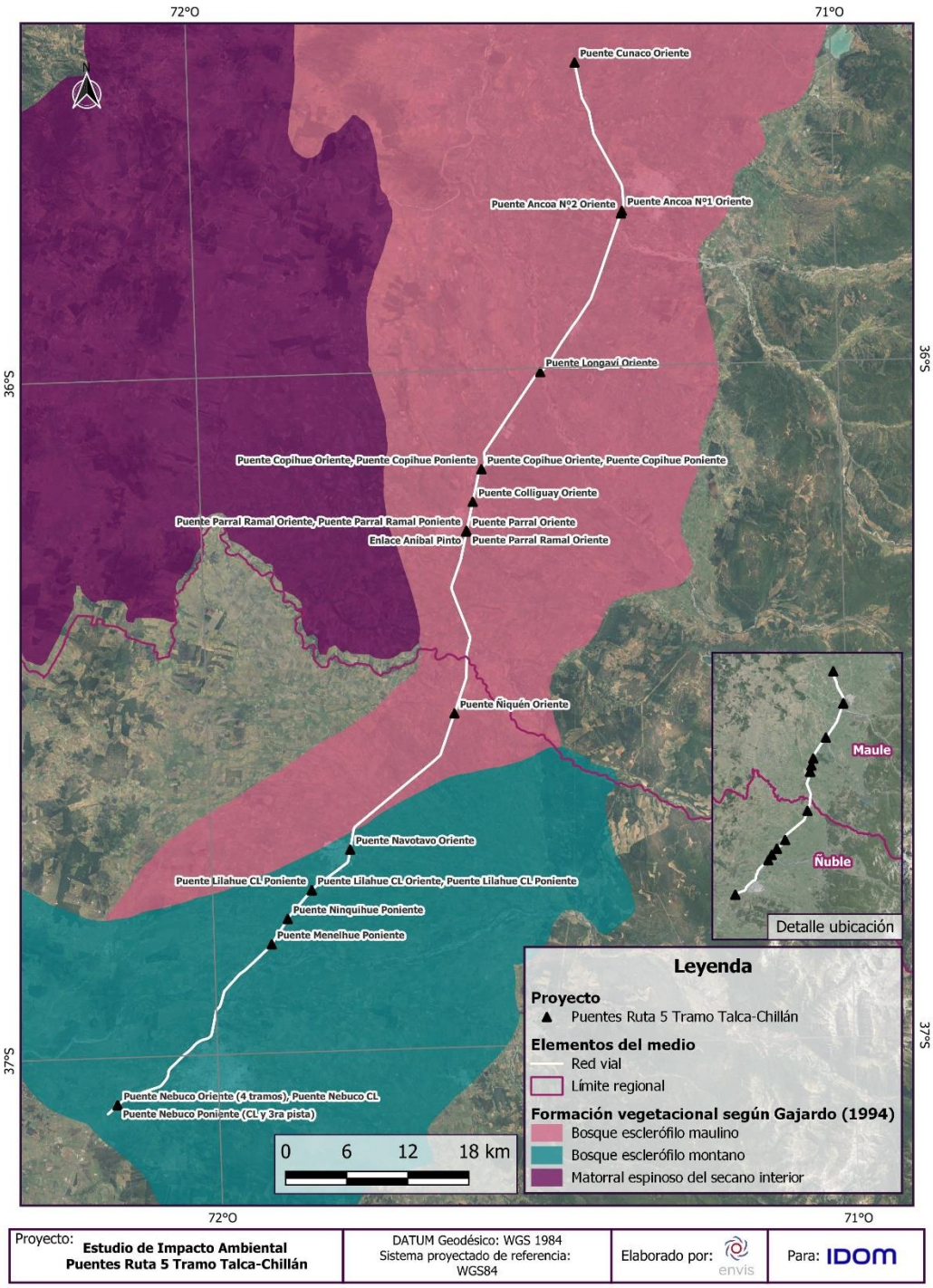
De acuerdo con Gajardo (1994) el Área de Influencia preliminar (que incluye el AI consolidada) se encuentra en la región fitoecológica del Matorral y del Bosque Esclerófilo que se extiende a través de la zona central de Chile, cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo denominado mediterráneo, es decir, inviernos fríos y lluviosos, con veranos cálidos y secos. Las precipitaciones aumentan progresivamente de norte a sur y es patrón fundamental en la distribución de las formaciones vegetales la presencia de las cordilleras de la Costa y de Los Andes.

Los paisajes vegetales son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo que podría afirmarse que son excepcionales las muestras de la vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática, lo que, sumado a la existencia de un relieve montañoso, permite una fuerte interpenetración con las regiones vegetacionales adyacentes.

Es una región con una tan alta diversidad vegetacional, que las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios con gran desarrollo en altura.

El Área de Influencia preliminar del Proyecto cruza esta región y en particular las tres (3) formaciones siguientes: Matorral espinoso del secano interior, Bosque esclerófilo maulino y el Bosque esclerófilo montano (ver siguiente Figura). Respecto de estas formaciones, el autor describe que han sido reemplazadas fuertemente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado muy modificado.

Figura 3- 12: Formación vegetacional según Gajardo (1994)



Fuente: ENVIS, 2024. Mapa Base 2022 Google, Image © 2022 Digital Globe, ©2022 Cnes/Spot Image.

El contexto biogeográfico entrega una referencia acerca de las formaciones vegetales presentes en una determinada latitud, pudiendo con ello inferir acerca de la composición florística de las comunidades o asociaciones presentes, para las que ya existe una mayor información de los taxas briófitos asociados a estos ambientes.

3.10.3.1.2 Briofitas

Las briófitas son organismos considerados los parientes modernos más cercanos de los ancestros de las primigenias plantas terrestres. Ellas marcan la transición hacia la tierra y el origen de las plantas vasculares (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). No obstante, la generalizada carencia de valor comercial, el pequeño tamaño, y su inconspicuo rol en los ecosistemas, son la causa de que las briófitas parezcan no tener utilidad para la mayoría de las personas (Glime, 2007).

El término Briófita tiene su origen en Grecia y hace referencia a las plantas que se hinchan al hidratarse y es el nombre genérico para las plantas que se caracterizan por un ciclo de vida en que alternan la fase haploide y diploide con un gametófito dominante (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Los musgos son el representante más conocido de las Briófitas, que en conjunto con las hepáticas y antocerotes conforman este grupo de plantas. Tienen como características centrales el que son plantas verdes, fotoautótrofas, sin tejidos vasculares, sus células producen almidón y las paredes de éstas están constituidas por celulosa; características que comparten con el resto de los vegetales, carecen de raíces, las que son reemplazadas por unos filamentos llamados rizoides (Ardiles *et al*., 2008). Las briófitas utilizan hábitats con particulares condiciones de humedad, temperatura y luminosidad (León *et al.,* 2006). También utilizan diferentes sustratos para establecerse, como madera en descomposición, superficies rocosas sombrías, suelo mineral y corteza de árboles (Ardiles *et al*., 2020).

Por otro lado, los musgos y hepáticas suelen ser buenos indicadores de las condiciones ambientales. Se han utilizado briófitas terrestres para caracterizar los tipos de bosques. Pueden ser utilizados como bioindicadores, también para la prospección de minerales, ya que algunas especies viven en ambientes con concentraciones de ciertos minerales y algunas de ellas pueden ser indicadoras de acidez. Las comunidades de briófitas se han utilizado para determinar regímenes climáticos e hidrológicos del pasado (Glime, 2007). Además, los musgos desempeñan funciones importantes en los ecosistemas, son fundamentales en el balance hídrico, funcionan como especies pioneras en suelos inestables controlando la erosión y colonizando sitios alterados ya sea por fuego u otro factor, sirven como hábitat y alimento para invertebrados, y también constituyen sitios propicios para la germinación de plantas vasculares (Rovere & Calabrese, 2011).

Chile cuenta con una alta diversidad de especies de briófitas, la riqueza y diversidad de musgos, hepáticas y antocerotes de Chile, está fuertemente ligada a la presencia de bosques templados australes. Los cuales se pueden encontrar alrededor del río Maule hasta Tierra del Fuego, incluyendo algunos relictos en quebradas costeras de la Región de Valparaíso y Región de Coquimbo. Pero la mayor riqueza se manifiesta a partir de la Región de Los Ríos (Ardiles *et al*., 2008) y aumentando hacia la Región de Magallanes donde la flora de este grupo es bastante

conocida desde las primeras exploraciones que datan de 1690. Las continuas exploraciones que se han realizado en estas regiones han permitido comprender de mejor forma los patrones de distribución de las briófitas más australes de Sudamérica (Drapela & Larraín, 2020).

Sin embargo, y dada la ubicación del Proyecto en un área troncal de la conectividad del país, es que se puede constatar algunas de las principales amenazas a la biodiversidad de especies y de organismos como las briófitas, por la degradación de los hábitats, la sobreexplotación de las especies, la introducción de especies exóticas y el cambio climático. En este contexto es de importancia evaluar la biodiversidad en áreas naturales no degradadas adyacentes a áreas degradadas, dado que constituyen reservorios biológicos que ayudan a la recuperación natural. Se ha constatado que según avanza la degradación del bosque, disminuye el número de sustratos disponibles para musgos y, en consecuencia, su diversidad florística y de formas de vida. Consecuentemente, la pérdida de especies de musgos en el suelo genera una disminución de sustratos adecuados para el establecimiento de plantas vasculares (Rovere & Calabrese, 2011).

La riqueza de briófitas para Chile se ha establecido, de acuerdo con Müller (2009), en 890 taxas con 230 géneros pertenecientes a 68 familias, no obstante, las proyecciones estiman una riqueza de alrededor de 1500 especies. En términos de la diversidad de musgos el mismo autor señala que en la Región del Maule el número de taxas reportados asciende a 163 y en la Región del Biobío asciende a 315 (información previa a la creación de la XVI Región de Ñuble). En función de lo anterior, a continuación, se presenta un listado potencial de las taxas de briófitas para el Área de Influencia preliminar en el área del Proyecto que asciende a 237 especies (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 34: Listado potencial de especies de briófitos para el Área de Influencia preliminar del Proyecto.

ESPECIE	REGIÓN	ESPECIE	REGIÓN
Achrophyllum magellanicum	VII - XVI	*Lembophyllum orbiculatum*	VII - XVI
Acrocladium auriculatum	XVI	*Leptobryum pyriforme*	VII - XVI
Amblystegium serpens	VII - XVI	*Leptodictyum riparium*	XVI
Amphidium lapponicum	VII	*Leptodon smithii*	VII - XVI
Amphidium tortuosum	VII - XVI	*Leptostomum menziesii*	VII - XVI
Ancistrodes genuflexa	VII - XVI	*Leptostomum splachnoideum*	VII - XVI
Andreaea alpina	XVI	*Lepyrodon hexastichus*	VII - XVI
Andreaea rupestris	XVI	*Lepyrodon lagurus*	VII - XVI
Andreaea subulata	VII - XVI	*Lepyrodon parvulus*	VII - XVI
Anomobryum julaceum	XVI	*Lepyrodon patagonicus*	VII

ESPECIE	REGIÓN	ESPECIE	REGIÓN
Aongstroemia gayana	VII - XVI	*Lepyrodon tomentosus*	VII - XVI
Barbula unguiculata	VII	*Macrocoma sullivantii*	VII - XVI
Bartramia bellolioella	VII - XVI	*Macromitrium krausei*	XVI
Bartramia ithyphylla	VII - XVI	*Macromitrium microcarpum*	VII - XVI
Bartramia ithyphylloides	VII - XVI	*Neckera chilensis*	VII - XVI
Bartramia mossmaniana	XVI	*Neckera scabridens*	VII - XVI
Bartramia potosica	XVI	*Neosharpiella turgida*	VII
Bartramia stricta	VII - XVI	*Oligotrichum canaliculatum*	VII - XVI
Blindia magellanica	VII - XVI	*Orthodontium gracile*	XVI
Brachymenium acuminatum	VII - XVI	*Orthodontium pellucens*	XVI
Brachymenium meyenianum	XVI	*Orthotrichum aequatoreum*	XVI
Brachytheciastrum microcollinum	XVI	*Orthotrichum anaglyptodon*	VII - XVI
Brachytheciastrum paradoxum	VII - XVI	*Orthotrichum araucarieti*	XVI
Brachythecium albicans	XVI	*Orthotrichum assimile*	VII - XVI
Brachythecium conostomum	XVI	*Orthotrichum brotheri*	XVI
Brachythecium rutabulum	VII - XVI	*Orthotrichum elegantulum*	VII - XVI
Brachythecium subpilosum	XVI	*Orthotrichum hortense*	VII
Brachythecium subplicatum	VII - XVI	*Orthotrichum incanum*	VII - XVI
Breutelia integrifolia	XVI	*Orthotrichum latimarginatum*	XVI
Breutelia subplicata	VII - XVI	*Orthotrichum laxifolium*	XVI
Bryoerythrophyllum berthoanus	VII	*Orthotrichum pariatum*	VII - XVI
Bryum argenteum	VII - XVI	*Orthotrichum rupestre*	VII - XVI
Bryum billardieri	VII - XVI	*Papillaria flexicaulis*	VII
Bryum clavatum	VII	*Philonotis glaucescens*	VII
Bryum densifolium	XVI	*Philonotis krausei*	VII - XVI
Bryum dichotomum	VII	*Philonotis nigroflava*	VII - XVI
Bryum gilliesii	XVI	*Philonotis polymorpha*	VII
Bryum mucronatum	XVI	*Philonotis scabrifolia*	VII - XVI
Bryum torquescens	VII	*Philonotis vagans*	XVI
Bryum turbinatum	XVI	*Plagiothecium denticulatum*	XVI

ESPECIE	REGIÓN	ESPECIE	REGIÓN
Bucklandiella crispipila	XVI	*Platyneuron praealtum*	XVI
Bucklandiella crispula	XVI	*Pleuridium andinum*	XVI
Bucklandiella didyma	VII - XVI	*Pleuridium robinsonii*	XVI
Bucklandiella lamprocarpa	VII - XVI	*Pogonatum perichaetiale*	XVI
Bucklandiella orthotrichacea	VII	*Pohlia chilensis*	VII - XVI
Bucklandiella rupestris	XVI	*Pohlia cruda*	VII - XVI
Calyptopogon mnioides	VII - XVI	*Pohlia drummondii*	VII
Camptodontium cryptodon	VII - XVI	*Pohlia nutans*	XVI
Campylium polygamum	XVI	*Pohlia wahlenbergii*	VII - XVI
Campylopus aureonitens	VII	*Polytrichastrum alpinum*	VII - XVI
Campylopus chilensis	VII	*Polytrichum juniperinum*	VII - XVI
Campylopus clavatus	VII	*Polytrichum piliferum*	VII - XVI
Campylopus incrassatus	VII - XVI	*Polytrichum strictum Menzies*	XVI
Campylopus introflexus	VII - XVI	*Porothamnium arbusculans*	XVI
Campylostelium saxicola	XVI	*Porothamnium leucocaulon*	XVI
Catagoniopsis berteroana	VII - XVI	*Porothamnium panduraefolium*	VII - XVI
Catagonium nitens	VII - XVI	*Porothamnium valdiviae*	VII - XVI
Catagonium nitens* subsp. *nitens* var. *myurum	XVI	*Porotrichodendron porteri*	VII
Catagonium nitidum	VII - XVI	*Porotrichum chilense*	XVI
Ceratodon purpureus	VII - XVI	*Porotrichum lancifrons*	XVI
Chenia leptophylla	VII	*Pseudocrossidium crinitum*	VII - XVI
Chileobryon callicostelloides	VII - XVI	*Pseudotaxiphyllum elegans*	VII
Chorisodontium aciphyllum	VII - XVI	*Ptychomitrium fernandesianum*	VII
Chrysoblastella chilensis	VII - XVI	*Ptychomitrium sellowianum*	XVI
Cratoneuron filicinum	XVI	*Ptychomnion cygnisetum*	VII
Cratoneuropsis relaxa	VII - XVI	*Pyrrhobryum mnioides*	VII - XVI
Cryphaea consimilis	VII - XVI	*Racomitrium lanuginosum*	VII
Cryphaeophilum molle	VII - XVI	*Racomitrium patagonicum*	VII
Dendrocryphaea cuspidata	VII - XVI	*Rhaphidorrhynchium callidum*	VII - XVI

ESPECIE	REGIÓN	ESPECIE	REGIÓN
Dendrocryphaea gorveana	VII	*Rigodium adpressum*	XVI
Dicranella hookeri	VII	*Rigodium brachypodium*	VII - XVI
Dicranoloma billardierei	VII	*Rigodium pseudothuidium*	VII - XVI
Didymodon australasiae	VII	*Rigodium tamarix*	XVI
Didymodon fuscus	VII - XVI	*Rigodium toxarion*	VII - XVI
Didymodon rigidulus	VII - XVI	*Sanionia symmetrica*	XVI
Didymodon vinealis	VII	*Sanionia uncinata*	XVI
Distichium capillaceum	VII	*Schimperobryum splendidissimum*	VII - XVI
Distichophyllum krausei	VII - XVI	*Schistidium apocarpum*	VII - XVI
Ditrichum cylindricarpum	XVI	*Schistidium falcatum*	VII - XVI
Ditrichum difficile	VII - XVI	*Schistidium rivulare*	XVI
Ditrichum hallei	XVI	*Schistidium scabripes*	XVI
Drepanocladus longifolius	VII	*Schizymenium multiflorum*	XVI
Drummondia obtusifolia	VII - XVI	*Sciuro-hypnum plumosum*	XVI
Eucamptodon perichaetialis	VII - XVI	*Scouleria patagonica*	XVI
Eucladium verticillatum	XVI	*Sematophyllum uncinatum*	VII
Eurhynchiella acanthophylla	VII - XVI	*Sphagnum flexuosum*	XVI
Eurhynchium corralense	XVI	*Symblepharis krausei*	VII
Eurhynchium fuegianum	XVI	*Syntrichia costesii*	VII
Eustichia longirostris	VII - XVI	*Syntrichia epilosa*	XVI
Fabronia ciliaris	XVI	*Syntrichia glacialis*	VII - XVI
Fabronia jamesonii	VII - XVI	*Syntrichia papillosa*	VII
Fissidens asplenioides	VII - XVI	*Syntrichia pseudorobusta*	VII - XVI
Fissidens bryoides	VII	*Syntrichia robusta*	XVI
Fissidens crispus	VII	*Syntrichia ruralis*	VII
Fissidens curvatus	VII - XVI	*Syntrichia scabrella*	XVI
Fissidens oblongifolius	VII - XVI	*Syntrichia serrulata*	VII - XVI
Fissidens rigidulus	VII - XVI	*Thamnobryum fasciculatum*	XVI
Funaria chilensis	XVI	*Thuidiopsis sparsa*	VII - XVI
Funaria hygrometrica	VII - XVI	*Tortula atrovirens*	VII

ESPECIE	REGIÓN	ESPECIE	REGIÓN
Funaria porteri	VII	*Tortula modica*	VII
Glyphothecium gracile	VII - XVI	*Tortula muralis*	VII - XVI
Grimmia austrofunalis	VII - XVI	*Trichodon cylindricus*	VII
Grimmia laevigata	VII - XVI	*Triquetrella patagonica*	VII - XVI
Grimmia navicularis	VII	*Ulota macrodontia*	XVI
Grimmia reflexidens	XVI	*Ulota rufula*	XVI
Grimmia trichophylla	VII - XVI	*Vittia pachyloma*	VII - XVI
Gymnostomum aeruginosum	XVI	*Warnstorfia exannulata*	VII
Gymnostomum tenerrimum	XVI	*Warnstorfia fluitans*	VII
Haplohymenium longinerve	VII	*Weissia controversa*	XVI
Hebantia rigida	XVI	*Weissia kunzeana*	VII
Hedwigidium integrifolium	XVI	*Weymouthia mollis*	VII
Hennediella arenae	XVI	*Willia brachychaete*	VII
Hennediella kunzeana	VII - XVI	*Zygodon bartramioides*	VII
Holodontium strictum	VII - XVI	*Zygodon hookeri*	VII - XVI
Hypnodendron microstictum	VII - XVI	*Zygodon intermedius*	VII
Hypnum chrysogaster	VII	*Zygodon magellanicus*	VII
Hypnum cupressiforme	XVI	*Zygodon papillatus*	VII - XVI
Juratzkaea seminervis	VII - XVI	*Zygodon pentastichus*	VII - XVI
Kindbergia praelonga	VII		

Fuente: ENVIS, 2022.

3.10.3.1.3 Proyectos ingresados en el e-SEIA

Por su parte la plataforma del SEIA, considerando proyectos ingresados desde el 2012 en adelante y en un entorno de 4 km a la redonda, da cuenta de los siguientes proyectos cercanos que pueden aportar datos a considerar en este componente:

Tabla 3- 35: Proyectos cercanos dentro del SEIA.

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Ampliación Capacidad de Producción Planta Tak	DIA	2022	En Calificación
Centro de Manejo De Residuos Piedra Larga	EIA	2022	En Calificación
Proyecto Inmobiliario San Pedro V	DIA	2022	En Calificación
Parque Solar San José	DIA	2021	Aprobado
Instalaciones Agropecuarias Santa Inés	DIA	2021	En Calificación
Optimización Instalaciones FRUSUR S.A.	DIA	2021	Aprobado
PMGD FV La Cosecha	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico Itihue	DIA	2020	Aprobado
Proyecto Pmgd Lirutao San Carlos	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico La Quinta PMG	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Parral	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Lo Magdalena	DIA	2019	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica El Rosal	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Linares	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Pachira	DIA	2018	Aprobado
Planta Parral de Frutícola Olmué Spa	DIA	2018	Aprobado
Línea de transmisión eléctrica de 33 KV Santa Elisa-Confluencia	DIA	2018	Aprobado
Aumento de Capacidad de Planta Ecofood	DIA	2017	Aprobado
Sistema de Acondicionamiento de RILes, Comercial Milanese	DIA	2017	Aprobado
Modernización y Mejoramiento de Procesos Secundarios en Planta Azucarera Ñuble, IANSAGRO S.A.	DIA	2017	Aprobado
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de San Carlos	DIA	2017	Aprobado

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Actualización Operacional Planta Frutos del Maipo Linares	DIA	2016	Aprobado
Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Purines, RCA N°384/2006 – Plantel Rucapequén	DIA	2015	Aprobado
Proyecto Cultivo Catfish - Modificaciones Proyecto Técnico - Centro La Casona	DIA	2014	Aprobado
Adecuación de Planta de Riles de Ecofood a Incremento de Caudal Afluente	DIA	2013	Aprobado
Centro de Manejo Ambiental Maule Sustentable	EIA	2013	No Calificado
Portal Alameda IV, Parral	DIA	2013	Aprobado

Fuente: ENVIS, a partir de información en SEA, 2022.

En ninguno de los proyectos listados anteriormente se ha levantado Línea de Base de flora no vascular, por tanto, no hay información disponible para los sectores aledaños al AI de los puentes dentro de la plataforma del SEIA.

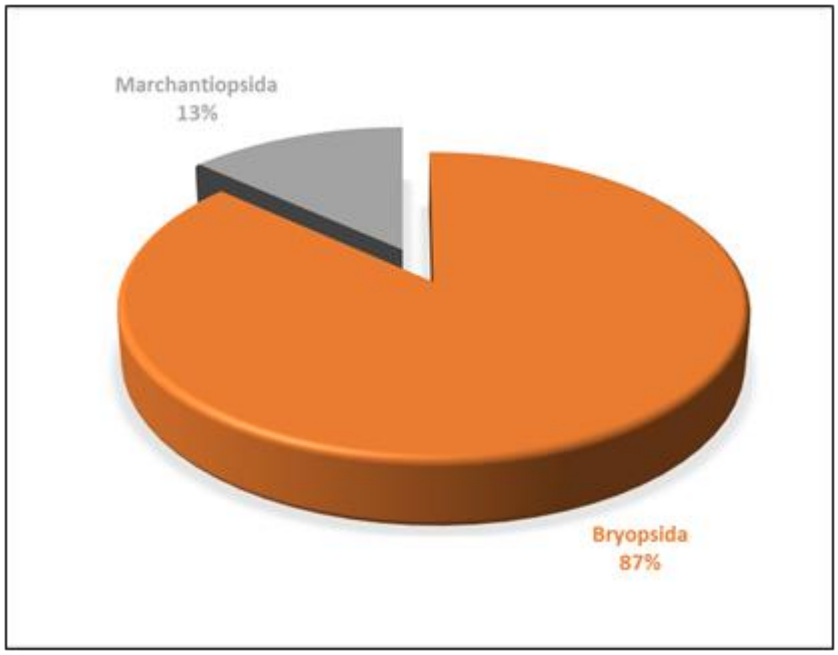
3.10.3.2 Briófitas registradas en el Área de Influencia

De acuerdo con el levantamiento de información de terreno realizado en la temporada de primavera, se logró identificar en el AI preliminar 15 especies. La especie más frecuente fue el musgo *Gertrudiella fusca* (Müll.Hal.) J.A. Jiménez & M.J. Cano, encontrada en siete (6) muestras, seguida por Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. y Fissidens bryoides Hedw., encontradas en cinco (4) muestras cada una.

La mayoría de los taxones encontrados corresponden a especies asociadas a ambientes perturbados, con la excepción de Philonotis curvata (Hampe) A. Jaeger y Triquetrella patagonica Müll.Hal., que también son frecuentes en zonas con vegetación natural en la zona donde se realizaron las colecciones.

Del total de especies, estas se distribuyen en dos (2) clases taxonómicas correspondientes a Bryopsida (13 taxas) y Marchantiopsida (2 taxas), como se encuentra representado de forma porcentual en el gráfico a continuación:

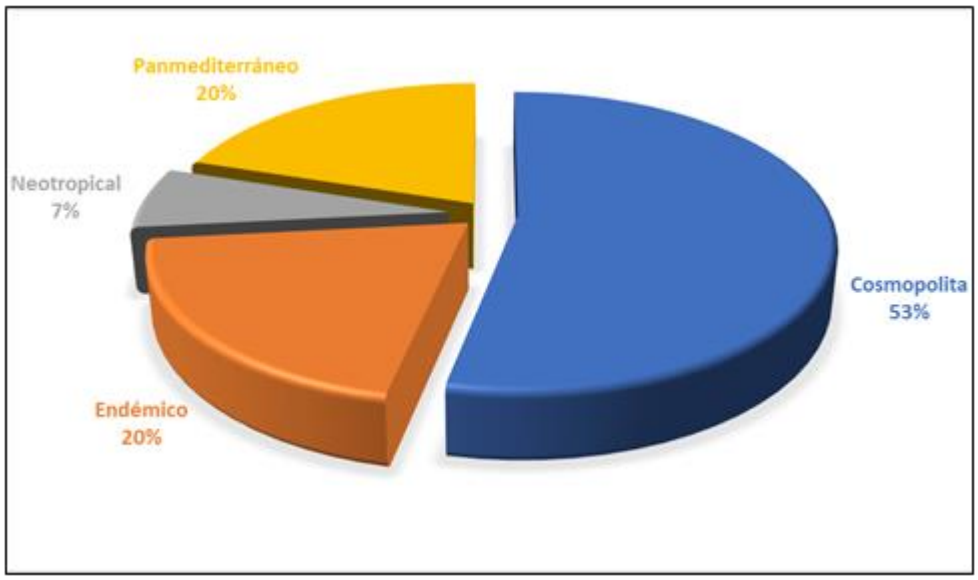
Gráfico 3- 5: Distribución porcentual de especies de briófitas registradas en sus correspondientes clases taxonómicas.



Fuente: ENVIS, 2022.

Las 15 especies de briófitas registradas se concentran en nueve (9) familias taxonómicas. En relación con el origen fitogeográfico de las especies, estas corresponden mayoritariamente a taxas cosmopolitas, pero con tres (3) taxas endémicas como se puede apreciar en el Gráfico siguiente:

Gráfico 3- 6: Distribución porcentual del origen de las especies registradas.



Fuente: ENVIS, 2022.

A nivel de géneros la distribución de los briófitos encontrados con su jerarquía taxonómica se presenta a continuación:

Tabla 3- 36: Distribución de briófitos a nivel de género registrados en el AI del Proyecto.

Phylum	Clase	Orden	Familia	*Género*	SP
Bryophyta	Bryopsida	Bartramiales	Bartramiaceae	*Philonotis*	1
		Bryales	Bryaceae	*Bryum*	2
		Dicranales	Ditrichaceae	*Ceratodon*	1
		Dicranales	Fissidentaceae	*Fissidens*	1
		Funariales	Funariaceae	*Funaria*	1
		Hypnales	Amblystegiaceae	*Cratoneuropsis*	1
		Pottiales	Pottiaceae	*Barbula*	1
				Didymodon	1
				Gertrudiella	1

Phylum	Clase	Orden	Familia	*Género*	SP
				Syntrichia	1
				Tortula	1
				Triquetrella	1
Marchantiophyta	Marchantiopsida	Marchantiales	Lunulariaceae	*Lunularia*	1
			Marchantiaceae	*Marchantia*	1

Fuente: ENVIS, 2022.

3.10.3.2.1 Riqueza de la Flora No Vascular en el Área de Influencia

La riqueza de plantas no vasculares en el AI preliminar alcanza a 15 especies, que comprenden 13 musgos y dos (2) especies de hepáticas. El catálogo se muestra indicando su nombre científico, familia, origen y distribución en Chile (ver Tabla siguiente).

Tabla 3- 37: Listado taxonómico de las especies de briófitos registrados en el AI del Proyecto.

Familia	*Nombre científico*	Origen	Distribución Chile	Forma de vida (FV)*
Bartramiaceae	*Philonotis curvata* (Hampe) A. Jaeger	neotropical	V-VIII	Cc
Bryaceae	*Bryum capillare* Hedw.	cosmopolita	V-XII	Cc
Bryaceae	*Bryum gemmiferum* R. Wilczek & Demaret	panmediterráneo	V	Cc
Ditrichaceae	*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.	cosmopolita	IV-XII	Cc
Fissidentaceae	*Fissidens bryoides* Hedw.	cosmopolita	V-VIII	Cc
Funariaceae	*Funaria calvescens* Schwägr.	cosmopolita	III-X	Cc
Amblystegiaceae	*Cratoneuropsis chilensis* (Lorentz) Ochyra	endémico	II-XII	Tl
Pottiaceae	*Barbula unguiculata* Hedw.	cosmopolita	IV-XII	Cc
	Didymodon australasiae (Hooker & Greville) R.H. Zander	panmediterráneo	XV-XII	Cp

Familia	*Nombre científico*	Origen	Distribución Chile	Forma de vida (FV)*
	Gertrudiella fusca (Müll.Hal.) J.A. Jiménez & M.J. Cano	endémico	IV-XI	Cc
	Syntrichia princeps (De Not.) Mitt.	cosmopolita	V-XII	Cc
	Tortula muralis Hedw.	cosmopolita	IV-X	Cc
	Triquetrella patagonica Müll.Hal.	endémico	II-IX	Cc
Lunulariaceae	*Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb.	panmediterráneo	IV-X	Tt
Marchantiaceae	*Marchantia polymorpha* L.	cosmopolita	V-XII	Tt

Fuente: ENVIS, 2022.

* De acuerdo con la información de Glime (2017), se consideraron ocho (8) categorías: césped corto (Cc), césped largo (Cl), tapiz liso (Tl), cojín pequeño (Cp), dendroide (Den), hebra (Hr), trama (Tr) y tapiz taloide (Tt).

En las fotografías a continuación se presenta el registro de algunas de las especies de briófitos registrados en el AI del Proyecto.

Fotografía 3- 36: Registros de terreno: El musgo *Fissidens bryoides* y la hepática *Lunularia cruciata*.



Fuente: ENVIS, 2022.

Fotografía 3- 37: El musgo *Cratoneuropsis chilensis*.



Fuente: ENVIS, 2022.

Fotografía 3- 38: El musgo *Barbula unguiculata*.



Fuente: ENVIS, 2022.

Fotografía 3- 39: Los musgos *Gertrudiella fusca* y *Ceratodon purpureus*.



Fuente: ENVIS, 2022.

3.10.3.3 Especies en Categoría de Conservación

Del total de taxas determinados, todos son comunes en su área de distribución y no presentan ningún tipo de preocupación en cuanto a su riesgo de extinción. Ninguno de ellos se encuentra listado en los procesos vigentes de clasificación de especies.

3.10.3.4 Escenario de Cambio Climático

Este componente no ha sido incluido en las modelaciones de la plataforma ARClim, pero se puede asociar en parte en relación con el hábitat que le provee el componente flora y vegetación. En Chile se han reportado efectos adversos del cambio climático asociados a la disminución de la precipitación, aumentos de las temperaturas e incremento de olas de calor. Se ha detectado la disminución del vigor de los bosques mediterráneos a causa de la mega sequía de 2010-2020 (Garreaud *et al*., 2017; Miranda *et al*., 2020), disminución en el crecimiento en los bosques mediterráneos y templados (Urrutia-Jalabert *et al*., 2018; Camarero & Fajardo, 2017; Fajardo *et al*., 2019; Venegas-González *et al.,* 2018, 2019), defoliación en bosques de la Patagonia por insectos (Estay *et al*., 2019) e incendios forestales principalmente en los climas mediterráneos y templados de Chile centro y centro sur (González *et al*., 2020; González *et al*., 2011; Urrutia-Jalabert *et al*., 2018).

El efecto más notorio de la sequía en los bosques nativos se ha reflejado en la pérdida de vigor o verdor en los bosques mediterráneos de la zona central (Garreaud *et al*., 2017). Miranda *et al*., (2020) encontraron un efecto negativo y significativo de la sequía en 1/3 de los bosques mediterráneos de las regiones de Valparaíso y Metropolitana hasta el verano del año 2017. Sin embargo, la continuidad de la sequía hasta la actualidad hace presumir un efecto mayor, en donde resultados preliminares han revelado un decaimiento general del verdor de los bosques en el verano de 2020. Los cambios observados pueden modificar la composición de especies dominantes, su distribución, dinámica, estructura y composición del sotobosque, teniendo un efecto cascada indirecto en las comunidades asociadas y la biodiversidad que sustentan mediante cambios en la estructura y calidad del hábitat (Miranda *et al*., 2020).

Finalmente, otro aspecto del cambio climático que es foco de preocupación a nivel mundial son los efectos nocivos que este tiene sobre los humedales. Estos ecosistemas son hábitat de una amplia diversidad de organismos dependientes de las condiciones intrínsecas de un humedal, tales como, vegetación hidrófila, que crece circundante a los humedales, arraigadas al suelo o de vida libre en el cuerpo de agua. Estos ecosistemas fluviales se caracterizan por tener una matriz acuosa sedimentaria con sedimentos finos y materia orgánica particulada y ser altamente dinámicos (SEA, 2023).

La definición de cada una de las cadenas de impacto considerando la bibliografía compilada y disponible en http://www.arclim.mma.gob.cl, se detalla a continuación. Se hace la salvedad de que se incorporan antecedentes respecto de bosques nativos, pero en el AI consolidada no hay presencia de esa formación.

- Efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de los bosques nativos

El verdor representa la abundancia de clorofila en las hojas, pigmento foliar que funciona como un indicador de la capacidad fotosintética y potencial de crecimiento de las plantas (Reich *et al*., 2003). Valores bajos de clorofila pueden relacionarse con una disminución del crecimiento, defoliación y muerte de partes de la copa o de los individuos. El riesgo es calculado a partir de datos de la cobertura de la vegetación, topografía y características edáficas donde se encuentran, y las amenazas expresadas en los cambios de temperatura y precipitación. A continuación, se detallan los índices que entrega el visor ARClim con respecto al efecto potencial de los cambios en el clima sobre el verdor de los bosques nativos:

- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5). Todas las variaciones son positivas (aumento de condiciones adversas al desarrollo de los bosques nativos) pero con cambios diferentes a lo largo del país.
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos, donde 0 representa ausencia de bosques nativos y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción. La cobertura actual de bosques nativos se estima empleando múltiples fuentes de información.
- **Sensibilidad:** Representa el potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico en el verdor del bosque bajo un contexto de cambios en la precipitación y temperatura. La combinación de las tres variables se realiza en función a la importancia observada en la predicción del cambio actual de verdor en los bosques nativos. La sensibilidad compuesta ha sido escalada en valores entre 0 (mínimo) y 1 (máximo).
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de pérdida de verdor del bosque nativo entre el periodo histórico y el futuro. El cambio de riesgo sólo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

- Riesgo de incendios en bosques nativos

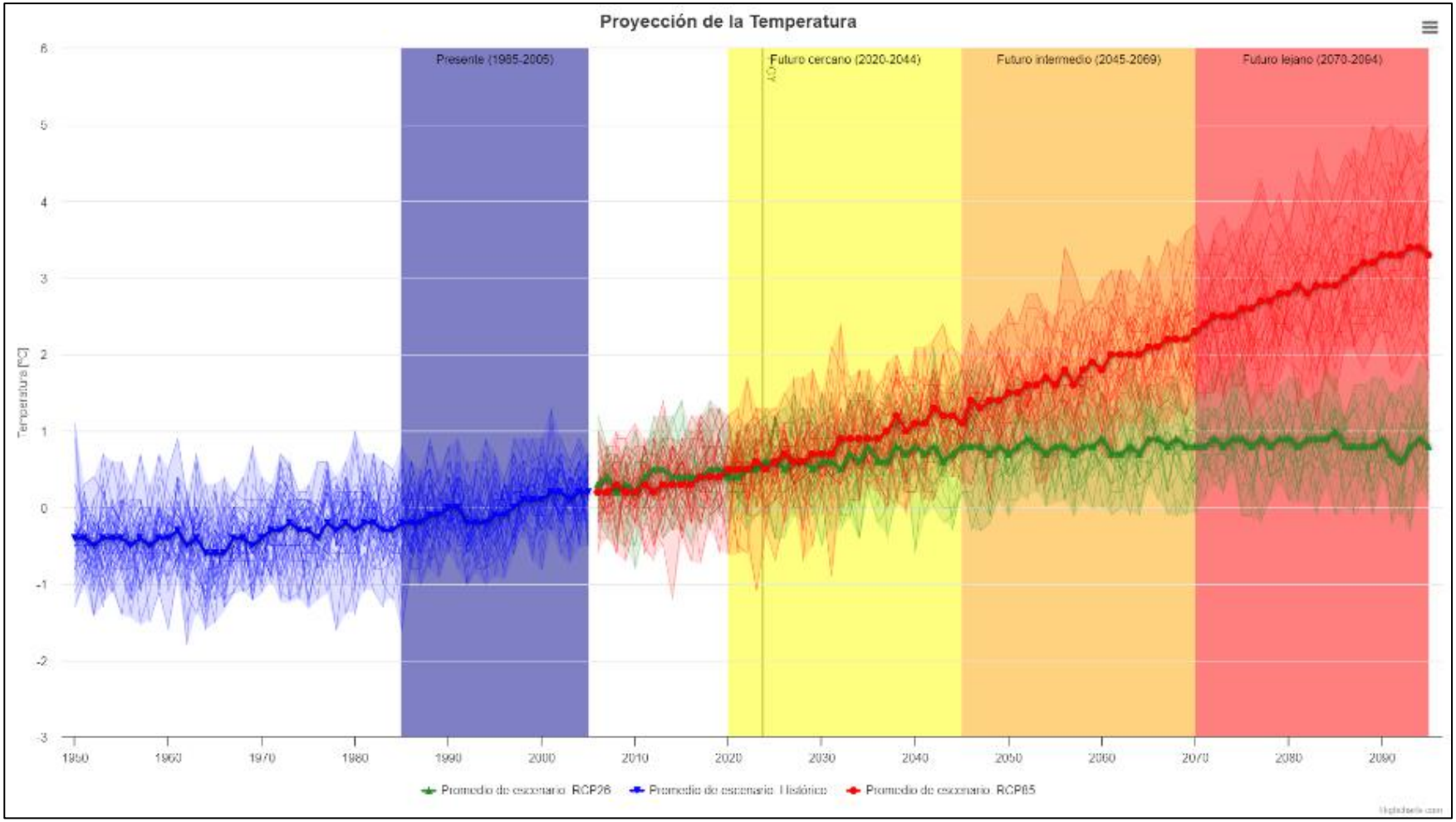
Los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en periodos estivales y en particular en momentos de alta temperatura (i.e. olas de calor). El riesgo se calcula a partir de datos de la cobertura de bosques, la probabilidad de ocurrencia de incendios y las amenazas expresadas en olas de calor. A continuación, se detallan los índices que entrega la herramienta ARClim con respecto al riesgo a incendios forestales:

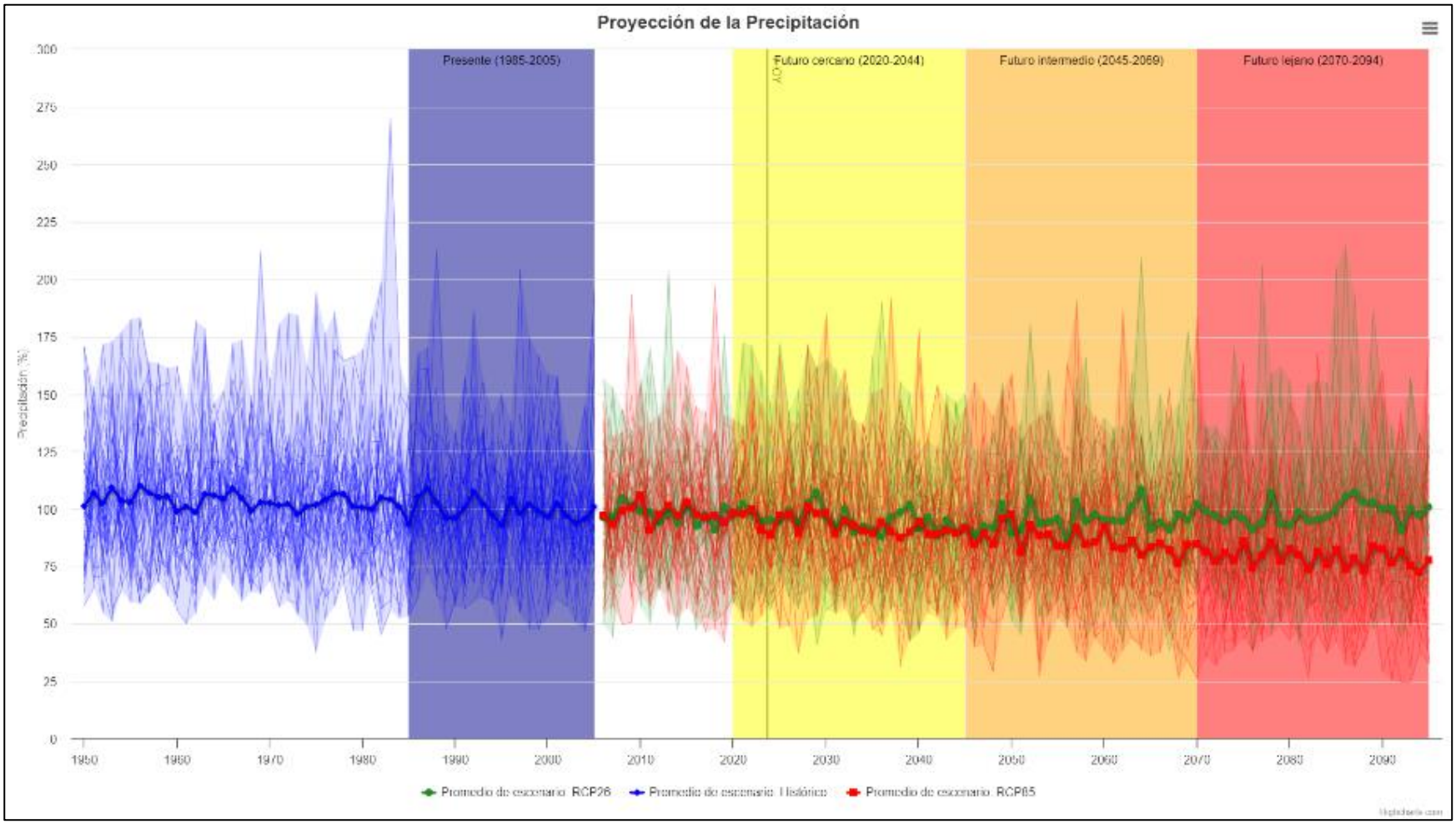
- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia de temperaturas sobre 30ºC (propicias para la ocurrencia de incendios forestales) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos, donde 0 representa ausencia de la conformación vegetal y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción de bosques nativos. La cobertura es estimada según diversas fuentes de información.
- **Sensibilidad:** La sensibilidad de un bosque a experimentar un incendio depende de factores geográficos (p. ej. Pendiente del terreno), humanos (p. ej. Cercanía de centros urbanos) y de cobertura de suelo (p. ej. Tipo de vegetación). La contribución de estas variables fue estimada considerando la probabilidad observada de incendios forestales. El índice está normalizado asignando un valor 1 a la comuna con máxima sensibilidad y 0 a la comuna con menor sensibilidad.
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro. El cambio de riesgo solo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

3.10.3.4.1 Proyecciones de Cambio Climático

La zona centro-sur de Chile, específicamente la Región del Maule es una de las más vulnerables del país ante cambios climáticos propiciados por la mega sequía que atraviesa la zona (CR2, 2015). No solo el déficit de precipitaciones ha sido de carácter recurrente y prolongado con una amplia extensión territorial, sino que sumado a este fenómeno de sequía se han registrado el sucesivo incremento de la temperatura media anual, con fuertes olas de calor (CR2, 2015). Las proyecciones del simulador climático CR2 indican un incremento de la temperatura media anual y la precipitación media anual para el futuro cercano y futuro lejano en la zona centro sur de Chile, como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura 3- 13: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile



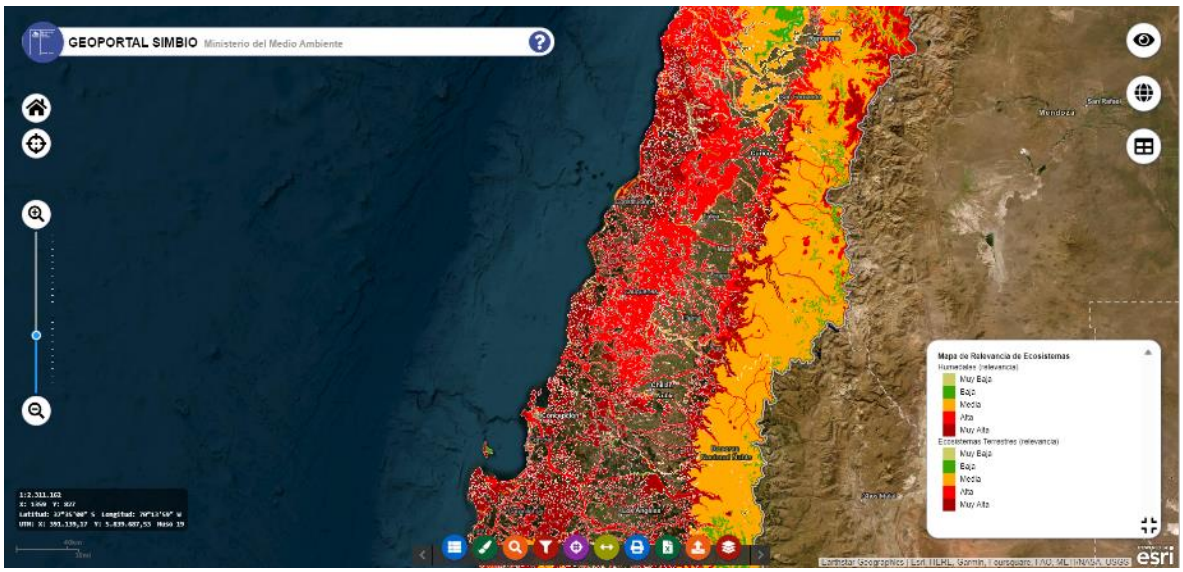


Fuente: https://simulaciones.cr2.cl/

- Ecosistemas en estado crítico de conservación

El área de influencia se ubica entre las regiones de Maule y Ñuble, donde se encuentran remanentes de Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

Figura 3- 14: Mapa de relevancia de Ecosistemas



Fuente: Geoportal del Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad (SIMBIO).

Los polígonos de color rojo indican ecosistemas de alta relevancia, en este caso los pisos Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

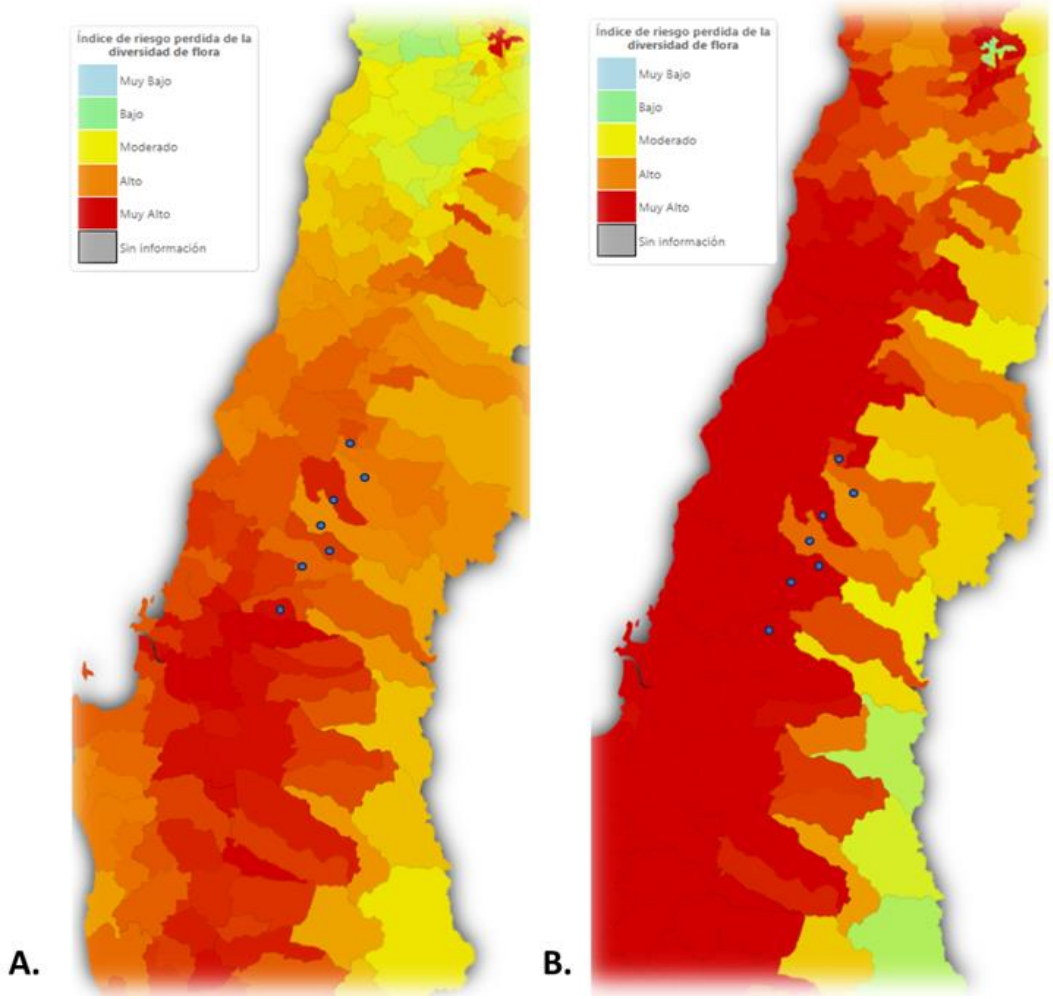
Como se mencionó en el análisis de singularidades estos pisos se encontrarían con un nivel de amenaza alto En peligro crítico y En peligro respectivamente. Ambos con su superficie potencial tendiendo a la disminución bajo el escenario de cambio climático. Esto fue constatado en terreno, registrando solo fragmentos aislados de estas formaciones en el AI preliminar.

3.10.3.4.2 Análisis de Riesgo Climático

- Flora y Vegetación Nativa

A través del análisis de riesgo climático en ARClim se detectó que las regiones de Ñuble y Maule presentan un alto índice de riesgo de pérdida de flora (Figura 3-8) por efecto del cambio climático en términos de disminución de precipitaciones e incremento de la temperatura (Figura 3-8, Tabla 3-33).

Figura 3- 15: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)



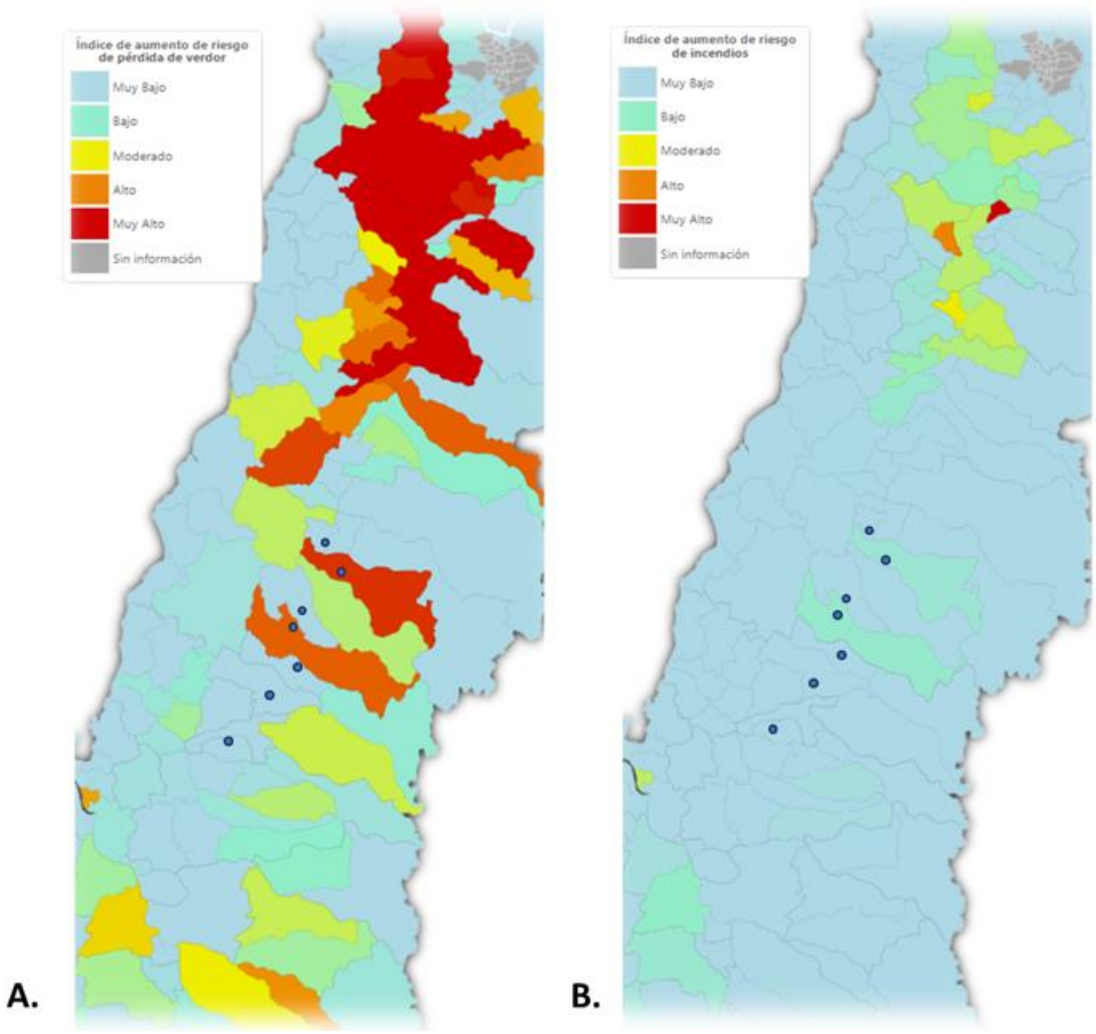
Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Por una parte, el déficit hídrico prolongado tiene distintos efectos sobre la vegetación dependiendo de las características intrínsecas de las especies. En el caso de las especies leñosas, hay especies que ante sequía extrema colapsan por embolia de los conductos hidráulicos muriendo por desecación, mientras que, otras especies pueden resistir tales condiciones por un tiempo determinado a través de dos mecanismos: 1) perdiendo hojas para disminuir el área de transpiración utilizando sus reservas energéticas para pasar la temporada (Sánchez-Salguero *et al*., 2017). 2) resistiendo la sequía gracias a poseer hojas densas y coriáceas que mantienen la estructura foliar. En ambos casos la eficacia de los procesos biológicos de las plantas se ven afectados y producen decaimiento del estado sanitario y a largo plazo podrían conducir a la muerte de los individuos (Gazol

y Camarero, 2022). Estas consecuencias a nivel de individuos se reflejan en la perdida de verdor de los bosques (Miranda *et al.*, 2020) e incrementa la propensión a incendios al encontrarse mayor cantidad de combustible seco, es decir, vegetación deshidratada o muerta (Pausas, 2020). Sin embargo, las proyecciones de pérdida de verdor del bosque nativo en ARClim indican una categoría de riesgo “bajo o muy bajo” (Figura 3-9, Tabla 3-33). Estos valores deben ser interpretados con precaución, pues los valores alcanzados por el riesgo de la variable pérdida de verdor se ve afectado por la extremadamente baja cobertura de bosques nativos que afecta a las proyecciones por errores asociados al área de amenaza, sensibilidad y exposición (Pica-Téllez *et al*., 2020). No obstante, este componente, aunque trasciende la presencia de bosques nativos, es de suponer que los efectos del cambio climático sobre la vegetación que la sustenta, independiente de su origen y fisionomía, supone sobre todo efectos por un incremento de los incendios producto del combustible seco disponible. Por otra parte, las taxas identificadas presentan gran resiliencia y adaptación a ambientes degradados y con problemas de humedad. Por lo que el mayor riesgo es en relación a la probabilidad de incendios.

Figura 3- 16: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B).



Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Tabla 3- 38: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5)

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza *	Exposición*	Sensibilidad*	Riesgo*	Categoría de Riesgo
Bosque Nativo	Verdor en Bosques Nativos	Villa Alegre	3,0325	0,0091	0,4926	0,067	muy bajo
		Longaví	1,8602	1,8602	0,2618	0,7026	bajo
		Retiro	2,9725	0,0233	0,4644	0,1574	muy bajo
		Parral	2,1929	0,3202	0,3359	1	alto
		Ñiquén	2,8371	0,0399	0,3859	0,2141	muy bajo
		San Carlos	2,7998	0,3202	0,3359	1	muy bajo
		Chillán Viejo	2,7747	0,0379	0,3422	0,1763	muy bajo
	Incendios en Bosques Nativos	Villa Alegre	0,8088	0,0091	0,94	0,0516	muy bajo
		Longaví	0,4251	0,2944	0,44	0,4087	muy bajo
		Retiro	0,4087	0,0233	0,0233	0,1376	muy bajo
		Parral	0,5873	0,3202	0,62	0,8655	bajo
		Ñiquén	0,8814	0,8814	0,86	0,2246	muy bajo
		San Carlos	0,8314	0,0214	0,84	0,1109	muy bajo
		Chillán Viejo	0,8587	0,0379	1	0,2414	muy bajo

Fuente: ARCLim (2020).

3.10.4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el levantamiento de información para la componente flora no vascular briófita, entre los días 28 de noviembre a 03 de diciembre de 2022 en la temporada de primavera se puede concluir lo siguiente:

- Respecto a la información en base a los antecedentes bibliográficos recopilados:

De acuerdo con Gajardo (1994), el Proyecto se ubica en la "Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo", el que ha sido casi completamente reemplazado dado que es la zona con mayor densidad de población del País, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo de que son excepcionales las muestras de la vegetación original. De acuerdo con los checklist existentes en la bibliografía, el listado potencial asciende a 237 taxas, pero considerando las distribuciones regionales que abarcan un sin número de ambientes.

- Respecto de la Flora no vascular y la riqueza de especies dentro del Área de Influencia preliminar, se obtuvo:

Un registro total de 15 especies de briófitas, de los cuales 13 de ellos corresponden al Phyllum Bryophyta típicamente conocidos como musgos, y dos (2) de ellos al Phyllum Marchantiophyta a los que se les conocen como hepáticas. Principalmente los registros ocurrieron sobre estructuras de concreto o sobre sustratos de suelos con escasa vegetación y con mucho material de ripio y piedras de mayor tamaño. La mayoría de los taxas (53%) corresponden a ejemplares de origen geográfico cosmopolita, con tres (3) especies catalogadas como endémicas (20%), pero de amplia distribución.

La gran mayoría de las especies se encuentran en ambientes muy deteriorados y pobres en términos de suelo y vegetación, siendo habitual la compañía de especies herbáceas del tipo ruderal. Algunas especies registradas, como las del género *Bryum* y *Tortula*, son especies cosmopolita que se desarrollan en sitios alterados por el hombre, como por ejemplo bordes de rutas y ciudades (Rovere & Calabrese, 2011). En general presentaron formas de vida (FV) del tipo cespitoso corto (Cc) o cojín pequeño (Cp) dado el ambiente predominante de exposición al sol permanente, mucha sequedad y alta polución en la mayoría de esos sitios, siendo esta forma de vida la que posiblemente les permita mantenerse en esas zonas soportando largos periodos de sequedad y deshidratación. No hubo registros sobre sustratos del tipo madera, madera en descomposición o corteza.

- Respecto de las especies en categoría de conservación o sensibles dentro del AI:

La prospección de terreno no dio cuenta de la presencia de especies en categoría de conservación, en base a los 17 procesos vigentes para ninguno de los Phyllum registrados.

Por tanto, en base a los resultados expuestos se concluye la inexistencia de impactos significativos sobre el componente.

- Respecto del análisis de Cambio Climático para el AI:

En términos de riesgo climático las proyecciones climáticas indican que la disminución de las precipitaciones e incremento de la temperatura promedio anual, sumada a las olas de calor, impacten fuertemente sobre la vegetación de las regiones involucradas causando la pérdida de verdor, disminuyendo la tasa de crecimiento o en casos extremos la muerte de individuos. Este escenario, incrementa las posibilidades de ser azotada por incendios forestales recurrentes, de gran severidad debido a la disponibilidad potencial de combustible seco. El AI de los puentes proyectados son porciones de terreno relacionados con ecosistemas de tipo humedal. Se puede inferir que el cambio climático podría influir en el caudal de los esteros y ríos teniendo impacto en la composición de sus comunidades vegetales, en algunos casos hábitats de briófitas que también serían afectados.

Tabla 3- 39: Tabla resumen con la situación del componente de flora no vascular en cada Puente

ID	Puente	Briófitas - especies endémicas
1	Puente Cunaco Oriente	--
2	Puente Ancoa Nº1 Oriente	Presencia de especie endémica *Triquetrella patagonica*
3	Puente Ancoa Nº2 Oriente	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*
4	Puente Longaví Oriente	--
5	Puente Copihue Oriente y Poniente	Presencia de especie endémica *Cratoneuropsis chilensis*
6	Puente Colliguay Oriente	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*
7	Puente Parral Ramal Oriente y Poniente	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*
8	Puente Ñiquén Oriente	--
9	Puente Navotavo Oriente	--
10	Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	--
11	Puente Ninquihue Poniente	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*
12	Puente Menelhue Poniente	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*
13	Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	Presencia de especie endémica *Gertrudiella fusca*

3.10.5 BIBLIOGRAFÍA

ARDILES, V.; J. CUVERTINO Y F. OSORIO. 2008. Guía de Campo Briófitas de los Bosques Templados Australes de Chile. Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antocerotes que habitan los Bosques de Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile 168 pp.

ARDILES, V.; A. PROMIS Y D. CORTÉS. 2020. Notas sobre la variación de briófitas entre un bosque pantanoso de Amomyrtus luma y una pradera antropogénica húmeda de Juncus procerus. Gayana Bot. (2020) vol. 77, No. 2, 168-175.

ARDILES, V. 2020. Caracterización de flora no vascular en dos áreas proglaciares del tercio norte de campo de hielo sur: consideraciones para la conservación y el desarrollo del turismo de interés especial en el Parque Nacional Bernardo O'Higgins, Chile. Tesis de Magister. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza. 87p.

CONAF, 2020. Guía de evaluación ambiental. Criterios para la participación de Conaf en el SEIA. Gerencia forestal. Departamento de Evaluación Ambiental. Sección Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2008. Minuta prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestre. Memorándum DJ N°387/2008.

CRANDALL-STOTLER B., R.E. STOTLER & D.G. LONG. 2009. Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. Edinburgh Journal of Botany 66: 144–198.

DRAPELA, P. & LARRAÍN, J. 2020. The bryophytes of Madre de Dios Archipelago, Magallanes Region, Chile. Phytotaxa 428 (1): 7-29. doi: 10.11646/phytotaxa.428.1.2

GAJARDO R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. Editorial Universitaria, 165 pp.

GLIME, J. M. 2007. Economic and Ethnic Uses of Bryophytes. In: Flora of North America Editorial Committee, eds. 1993+. Flora of North America North of Mexico. 15+ vols. New York & Oxford. Vol. 27, pp. 14-41.

GLIME, J. M. 2017. Adaptive Strategies: Growth and Life Forms. Chapt. 4-5. In: Glime, J. M. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists.

GOFFINET B. & W.R. BUCK. 2022. Classification of the Bryophyta. Disponible en http://bryology.uconn.edu/classification/. Visitado en diciembre de 2022.

HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. & M. RUBIES. 2009. Catalogue of the Marchantiophyta and Anthocerotophyta from Chile, Argentina, and Uruguay. Nova Hedwigia 134: 1–672.

IDE. 2022. Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. URL: Consulta: desde el 1 de diciembre de 2022.

IUCN. 2012. Categorías y criterios de la lista roja de la IUCN: Versión 3.1. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 38 pp.

LARRAÍN, J. 2016. The mosses (Bryophyta) of Capitán Prat Province, Aisén Region, southern Chile. PhytoKeys 68: 91-116. doi: 10.3897/phytokeys.68.9181

LARRAÍN, J., & DRAPELA, P. 2022. Catálogo de los briófitos del Parque Nacional La Campana (Región de Valparaíso, Chile). Lilloa, 59(2), 127–187.

LEÓN, YELITZA & ENGWALD, STEFAN & PROCTOR, MICHAEL. 2006. Microclimate, light adaptation, and desiccation tolerance of epiphytic bryophytes in two Venezuelan cloud forests. Journal of Biogeography. 33. 901 - 913.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Supremo N°40 que aprueba el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº29 que aprueba el reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2015. Guía para la descripción del Área de Influencia, componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Editor: Servicio de Evaluación Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2016. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo segundo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2017. Decreto Nº6 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo tercer proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2018. Decreto Nº79 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo cuarto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2019. Decreto Nº23 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo quinto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2020. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo sexto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2021. Decreto Nº44 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo séptimo proceso.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 1994. Ley 19.300. Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

MÜLLER, F. 2009. An updated checklist of the mosses of Chile. Archive for Bryology 58: 1–124.

ROVERE, A & G. CALABRESE. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). Revista Chilena de Historia Natural 84: 571-580, 2011.

SEKI, T. 1974. A moss flora of Provincia de Aisén, Chile. Journal of Science of the Hiroshima University

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2021. URL: https://www.sea.gob.cl/. Consulta desde el 1° de diciembre de 2022.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2015. Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el seia.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2017. Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

SÖDERSTRÖM, L., A. HAGBORG, M. VON KONRAT (EDS.), S. BARTHOLOMEW-BEGAN, D. BELL, L. BRISCOE, E. BROWN, D.C. CARGILL, E.D. COOPER, D.P. COSTA, B.J. CRANDALL-STOTLER, G. DAUPHIN, J.J. ENGEL, K. FELDBERG, D. GLENNY, S.R. GRADSTEIN, X. HE, A.L. ILKIU-BORGES, J. HEINRICHS, J. HENTSCHEL, T. KATAGIRI, N.A. KONSTANTINOVA, J. LARRAÍN, D.G. LONG, M. NEBEL, T. PÓCS, F. PUCHE, E. REINER-DREHWALD, M.A.M. RENNER, A. SASS-GYARMATI, A. SCHÄFER-VERWIMP, J.G. SEGARRA MORAGUES, R.E. STOTLER, P. SUKKHARAK, B.M. THIERS, J. URIBE, J. VÁŇA, J.C. VILLARREAL, M. WIGGINTON, L. ZHANG & R.-L. ZHU. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. PhytoKeys 59: 1–828.

VANDERPOORTEN, A. & B. GOFFINET. 2009. Introduction to Bryophyte Biology. 303 p. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

3.11 LÍNEA BASE HONGOS Y LÍQUENES

3.11.1 OBJETIVOS

3.11.1.1 Objetivo general

Describir y caracterizar el componente Hongos y Líquenes en el Área de Influencia (AI) del Proyecto Construcción de Nuevos Puentes, ubicado en las Regiones del Maule y Ñuble.

3.11.1.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión de antecedentes de los taxas potenciales del grupo a registrar en el Área de Influencia para el Proyecto.
- Identificar y caracterizar las especies de Hongos y Líquenes asociadas a las formaciones vegetales y sustrato en el que se desarrollan en el sitio de emplazamiento del Proyecto.
- Determinar su categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente.

3.11.2 METODOLOGÍA

3.11.2.1 Marco de Referencia Técnico

Las guías utilizadas como referencia metodológica son las siguientes:

- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (2017). Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (2015b). Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA.
- CONAMA (2008). Minuta de prelación para efectos del SEIA de las Clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de Flora y Fauna silvestre.
- FURCI (2007). Fungi Austral.
- FURCI (2013, 2018). Hongos de Chile. Guía de Campo.
- LAZO (2016). Atlas Micológico Hongos de Chile.

- GALLOWAY & QUILHOT (1998). Listado de los Líquenes y Hongos liquenícolas de Chile.
- QUILHOT *et al*. (1998). Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile.
- UICN (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN.

3.11.2.2 Levantamiento de Información

3.11.2.2.1 Recopilación de Información Bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el área de influencia preliminar, para contextualizar el marco biogeográfico de la vegetación sobre la que se realizó el muestreo de terreno, siguiendo la propuesta vegetacional de Gajardo (1994), recopilando además antecedentes sobre el registro y descripción de hongos y/o líquenes que puedan existir en esta área. Dicha revisión se enfocó en las referencias y análisis de la bibliografía existente en la base de datos online de Scielo Chile y otras fuentes bibliográficas, como Garrido (1985), Lazo (2001), Furci (2007), Quilhot (1998).

Con el objetivo de determinar las especies de hongos potenciales para el AI se consideró la revisión de especies de plantas vasculares presentada en la línea de base de Flora y Vegetación en el marco del presente informe, realizando un análisis de correlación entre las especies de hongos y las especies de plantas vasculares (basado en la literatura existente), en los registros de Scielo Chile, información del Museo Nacional de Historia Natural y bibliografía especializada internacional entre otros.

En relación con los líquenes potenciales, la recopilación de antecedentes y determinación del marco ecológico y biogeográfico fue realizada mediante la revisión de bibliografía existente para Chile sobre estas especies en los registros de Scielo Chile, información del Museo Nacional de Historia Natural y bibliografía especializada internacional, referente a líquenes registrados o potenciales para el área de influencia preliminar.

Además, se consideró la información existente dentro de las líneas de base de proyectos cercanos, que se encuentran disponibles en la plataforma del SEIA.

3.11.2.2.2 Fotointerpretación

El muestreo se basó en una fotointerpretación del AI preliminar. Para el trabajo en terreno, se consideraron unidades diferenciadas según uso de suelo y tipo de vegetación en las formaciones con cobertura vegetal.

3.11.2.2.3 Campaña de Terreno

En este apartado se describe la ejecución de la campaña de campo en el marco del Proyecto. En el área de influencia preliminar se definieron estaciones de muestreo, pero además se realizaron recorridos pedestres en busca de estos organismos. La prospección de terreno se realizó en dos temporadas estacionales, la primavera de 2022 y el otoño de 2023, estaciones en la que muchos hongos ofrecen sus carpóforos y es posible registrarlos. La campaña se realizó entre los días 28 de noviembre al 03 de diciembre en primavera y entre el 10 al 15 de abril en otoño.

Se realizaron colectas de ejemplares en los lugares en donde hubo registros, los que fueron empaquetados y etiquetados para su conservación y su posterior análisis en laboratorio. Cabe destacar que los ejemplares fueron colectados con su respectivo tipo de sustrato utilizando instrumentos para no cortar ni perder material en el proceso como espátulas, palas de jardín, u otras, siendo colocadas en bolsas de papel buscando su secado de manera inmediata para evitar el deterioro de los especímenes. Para evitar pérdidas de material, las bolsas fueron plegadas hasta depositarlas en lugar seguro. Las bolsas fueron rotuladas con el código de la muestra por fuera, punto GPS y fecha de colecta.

Durante la colecta se registraron los siguientes datos para cada una de las muestras obtenidas, tanto de hongos como de líquenes:

- Puente y/o sector
- ID del colector: Pueden ser las iniciales del nombre y apellido
- Fecha de colecta
- Punto UTM y altitud
- Ambiente y características generales de humedad y temperatura
- Grupo: Hongo o Liquen
- Sustrato: En donde se registra la especie, pudiendo ser materia orgánica, madera en descomposición, roca; en el caso de registrarse en corteza y/o ramas de una especie arbórea o arbustiva se identificó la especie.
- Observaciones (opcionales): Ejemplo, especie abundante o escasa, único ejemplar, etc.
- Código de la(s) fotografía(s).

Dado que durante el proceso de deshidratación de las especies de hongos y líquenes en la colecta y almacenamiento se pierden algunos caracteres de importancia taxonómica, se debe contar con fotografías de los ejemplares al momento de la colecta para una mejor y correcta identificación. De esta forma se tomó registro fotográfico de cada una de las muestras previo a la colecta.

Los puntos de muestreo fueron georreferenciados y registrados en un GPS Garmin (en Datum WGS84, Huso 18 y 19 Sur) y el programa SW Maps versión 3.50.0. Los puntos mencionados se presentan con sus coordenadas detalladas en el Anexo 3-7.

3.11.2.2.4 Análisis de Laboratorio de Hongos

Considerando que, para algunos análisis de laboratorio, se requiere que los ejemplares de hongos se encuentren frescos, se realizaron en terreno mediciones de píleo y estípite, análisis de sus características morfológicas y la toma de fotografías de los individuos registrados. Posteriormente, se obtuvo la esporada, en caso de que la muestra contara con ella, la cual fue secada utilizando aire forzado, para su posterior observación en laboratorio.

Una vez en el laboratorio, se realizaron observaciones morfológicas de los individuos, tanto macroscópicas con lupa estereoscópica, como observaciones con microscopio óptico, según los protocolos presentes en Wright y Alberto (2002) y Singer (1986). Una vez finalizados estos procesos, se depositaron los especímenes en cajas para su posterior consulta en las colecciones personales del especialista en taxonomía de hongos.

A partir de la información recolectada en terreno y del análisis de laboratorio, se elaboró el catálogo de hongos del AI del Proyecto y su clasificación taxonómica.

Junto con lo anterior, se consideran los siguientes criterios de información para las especies de hongos registrados:

- Origen fitogeográfico (distribución): En consideración al escaso conocimiento respecto a la mayoría de las especies del Reino Fungi en Chile, se establecerá la distribución real de las especies conocida hasta el momento, ya que aún no hay fundamentos científicos válidos para establecer el origen de la mayoría las especies actualmente. Para las especies que sólo se logre su determinación a nivel de género, se catalogarán como de distribución Indeterminada. Las que presentan una distribución en diversas partes del mundo, se clasificarán como Cosmopolitas.

- Rol ecológico: Para la clasificación del rol ecológico se utilizará la nomenclatura propuesta por Wright y Albertó (2002), la cual establece distintos roles ecológicos para los hongos:

- **Xylobiontes**: Hongos especializados en la descomposición de la madera o xilema.

- **Rizobiontes**: Hongos simbiontes con las raíces de las plantas vasculares, pueden formar micorrizas.

- **Pedobiontes**: Hongos que se desarrollan sobre el humus o presentes en el suelo.

3.11.2.2.5 Especies en Categoría de Conservación

El análisis de riesgo para las especies de briófitas registrados en el AI del Proyecto se obtuvo en base al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), publicado en el D.S. N°29/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), siendo utilizados los siguientes cuerpos legales vigentes:

- Decreto Supremo Nº38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº6/2017 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº23/2019 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº16/2020 del Ministerio del Medio Ambiente
- Decreto Supremo Nº44/2021 del Ministerio del Medio Ambiente

Además, el siguiente documento especializado:

- Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (Quilhot *et al*.,1999)

Para efectos de la definición de las categorías de conservación, se consideraron las señaladas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D.S. Nº 29/2011 del MMA) ya citado, que adoptó el uso de las categorías actualmente vigentes para UICN (Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza). Estas son: "extinta", "en peligro crítico de extinción", “en peligro”, "vulnerable", "casi amenazada" y "preocupación menor"; siendo las cuatro primeras las consideradas como de “amenaza” o “riesgo”.

3.11.2.3 Sistematización de la Información

Los resultados del informe se presentan de acuerdo con los objetivos específicos planteados anteriormente, de la siguiente forma:

- Definición del AI consolidada para el componente.
- La descripción del AI se realizó mediante la recopilación bibliográfica del contexto biogeográfico en base a las fuentes ya mencionadas en el numeral anterior, además de otras fuentes relevantes específicas para hongos y líquenes.

- Revisión de proyectos ingresados en el SEIA.
- Riqueza de hongos registrada.
- Especies de hongos en categoría de conservación de acuerdo con la legislación vigente.

3.11.3 RESULTADOS

3.11.3.1 Revisión bibliográfica

3.11.3.1.1 Contexto biogeográfico

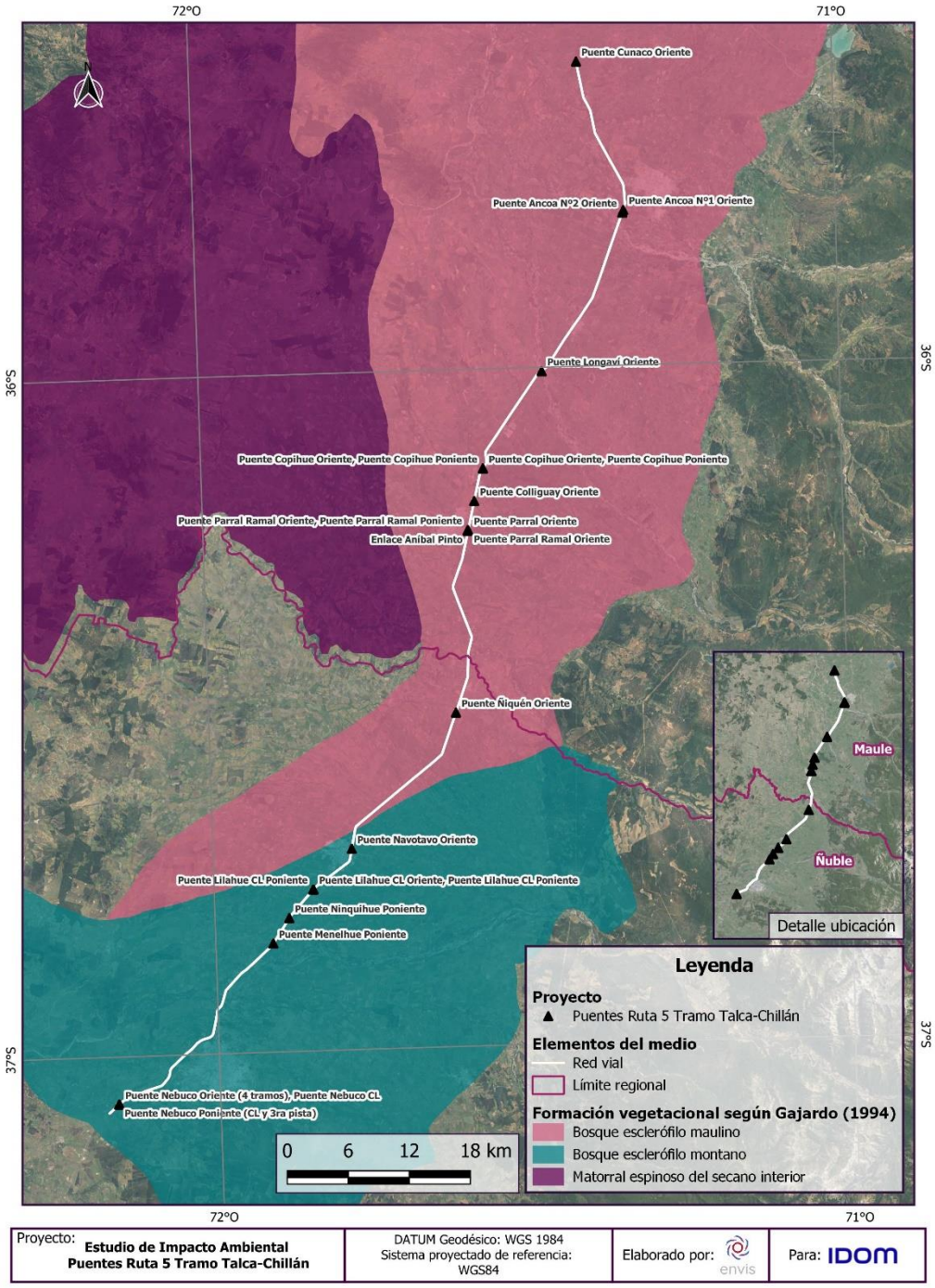
De acuerdo con Gajardo (1994) el Área de Influencia preliminar (que incluye el AI consolidada) se encuentra en la región fitoecológica del Matorral y del Bosque Esclerófilo que se extiende a través de la zona central de Chile, cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo denominado mediterráneo, es decir, inviernos fríos y lluviosos, con veranos cálidos y secos. Las precipitaciones aumentan progresivamente de norte a sur y es patrón fundamental en la distribución de las formaciones vegetales la presencia de las cordilleras de la Costa y de Los Andes.

Los paisajes vegetales son complejos por diferentes razones. En primer lugar, es la parte del territorio nacional que tiene la mayor densidad de población, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo que podría afirmarse que son excepcionales las muestras de la vegetación original. En segundo lugar, es un área que se encuentra en una posición latitudinal de transición climática, lo que, sumado a la existencia de un relieve montañoso, permite una fuerte interpenetración con las regiones vegetacionales adyacentes.

Es una región con una tan alta diversidad vegetacional, que las formas de vida que se encuentran son variadas. Predominan los arbustos altos de hojas esclerófilas, pero también se encuentran arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios con gran desarrollo en altura.

El Área de Influencia preliminar del Proyecto cruza esta región y en particular las tres (3) formaciones siguientes: Matorral espinoso del secano interior, Bosque esclerófilo maulino y el Bosque esclerófilo montano (ver siguiente Figura). Respecto de estas formaciones, el autor describe que han sido reemplazadas fuertemente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado muy modificado.

Figura 3- 17: Formación vegetacional según Gajardo (1994)



Fuente: ENVIS, 2024. Mapa Base 2022 Google, Image © 2022 Digital Globe, ©2022 Cnes/Spot Image.

El contexto biogeográfico entrega una referencia acerca de las formaciones vegetales presentes en una determinada latitud, pudiendo con ello inferir acerca de la composición florística de las comunidades o asociaciones presentes, para las que ya existe una mayor información de los taxas briófitos asociados a estos ambientes.

3.11.3.1.2 Hongos

Los hongos son organismos pertenecientes al Reino Fungi (o Reino Eumycota), por lo tanto, como tal, no son plantas ni animales, sino que son un grupo responsable de la descomposición de la materia orgánica en casi todos los ciclos biológicos del planeta (Furci, 2007).

El reino Fungi agrupa a un inmenso número de individuos distribuidos en una gran diversidad de especies, muchas de ellas desconocidas, sobre todo las microscópicas (levaduras y mohos, que incluyen varios miles o millones de hongos), aunque también en la actualidad se siguen describiendo muchas especies nuevas de hongos macroscópicos (Aguirre-Acosta *et al*., 2014).

Constituyen los hongos un amplio y fascinante reino de organismos eucariotes, carentes de plástidos, con nutrición absortiva (osmotrópica), cuyas paredes celulares contienen quitina y beta-glucanos, con reproducción sexual y asexual, saprobios, mutualistas o parásitos (Lazo, 2016).

Los hongos se desarrollan preferentemente en lugares húmedos y oscuros ya que no necesitan luz para sobrevivir; pudiendo encontrárseles en raíces de árboles y arbustos.

En relación con la taxonomía de este reino se han generado grandes avances en la clasificación filogenética en los últimos años, principalmente relacionado con la revolución que provocaron los avances en el estudio molecular filogenético, lo que permite determinar ciertas especies a partir de su micelio de una forma más fácil y rápida. No obstante, aunque existe un amplio acuerdo en relación con la composición de las clases mayores del reino Fungi, existe aún una considerable variación en los nombres que han sido utilizados para estos grupos (Hibbett *et al*., 2007).

Chile cuenta con una alta diversidad de especies fúngicas, siendo un gran porcentaje de la micobiota chilena endémica en el Cono Sur. De acuerdo con Furci (2007), existe alrededor de 250 especies de hongos para Chile continental e insular. No obstante, en Chile se han descrito diversas especies, pero la cobertura del territorio nacional hasta la fecha es heterogénica e incompleta, dejando extensas áreas de difícil acceso con estatus de "tierra incógnita" con respecto a su diversidad fúngica (Furci & Repetto-Giavelli, 2012). El país destaca por poseer aproximadamente el 20% de las especies registradas y descritas en el mundo (3.300 de las casi 16.000 especies conocidas) (MMA, 2023).

De acuerdo con diversos autores, variados factores bióticos y abióticos determinan la fructificación de diferentes especies de hongos. La composición, edad y estructura de la vegetación determinan

la composición de macromicetos, ya que las plantas constituyen los hábitats y fuente de energía para la mayoría de ellas, las que siempre presentan algún grado de especificidad por el hospedante o el tipo de sustrato. En este sentido la interacción entre los hongos y la vegetación y el análisis de la diversidad de macromicetos ha sido utilizado para el planeamiento de áreas estratégicas de conservación, ya que los hongos poseen una alta diversidad de especies, superior al grupo de las plantas con flores y son sensibles tanto a los cambios ambientales como a los cambios en la cobertura vegetal, pueden resultar útiles a la conservación de algunas especies y serían un indicador para detectar el grado de alteración de un ecosistema (Balmford *et al*., 2000; Salazar, 2016).

Los hongos son descomponedores primarios. Según Roa (2023) y Salazar (2016) los hongos según su forma de vida y de alimentación pueden clasificarse en:

- Hongos saprobios: Estos poseen un complejo sistema enzimático capaz de degradar la materia orgánica como madera, hojarasca, restos vegetales, humus, etc.
- Hongos parásitos: Estos se alimentan de sustratos vivos, donde se desarrollan sobre un huésped para alimentarse a expensas de él, pudiendo ocasionarle la muerte.
  Ambos tipos de hongos parásitos y saprobios obtienen su alimento a través de una digestión externa denominada lisotrófica. En donde las sustancias hidrolizadas por las exoenzimas del hongo son absorbidas por las delgadas paredes de la hifa, nutriendo y alimentando al micelio.
- Hongos micorrícicos: Son aquellos que viven en simbiosis con un organismo vegetal. La simbiosis es un modo de vida mutualista en el cual las dos especies involucradas se benefician mutuamente intercambiando componentes metabólicos para el crecimiento de ambas. Se estima que el 80% de las plantas vasculares se encuentran asociadas a hongos, sin los cuales no resistirían eventos climáticos, tales como: la sequía o la falta de nutrientes en el suelo, o serían atacadas con mayor fuerza por ciertos patógenos (Salazar, 2016). Esta relación tiene lugar en las raíces de las plantas, donde el hongo se fusiona con ellas estableciendo distintos tipos de asociaciones, que se clasifican en tres grandes grupos: endomicorrizas, ectomicorrizas y ectendomicorrizas, esta última con características compartidas de las dos primeras. Por su parte, la simbiosis ectomicorrícica (ECM) se considera una asociación mutualista, debido a que ambas partes se benefician, aunque en muchos casos es obligada; los micobiontes, por ser organismos heterótrofos, requieren de compuestos de carbono (carbohidratos) que se les transfiere por medio de exudados radicales y los fitobiontes además le proporcionan fitohormonas (citocinas) de crecimiento que influyen y benefician el desarrollo de los micobiontes (Gómez, 2014).

La Región central alberga a numerosas especies del género *Geastrum*, las llamadas estrellas de tierra, además de *Myriostoma coliforme*, y también los llamativos carpóforos de *Clathrus gracilis*. Es común encontrar grandes cuerpos fructíferos del género *Agaricus* (cercano pariente del champiñón cultivado, *Agaricus bisporus*) en potreros y a orilla de los bosques. Este último representa un hábitat

muy apropiado para diversas especies de hongos de las clases Basidiomycete y Ascomycete. Grandes carpóforos de pie y sombrero se ven frecuentemente en prados y en los restos vegetales de potreros y bosques, como los géneros *Macrolepiota*, *Volvariella*, *Coprinus*, y *Tricholoma*. Algunos son comestibles y otros venenosos, como es el llamado sombrero de la muerte (*Amanita phalloides*), cuerpo fructífero responsable de la mayoría de las intoxicaciones letales en Chile. Se desarrolla en bosques de árboles del género *Nothofagus* y también en bosques de coníferas (con preferencia por los bosques mixtos de *Nothofagus* y coníferas). Tiene el sombrero o "píleo" color verde oliváceo, que se descolora con la lluvia, quedando de color blanco (Furci, 2008). En Chile las épocas de recolección son variables dependiendo de la región de muestreo. De diciembre a marzo es recomendable para la zona austral (Regiones de Magallanes y Aisén), en la zona sur es más favorable los meses entre febrero y mayo (Región de Los Lagos, de los Ríos, de la Araucanía, del Bío Bío), para Chile central en abril y agosto (Regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, Región del Maule, Región de Valparaíso y la Región Metropolitana) (Furci, 2013).

En función de lo anterior, a continuación, se presenta un listado potencial de especies de hongos para el AI preliminar en relación con las especies de flora vascular presentes en el área del Proyecto.

Tabla 3- 40: Listado potencial de especies de hongos para el Área de Influencia del Proyecto.

ESPECIE	ESPECIES DE HONGOS MACROSCÓPICOS EN LA REGIÓN
Acacia dealbata	*Gimnopillus spectabilis, Callistosporium luteofuscus*
Aristotelia chilensis	*Mycena discogena, Crepidotus calolepsis, Marasmiellus alleodorus, Mycena austrororida, Mycena temerrima, Mycena triplotricha*
Lithraea caustica	*Geastrum fornicatum*
Luma apiculata	*Anthracophyllum discolor, Clitocybe patagonica*
Juncus procerus	*Hypholoma elongatipes, Psilocybe fimetaria.*
Eucaliptus sp.	*Gimnopillus spectabilis, Crepidotus acanthosyrinus, Pleuroflammula croceosanguinea, Setchelliogaster tenuipes, Hydnangium soderstroemii, Amanita gemmata*
Pinus radiata	*Suillus luteus, Rhizopogon sp. Amanita toxica, Amanita rubescens, Laccaria laccata, Lactarius deliciosus, Russula sardonia, Suillus granulatus, Gymnopillus spectabilis, Gymnopillus junonius, Paxillus panuoides, Thelephora terrestres, Mycena paraboliciformis, Cystoderma amiantina, Hebeloma nudipes, Setchelliogaster tenuipes, Hydnangium soderstroemii, Camarophyllus niveus, Tricholoma pessundatum*
Populus sp.	*Agrocybe cylindracea, Pleurotus ostreatus*

Fuente: Elaboración propia en base a diversas fuentes bibliográficas, 2023.

La ubicación del Proyecto en un área troncal de la conectividad del país permite constatar algunas de las principales amenazas a la biodiversidad de especies y de organismos como los hongos, por

la degradación de los hábitats, la sobreexplotación de las especies, la introducción de especies exóticas y el cambio climático. En este contexto es de importancia evaluar la biodiversidad en áreas naturales no degradadas adyacentes a áreas degradadas, dado que constituyen reservorios biológicos que ayudan a la recuperación natural.

3.11.3.1.3 Líquenes

Un liquen se define como una planta criptógama talofita, constituida por un hongo que vive en estrecha simbiosis con algas clorófitas o cianofitas y que se clasifica dentro del sistema de los hongos (Redón, 1985). Por su parte, Barreno (1997), agrega que el tipo de asociación simbiótica podría corresponder a un mutualismo o a un parasitismo, pero que la determinación exacta es aún un objeto de controversia.

La flora liquenológica forma parte de la micobiota, la que se puede definir de forma general como el conjunto de organismos fúngicos u hongos presentes en un espacio determinado y en un periodo de tiempo determinado (Kirk *et al*., 2008). Los líquenes muestran una alta plasticidad ecológica, colonizando los más variados sustratos, tales como superficies rocosas, corteza de plantas leñosas y tierra, extendiéndose desde las altas cumbres basta las zonas intermareales, litorales y desde regiones ecuatoriales hasta las polares (Redón, 1985). Se estima que a nivel mundial existen unas 16.000 especies de hongos Ascomycetes liquenizados (Henssen & Jahns, 1974).

Desde el punto de vista sistemático actual, los grupos tradicionalmente conocidos como hongos no se encuentran cercanamente relacionados entre sí y estarían conformados por representantes de, al menos, tres reinos distintos: Fungi, Stramenopila y Protozoa (Alexopoulos *et al.,* 1996; Webster & Weber, 2007). Para el caso de los líquenes, estos corresponden siempre a representantes del Reino Fungi.

Respecto a los llamados hongos liquenizados o líquenes, estos corresponden a la asociación usualmente denominada como ectosimbiótica entre un hongo, llamado micobionte, y un simbionte fotosintético, denominado fotobionte (Ahmadjian, 1993). Este simbionte fotosintetizador puede ser una cianobacteria o, como ocurre en la mayoría de los casos, un representante del Phylum Chlorophyta (Friedl & Büdel, 2008). De la interacción entre el micobionte y el fotobionte se genera un cuerpo vegetativo (o talo) con estructura y fisiología estables y específicas, denominado holobionte (Honegger, 1993). En líquenes, se estima que este holobionte se corresponde al individuo, aun cuando pudieran existir más de un genotipo de micobionte y/o fotobiontes dentro de este cuerpo vegetativo.

En el caso de los micobiontes, estos son simbiontes obligados o constitutivos, dado que necesitan, para llegar a la madurez y reproducirse de manera sexual o asexual, el estar asociados a sus fotobiontes. En el caso de los fotobiontes estos son simbiontes facultativos, dado que pueden

presentarse de vida libre y completar sus ciclos biológicos sin la necesidad obligada de asociarse a hongos liquenizados (Beck *et al*., 1998). Por esta razón, es que el elemento más importante en la interacción suele ser el micobionte, el cual puede asociarse a diferentes fotobiontes dependiendo de las condiciones ambientales (Vargas & Beck, 2012) y es el organismo al cual se le asigna la identidad de la especie (Henssen & Jahns, 1973).

La liquenización, a su vez, se puede considerar como la forma que ocupan los hongos, que son organismos obligadamente heterótrofos (es decir, absorben nutrientes del medio para su alimentación), para la adquisición de nuevas propiedades y formas de nutrición (Barreno, 1998).

Esta característica les ha permitido ser parte constitutiva de casi todos los ambientes donde la vida es posible (Sancho *et al.,* 2006). Los líquenes también cumplen un rol ecológico afectando el ciclo del nitrógeno en los ecosistemas en variadas formas. Dado que este macronutriente es esencial para la vida, para el crecimiento y la productividad, pero no se encuentra en la tierra y por tanto no lo provee el suelo, siendo la fuente principal el nitrógeno que se encuentra en la atmosfera el que no está disponible para la mayoría de los organismos. Los cianolíquenes son unos de los organismos capaces de utilizar este nitrógeno atmosférico directamente, por tanto, su abundancia en una gran cantidad de ecosistemas puede significar una importante contribución a la fijación del nitrógeno en estos sistemas, siendo los mecanismos de lixiviación y descomposición la forma en que se transfiere este nitrógeno fijado al pool de nutrientes en el suelo. La presencia en los bosques templados lluviosos del hemisferio sur de las especies epífitas del género *Pseudocyphellaria spp*, augura un buen potencial de fijación de este nutriente (Nash III, 2008). Su rol como agentes biológicos del suelo es ampliamente reconocido, su biodeterioro de las rocas puede ocurrir en un periodo relativamente corto de tiempo según se ha estudiado. Pero además contribuyen sustancialmente a la biomasa y mantienen a una alta biodiversidad de micro y macroorganismos, creando complejas redes de alimento aportando al flujo energético. Son sensores naturales del cambio climático, siendo utilizados con mayor frecuencia para detectar y evaluar problemas en los hábitats, monitoreo de perturbaciones ambientales relacionados con el incremento de contaminantes químicos (Seaward, 2008).

El estudio de la diversidad de líquenes en Chile es escaso y de baja profundidad. Este se ha basado principalmente en la realización de listados florísticos de diferentes zonas de interés del extremo norte y sur del país, o en zonas de particular interés botánico (Galloway & Marticorena 1991; Galloway, 1998; Quilhot *et al*., 1998). Según estos dos últimos autores la flora liquénica en Chile consta de 1.383 taxa distribuidos en 304 géneros.

En el estudio de Redon (1974) se realizó un análisis crítico de la flora liquénica del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (Región de Los Lagos) que indicó como resultado la presencia de 141 especies de líquenes, pertenecientes a 43 géneros y 22 Familias. Luego en 1985, el mismo investigador publica un documento que revisa, integra y resume el conocimiento existente sobre los líquenes chilenos en particular, describiendo los taxa que han sido reconocidos para Chile. Algunos

de ellos fueron registrados en sectores con bosque nativo del cajón del río Achibueno, en la Región del Maule, en donde se da cuenta del registro de 30 especies de 14 familias y 26 géneros. Existiendo un 77% de la diversidad liquénica que corresponde a Clorolíquenes y un 23% a Cianolíquenes, lo que demuestra la condición prístina de esos lugares (Pereira, 2021).

La ecología de los líquenes de América aún es poco conocida a diferencia de las asociaciones liquénicas de las regiones templadas de Europa, que han sido dadas a conocer por numerosos investigadores.

Los líquenes bajo condiciones desfavorables pueden sobrevivir en estado latente. Carecen de periodos de reposo durante su desarrollo, por lo cual están sujetos a la influencia del ambiente durante todo el año. Debido a la lentitud de su crecimiento se deben adaptar regularmente a las variaciones del medio. En general, los líquenes son ampliamente fotófitos[2], sin embargo, existen especies que poseen amplia capacidad en relación con sus requerimientos luminosos (Eurifóticas), las cuales pueden desarrollarse bajo determinadas condiciones en lugares sombríos (Esquiotolerantes). También existen especies que prefieren los lugares sombríos (Esquiófitas) las que poseen un estrecho rango de requerimiento luminoso (Estenófitas). Entre los líquenes fotófitos, se diferencian aquellos adaptados a la luz directa (Heliófitos), y los que se caracterizan por su adaptación a la luz difusa (Anheliófitos).

Aun cuando estos organismos son sensibles a eventos del medio como los incendios, también presentan cierta resistencia dependiendo de la severidad del fuego, en este sentido un estudio realizado en la Quebrada de la Plata en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, por González (2020) mostró una gran tolerancia a este tipo de perturbaciones, especialmente de las especies *Polycauliona polycarpa, Rinodina pyrina* y *Candelaria concolor*. Estas dos últimas especies están documentadas como resistentes a variados tipos de perturbaciones, pudiendo ser especies altamente tolerantes a perturbaciones tan fuertes como los incendios.

Por otro lado, los líquenes son muy sensibles a la polución del aire, considerando que zonas más expuestas a infraestructura urbana y vial generan una mayor carga de agentes contaminantes hacia la atmosfera, como elementos oxidantes, fluorados y métales entre otras sustancias tóxicas. Dada su biología y la característica de ser perennes sufren el efecto acumulativo de los contaminantes. Estos organismos no poseen un sistema vascular para conducir el agua y los nutrientes, han desarrollado un sistema eficiente para obtenerlos desde fuentes atmosféricas. La niebla y el rocío muchas veces tienen más altas concentraciones de polutos que la misma lluvia y al no poseer partes deciduas de su talo no pueden evitar la acumulación de estas altas concentraciones, la carencia de cutícula y estomas significa que toda la superficie de su talo puede absorber estos elementos tóxicos, teniendo además un muy bajo control del intercambio gaseoso (Nash III, 2008).

- [2] Clasificación ecológica de las especies que requieren abundante luz.

Con respecto al área de influencia, el establecimiento de los líquenes corticícolas está influenciado por varios factores, entre ellos, las características físicas y químicas de la corteza de los hospederos. Como lo muestra un estudio sobre cortezas de *Nothofagus dombeyi* y *N. obliqua* situadas en dos localidades preandinas del bosque maulino, en donde se pudo observar que algunas especies de líquenes presenta una estrecha relación con el pH de las cortezas de una u otra de las especies arbóreas estudiadas y sólo un bajo porcentaje de éstas se mostraron indiferentes al pH de los forófitos (Pereira, 2014).

Las siguientes especies podrían estar presentes en el área de influencia preliminar según las fuentes bibliográficas:

Tabla 3- 41: Listado potencial de especies de líquenes para el Área de Influencia del Proyecto.

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Bacidiaceae	*Bacidia rubella*	Cosmopolita
Parmeliaceae	*Bryoria chalybeiformis*	Bipolar
Parmeliaceae	*Bulbothrix isidiza*	Pantropical
Teloschistaceae	*Caloplaca ferruginea*	Cosmopolita
Candelariaceae	*Candelariella xanthostigma*	Circumpolar
Chrysotrichaceae	*Chrysothrix pavonii*	Cosmopolita
Cladoniaceae	*Cladonia pycnoclada*	Sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Coelopogon epiphorellus*	Sur de Sudamérica, Sudáfrica y región Antártica
Coenogoniaceae	*Coenogonium luteum*	Cosmopolita
Coenogoniaceae	*Coenogonium patagonicum*	Sin información
Collemataceae	*Collema glaucophthalmum*	Pantropical
Collemataceae	*Collema nigrescens*	Ártico a zonas mediterráneas de Europa, Asia y Norteamérica
Pannariaceae	*Degeliella versicolor*	Austral
Hydrophoraceae	*Dictyonema glabratum*	Sur de Sudamérica, Sudáfrica
Parmeliaceae	*Everniastrum sorocheilum*	Austral-Pantropical
Parmeliaceae	*Flavoparmelia caperata*	Norte y Sudamérica, Europa, Asia y África
Parmeliaceae	*Flavoparmelia rutidota*	Norte y Sudamérica
Haematommaceae	*Haemathomma chilenum*	Endémica del sur de Sudamérica
Haematommaceae	*Haematomma fenzlianum*	Pantropical
Parmeliaceae	*Hypogymnia subphysodes*	Austral

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Parmeliaceae	*Hypotrachyna laevigata*	Cosmopolita
Parmeliaceae	*Hypotrahcyna sinuosa*	Cosmopolita
Teloschistaceae	*Josefpoeltia sorediosa*	Sudamérica
Lecanoraceae	*Lecanora albella*	Regiones templadas a boreales
Lecanoraceae	*Lecanora argentata*	Cosmopolita
Lecanoraceae	*Lecanora chlarotera*	Cosmopolita
Lecanoraceae	*Lecidella elaeochroma*	Australasia, Europa y Norteamérica
Stereocaulaceae	*Lepraria incana*	Cosmopolita
Stereocaulaceae	*Lepraria lobificans*	Africa, Asia, Australia, Europe, Norteamérica y Nueva Zelanda
Collemaceae	*Leptogium cochleatum*	Cosmopolita
Ramalinaceae	*Megalaria grossa*	Cosmopolita
Parmeliaceae	*Melanelia subglabra*	Sudamericano-Australásica
Parmeliaceae	*Melanohalea ushuaiensis*	Endémica del sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Menegazzia chrysogaster*	Endémica del sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Menegazzia cincinnata*	Endémica del sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Menegazzia globulifera*	Panaustral
Parmeliaceae	*Menegazzia subpertusa*	Austral
Parmeliaceae	*Menegazzia wilsonii*	Endémica del sur de Sudamérica
Nephromataceae	*Nephroma antarcticum*	Endémica del sur de Sudamérica
Nephromataceae	*Nephroma cellulosum*	Austral
Parmeliaceae	*Nephromopsis chlorophylla*	Bipolar
Parmeliaceae	*Notoparmelia protosulcata*	Austral
Pertusariaceae	*Ochrolechia pallescens*	Europa, norte y sudamérica, Australia, Antártica
Pannariaceae	*Pannaria farinosa*	Panaustral
Pannariaceae	*Pannaria farinosa*	Panaustral
Pannariaceae	*Pannaria pallida*	Austral
Parmeliaceae	*Parmelia cunninghamii*	Austral
Parmeliaceae	*Parmelia protosulcata*	Austral
Parmeliaceae	*Parmelia saxatilis*	Cosmopolita

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Parmeliaceae	*Parmelia sulcata*	Cosmopolita
Pannariaceae	*Parmeliella granulata*	Oceanía y centro y sudamérica
Parmeliaceae	*Parmeliopsis hyperopta*	Circumpolar
Parmeliaceae	*Parmotrema arnoldii*	Pantropical
Parmeliaceae	*Parmotrema crinitum*	Pantropical
Parmeliaceae	*Parmotrema perlatum*	Regiones templadas de ambos hemisferios
Peltigeraceae	*Peltigera didactyla*	Cosmopolita
Pertusariaceae	*Pertusaria velata*	Cosmopolita
Phlyctidaceae	*Phlyctis chilensis*	Endémica del sur de Sudamérica
Physciaceae	*Physcia adscendens*	Áreas boreales y templadas en ambos hemisferios
Physciaceae	*Physcia caesia*	Árctico, zonas de vegetación boreales y templadas
Collemataceae	*Physma chilense*	Chile, Nueva Zelanda y Tasmania
Parmeliaceae	*Platismatia glauca*	Cosmopolita
Parmeliaceae	*Protousnea magellanica*	Endémica del sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Protousnea malacea*	Endémica del sur de Sudamérica
Parmeliaceae	*Protousnea poeppigii*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria coriifolia*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria crocata*	Cosmopolita
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria dasyphyllidia*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria gilva*	Pantropical
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria hirsuta*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria intricata*	Cosmopolita
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria neglecta*	Austral
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria nudata*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria pilosella*	Endémica del sur de Sudamérica
Lobariaceae	*Pseudocyphellaria wandae*	Endémica del sur de Sudamérica
Pannariaceae	*Psoroma hypnorum*	Bipolar
Parmeliaceae	*Punctelia subrudecta*	Cosmopolita

FAMILIA	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN GLOBAL
Ramalinaceae	*Ramalina chilensis*	Endémica del sur de Sudamérica
Ramalinaceae	*Ramalina farinacea*	Circumpolar
Parmeliaceae	*Rimelia reticulata*	Neotropical
Physciaceae	*Rinodina anomala*	Bipolar
Physciaceae	*Rinodina sophodes*	Bipolar
Stereocaulaceae	*Stereocaulon ramulosum*	Cosmopolita
Lobariaceae	*Sticta fuliginosa*	Cosmopolita
Teloschistaceae	*Teloschistes chrysophthalmus*	Cosmopolita
Teloschistaceae	*Teloschistes flavicans*	Tropical y subtropical
Parmeliaceae	*Tuckermannopsis chlorophylla*	Bipolar
Usneaceae	*Usnea pusilla*	Austral
Usneaceae	*Usnea rubicunda*	Cosmopolita
Ochrolechiaceae	*Varicellaria velata*	Cosmopolita

Fuente: Elaboración propia en base a diversas fuentes bibliográficas, 2023.

De acuerdo con la revisión de diferentes fuentes bibliográficas se han determinado 90 taxas de líquenes potenciales para el área de influencia preliminar. Encontrándose 17 especies propias o endémicas del sur de Sudamérica, pertenecientes a los 8 géneros siguientes: *Haemathomma, Melanohalea, Menegazzia, Nephroma, Phlyctis, Protousnea, Pseudocyphellaria* y *Ramalina.*

3.11.3.1.4 Proyectos ingresados en el e-SEIA

Por su parte la plataforma del SEIA, considerando proyectos ingresados desde el 2012 en adelante y en un entorno de 4 km a la redonda, da cuenta de los siguientes proyectos cercanos que pueden aportar datos a considerar en este componente:

Tabla 3- 42: Proyectos cercanos dentro del SEIA.

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Ampliación Capacidad de Producción Planta Tak	DIA	2022	En Calificación
Centro de Manejo De Residuos Piedra Larga	EIA	2022	En Calificación

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Proyecto Inmobiliario San Pedro V	DIA	2022	En Calificación
Parque Solar San José	DIA	2021	Aprobado
Instalaciones Agropecuarias Santa Inés	DIA	2021	En Calificación
Optimización Instalaciones FRUSUR S.A.	DIA	2021	Aprobado
PMGD FV La Cosecha	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico Itihue	DIA	2020	Aprobado
Proyecto Pmgd Lirutao San Carlos	DIA	2020	Aprobado
Parque Fotovoltaico La Quinta PMG	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Parral	DIA	2019	Aprobado
Parque Fotovoltaico Lo Magdalena	DIA	2019	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica El Rosal	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Linares	DIA	2018	Aprobado
Nueva Central Solar Fotovoltaica Pachira	DIA	2018	Aprobado
Planta Parral de Frutícola Olmué Spa	DIA	2018	Aprobado
Línea de transmisión eléctrica de 33 KV Santa Elisa-Confluencia	DIA	2018	Aprobado
Aumento de Capacidad de Planta Ecofood	DIA	2017	Aprobado
Sistema de Acondicionamiento de RILes, Comercial Milanese	DIA	2017	Aprobado
Modernización y Mejoramiento de Procesos Secundarios en Planta Azucarera Ñuble, IANSAGRO S.A.	DIA	2017	Aprobado
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de San Carlos	DIA	2017	Aprobado
Actualización Operacional Planta Frutos del Maipo Linares	DIA	2016	Aprobado

Proyecto	TIPO	AÑO INGRESO	ESTADO
Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Purines, RCA N°384/2006 – Plantel Rucapequén	DIA	2015	Aprobado
Proyecto Cultivo Catfish - Modificaciones Proyecto Técnico - Centro La Casona	DIA	2014	Aprobado
Adecuación de Planta de Riles de Ecofood a Incremento de Caudal Afluente	DIA	2013	Aprobado
Centro de Manejo Ambiental Maule Sustentable	EIA	2013	No Calificado
Portal Alameda IV, Parral	DIA	2013	Aprobado

Fuente: ENVIS, a partir de información en SEA, 2022.

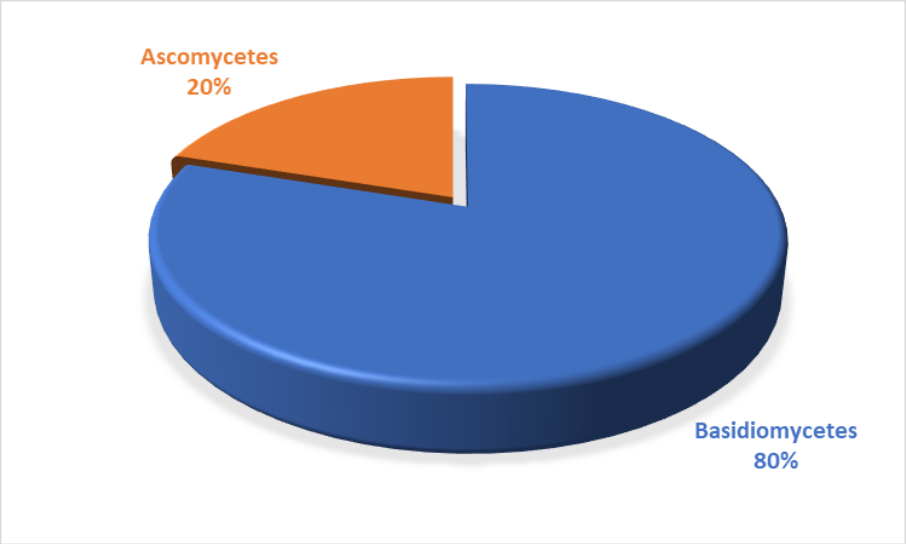
En la mayoría de los proyectos listados anteriormente no se ha levantado línea de base de hongos o líquenes, salvo en la DIA del Proyecto Instalaciones Agropecuarias Santa Inés, en donde no hubo registros de hongos del levantamiento de terreno, por tanto, no hay mucha información disponible para los sectores aledaños al AI de los puentes dentro de la plataforma del SEIA.

3.11.3.2 Hongos registrados en el Área de Influencia

De acuerdo con el levantamiento de información de terreno realizado, se registraron un total de 5 especies de hongos en el AI del Proyecto. Los registros ocurrieron en los puentes Ancoa N°1, Longaví, Ñiquén, Lilahue y Nebuco.

Del total de especies, estas se distribuyen en dos (2) clases taxonómicas correspondientes a Ascomycetes (1 taxa) y Basidiomycetes (4 taxas), como se encuentra representado de forma porcentual en la figura a continuación.

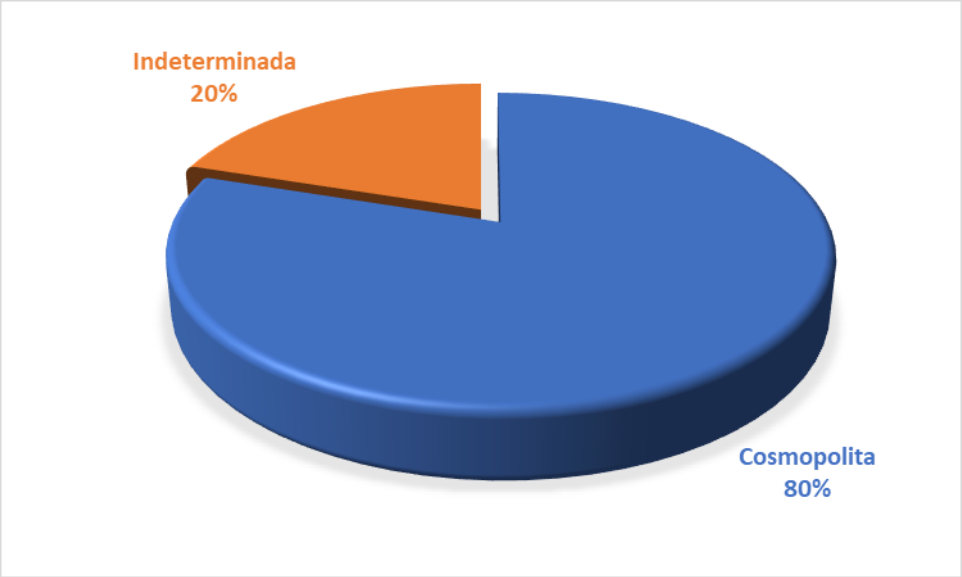
Gráfico 3- 7: Distribución porcentual de especies de hongos registrados en sus correspondientes clases taxonómicas.



Fuente: ENVIS, 2023.

Las 5 especies de hongos registrados pertenecen a 5 familias taxonómicas. En relación con el origen fitogeográfico de las especies, estas corresponden mayoritariamente a taxas cosmopolitas, pero con 1 taxa indeterminado como se puede apreciar en el Gráfico siguiente:

Gráfico 3- 8: Distribución porcentual del origen de las especies registradas.



Fuente: ENVIS, 2023.

A nivel de géneros la distribución de los hongos encontrados con su jerarquía taxonómica se presenta a continuación:

Tabla 3- 43: Distribución de hongos a nivel de género registrados en el AI del Proyecto.

Phylum	Clase	Orden	Familia	*Género*	SP
Basidiomycota	Basidiomycetes	Agaricales	Agaricaceae	*Agaricus*	1
		Agaricales	Hymenogastraceae	*Gymnopilus*	1
		Russulales	Russulaceae	*Lactarius*	1
		Polyporales	Ganodermataceae	*Ganoderma*	1
Ascomycota	Ascomycetes	Pezizales	Pyronemataceae	*Aleurina*	1

Fuente: ENVIS, 2023.

3.11.3.2.1 Riqueza de Hongos en el Área de Influencia

La riqueza en el AI alcanza a 5 especies. El catálogo se muestra indicando su nombre científico, familia, origen y distribución en Chile, además de su coordenada de ubicación y puente en donde se realizó el registro (ver Tabla siguiente).

Tabla 3- 44: Listado taxonómico y ubicación de las especies registrados en el AI del Proyecto.

Familia	*Nombre científico*	Origen	Distribución Chile	Rol ecológico	UTM X	UTM Y	Puente
Agaricaceae	*Agaricus sp.*	cosmopolita	--	Pedobionte	795.160	6.010.653	Longaví
Pyronemataceae	*Aleurina sp.*	indeterminado	--	Pedobionte	784.734	5.977.766	Ñiquén
Ganodermataceae	*Ganoderma australe*	cosmopolita	VIII-XII	Xylobionte	804.262	6.026.087	Ancoa N°1
Hymenogastraceae	*Gymnopilus spectabilis*	cosmopolita	IV-XII	Xylobionte	749.232	5.941.276	Nebuco
Russulaceae	*Lactarius deliciosus*	cosmopolita	V-X	Rizobionte	769.593	5.961.276	Lilahue

Fuente: ENVIS, 2023.

En Anexo 3-7 de Cartografías se presenta el contexto de ubicación de cada hongo anteriormente listado.

En las fotografías a continuación se presentan registros de algunas de las especies en el AI preliminar del Proyecto.

Fotografía 3- 40: Registros de terreno.



Fuente: ENVIS, 2023. Arriba: G. australis; Centro izq.: Agaricus sp.; Centro der.: Gymnopilus spectabilis; Abajo: L. deliciosus

3.11.3.3 Líquenes registrados en el Área de Influencia

No hubo registros de líquenes en el área de influencia en las campañas realizadas.

3.11.3.4 Especies en Categoría de Conservación

Del total de taxas determinados, todos son comunes en su área de distribución y no presentan ningún tipo de preocupación en cuanto a su riesgo de extinción. Ninguno de ellos se encuentra listado en los procesos vigentes de clasificación de especies.

3.11.3.5 Escenario de Cambio Climático

Este componente no ha sido incluido en las modelaciones de la plataforma ARClim, pero se puede asociar en parte en relación con el hábitat que le provee el componente flora y vegetación. En Chile se han reportado efectos adversos del cambio climático asociados a la disminución de la precipitación, aumentos de las temperaturas e incremento de olas de calor. Se ha detectado la disminución del vigor de los bosques mediterráneos a causa de la mega sequía de 2010-2020 (Garreaud *et al*., 2017; Miranda *et al*., 2020), disminución en el crecimiento en los bosques mediterráneos y templados (Urrutia-Jalabert *et al*., 2018; Camarero & Fajardo, 2017; Fajardo *et al*., 2019; Venegas-González *et al.,* 2018, 2019), defoliación en bosques de la Patagonia por insectos (Estay *et al*., 2019) e incendios forestales principalmente en los climas mediterráneos y templados de Chile centro y centro sur (González *et al*., 2020; González *et al*., 2011; Urrutia-Jalabert *et al*., 2018).

El efecto más notorio de la sequía en los bosques nativos se ha reflejado en la pérdida de vigor o verdor en los bosques mediterráneos de la zona central (Garreaud *et al*., 2017). Miranda *et al*., (2020) encontraron un efecto negativo y significativo de la sequía en 1/3 de los bosques mediterráneos de las regiones de Valparaíso y Metropolitana hasta el verano del año 2017. Sin embargo, la continuidad de la sequía hasta la actualidad hace presumir un efecto mayor, en donde resultados preliminares han revelado un decaimiento general del verdor de los bosques en el verano de 2020. Los cambios observados pueden modificar la composición de especies dominantes, su distribución, dinámica, estructura y composición del sotobosque, teniendo un efecto cascada indirecto en las comunidades asociadas y la biodiversidad que sustentan mediante cambios en la estructura y calidad del hábitat (Miranda *et al*., 2020).

Finalmente, otro aspecto del cambio climático que es foco de preocupación a nivel mundial son los efectos nocivos que este tiene sobre los humedales. Estos ecosistemas son hábitat de una amplia diversidad de organismos dependientes de las condiciones intrínsecas de un humedal, tales como,

vegetación hidrófila, que crece circundante a los humedales, arraigadas al suelo o de vida libre en el cuerpo de agua. Estos ecosistemas fluviales se caracterizan por tener una matriz acuosa sedimentaria con sedimentos finos y materia orgánica particulada y ser altamente dinámicos (SEA, 2023).

La definición de cada una de las cadenas de impacto considerando la bibliografía compilada y disponible en http://www.arclim.mma.gob.cl, se detalla a continuación. Se hace la salvedad de que se incorporan antecedentes respecto de bosques nativos, pero en el AI consolidada no hay presencia de esa formación.

- Efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de los bosques nativos

El verdor representa la abundancia de clorofila en las hojas, pigmento foliar que funciona como un indicador de la capacidad fotosintética y potencial de crecimiento de las plantas (Reich *et al*., 2003). Valores bajos de clorofila pueden relacionarse con una disminución del crecimiento, defoliación y muerte de partes de la copa o de los individuos. El riesgo es calculado a partir de datos de la cobertura de la vegetación, topografía y características edáficas donde se encuentran, y las amenazas expresadas en los cambios de temperatura y precipitación. A continuación, se detallan los índices que entrega el visor ARClim con respecto al efecto potencial de los cambios en el clima sobre el verdor de los bosques nativos:

- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5). Todas las variaciones son positivas (aumento de condiciones adversas al desarrollo de los bosques nativos) pero con cambios diferentes a lo largo del país.
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos, donde 0 representa ausencia de bosques nativos y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción. La cobertura actual de bosques nativos se estima empleando múltiples fuentes de información.
- **Sensibilidad:** Representa el potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico en el verdor del bosque bajo un contexto de cambios en la precipitación y temperatura. La combinación de las tres variables se realiza en función a la importancia observada en la predicción del cambio actual de verdor en los bosques nativos. La sensibilidad compuesta ha sido escalada en valores entre 0 (mínimo) y 1 (máximo).
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de pérdida de verdor del bosque nativo entre el periodo histórico y el futuro. El cambio de riesgo sólo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

- Riesgo de incendios en bosques nativos

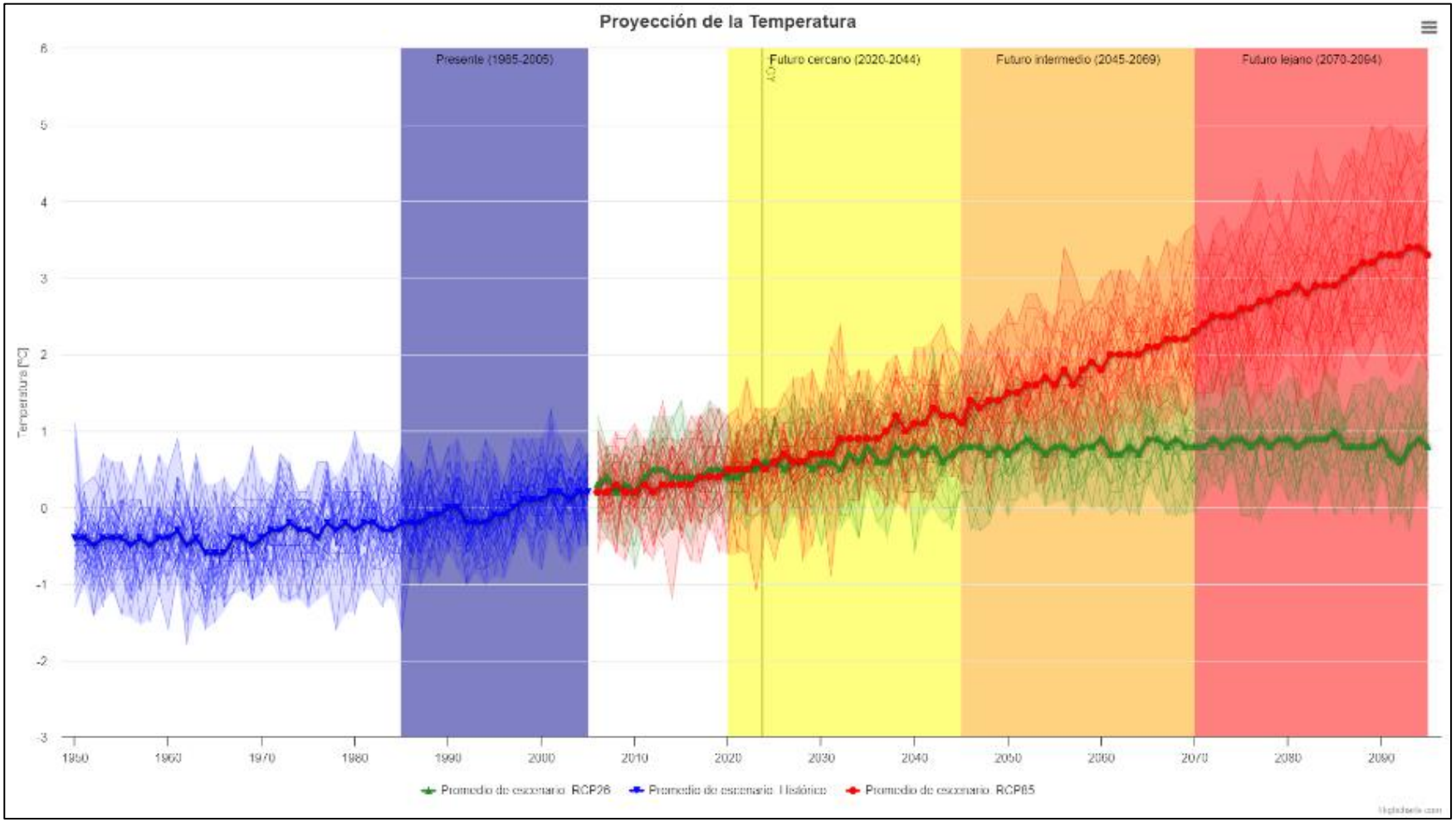
Los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en periodos estivales y en particular en momentos de alta temperatura (i.e. olas de calor). El riesgo se calcula a partir de datos de la cobertura de bosques, la probabilidad de ocurrencia de incendios y las amenazas expresadas en olas de calor. A continuación, se detallan los índices que entrega la herramienta ARClim con respecto al riesgo a incendios forestales:

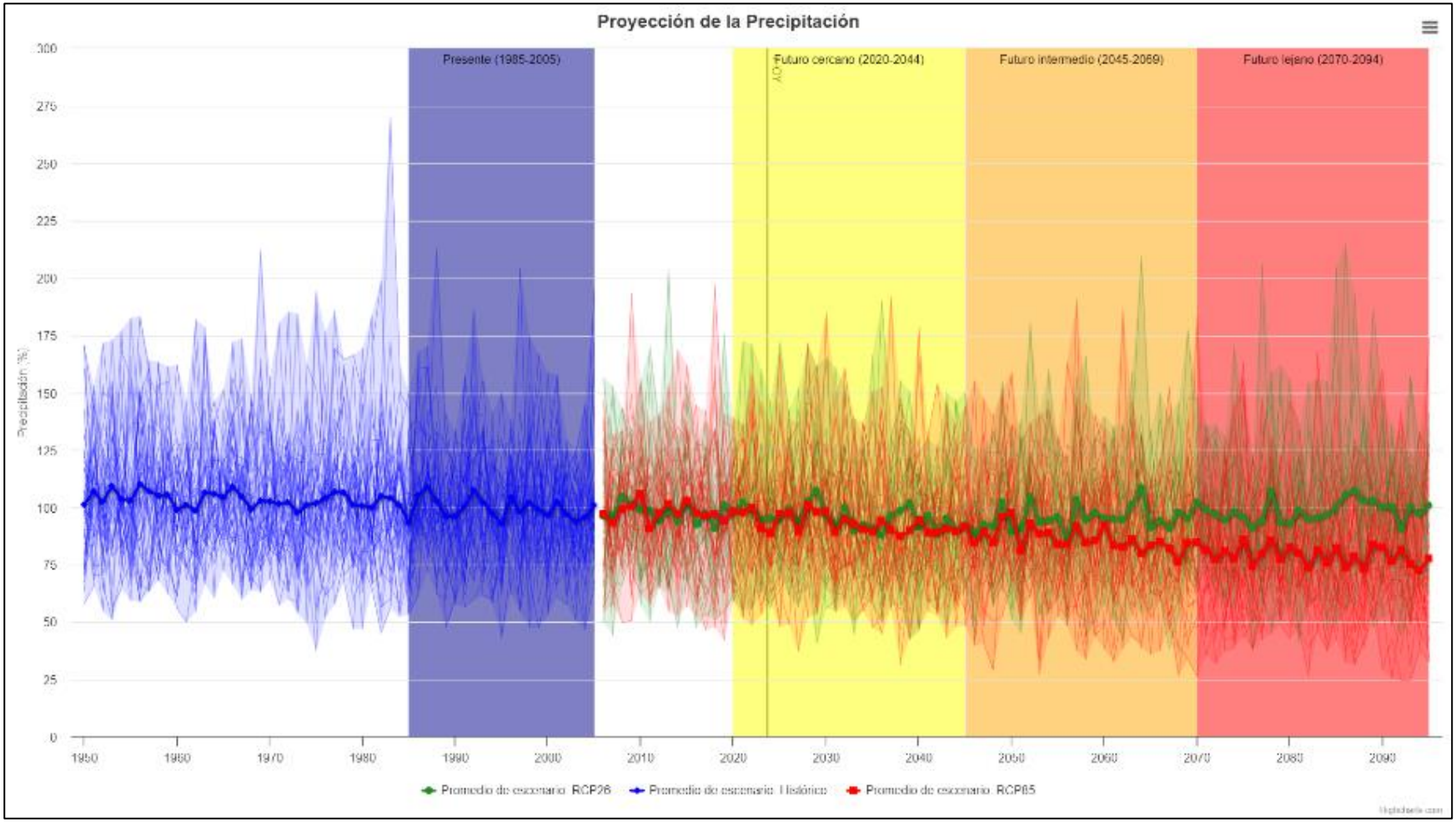
- **Amenaza:** Representa la variación en la incidencia de temperaturas sobre 30ºC (propicias para la ocurrencia de incendios forestales) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
- **Exposición:** Índice que representa la superficie comunal cubierta por bosques nativos, donde 0 representa ausencia de la conformación vegetal y 1 corresponde a la comuna con la mayor proporción de bosques nativos. La cobertura es estimada según diversas fuentes de información.
- **Sensibilidad:** La sensibilidad de un bosque a experimentar un incendio depende de factores geográficos (p. ej. Pendiente del terreno), humanos (p. ej. Cercanía de centros urbanos) y de cobertura de suelo (p. ej. Tipo de vegetación). La contribución de estas variables fue estimada considerando la probabilidad observada de incendios forestales. El índice está normalizado asignando un valor 1 a la comuna con máxima sensibilidad y 0 a la comuna con menor sensibilidad.
- **Riesgo:** Representa el aumento del riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro. El cambio de riesgo solo considera el cambio de la amenaza (aumento de olas de calor) y mantiene los valores de exposición y sensibilidad del presente.

3.11.3.5.1 Proyecciones de Cambio Climático

La zona centro-sur de Chile, específicamente la Región del Maule es una de las más vulnerables del país ante cambios climáticos propiciados por la mega sequía que atraviesa la zona (CR2, 2015). No solo el déficit de precipitaciones ha sido de carácter recurrente y prolongado con una amplia extensión territorial, sino que sumado a este fenómeno de sequía se han registrado el sucesivo incremento de la temperatura media anual, con fuertes olas de calor (CR2, 2015). Las proyecciones del simulador climático CR2 indican un incremento de la temperatura media anual y la precipitación media anual para el futuro cercano y futuro lejano en la zona centro sur de Chile, como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura 3- 18: Proyección de cambio en la temperatura máxima promedio y precipitación promedio en la Macrozona Sur de Chile



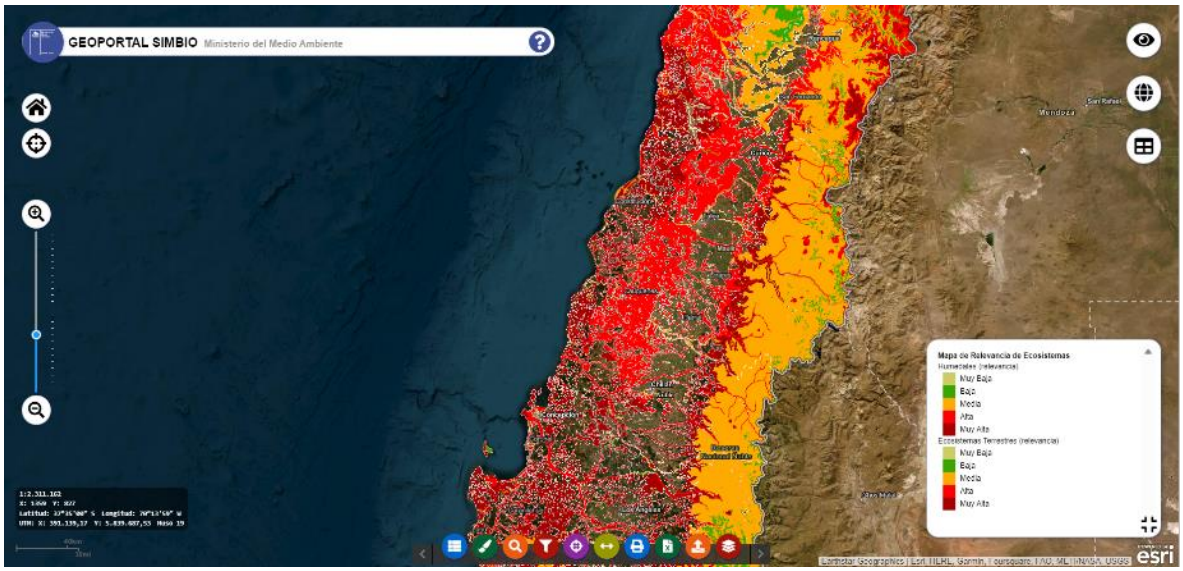


Fuente: https://simulaciones.cr2.cl/

- Ecosistemas en estado crítico de conservación

El área de influencia se ubica entre las regiones de Maule y Ñuble, donde se encuentran remanentes de Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

Figura 3- 19: Mapa de relevancia de Ecosistemas



Fuente: Geoportal del Sistema de Información y Monitoreo de la Biodiversidad (SIMBIO).

Los polígonos de color rojo indican ecosistemas de alta relevancia, en este caso los pisos Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, y Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.

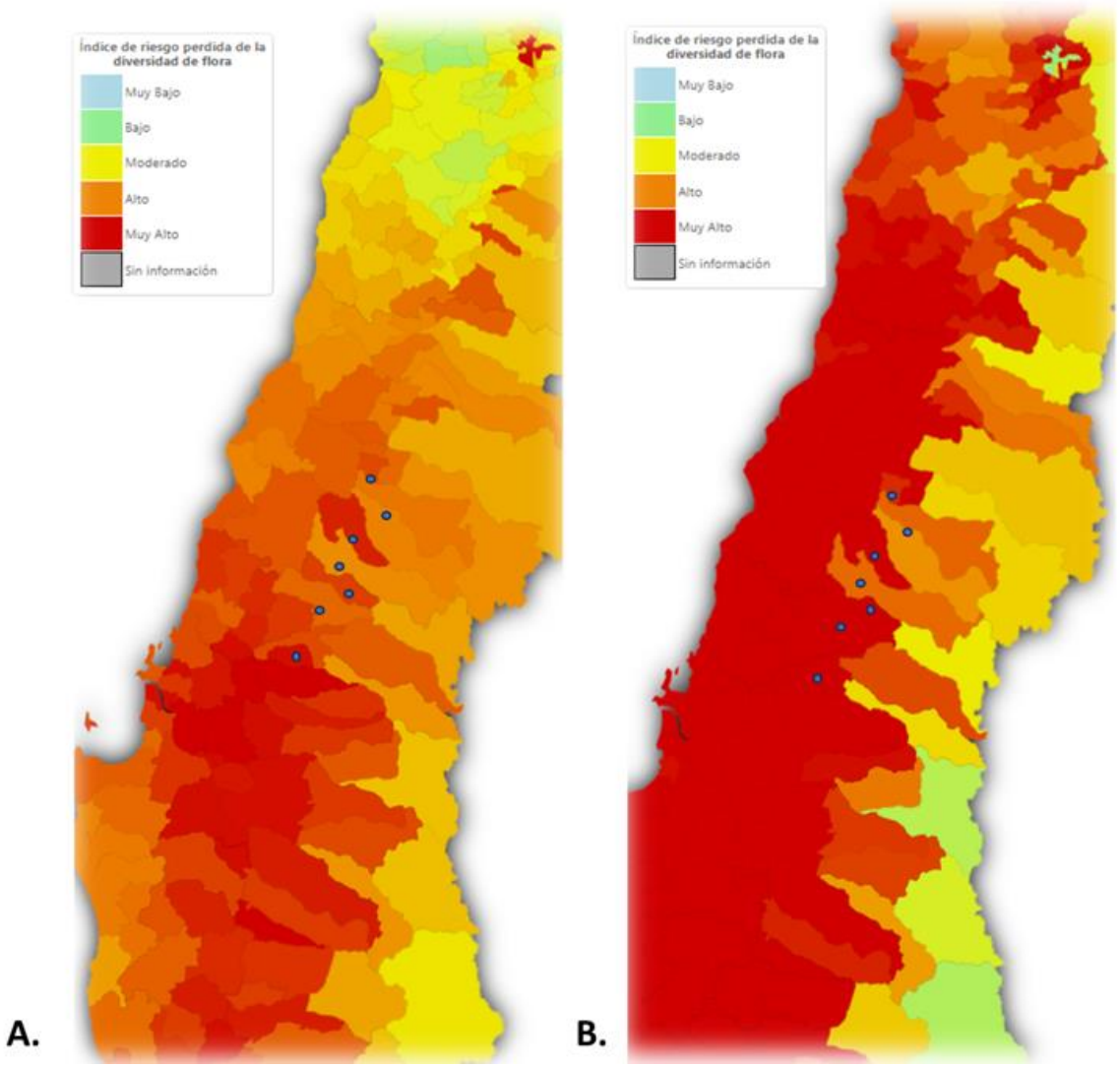
Como se mencionó en el análisis de singularidades estos pisos se encontrarían con un nivel de amenaza alto En peligro crítico y En peligro respectivamente. Ambos con su superficie potencial tendiendo a la disminución bajo el escenario de cambio climático. Esto fue constatado en terreno, registrando solo fragmentos aislados de estas formaciones en el AI preliminar.

3.11.3.5.2 Análisis de Riesgo Climático

- Flora y Vegetación Nativa

A través del análisis de riesgo climático en ARClim se detectó que las regiones de Ñuble y Maule presentan un alto índice de riesgo de pérdida de flora (Figura 3-8) por efecto del cambio climático en términos de disminución de precipitaciones e incremento de la temperatura (Figura 3-8, Tabla 3-33).

Figura 3- 20: Mapas de pérdida de flora por cambios de temperatura (A) y precipitación (B)



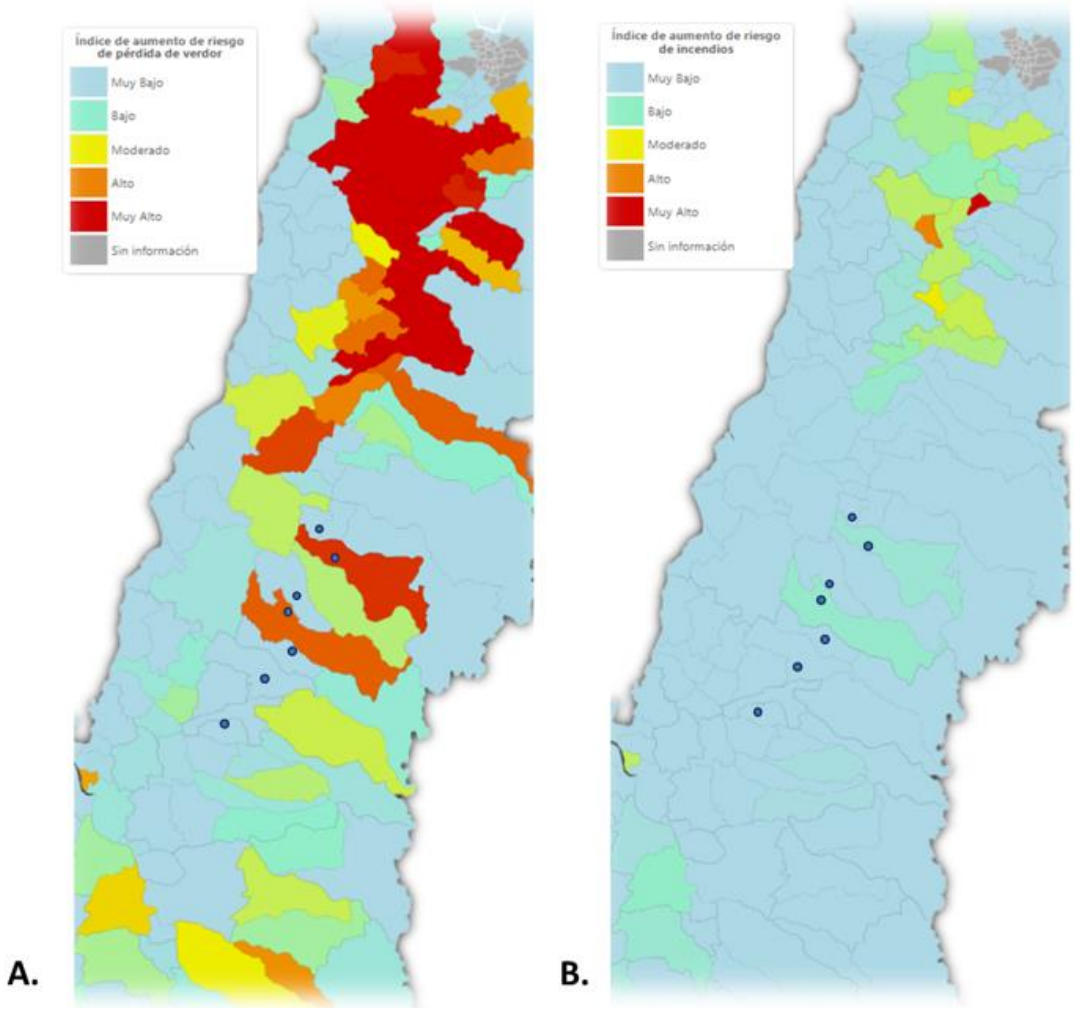
Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Por una parte, el déficit hídrico prolongado tiene distintos efectos sobre la vegetación dependiendo de las características intrínsecas de las especies. En el caso de las especies leñosas, hay especies que ante sequía extrema colapsan por embolia de los conductos hidráulicos muriendo por desecación, mientras que, otras especies pueden resistir tales condiciones por un tiempo determinado a través de dos mecanismos: 1) perdiendo hojas para disminuir el área de transpiración utilizando sus reservas energéticas para pasar la temporada (Sánchez-Salguero *et al*., 2017). 2)

resistiendo la sequía gracias a poseer hojas densas y coriáceas que mantienen la estructura foliar. En ambos casos la eficacia de los procesos biológicos de las plantas se ven afectados y producen decaimiento del estado sanitario y a largo plazo podrían conducir a la muerte de los individuos (Gazol y Camarero, 2022). Estas consecuencias a nivel de individuos se reflejan en la perdida de verdor de los bosques (Miranda *et al.*, 2020) e incrementa la propensión a incendios al encontrarse mayor cantidad de combustible seco, es decir, vegetación deshidratada o muerta (Pausas, 2020). Sin embargo, las proyecciones de pérdida de verdor del bosque nativo en ARClim indican una categoría de riesgo “bajo o muy bajo” (Figura 3-9, Tabla 3-33). Estos valores deben ser interpretados con precaución, pues los valores alcanzados por el riesgo de la variable pérdida de verdor se ve afectado por la extremadamente baja cobertura de bosques nativos que afecta a las proyecciones por errores asociados al área de amenaza, sensibilidad y exposición (Pica-Téllez *et al*., 2020). No obstante, este componente, aunque trasciende la presencia de bosques nativos, es de suponer que los efectos del cambio climático sobre la vegetación que la sustenta, independiente de su origen y fisionomía, supone sobre todo efectos por un incremento de los incendios producto del combustible seco disponible. Por otra parte, las taxas identificadas presentan gran resiliencia y adaptación a ambientes degradados y con problemas de humedad. Por lo que el mayor riesgo es en relación a la probabilidad de incendios.

Figura 3- 21: Mapa de pérdida de verdor de Bosque Nativo entre el periodo histórico y el futuro (A). Mapa de riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro (B).



Fuente: ARCLim (2020).

Cada punto azul indica una comuna en donde se ubican los puentes.

Tabla 3- 45: Matriz de riesgo climático para las regiones del Maule y Ñuble bajo un escenario climático pesimista (RCP 8,5)

Área de impacto	Mapa ARClim	Comuna	Amenaza *	Exposición*	Sensibilidad*	Riesgo*	Categoría de Riesgo
Bosque Nativo	Verdor en Bosques Nativos	Villa Alegre	3,0325	0,0091	0,4926	0,067	muy bajo
		Longaví	1,8602	1,8602	0,2618	0,7026	bajo
		Retiro	2,9725	0,0233	0,4644	0,1574	muy bajo
		Parral	2,1929	0,3202	0,3359	1	alto
		Ñiquén	2,8371	0,0399	0,3859	0,2141	muy bajo
		San Carlos	2,7998	0,3202	0,3359	1	muy bajo
		Chillán Viejo	2,7747	0,0379	0,3422	0,1763	muy bajo
	Incendios en Bosques Nativos	Villa Alegre	0,8088	0,0091	0,94	0,0516	muy bajo
		Longaví	0,4251	0,2944	0,44	0,4087	muy bajo
		Retiro	0,4087	0,0233	0,0233	0,1376	muy bajo
		Parral	0,5873	0,3202	0,62	0,8655	bajo
		Ñiquén	0,8814	0,8814	0,86	0,2246	muy bajo
		San Carlos	0,8314	0,0214	0,84	0,1109	muy bajo
		Chillán Viejo	0,8587	0,0379	1	0,2414	muy bajo

Fuente: ARCLim (2020).

3.11.4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el levantamiento de información para la componente Hongos y Líquenes (hongos liquenizados), en la temporada de primavera y otoño se puede concluir lo siguiente:

- Respecto a la información en base a los antecedentes bibliográficos recopilados:

De acuerdo con Gajardo (1994), el Proyecto se ubica en la "Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo", el que ha sido casi completamente reemplazado dado que es la zona con mayor densidad de población del País, lo cual se refleja en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, al extremo de que son excepcionales las muestras de la vegetación original. De acuerdo con los checklist existentes en la bibliografía, el listado potencial de hongos asciende a 37 taxas pero considerando su vinculación a una especie de flora arbórea en particular, respecto de las registradas en terreno. En el caso de los líquenes el listado potencial asciende a 90 taxas.

- Respecto de la riqueza de especies dentro del área de influencia, se obtuvo:

Un registro total de 5 especies de hongos, de los cuales 4 de ellos corresponden al Phyllum Basidiomycota típicamente conocidos como hongos de sombrero, y 1 de ellos al Phyllum Ascomycota. Los registros ocurrieron sobre diferentes sustratos, en tocones con árboles recién cortados, en estiércol de caballo y sobre el suelo con nada o escasa vegetación de herbáceas. La mayoría de los taxas (80%) corresponden a ejemplares de amplia distribución de origen geográfico cosmopolita, con 1 especie catalogadas como indeterminada (20%).

Todas las especies de hongos se encuentran en ambientes alejados del emplazamiento de obras, en bosques de alóctonas asilvestradas, plantaciones de avellano europeo y praderas o sectores con escasa vegetación, desarrollándose con cobertura vegetal o en sectores más abiertos, en sitios con menor alteración antrópica. No hubo registros sobre sustratos del tipo madera viva.

No hubo registros de líquenes en el AI probablemente por el lento desarrollo de estos organismos en consideración a lo alterado de las zonas aledañas a los puentes, con vegetación arbórea eminentemente juvenil, gran presencia de herbáceas anuales y áreas con remociones de material que en conjunto no parecen ofrecer las mejores condiciones para su desarrollo.

- Respecto de las especies en categoría de conservación o sensibles dentro del AI:

La prospección de terreno no dio cuenta de la presencia de especies de hongos en categoría de conservación, en base a los 17 procesos vigentes para ninguno de los Phyllum registrados.

Por tanto, en base a los resultados expuestos se concluye la inexistencia de sensibilidades significativas sobre este componente.

- Respecto del análisis de Cambio Climático para el AI:

En términos de riesgo climático las proyecciones climáticas indican que la disminución de las precipitaciones e incremento de la temperatura promedio anual, sumada a las olas de calor, impacten fuertemente sobre la vegetación de las Regiones involucradas causando la pérdida de verdor, disminuyendo la tasa de crecimiento o en casos extremos la muerte de individuos. Este escenario, incrementa las posibilidades de ser azotada por incendios forestales recurrentes, de gran severidad debido a la disponibilidad potencial de combustible seco. El AI de los puentes proyectados son porciones de terreno relacionados con ecosistemas de tipo humedal. Se puede inferir que el cambio climático podría influir en el caudal de los esteros y ríos teniendo impacto en la composición de sus comunidades vegetales y por consiguiente en la flora fúngica y liquénica existente.

3.11.5 BIBLIOGRAFÍA

ADLER, M. T. y CALVELO, S. 2007. Ampliación de las distribuciones de especies de Parmeliaceae (Ascomycota Liquenizados) en la República Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 2007, vol.42, n.1-2, pp.1-11.

AGUIRRE-ACOSTA, E; ULLOA, M; AGUILAR, S; CIFUENTES, J Y VALENZUELA, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S76-S81.

AHMADJIAN V. 1993. The lichen photobiont - what can it tell us about lichen systematics? The Bryologist 96:310-313.

ALEXOPOULOS CJ, CW MIMS & M BLACKWELL. 1996. Introductory mycology. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc, EEUU.

BALMFORD, A., LYON, A. & R. LONG. 2000. Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi, Biological Conservation. 93(2):209-217.

BARRENO, E. 1997. Hongos simbiontes. Líquenes, micoficobiosis y micorrizas. 309-340. Botánica, McGraw-Hill Interamericana de España.

BARRENO, E., 1998. Seguimiento de la calidad atmosférica en las comarcas de Els Ports y Maestrazgo mediante biondicadores vegetales. Informe final 1994-1997. Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA), Fundación Universidad Empresa (ADEIT) y Universidad de Valencia, 515 pp.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2008. Minuta prelación para efectos del SEIA de las clasificaciones y/o categorizaciones de las especies de flora y fauna silvestre. Memorándum DJ N°387/2008.

ELIX JÁ. 2014. A Catalogue of Standardized Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. Third Edition. Published by the author, Canberra.

FEUERER T & DL HAWKSWORTH. 2007. Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions. Biodiversity and Conservation 16:85-98.

FRIEDL T & B BÜDEL. 2008. Photobionts. En: T. H. Nash, III (Ed.): Lichen Biology: 7-26. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

FURCI, G. 2007. Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile. 201 pp.

FURCI, G. 2008. Hongos, pp. 366-372 en CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores. Santiago de Chile, 640 pp.

FURCI GEORGE-NASCIMENTO, G y REPETTO-GIAVELLI, F. 2012. Catálogo preliminar de los hongos del valle La Paciencia, sur-este de Tierra del Fuego, Chile. Anales Instituto Patagonia (Chile) [online]. vol.40, n.2, pp.47-54.

FURCI, G. 2013. Hongos de Chile. Volumen 1: Guía de campo. Segunda Edición. Fundación Fungi. 256 pp.

FURCI, G. 2018. Hongos de Chile. Volumen 2: Guía de campo. Fundación Fungi. 320 pp.

GAJARDO R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. Editorial Universitaria, 165 pp.

GALLOWAY DJ & C MARTICORENA. 1991. A bibliography of Chilean lichenology. Gayana Botánica 48:17-66.

GALLOWAY, D. J., & QUILHOT, W. 1998. Checklist of Chilean lichen-forming and lichenicolous fungi. Gayana Botánica, 55, 111-185.

GALLOWAY, D.J. 2008. Lichen biogeography. En: T. H. Nash, III (Ed.): Lichen Biology: 315-335. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

GOMEZ, V. 2014. Micocenosis del Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, México. Memoria Tesis Doctoral. Universidad de León. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental Área de Botánica. 257 p.

GONZÁLEZ, C. 2020. Evaluación de la Comunidad de Líquenes en Matorral y Bosque Esclerófilo una Temporada Después de un Incendio en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Memoria de Título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 67 p.

HENSSEN, A. Y JAHNS, H. 1973. Lichenes, Eine Einfuhrung in die Flechtenkunde. Stuttgart: Thieme.

HIBBETT D., BINDER, M., BISCHOFF, J., BLACKWELL, M., CAÑÓN, P., ERIKSSON, O., HUHNDORFF, S., SANTIAGO, T., IGLESIA, P., LÜCKINGF, R., THORSTEN, H., LUTZONIG, F., BRANDON, P., MCLAUGHLIN, D., POWELL, M., PELIRROJO, S., SCHOCH, C., SPATAFORAK, J Y ZHANG, N. 2007. Una clasificación filogenética de nivel superior de los hongos. Investigación Micológica Volumen 111, Número 5, páginas 509-547.

HONEGGER, R. 1993. Reseña No. 60 Biología del desarrollo de Líquenes. New Phytol, 125 (659-677).

IDE. 2022. Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. URL: www.ide.cl. Consulta: desde el 1 de diciembre de 2022.

IUCN. 2012. Categorías y criterios de la lista roja de la IUCN: Versión 3.1. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 38 pp.

JAMES, T. Y SCHOCH, C. 2006. Reconstructing the early evolution of the fungi using a six gene phylogeny. Nature 443 (2006) 7113.

KIRK PM, PF CANNON, DW MINTER & JA STALPERS. 2008. Dictionary of the Fungi (10th Ed.). CABI, Wallingford, United Kingdom.

LAZO, W. 2016. Hongos de Chile, atlas micológico. Segunda Edición. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

LUMBSCH, S.T. & HUHNDORF, S.M. 2010. Myconet Volumen 14. Primera parte. Esquema de Ascomycota–2009. Segunda parte. Notas sobre la Sistemática de Ascomycete. Nos. 4751–5113. Fieldiana: Ciencias de la Vida y de la Tierra 1: 1–64.

MADRID, H. 2008. Notas sobre el género Geastrum pers. en Chile central. Boletín Micológico Vol. 23: 87 – 91 pp.

MESSUTI, M. I. y DE LA ROSA, I. N. 2009. Notes on the genus Haematomma (Ascomycota, Lecanoraceae) in Argentina. Darwiniana. 2009, vol.47, n.2, pp.297-308.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Supremo N°40 que aprueba el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012. Decreto Nº29 que aprueba el reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2015. Guía para la descripción del Área de Influencia, componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Editor: Servicio de Evaluación Ambiental.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2016. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo segundo proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2017. Decreto Nº6 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo tercer proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2018. Decreto Nº79 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo cuarto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2019. Decreto Nº23 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo quinto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2020. Decreto Nº16 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo sexto proceso.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2021. Decreto Nº44 que aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo séptimo proceso.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES), 1994. Ley 19.300. Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

NASH III, T. H. 2008. Nitrogen, its metabolism and potencial contribution to ecosystems. En: T. H. Nash, III (Ed.): Lichen Biology: 218-235. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

NASH III, T. H. 2008. Lichen sensitivity to air pollution. En: T. H. Nash, III (Ed.): Lichen Biology: 301-316. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

ORANGE A, PW JAMES & FJ WHITE. 2001. Microchemical Methods for the Identification of Lichens. British Lichen Society, London.

PEREIRA, I; F. MÜLLER & M. MOYA. 2014. Influence of Nothofagus bark pH on the lichen and bryophytes richness, Central Chile. En: Gayana Bot. 71(1): 120-130 pp.

PEREIRA, I; I. ERRAZÚRIZ; P. GARRIDO & M. MOLINA-MONTENEGRO. 2021. Lichen diversity associated with native forest of the Achibueno river ravine, Maule region, Chile. Gayana Bot. (2021) vol. 78, No. 2, 200-207 pp.

PINEDA, J; S. MORANO & O. VIDAL. 2020. Catálogo de las colecciones de líquenes de la región de Magallanes y Antártica Chilena depositadas en el herbario del Instituto de la Patagonia (HIP). En: Anales Instituto Patagonia (Chile), 2020. Vol. 48(1):7-26.

QUILHOT, W., PEREIRA, I., GUZMÁN, G., RODRÍGUEZ, R., & SEREY, I. 1998. Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 47, 9-22.

REDÓN, J. 1974. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales". Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 7: 169-225.

REDÓN, J. 1985. Líquenes de Chile I. Boletín Micológico Vol 2. 131-143.

ROA, G. 2023. URL: https://micologia.cl/. Consulta desde el 1° de diciembre de 2022.

RUBIO, C; M. SAAVEDRA; M. CUÉLLAR; R. DÍAZ & W. QUILHOT. 2013. Epiphytic lichens of Conguillío National Park, southern Chile. En: Gayana Bot. 70(1): 66 – 81 pp.

SALAZAR, V. 2016. Micosociología: antecedentes históricos, evolución y proyecciones. Bol. Micol. 2016; 31(2): 23-35.

SANCHO LG, R DE LA TORRE, G HORNECK, C ASCASO, A DE LOS RIOS, A PINTADO, J WIERZCHOS & M. SCHUSTER. 2006. Lichens Survive in Space: Results from the 2005 LICHENS Experiment. Astrobiology 7:443-454.

SCHOCH, C., GI-HO., S., FRANCESC, L., JEFFREY, T., JOLANTA, M., HOFSTETTER, V., BARBARA, R., MATHENY, P., FRANK, K., ZHENG, W., CECILE, G., RACHAEL, A., KRISTIN, T., L C., ANJA, W., EMILY, F., GREGORY, B., GROENEWALD, J.Z. Y SPATAFORA, J. 2009. The Ascomycota Tree of Life: A Phylum-wide Phylogeny Clarifies the Origin and Evolution of Fundamental Reproductive and Ecological Traits. Systematic biology. 58. 224-39. 10.1093/sysbio/syp020.

SEAWARD, M. R. D. 2008. Environmental Role of Lichens. En: T. H. Nash, III (Ed.): Lichen Biology: 276-300. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2022. URL: https://www.sea.gob.cl/. Consulta desde el 1° de diciembre de 2022.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2015. Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, 2017. Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

SINGER ROF. 1986. The Agaricales in Modern Taxonomy. Sven Koelts Scientific Books, Koenigstein, Germany. 1003 pp.

TAKHTAJAN, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California Press, California.

VARGAS, R. & BECK, A. 2012. Photobiont selectivity and specificity in Caloplaca species in a fog-induced community in the Atacama Desert, northern Chile. Fungal Biology N°116, p. 665-676.

WEBSTER J & RWS WEBER. 2007. Introduction to Fungi. Third edition. Cambridge University Press, Cambridge.

WRIGHT, J. & ALBERTÓ, E. 2002. Hongos, guía de la región pampeana. Edit. Colin Sharp. Buenos Aires. Argentina. 279 pp.

3.12 LÍNEA BASE FAUNA

3.12.1 OBJETIVOS

3.12.1.1 Objetivo general

Caracterizar la fauna de vertebrados terrestres en el Área de Influencia del Proyecto siguiendo los lineamientos establecidos en la Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA.

3.12.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar un listado de especies potencialmente registrables en el área del Proyecto.
- Identificar y describir los ambientes para fauna presentes en el Área de Influencia.
- Describir la fauna silvestre en cuanto a riqueza, abundancia y distribución de especies en el Área de Influencia.
- Determinar el origen y nivel de endemismos de la fauna registrada en el área del Proyecto.
- Identificar la presencia de especies en categoría de conservación según la legislación vigente.
- Identificar la existencia de singularidades ambientales en la fauna.
- Identificar el riesgo climático proyectado para el Área de Influencia

3.12.2 METODOLOGÍA

La metodología para realizar la Línea de Base consideró primeramente una revisión de los antecedentes bibliográficos sobre la fauna de la zona de estudio, incluyendo literatura científica especializada en vertebrados terrestres y los antecedentes aportados por los estudios de otros proyectos ingresados en el SEIA. Junto a lo anterior se evaluó la disponibilidad de hábitats mediante la observación de imágenes satelitales actualizadas de las áreas a intervenir, información cruzada con los antecedentes sobre ecología y distribución de especies para obtener un listado de fauna potencial ajustado al contexto ambiental de cada sector del Proyecto. Finalmente, con esta información se diseñó un plan de muestreo en terreno seleccionando las metodologías apropiadas para la detección y descripción de especies que pudiesen estar presentes según las condiciones del hábitat de cada sector en particular.

3.12.2.1 Recopilación de antecedentes bibliográficos

3.12.2.1.1 Determinación de especies potenciales

Para generar el listado de vertebrados terrestres potenciales presentes en el área de influencia se revisó información sobre distribución, hábitat y ecología de especies, expuesta según grupo taxonómico por los siguientes autores:

- **Aves**: Jaramillo (2005), Couve et al. (2016), Medrano *et al.* (2018).
- **Reptiles**: Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Demangel (2016), Mella (2017).
- **Anfibios**: Cei (1962), Correa (2019).
- **Mamíferos**: Mann (1978), Iriarte (2008).

Complementariamente se revisaron los listados de especies presentes en el área de influencia de proyectos ingresados en el SEIA, para lo cual se efectuó una selección de proyectos que cumplieran con los siguientes requisitos: proyectos que a la fecha de la revisión se encuentren aprobados o en calificación, proyectos viales o de otro tipo donde las obras intervienen directa o indirectamente ambientes ribereños, proyectos emplazados en las mismas regiones (Maule y Ñuble) y en ambientes altamente modificados por la actividad agrícola o forestal. En consideración de estos requisitos se seleccionaron los proyectos presentados en la Tabla siguiente.

Tabla 3- 46: Listado con proyectos revisados para la elaboración de listado de especies potenciales.

Nombre proyecto	Obra o actividad	Región	Comuna	Ingreso al SEIA	Año de ingreso	RCA	Estado de la evaluación
“Extracción y procesamiento de áridos L’Isola”	Extractiva	Ñuble	Chillán/San Nicolás	DIA	2022	-	En Calificación
“Parque Eólico Culenco”	Energía	Ñuble	San Carlos/Quirihue/ Ninhue	DIA	2022	-	En Calificación
“Mejoramiento Ruta J-80, cruce Ruta J-820-Cruce Ruta Costera, Región de Maule”	Vial	Maule	Vichuquén	EIA	2020	-	En Calificación
“Proyecto hidroeléctrico embalse Digua”	Energía	Maule	Parral/Retiro	EIA	2016	2017	Aprobado

Fuente: https://sea.gob.cl/

3.12.2.1.2 Identificación y descripción de hábitats, definición de sitios de muestreo

A través de la fotointerpretación de imágenes satelitales actuales disponibles en Google Earth (Fuente: Maxar Tecnologies; Año imagen: 2022; Datum: WGS84; Huso: 19 y 18) se identificaron los ambientes presentes en el área de influencia preliminar y a partir de esto, se fueron seleccionando preliminarmente sitios de muestreo que fueran representativos y/o relevantes para el posterior levantamiento de fauna en terreno. Una vez en terreno, los hábitats fueron caracterizados a escala local por medio de observaciones *in situ* efectuadas durante los recorridos pedestres para el muestreo de fauna.

A modo de contextualizar el estado del actual del hábitat, se revisó la clasificación de Pisos Vegetacionales (Luebert & Pliscoff, 2018), en específico donde se señala la dinámica de presiones antrópicas sobre la vegetación bajo las cuales el ecosistema ha evolucionado hasta llegar a su condición actual.

3.12.2.1.3 Estado de conservación de las especies registradas en terreno

Para determinar la categoría de conservación de las especies presentes en el área de influencia del Proyecto se revisaron los 19 procesos del Reglamento Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación o RCE (DS N°29/2011, Ministerio del Medio Ambiente) que han sido emitidos hasta la fecha: Decretos Supremos N°151/2006, N°50/2008, N°51/2008 y N°23/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y Decretos Supremos N°33/2011, N°41/2012, N°42/2012, N°19/2012, N°13/2013, N°52/2014, N°38/2015, N°16/2016, N°6/2017, N°79/2018, N°23/2019, N°16/2020, N°44/2021, N°10/2023 y N°2/2024 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

De acuerdo con lo señalado por el RCE los procesos de clasificación deben usar las siguientes categorías de conservación, que corresponden a aquellas definidas por los criterios de la Unión Internacional para La Conservación de la Naturaleza (UICN):

I. Extinta (E): Cuando prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre. Se trata de especies que tampoco subsisten en cautiverio o cultivos.

II. Extinta en Estado Silvestre (EW): Cuando una especie sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

III. En Peligro Crítico (CR): Cuando una especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción, es decir, la probabilidad de que la especie desaparezca en el corto plazo es muy alta.

IV. En Peligro (EN): Cuando una especie, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro Crítico", enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir, cuando la probabilidad de que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta.

V. Vulnerable (VU): Cuando una especie, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro", la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

VI. Casi Amenazada (NT): Cuando una especie habiendo sido evaluada, no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

VII. Preocupación Menor (LC): Cuando una especie, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Es la categoría de menor riesgo.

VIII. Datos Insuficientes (DD): Se aplica a especies que no pueden ser clasificadas en alguna categoría de conservación porque faltan datos o información, por lo tanto, no se considera una categoría de conservación.

De forma complementaria para las especies identificadas se presentan los criterios de protección señalados en el artículo 3° de la Ley de Caza (Ley N° 19.473, modificada por el Decreto Supremo N°5/98).

3.12.2.1.4 Origen y endemismos de la fauna en el área de influencia

Para determinar el origen y endemismo de la fauna del área de influencia preliminar, se consultaron los títulos bibliográficos mencionados en el apartado 3.12.2.1.1 Determinación de especies potenciales.

3.12.2.1.5 Identificación de singularidades ambientales

Con el objeto de determinar la existencia de especies amenazadas, hábitats de relevancia para fauna en categoría de conservación o áreas de preservación que puedan ser receptores de impactos de las obras y acciones del Proyecto, se buscó identificar en el área de influencia preliminar la presencia de las siguientes Singularidades Ambientales (ver Tabla siguiente) relativas a fauna, que corresponden a las señaladas en la Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015):

Tabla 3- 47: Singularidades Ambientales

Singularidades Ambientales	
S-1	Presencia de especies clasificadas según su estado de conservación como amenazadas, incluyendo la categoría “casi amenazadas”.
S-2	Presencia de especies endémicas.
S-3	Presencia de especies de distribución restringida o cuya población es reducida o baja en número.
S-4	Actividad del proyecto que se localiza en o cercana al límite de distribución geográfica de una o más especies nativas (latitudinal o altitudinal).
S-5	Otras singularidades ambientales.

Fuente: Modificado a partir de listado de Singularidades Ambientales proporcionado en la Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015).

3.12.2.1.6 Riesgo climático

Para evaluar el riesgo al cambio climático para la fauna en el AI se consultaron los mapas de riesgo del visualizador web Atlas de Riesgo Climático (en adelante ARClim) del MMA, de acuerdo lo señalado en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA, 2023). En el ARClim se revisaron los mapas que representan las cadenas de impacto relativas a los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies animales, por causa del cambio futuro de las condiciones de temperaturas y precipitaciones proyectadas para el área del Proyecto. Posterior a la identificación del riesgo climático de cada comuna donde se emplazará el Proyecto, se evalúa la probabilidad de presencia decreciente de las especies descritas en terreno, específicamente las que se encuentren en estado de conservación, que sean dominantes del ecosistema, indicadoras de condición o para aquellas que sean descritas como un recurso escaso, único o representativo.

3.12.2.2 Levantamiento de información en terreno

3.12.2.2.1 Esfuerzo de muestreo

En los trabajos de terreno participaron de 4 profesionales del área de las ciencias ambientales, empleándose 7 jornadas de trabajo (más 1 de traslado), divididas en horario diurno y nocturno. Bajo este esquema de trabajo se totalizaron 1.008 horas-hombre (HH) de trabajo en terreno en cuatro campañas realizadas. A continuación, se presenta en una tabla el detalle de fechas y rango horario empleado para la ejecución de las campañas de Línea de Base.

Tabla 3- 48: Esfuerzo de muestreo y campaña de terreno

Campaña	Especialistas	Jornadas	Fechas	Horario diurno	Horario nocturno	HH totales
Primavera	4	7	29 de noviembre a 5 de diciembre 2022	9:00-16:00 horas	20:30-22:30 horas	252
Verano	4	7	23 al 30 de enero 2023	9:00-16:00 horas	21:00-23:00 horas	252
Otoño	4	7	10 al 17 de abril 2023	9:00-16:00 horas	18:30-20:30 horas	252
Invierno	4	7	14 a 21 de agosto 2023	9:00-16:00 horas	18:30-20:30 horas	252

Fuente: ENVIS, 2023.

3.12.2.2.2 Metodologías para el levantamiento de fauna en terreno

La selección de metodologías para la descripción del componente en terreno se obtuvo de la Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas, complementando con los métodos y técnicas señalados en el Manual para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre (Chávez & Cerda, 2012).

- Estaciones de muestreo

Para establecer las estaciones de muestreo se consideraron los 13 polígonos que definen el área de influencia del Proyecto (ver capítulo 2). En cada polígono se aplicó un diseño de muestreo estratificado al azar, con transectos recorridos de forma pedestre y puntos de observación para el registro de fauna ubicados aleatoriamente en los diferentes estratos o ambientes identificados, buscando obtener un levantamiento de información que sea suficientemente representativo y a la vez enfocado en los sectores críticos o de mayor sensibilidad en el área de influencia.

- Métodos de registro según Clase

En la caracterización de fauna se consideraron métodos directos que implican un registro de tipo visual, ya sea por observación o captura del individuo, o bien un registro de tipo auditivo por

reconocimiento de vocalizaciones. También se consideraron métodos indirectos que consisten en registrar la presencia de determinadas especies o grupos taxonómicos (generalmente medianos y grandes mamíferos, también aves) por medio del reconocimiento de huellas, heces, carcasas y restos óseos, considerándose un método que complementa los métodos directos ya que no permite estimar abundancia, pero si obtener información sobre presencia, preferencia de hábitat y uso del territorio (Muñoz & Sanhueza 2006, en Chávez & Cerda, 2012).

Para la descripción de la fauna se aplicaron metodologías específicas para la detección y descripción de especies de vertebrados terrestres (aves, reptiles, anfibios y mamíferos) que potencialmente habitan el área del Proyecto, y cuyos alcances y aspectos metodológicos se pasan a detallar a continuación:

Clase Aves

Transectos para aves diurnas

Se efectuaron transectos mediante recorridos pedestres a lo largo de una franja de hasta 400 metros de largo por 10 metros de ancho. En ese espacio y por un lapso de 25 minutos aproximadamente, se fueron reconociendo las especies por observación a ojo desnudo o con ayuda de binoculares, y complementariamente por el reconocimiento de vocalizaciones. Esta metodología se aplicó para especies que habitan los bordes de bosque y se trasladan entre zonas con vegetación, principalmente pequeños paseriformes que conforman el ensamble de especies asociado a ambientes agrícolas, pero también otras de mayor tamaño también comunes en ambientes rurales como especies de Columbiformes (palomas y tórtolas), Charadriformes (queltehue) y Pisciformes (carpinteros), entre otros.

Para el registro de rapaces se efectuaron transectos de hasta 400 metros de largo y considerando un rango de registro de hasta 100 metros de ancho a cada lado del eje de desplazamiento, durante un lapso aproximado de 25 minutos. En el recorrido se fueron reconociendo las especies por observación con binoculares y por reconocimiento de vocalizaciones, procurando no efectuar doble conteo de ejemplares. Esta metodología se aplicó a especies (ej. Cathartiformes, Accipitriformes, Falconiformes) que realizan desplazamientos amplios, a gran altura, en espacios abiertos y de gran visibilidad.

Playback para aves de hábitos nocturnos

Para el registro de rapaces nocturnas (Strigiformes) y de gallinas ciegas (Caprimulgiformes) se reprodujeron vocalizaciones amplificadas (playback) con el objetivo de estimular una respuesta por parte de las especies objetivo. El procedimiento consistió en posicionarse en un punto fijo y reproducir vocalizaciones de cada especie objetivo durante 1 minuto, para luego esperar oír la respuesta en un lapso de 3 minutos. Se consideraron como registros positivos aquellas respuestas oídas dentro de un radio estimado de 300 metros en torno al punto de playback. Los archivos con vocalizaciones de aves nocturnas potenciales se obtuvieron de la aplicación para smartphone Merlin y de grabaciones pertenecientes al especialista a cargo de la actividad.

Tanto la metodología de transectos como la metodología de playback permiten efectuar estimaciones de riqueza y abundancia de aves.

Además de los métodos antes señalados se complementa la información sobre riqueza de aves a partir del reconocimiento de carcasas que eventualmente se encuentren en la realización de recorridos y puntos de muestreo.

Censo de aves acuáticas

Para censar aves asociadas al medio acuático se establecieron puntos de observación en la orilla de ríos y esteros, en sectores del cauce donde se pudiese obtener una amplitud de visión en 180° observando desde una orilla a otra. El conteo e identificación de especies se hizo con la ayuda de binoculares, cámara fotográfica con zoom y a ojo desnudo, antecedido por un lapso de unos cuantos minutos de espera para que las aves normalizaran su comportamiento. La actividad se efectuó solamente en los cauces con mayor caudal, en específico donde se forman lagunas producto de los meandros que ralentizan las aguas y que generan un ambiente propicio para la observación de zambullidores, garzas, patos, taguas y cisnes, entre otras aves asociadas al medio acuático. Los censos se prolongaron por 30 minutos en cada punto de observación.

Clase Reptilia

El muestreo de reptiles se realizó mediante transectos de 300 metros como máximo de largo por 1 metro de ancho a cada lado del eje de desplazamiento. Dentro del área definida por el transecto, se registraron y contaron los reptiles empleando el método de encuentros visuales, combinado con la búsqueda activa de ejemplares que pudiesen estar ocultos entre la vegetación, bajo piedras y troncos, además de estructuras y objetos de origen antrópico. Los recorridos se realizaron de manera pedestre, en horario de alta actividad (09:00-13:00 horas aproximadamente) para reptiles y procurando que los desplazamientos abarcasen los microhábitats y sectores con mayor probabilidad de efectuar avistamientos (ej. rocas expuestas al sol, claros en la vegetación).

La metodología de encuentro visuales y búsqueda activa efectuada en transectos se usa para estimar la riqueza y abundancia de reptiles, así como también determinar la distribución de especies de acuerdo con el uso del hábitat.

Clase Amphibia

Transectos

Debido a los requerimientos de hábitat específicos de anfibios, el levantamiento se enfocó en prospectar los sectores con mayor probabilidad de avistar batracios en el área de influencia: áreas adyacentes al cauce donde el terreno se encuentra anegado formando pozas poco profundas, tramos del cauce donde la orilla presenta poca profundidad, aguas quietas y abundante vegetación riparia, y en áreas secas que estén ubicadas en las proximidades del cauce. En estos sectores se

realizó una búsqueda activa de larvas y adultos en transectos pedestres, donde se contaron los ejemplares oídos y avistados en una franja de máximo 300 metros de largo por 2 metros de ancho. En caso de que el recorrido del transecto intercepte una poza con una abundancia tal de larvas que sea imposible de contar se opta por efectuar una estimación del número total de individuos.

Señuelos acústicos

Los muestreos por transectos diurnos se complementaron con puntos de escucha y reproducción de señuelos acústicos (playback) efectuados en horario crepuscular y nocturno, aproximadamente entre las 20:30 y 22:00 horas. Se consideró como positivo el registro si la vocalización es oída dentro de un radio de 100 metros a la redonda. El material acústico reproducido se obtuvo de Penna (2005) y del archivo personal de grabaciones del especialista a cargo.

Los métodos de muestreo por transectos y por señuelos acústicos permiten describir la batracofauna en términos de riqueza y abundancia.

Clase Mammalia

Cámaras trampa

El uso de cámaras trampa se emplea para registrar la presencia de especies de difícil detección (ej. carnívoros). Se usaron 6 unidades de cámaras trampas marca Browning (modelo 4K Trail Camera) programadas para capturar videos durante períodos continuos de 48 horas por estación. Como atrayente olfativo se usó jurel. Debido a la gran modificación del hábitat donde estará emplazado el Proyecto las unidades fueron instaladas en los ríos y esteros donde la franja de vegetación de los márgenes es más ancha, ya que estos sectores pueden ofrecer zonas de tránsito más seguras para especies huidizas como zorros y mustélidos. En estos lugares se instalaron unidades en ambas orillas para aumentar la probabilidad de efectuar un registro.

Los registros obtenidos por medio de estos dispositivos sirven para determinar la presencia de carnívoros en el ecosistema.

Trampas de captura viva

Para el muestreo de micromamíferos, como roedores y marsupiales, se usaron trampas tipo Sherman dispuestas en líneas de 5 y 20 unidades, distanciadas cada 10 metros aproximadamente, cebadas con una mezcla de avena y frutas, y con algodón para protección térmica. En cada estación donde se usaron trampas, estas se mantuvieron activadas por 2 noches seguidas y se revisaron temprano por la mañana (8:00 a 10:00 AM) para evitar que los ejemplares capturados quedasen expuestos a las altas temperaturas del día. Las trampas se instalaron en sectores donde se estimó obtener un mayor éxito de captura, tales como áreas con abundante sotobosque o zonas arbustivas

densas, en pircas, donde se registrasen fecas, etc. Los ejemplares capturados se identificaron y se liberaron en los mismos puntos de captura.

Para evitar sesgos en la estimación de abundancia debido a la distinta cantidad de trampas usadas por punto de muestreo, los resultados de las capturas se ponderaron mediante el indicador de éxito de captura:

Éxito de Captura (%) = (N° de micromamíferos capturados/trampas-noche) x 100

Donde,

Trampas-noche= N° de trampas x N° noches activadas

La metodología de captura viva permite describir la riqueza y estimar la abundancia de micromamíferos en el ecosistema.

Se debe mencionar que la actividad de captura contó con la autorización del SAG mediante la Res Ex N°6722/2022 que autoriza la captura de ejemplares de fauna silvestre para fines de investigación científica en el marco del SEIA (Anexo 3-8 Fauna Terrestre). También hay que señalar que, la manipulación de ejemplares y el uso de los dispositivos se realizó siempre manteniendo las medidas de prevención necesarias (uso de guantes, mascarillas y desinfectantes) para evitar el contagio de zoonosis.

Detección acústica

Se evaluó la presencia de quirópteros a través de la técnica de detección acústica utilizando un grabador de ultrasonidos Song Meter modelo SM4BAT FS de Wildlife Acoustics, dispositivo que bajo condiciones ambientales ideales posee un alcance de 25 metros. Las grabaciones se realizaron después de la puesta del sol, aproximadamente entre las 21:00 y las 22:30 horas. Los puntos de muestreo se ubicaron entre el dosel arbóreo que bordea los cursos de agua, donde se monitorearon las ecolocalizaciones de murciélagos durante 20 minutos. Para la visualización y análisis acústico de las grabaciones se utilizó el software Avisoft Bioacustics SASLab.

La técnica de detección acústica permite evaluar la riqueza de murciélagos en el ecosistema, no siendo factible su uso para realizar análisis de abundancia.

Detección de huellas y heces

Se usó el método indirecto de detección de señas o rastros como huellas y heces, además restos óseos y carcasas a fin de determinar la presencia de cánidos (ej. *Lycalopex sp*.), mustélidos (ej.

quique), mefítidos (ej. chingue), roedores de mediano tamaño (ej. coipo) y quirópteros. Como el método no permite efectuar estimaciones de abundancia se optó por efectuar recorridos pedestres libres, procurando abarcar la mayor área de prospección posible. Para la determinación de huellas se siguieron las descripciones anatómicas presentadas en el Manual de huellas: mamíferos silvestres de Chile de Skewes (2009).

3.12.3 RESULTADOS

3.12.3.1 Antecedentes bibliográficos

3.12.3.1.1 Fauna potencial

A partir de las fuentes bibliográficas consultadas, donde se incluyen títulos especializados en grupos de vertebrados terrestres y la revisión de los listados de especies de 4 proyectos ingresados en el SEIA (“Extracción y procesamiento de áridos L’Isola”, “Parque Eólico Culenco”, “Mejoramiento Ruta J-80, cruce Ruta J-820-Cruce Ruta Costera, Región de Maule” y “Proyecto hidroeléctrico embalse Digua”), se generó un listado de fauna potencialmente presente el área de influencia que incorpora un total de 104 especies. Este total se desglosa en 13 mamíferos, 7 reptiles, 4 anfibios y 80 aves. Del listado se determinó que 27 especies (26%) se encuentran categoría de conservación según el RCE, estando 20 (74,1%) clasificadas como Preocupación Menor (LC), 4 (14,8%) clasificadas como Casi Amenazada (NT) y 3 (11,1%) clasificadas como Vulnerable (VU).

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de fauna potencial en el área de influencia, mientras que el listado completo de especies se presenta en el Anexo 3-8 Fauna Terrestre.

Tabla 3- 49: Resumen del listado de especies potenciales en el área de influencia

	Especies potenciales					Especies clasificadas según RCE			
Clase	Mammalia	Reptiles	Amphibia	Aves	Total	LC	NT	VU	Total
Subtotal	13	7	4	80	104	20	4	3	26
(%)	12,5	6,7	3,8	76,9	100	74,1	14,8	11,1	100

Nota: LC= Preocupación Menor; NT= Casi Amenazada; VU= Vulnerable.

Fuente: ENVIS, 2022.

3.12.3.1.2 Contexto ambiental del Área de Influencia

Se revisó la clasificación de Pisos Vegetacionales de Pliscoff (Luebert & Pliscoff, 2018) disponible en formato de mapa vectorial (archivo shapefile disponible en ide.cl) para contextualizar la condición actual del hábitat en el área de influencia, determinándose que los 13 sectores del Proyecto se encuentran insertos en los pisos Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica* y Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus.*

El piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica* se distribuye en le depresión intermedia del sur de la región de O'Higgins, del Maule y norte del Biobío, entre los 100 y 600 metros de altitud. La dinámica de este ecosistema señala que el espinal corresponde a una fase regresiva del bosque esclerófilo original, que se mantiene en el tiempo debido a la influencia permanente del hombre, mientras que otros señalan que se trata de la vegetación original. En cualquier caso, la degradación de los espinales conduce a una pradera compuesta fundamentalmente por especies herbáceas perennes y anuales introducidas y algunos arbustos.

El piso Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus* se distribuye en las laderas orientales de la cordillera de la Costa y depresión intermedia de las regiones de O'Higgins, del Maule y norte de la del Biobío, entre los 0 y 600 metros de altitud. La corta reiterada y la quema de vegetación producen un cambio en la fisionomía de la vegetación, desde un bosque a un matorral esclerófilo, donde el rebrote de las especies arbóreas dominantes con capacidad de regeneración vegetativa cambia de un hábito arbóreo a uno arbustivo, lo que va acompañado por la invasión de especies arbustivas propias de ambientes más secos como *Baccharis linearis, Muehlenbeckia hastulata* o *Retanilla trinervia*. La presión de pastoreo de estos ambientes lleva progresivamente a una pérdida de los elementos arbóreos característicos y a la incorporación de elementos del bosque espinoso de *Acacia caven*.

3.12.3.2 Levantamiento de información

3.12.3.2.1 Campaña de terreno

- Diseño de muestreo

La siguiente tabla señala las metodologías para la descripción de vertebrados terrestres que se aplicaron en las 13 estaciones de muestreo en el área de influencia (ver figura siguiente). La determinación definitiva de las metodologías a aplicar en cada estación se hizo una vez en terreno, tras ponderar la presencia de hábitats y sitios críticos para evaluación ambiental del Proyecto con la existencia de restricciones de acceso que impiden cubrir completamente cada área.

Tabla 3- 50: Metodologías y horarios para muestreo de fauna aplicados en el área de influencia

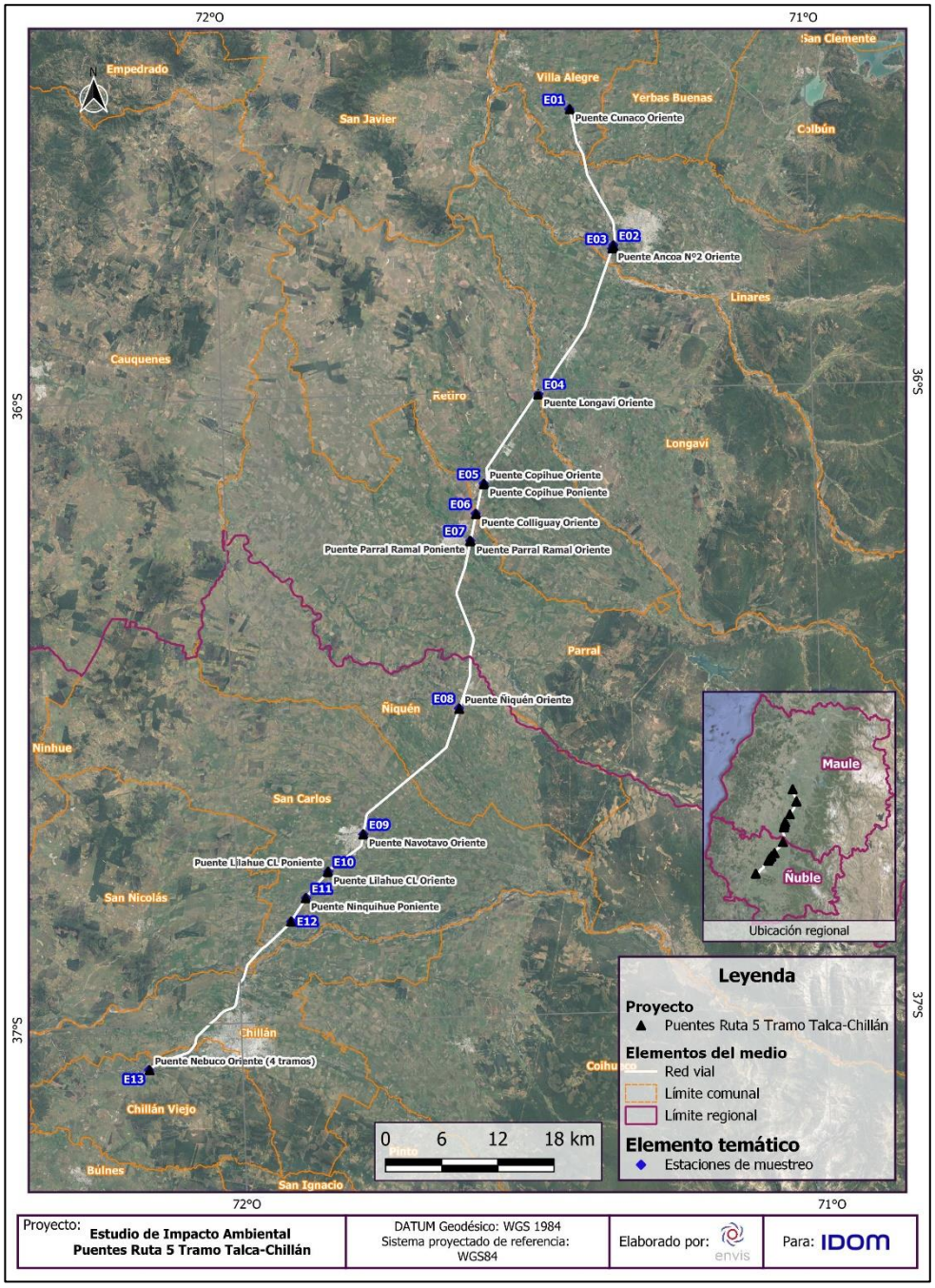
Estación de muestreo	Sector Proyecto	Horario	Método de muestreo por taxón									
			Aves			Reptiles	Anfibios		Mamíferos			
E01	P. Cunaco Oriente	D	TS			TS	TS		TS			
E02	P. Ancoa N°1 Oriente	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS			DA
E03	P. Ancoa N°2 Oriente	D/N	TS	CA	PB	TS	TS	PB	TS	TSh	TC	DA
E04	P. Longaví Oriente	D/N	TS	CA	PB	TS	TS	PB	TS	TSh	TC	DA
E05	P. Copihue Oriente y Poniente	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS			DA

Estación de muestreo	Sector Proyecto	Horario	Método de muestreo por taxón									
			Aves			Reptiles	Anfibios		Mamíferos			
E06	P. Colliguay Oriente	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS	TSh		DA
E07	P. Parral Ramal Oriente y Poniente	D	TS			TS	TS		TS			
E08	P. Ñiquén Oriente	D/N	TS	CA	PB	TS	TS	PB	TS		TC	DA
E09	P. Navotavo Oriente	D	TS			TS	TS		TS			
E10	P. Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS			DA
E11	P. Ninquihue Poniente	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS			DA
E12	P. Menelhue Poniente	D/N	TS		PB	TS	TS	PB	TS	TSh	TC	DA
E13	P. Nebuco Oriente y Nebuco Poniente (tercera pista y calle local)	D/N	TS	CA	PB	TS	TS	PB	TS	TSh	TC	DA

Nota: Horario= D: Diurno; N: Nocturno. Metodología de muestreo por taxón= TS: Transecto; CA: Censo aves acuáticas; PB: Playback; TSh: Trampas Sherman; TC: Trampa cámara; DA: Detección acústica.

Fuente: ENVIS, 2022.

Figura 3- 22: Ubicación de las 13 estaciones de muestreo



Fuente: ENVIS, 2024.

- Caracterización de Hábitats

En bibliografía se señala que el ecosistema del área de influencia se encuentra en un estado regresivo producto de presiones antrópicas que han degradado el bosque nativo original a formaciones de espinal y matorral (Luebert & Pliscoff, 2018), sin embargo actualmente esta descripción difiere totalmente de lo observado, ya que producto del cambio de uso de suelo la vegetación nativa ha sido reemplazada por cultivos agrícolas y praderas artificiales de forma extensiva, modificando profundamente el ecosistema y los hábitats para la fauna. En este contexto la presencia de ríos y esteros cobra relevancia por ser áreas de tránsito para fauna de alta movilidad, además otorgar refugio, áreas de alimentación y reproducción para la fauna en general.

En la tabla siguiente se presenta la caracterización de hábitats disponibles para fauna en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 3- 51: Hábitats descritos en el área de influencia y su respectiva codificación

Hábitat	Descripción	Código
Ribera	Corresponde al cauce del río o estero más la vegetación riparia no leñosa de las orillas.	R
Bosque ripario	Corresponde a la franja arbórea que separa el cauce en ambas orillas de los predios colindantes, formando un corredor de bosque sobre el curso de agua. Se compone de especies exóticas asilvestradas (ej. *Salix babylonica*, *Acacia dealbata*) y de abundante sotobosque compuesto de especies exóticas invasoras (ej. *Rubus ulmifolius*). En este ambiente se insertan las estructuras de los puentes que dan continuidad a los cauces como corredores para la fauna.	Br
Vegetación ruderal	Conjunto de especies herbáceas que aparecen de forma oportunista en suelos altamente alterados, siendo especies colonizadoras principalmente exóticas.	Vr
Vega	Sectores pantanosos aledaños al cauce principal, donde dependiendo del grado de alteración antrópica la vegetación varía de pradera con herbáceas adaptadas a suelos anegados a vegetación leñosa compuesta de pitras (*Myrceugenia sp*.).	V
Pradera antrópica	Campos en desuso que han sido colonizados por poáceas (*Avena barbata, Phalaris sp.*) y otras herbáceas exóticas (ej. *Hypochaeris radicata*, *Taraxacum officinalis*).	Pa
Cultivo	Campos dedicados a la producción de árboles frutales.	C

Fuente: ENVIS, 2023.

- Aves

Riqueza

Los resultados del muestreo en transectos para aves rapaces y no rapaces, playback para aves nocturnas y censo de aves acuáticas indican un total de 58 especies registradas en el área de influencia. El 41,4% de la avifauna corresponde a Passeriformes, luego le siguen los Ordenes que agrupan especies asociadas a ambientes acuáticos continentales, es decir, Anseriformes (patos), Gruiformes (taguas), Pelecaniformes (garzas), Podicipediformes (zambullidores) y Suliformes (yecos) con el 22,4%, mientras que el resto de las especies se distribuyen en otros 11 Ordenes de menor representación.

En la tabla presentada a continuación, se muestra el listado con el total de especies registradas durante las 4 campañas realizadas, mientras que en el gráfico siguiente se señala la variación de riqueza de aves entre las cuatro estaciones del año.

Tabla 3- 52: Riqueza de aves en el área de influencia

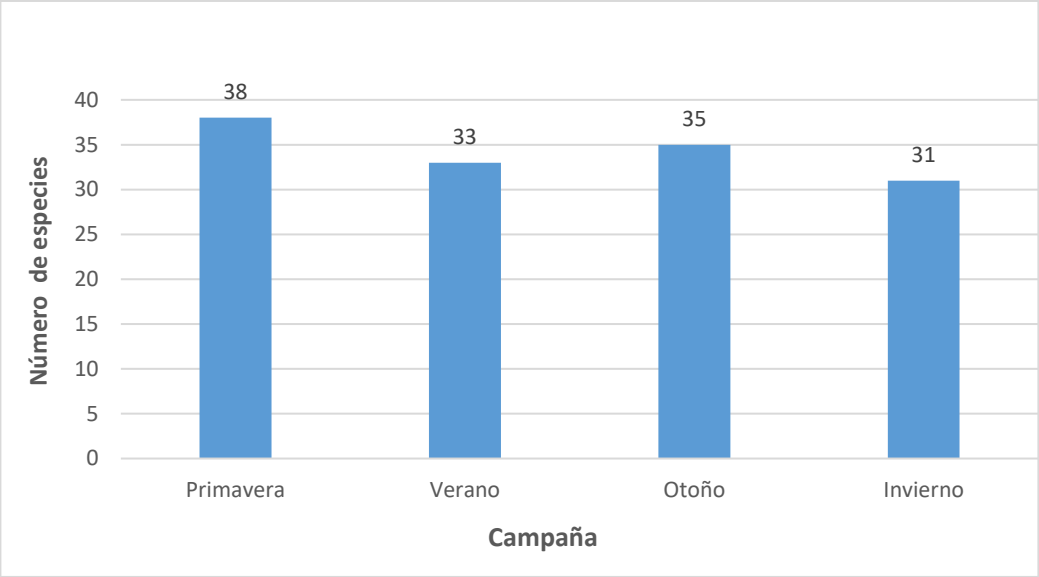
Orden	Especie	Nombre común
Accipitriformes	*Geranoaetus polyosoma*	Aguilucho
Accipitriformes	*Parabuteo unicinctus*	Peuco
Anseriformes	*Anas georgica*	Pato jergón grande
Anseriformes	*Anas sibilatrixi*	Pato real
Anseriformes	*Spatula cyanoptera*	Pato colorado
Apodiformes	*Sephanoides sephanoides*	Picaflor chico
Cathartiformes	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada
Cathartiformes	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra
Charadriiformes	*Chroicocephalus maculipennis*	Gaviota cáhuil
Charadriiformes	*Gallinago magellanica*	Becacina
Charadriiformes	*Larus dominicaus*	Gaviota dominicana
Charadriiformes	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande
Charadriiformes	*Vanellus chilensis*	Queltehue
Columbiformes	*Columba livia*	Paloma
Columbiformes	*Columbina picui*	Tortolita cuyana
Columbiformes	*Zenaida auriculata*	Tórtola
Falconiformes	*Falco sparverius*	Cernícalo
Falconiformes	*Milvago chimango*	Tiuque
Galliformes	*Callipepla californica*	Codorniz

Orden	Especie	Nombre común
Gruiformes	*Fulica armillata*	Tagua
Gruiformes	*Fulica leucoptera*	Tagua chica
Gruiformes	*Porphyriops melanops*	Taguita
Gruiformes	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén
Passeriformes	*Agelasticus thilius*	Trile
Passeriformes	*Anairetes parulus*	Cachudito
Passeriformes	*Aphrastura spinicauda*	Rayadito
Passeriformes	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico
Passeriformes	*Cinclodes patagonicus*	Churrete
Passeriformes	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas
Passeriformes	*Colorhamphus parvirostris*	Viudita
Passeriformes	*Curaeus curaeus*	Tordo
Passeriformes	*Elaenia albiceps*	Fiofío
Passeriformes	*Leistes loyca*	Loica
Passeriformes	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral
Passeriformes	*Lessonia ruffa*	Colegial
Passeriformes	*Mimus thenca*	Tenca
Passeriformes	*Passer domesticus*	Gorrión
Passeriformes	*Pseudasthenes humicola*	Canastero
Passeriformes	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro
Passeriformes	*Pyrope pyrope*	Diucón
Passeriformes	*Scytalopus fuscus*	Churrín del norte
Passeriformes	*Sicalis luteola*	Chirihue
Passeriformes	*Spinus barbatus*	Jilguero
Passeriformes	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena
Passeriformes	*Troglodytes aedon*	Chercán
Passeriformes	*Turdus falcklandii*	Zorzal
Passeriformes	*Zonotrichia capensis*	Chincol
Pelecaniformes	*Ardea alba*	Garza grande
Pelecaniformes	*Ardea cocoi*	Garza cuca
Pelecaniformes	*Egretta thula*	Garza chica

Orden	Especie	Nombre común
Pelecaniformes	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo
Piciformes	*Colaptes pitius*	Pitío
Piciformes	*Dryobates lignarius*	Carpinterito
Podicipediformes	*Podilymbus podiceps*	Picureo
Strigiformes	*Glaucidium nana*	Chuncho
Strigiformes	*Tyto alba*	Lechuza
Suliformes	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco
Tinamiformes	*Nothoprocta perdicaria*	Perdiz chilena

Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 9: Variación estacional en la riqueza de avifauna



Fuente: ENVIS, 2023.

Abundancia y distribución de aves

- Aves diurnas

En las cuatro tablas siguientes se presentan las abundancias estacionales para aves diurnas, junto con su distribución en el área de influencia. Para la campaña de primavera se señala una abundancia total de 258 ejemplares registrados, para la campaña de verano la abundancia fue de

356 individuos, para la de otoño fue de 315 y para la de invierno fue de 359. La especie más abundante fue Passer domesticus (gorrión) que representó el 23,5% del total de registros en las cuatro campañas realizadas, bastante más atrás le siguen Spinus barbatus (7,9%), Columbina picui (6,8%), Turdus falcklandii (6,0%), Vanellus chilensis (5,5%), Cinclodes patagonicus (5,5%) y Columba livia (5,4%) representando estas 6 especies el 37,1% de la abundancia de aves en el periodo evaluado. En general se destaca una gran abundancia de paseriformes y columbiformes y una baja abundancia de rapaces diurnas (Accipitriformes, Cathartiformes y Falconiformes) (6,6%) y de aves acuáticas (Anseriformes, Gruiformes, Pelecaniformes, Podicipediformes y Suliformes) (5,0%).

Tabla 3- 53: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a primavera 2022

	Estación de muestreo Hábitat	E01 Br	E02 Br	E03 Br	E04 Br	E05 Pa	E06 Br	E07 Br	E08 C	E09 Br	E10 Pa	E11 Pa	E12 Br	E13 Br	Total
Especie	*Cathartes aura*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
	Coragyps atratus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	Gallinago magellanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
	Vanellus chilensis	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	Columba livia	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	4	18
	Columbina picui	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	6
	Zenaida auriculata	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	6
	Falco sparverius	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	3
	Milvago chimango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4
	Callipepla californica	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2	6
	Agelasticus thilius	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	Anairetes parulus	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2
	Cinclodes patagonicus	-	-	4	6	-	4	2	4	-	2	-	2	2	26
	Cistothorus platensis	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Curaeus curaeus	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4
	Elaenia albiceps	2	-	2	2	2	2	-	2	2	-	-	1	4	19
	Leistes loyca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	Leptasthenura aegithaloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Lessonia ruffa	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Mimus thenca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Passer domesticus	-	-	8	12	5	-	4	-	4	2	2	2	12	51
	Pseudasthenes humicola	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Pygochelidon cyanoleuca	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	Sicalis luteola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
	Spinus barbatus	-	-	-	-	-	-	-	10	-	2	4	-	4	20
	Tachycineta leucopyga	-	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	-	-	11
	Troglodytes aedon	-	1	-	-	1	-	2	-	2	1	-	-	2	9
	Turdus falcklandii	2	2	-	2	2	2	2	2	-	2	2	3	2	23
	Zonotrichia capensis	-	2	-	-	-	-	-	4	1	2	-	2	-	11
	Ardea cocoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	Nothoprocta perdicaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	3
Total															258

Nota: Br= Bosque ripario, Pa= Pradera antrópica, C= Cultivo.
Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 54: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a verano 2023

	Estación de muestreo	E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
	Hábitat	Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	
Especie	*Geranoaetus polyosoma*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
	Cathartes aura	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	10
	Coragyps atratus	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	5
	Vanellus chilensis	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	3	2	4	-	21
	Columba livia	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Columbina picui	2	2	3	-	2	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	18
	Zenaida auriculata	-	-	1	4	5	1	-	-	-	2	1	2	-	2	2	-	1	4	2	-	-	-	-	27
	Milvago chimango	-	-	-	-	2	2	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8
	Callipepla californica	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	Agelasticus thilius	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Anairetes parulus	-	-	2	1	-	2	2	1	-	1	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	13
	Cinclodes patagonicus	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	2	-	6	-	15
	Curaeus curaeus	-	1	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	Elaenia albiceps	1	-	2	-	3	3	2	1	-	-	-	4	-	-	-	1	1	1	-	3	-	3	-	25
	Leptasthenura aegithaloides	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Passer domesticus	-	-	12	3	7	5	-	1	4	6	12	15	3	-	-	4	3	1	-	6	-	9	2	93
	Sicalis luteola	-	*	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	Spinus barbatus	-	-	-	3	5	4	1	-	-	-	-	8	4	2	-	4	-	3	-	-	-	3	-	37
	Tachycineta leucopyga	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	Troglodytes aedon	2	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	5	1	16
	Turdus falcklandii	-	-	3	2	5	3	2	1	-	2	1	4	-	-	-	1	-	2	-	-	-	3	-	29
	Dryobates lignarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	Ardea alba	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Ardea cocoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Total																									356

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 55: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a otoño 2023

Estación de muestreo	E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
Hábitat	Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	

Especie	Estación de muestreo	E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
	Parabuteo unicinctus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
	Spatula cyanoptera	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Anas georgica	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	Anas sibilatrix	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Sephanoides sephanoides	1	4	-	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-	3	-	1	-	2	-	1	1	-	-	19
	Cathartes aura	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
	Coragyps atratus	-	-	1	-	1	-	-	15	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	21
	Tringa melanoleuca	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Vanellus chilensis	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	6	3	-	-	14
	Columba livia	8	-	-	-	-	4	-	-	-	5	3	-	-	10	2	-	-	-	2	-	2	2	-	38
	Columbina picui	-	-	20	-	-	2	-	9	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	38
	Zenaida auriculata	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	9
	Falco sparverius	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
	Milvago chimango	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	-	-	-	6
	Fulica armillata	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Fulica leucoptera	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Porphyriops melanops	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	6
	Anairetes parulus	-	-	1	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	-	2	-	2	-	14
	Cinclodes patagonicus	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3
	Cinclodes oustaleti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Leistes loyca	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Passer domesticus	-	-	6	-	10	4	2	-	5	12	15	-	-	-	-	-	5	2	2	2	2	5	-	72
	Scytalopus fuscus	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Pyrope pyrope	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	5
	Troglodytes aedon	-	-	2	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	8
	Turdus falcklandii	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4
	Dryobates lignarius	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Podilymbus podiceps	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Ardea alba	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6
	Egretta thula	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Nycticorax nycticorax	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Estación de muestreo		E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total																									315

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 56: Abundancia y distribución de avifauna diurna, datos correspondientes a invierno 2023

Estación de muestreo		E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
	Hábitat	Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	
Especie	*Geranoaetus polyosoma*	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Parabuteo unicinctus	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	Anas georgica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	4
	Sephanoides sephanoides	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Cathartes aura	1	3	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	Chroicocephalus maculipennis	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Larus dominicanus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	3	12	30
	Vanellus chilensis	-	-	-	7	-	4	-	-	-	-	5	2	-	-	5	-	7	-	-	-	5	-	-	35
	Columba livia	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	16
	Columbina picui	-	-	-	-	-	3	-	-	3	4	-	-	-	-	-	5	-	-	4	-	3	2	-	24
	Zenaida auriculata	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	6
	Milvago chimango	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	Callipepla californica	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Agelasticus thilius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Anairetes parulus	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	11
	Aphrastura spinicauda	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	Cinclodes patagonicus	-	-	-	-	2	-	2	-	-	1	-	5	-	2	-	1	-	1	-	-	-	9	-	23
	Colorhamphus parvirostris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Leistes loyca	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	4
	Passer domesticus	4	-	14	-	8	8	2	-	-	10	-	4	-	-	-	5	-	11	-	5	-	17	-	88
	Pyrope pyrope	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	6
	Sicalis luteola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Spinus barbatus	-	11	-	2	-	-	2	3	-	5	-	4	-	3	-	4	-	5	-	2	-	-	-	41
	Troglodytes aedon	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Estación de muestreo		E01		E02		E03	E04	E05	E06		E07		E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
	Turdus falcklandii	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	3	-	4	-	2	-	2	-	3	-	-	-	17
	Collaptes pitius	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Dryobates lignarius	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Podilymbus podiceps	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Ardea alba	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Total																									359

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal.
Fuente: ENVIS, 2023.

- Aves nocturnas

Los muestreos mediante playback efectuados en las cuatro campañas señalan una baja abundancia de rapaces nocturnos, así como ausencia de *Systellura longirostris* (gallina ciega). A través de reproducción de llamadas se obtuvo respuesta de la rapaz *Tyto alba* (lechuza) únicamente en la estación E13 (puente Nebuco), tanto en primavera como en verano, no obstante, su abundancia y distribución en el área debiese ser mayor ya que se encontró un total de 7 carcasas en el desarrollo del estudio. En cuanto a *Glacidium nana* (chuncho), se oyeron vocalizaciones de respuesta al señuelo acústico en 3 ocasiones durante las campañas de verano (E02) y de otoño (E08 y E13). Durante la campaña de invierno no se registraron rapaces nocturnos.

Tabla 3- 57: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, primavera 2022

Estación de muestreo		E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	
Especie	*Tyto alba*	1*	-	-	-	-	1*	-	-	-	1**	3
	Glaucidium nana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3

Nota: Br= Bosque ripario. *= Carcasa; **= Playback.
Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 58: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, verano 2023

Estación de muestreo		E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	
Especie	*Tyto alba*	-	-	-	-	1*	1*	1*	-	-	1**	4

	Glaucidium nana	1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total		1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5

Nota: Br= Bosque ripario. * = Carcasa; **= Playback.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 59: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, otoño 2023

Estación de muestreo		**E02**	**E03**	**E04**	**E05**	**E06**	**E08**	**E10**	**E11**	**E12**	**E13**	**Total**
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	
Especie	*Tyto alba*	-	-	-	-	-	-	1*	-	-	1*	2
	Glaucidium nana	-	-	-	-	-	1**	-	-	-	1**	2
Total		0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4

Nota: Br= Bosque ripario. * = Carcasa; **= Playback.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 60: Abundancia y distribución de avifauna nocturna, invierno 2023

Estación de muestreo		**E02**	**E03**	**E04**	**E05**	**E06**	**E07**	**E09**	**E11**	**E12**	**E13**	**E14**	**Total**
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	
Especie	*Tyto alba*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Glaucidium nana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Br= Bosque ripario.

Fuente: ENVIS, 2023.

- Censo aves acuáticas

Los censos indican una riqueza acumulada de 11 especies de aves acuáticas (especies pertenecientes a los órdenes Anseriformes, Gruiformes, Pelecaniformes, Podicipediformes y Suliformes) registradas mediante este método a lo largo de las cuatro campañas. Las abundancias se presentan similares entre primavera, verano y otoño, variando de 21 a 19 los ejemplares registrados, siendo las menores abundancias observadas en época de invierno cuando se registraron 13 ejemplares.

Tabla 3- 61: Abundancia y distribución de avifauna acuática, primavera 2022

Estación de muestreo	**E03**	**E04**	**E08**	**E13**	**Total**

Hábitat		R	R	R	R	
Especie	*Anas georgica*	-	-	2	-	2
	Ardea alba	-	-	-	-	0
	Ardea cocoi	-	-	-	-	0
	Egretta thula	-	-	-	-	0
	Fulica armillata	-	-	-	-	0
	Fulica leucoptera	-	-	-	-	0
	Nycticorax nycticorax	-	1	-	-	1
	Pardirallus sanguinolentus	3	2	-	-	5
	Podilymbus podiceps	6	-	-	-	6
	Porphyriops melanops	3	2	-	-	5
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	2	2
Total		12	5	2	2	21

Nota: R= Ribera.

Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 62: Abundancia y distribución de avifauna acuática, verano 2023

Estación de muestreo		**E03**	**E04**	**E08**	**E13**	**Total**
Hábitat		R	R	R	R	
Especie	*Anas georgica*	-	-	-	-	0
	Ardea alba	-	1	1	-	2
	Ardea cocoi	-	1	-	1	2
	Egretta thula	-	2	1	-	3
	Fulica armillata	-	1	-	-	1
	Fulica leucoptera	-	3	-	-	3
	Nycticorax nycticorax	-	-	-	-	0
	Pardirallus sanguinolentus	-	1	-	-	1
	Podilymbus podiceps	4	1	-	-	5
	Porphyriops melanops	-	1	-	-	1
	Phalacrocorax brasilianus	-	1	1	1	3
Total		4	12	3	2	21

Nota: R= Ribera.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 63: Abundancia y distribución de avifauna acuática, otoño 2023

Estación de muestreo	**E03**	**E04**	**E08**	**E13**	**Total**

Hábitat		R	R	R	R	
Especie	*Anas georgica*	-	-	-	-	0
	Ardea alba	-	-	-	1	1
	Ardea cocoi	-	-	-	1	1
	Egretta thula	-	-	-	-	0
	Fulica armillata	2	5	-	1	8
	Fulica leucoptera	-	-	-	-	0
	Nycticorax nycticorax	-	-	-	-	0
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	-	0
	Podilymbus podiceps	3	-	-	1	4
	Porphyriops melanops	2	3	-	-	5
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	-	0
Total		7	8	0	4	19

Nota: R= Ribera.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 64: Abundancia y distribución de avifauna acuática, invierno 2023

Estación de muestreo		E03	E04	E08	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	
Especie	*Anas georgica*	-	-	9	-	9
	Ardea alba	-	1	-	-	1
	Ardea cocoi	-	-	-	-	0
	Egretta thula	-	-	-	-	0
	Fulica armillata	-	-	-	-	0
	Fulica leucoptera	-	-	-	-	0
	Nycticorax nycticorax	-	-	-	-	0
	Pardirallus sanguinolentus	-	-	-	-	0
	Podilymbus podiceps	2	-	-	-	2
	Porphyriops melanops	-	-	-	-	0
	Phalacrocorax brasilianus	-	-	-	1	1
Total		2	1	9	1	13

Nota: R= Ribera.

Fuente: ENVIS, 2023.

- Reptiles

Riqueza

Los resultados del muestreo para reptiles indican un total de 4 especies presentes en el área de influencia que corresponden a 3 especies de lagartijas del género *Liolaemus* y 1 colúbrido correspondiente a *Philodryas chamissonis* (culebra de cola larga).

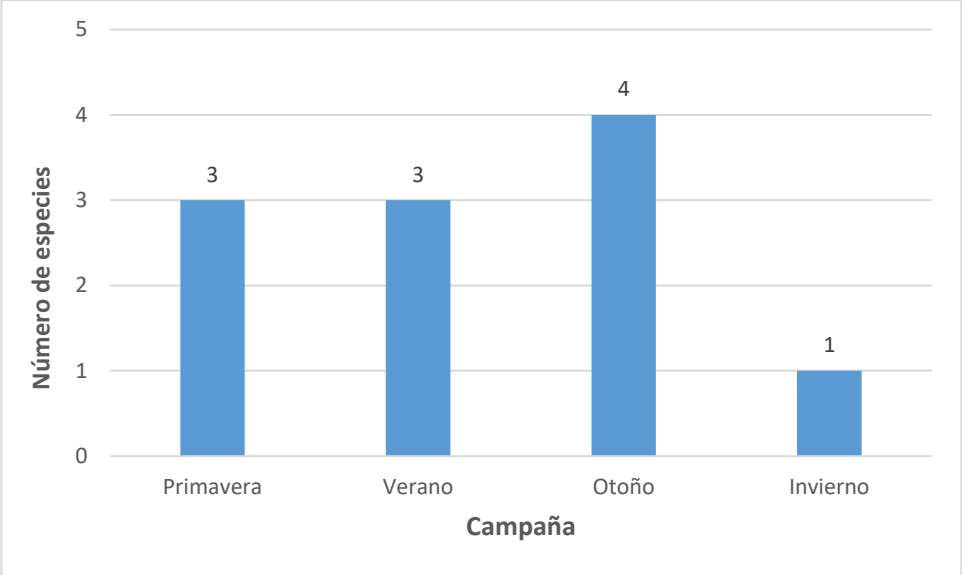
En la siguiente tabla se presenta el listado con el total de especies registradas en las cuatro campañas efectuadas, y después en el grafico siguiente, se señala la variación de la riqueza de reptiles en las cuatro campañas efectuadas.

Tabla 3- 65: Riqueza acumulada de reptiles en el área de influencia

Familia	Especie	Nombre común
Liolaemidae	*Liolaemus chiliensis*	Lagartija chilena
Liolaemidae	*Liolaemus cyanogaster*	Lagartija de vientre azul
Liolaemidae	*Liolaemus tenuis*	Lagartija esbelta
Colubridae	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga

Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 10: Variación estacional en la riqueza de reptiles



Fuente: ENVIS, 2023.

Abundancia y distribución de reptiles

En las siguientes cuatro tablas se presentan las estimaciones de abundancia para reptiles y su distribución en el área de influencia. A excepcion de la época invernal la abundancia de reptiles

observada en las campañas de primavera, verano y otoño es similar, variando de 43 a 49 los ejemplares registrados en cada una. La especie más abundante fue *Liolaemus tenuis* con un total de 98 (69,0%%) ejemplares registrados, le siguen *L. chiliensis* con 28 (19,7%) registros, *L. cyanogaster* con 13 (9,2%) registros y *P. chamissonis* con 3 (2,1%) registros, mientras que 2 registros no identificados a nivel de especie en la campaña de otoño se señalan como *Liolaemus sp*. En cuanto a distribución de reptiles, se observa presencia de una o más especies en todos los sectores del Proyecto, a excepción de las campaña de otoño e invierno donde la ocurrencia de días más fríos y/o lluviosos determinó que algunas estaciones tuvieran cero registros. En cuanto a distribución por tipo de hábitat, la presencia de reptiles es importante en el Bosque ripario (Br) adyacente a los cauces, donde destaca *L. tenuis* usando como sustrato las estructuras verticales de los puentes, y también es importante en la vegetación ruderal (Vr) que crece a los costados y entre ambas pistas de la Ruta 5 Sur.

Tabla 3- 66: Abundancia y distribución de reptiles, primavera 2022

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	Br	V	Pa	Br	Br	
Especie	*L. chiliensis*	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	2	2	-	8
	L. cyanogaster	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	L. tenuis	1	4	2	3	2	2	1	2	4	3	2	5	2	33
	P. chamissonis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2
Total		1	5	2	3	2	2	1	5	4	4	4	8	2	43

Nota: Br= Bosque ripario, V= Vega, Pa= Pradera antrópica.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 67: Abundancia y distribución de reptiles, verano 2023

Estación		E01		E02		E03	E04	E05		E06		E07	E08		E09		E10		E11		E12		E13		Total
Hábitat		Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	
Especie	*L. chiliensis*	-	1	2	3	-	-	-	1	-	1	-	2	1	1	-	-	2	-	1	-	-	2	1	18
	L. cyanogaster	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	4
	L. tenuis	1	-	1	1	2	1	2	-	2	-	3	1	-	2	-	2	-	2	-	4	2	1	-	27

	P. chamissonis	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	0
Total		1	1	4	4	2	1	2	1	2	1	3	3	1	3	1	3	2	2	1	4	3	3	1	49

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal, *= muda de piel.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 68: Abundancia y distribución de reptiles, otoño 2023

Estación		**E01**		**E02**		**E03**	**E04**	**E05**		**E06**		**E07**	**E08**		**E09**		**E10**		**E11**		**E12**		**E13**		**Total**
Hábitat		**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Br**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	**Br**	**Vr**	
Especie	*L. chiliensis*	-	-		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
	L. cyanogaster	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	9
	L. tenuis	2	-	4	1	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	17	-	1	-	34
	Liolaemus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
	P. chamissonis	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-	*	-	-	-	1
Total		2	0	6	5	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	6	1	1	0	19	0	4	1	48

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal, *= muda de piel.

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 69: Abundancia y distribución de reptiles, invierno 2023

Estación		**E01**		**E02**		**E03**	**E04**	**E05**		**E06**		**E07**	**E08**		**E09**		**E10**		**E11**		**E12**		**E13**		**Total**
Hábitat		Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	Br	Vr	
Especie	*L. chiliensis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	L. cyanogaster	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	L. tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4
	P. chamissonis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal.

Fuente: ENVIS, 2023.

- Amphibia

Riqueza de anfibios en el área de influencia

Los resultados del muestreo por transectos y playback para anfibios indican un total de 4 especies presentes en el área de influencia: *Calyptocephalella gayi* (rana chilena), *Pleurodema thaul* (sapito de 4 ojos), *Rhinella arunco* (sapo de rulo) y *Batrachyla taeniata* (ranita de antifaz). Cabe destacar

que los registros se efectuaron principalmente por la observación de larvas y por escucha de vocalizaciones en el día y la noche.

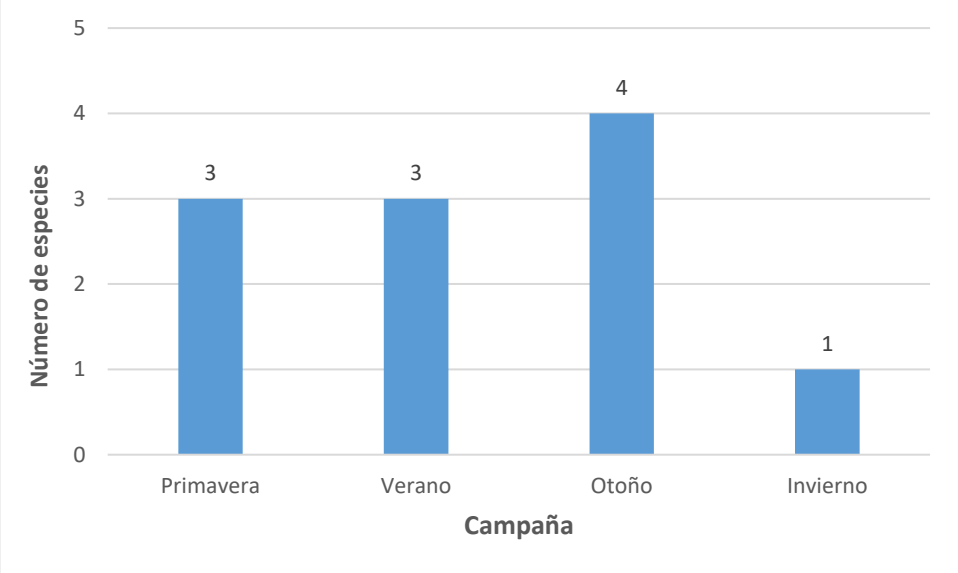
En la tabla siguiente se presenta el listado con el total de especies registradas, y después en el gráfico se indica la variación comparada del número de especies de anfibios entre las cuatro campañas realizadas.

Tabla 3- 70: Riqueza acumulada de anfibios en el área de influencia

Familia	Especie	Nombre común
Calyptocephalellidae	*Calyptocephalella gayi*	Rana chilena
Leptodactylidae	*Pleurodema thaul*	Sapito de 4 ojos
Bufonidae	*Rhinella arunco*	Sapo de rulo
Batrachylidae	*Batrachyla taeniata*	Ranita de antifaz

Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 11: Variación estacional en la riqueza de anfibios



Fuente: ENVIS, 2023.

Abundancia y distribución de anfibios

Se indican las estimaciones de abundancia para anfibios por cada estación de muestreo donde se efectuaron transectos de búsqueda activa y reproducción de señuelos acústicos. Los registros correponden mayormente a observaciones de estadios larvarios presentes en pozas y en la orilla

de lagunas que se forman junto al cauce principal, y también a registros por escucha de vocalizaciones. Cuando el número de larvas era excesivo para su conteo, se optó por efectuar una estimación del número total de individuos.

Los resultados señalan que la abundancia de la batracofauna del área presenta una marcada estacionalidad según la especie. Por registros de larvas, adultos y vocalizaciones en primavera la especie más abundante fue *Pleurodema thaul* (>138 individuos + 24 vocalizaciones), seguida de *Rhinella arunco* (>50 individuos), mientras que en verano y otoño fueron respectivamente *Calyptocephalella gayi* (rana chilena) (>58 individuos) y *Batrachyla taeniata* (ranita de antifaz) (>33 vocalizaciones). En cuanto a abundancia de batracios por sector y época del año, se destacan el río Longaví (E04) por las abundancias de *P. thaul* y *R. arunco* en primavera (>135 individuos + 6 vocalizaciones), el estero Lirutao (E11) por la abundancia de *C. gayi* en verano (>50 individuos) y los esteros Colliguay (E06) y Carbonero (E10) por la abundancia de *B. taeniata* en otoño (>10 y >20 vocalizaciones respectivamente). En invierno se registró solamente un coro de *P. thaul* (>8 vocalizaciones) en el estero Lirutao (E11).

Tabla 3- 71: Abundancia de anfibios por registro de individuos, primavera 2022

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
	P. thaul	-	-	>20	>85	3	-	-	-	-	-	>10	10	-	10	>138
	R. arunco	-	-	-	>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>50
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	>22	>135	3	0	0	0	0	0	>10	10	-	12	>192

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 72: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, primavera 2022

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	P. thaul	-	-	5	6	-	-	-	-	5	-	3	-	-	5	24
	R. arunco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	6	6	0	0	0	0	5	0	3	0	0	5	25

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 73: Abundancia de anfibios por registro de individuos, verano 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	>50	-	1	>58
	P. thaul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	R. arunco	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	4	3	7	0	0	0	0	0	0	0	>50	0	1	>65

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 74: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, verano 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	P. thaul	-	-	-	>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>4
	R. arunco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	0	>4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>4

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 75: Abundancia de anfibios por registro de individuos, otoño 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
	P. thaul	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	R. arunco	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 76: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, otoño 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	P. thaul	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	R. arunco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. taeniata	-	-	-	-	3	-	>10	-	-	-	>20	-	-	-	>33
Total		0	0	0	2	3	0	>10	0	0	0	>20	1	0	0	>36

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 77: Abundancia de anfibios por registro de individuos, invierno 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	P. thaul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	R. arunco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 78: Abundancia de anfibios por registro de vocalizaciones, invierno 2023

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	Total
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R	
Especie	*C. gayi*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	P. thaul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>8	-	-	>8
	R. arunco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	B. taeniata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>8	0	0	>8

Nota: R= Ribera, V= Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

En la siguiente tabla se indican las estaciones de muestreo donde por observaciones de individuos y/o por escucha de vocalizaciones, en las 4 campañas realizadas, se determinó la presencia de batracios.

Tabla 3- 79: Síntesis distribución de anfibios en el área de influencia.

Estación		E01	E02	E03	E04	E05	E06		E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13
Hábitat		R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R
Especie	*C. gayi*	-	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	P
	P. thaul	-	-	P	P	P	-	-	-	P	-	P	P	-	P
	R. arunco	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B. taeniata	-	-	-	-	P	-	P	-	-	-	P	-	-	-

Nota: R= Ribera, V= Vega. P= Presencia (registros por avistamientos y vocalizaciones). Fuente: ENVIS, 2023.

- Mammalia

Riqueza de mamíferos en el área de influencia

Para el área de influencia se identificó mediante cámaras trampa, captura viva, detección acústica y por métodos indirectos un total de 14 especies de mamíferos. Los órdenes más representados son Rodentia (roedores) y Chiroptera (murciélagos) con 5 especies cada uno. Entre los roedores, la familia con mayor diversidad de especies es Cricetidae (3), y entre quirópteros es Vespertilionidae (4). El orden de los carnívoros está representado por 3 especies, 1 nativa (*Galictis cuja*) y 2 introducidas (*Canis lupus familiaris* y *Felis silvestris catus*).

En la tabla siguiente se presenta el listado con el total de especies registradas, y luego, en el gráfico siguiente se indica la variación comparativa del número de especies de mamíferos detectados por métodos directos (observación directa, cámaras trampas, captura viva y detección acústica) entre las cuatro campañas realizadas.

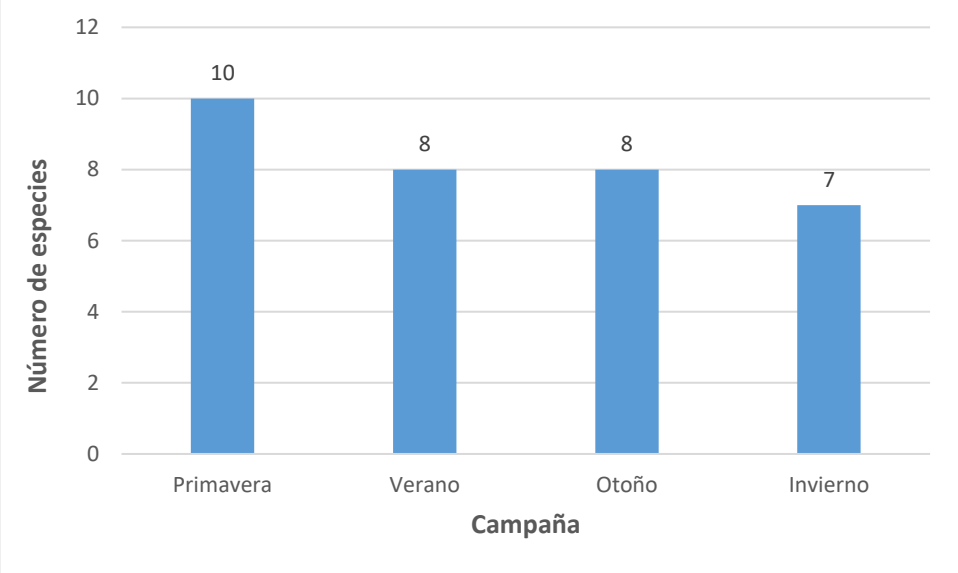
Tabla 3- 80: Riqueza acumulada de mamíferos en el área de influencia

Orden	Familia	Especie	Nombre común
CARNIVORA	Canidae	*Canis lupus familiaris*	Perro doméstico
CARNIVORA	Felidae	*Felis silvestris catus*	Gato doméstico
CARNIVORA	Mustelidae	*Galictis cuja*	Quique
CHIROPTERA	Vespertilionidae	*Histiotus montanus*	Murciélago orejudo menor
CHIROPTERA	Vespertilionidae	*Lasiurus varius*	Murciélago colorado
CHIROPTERA	Vespertilionidae	*Lasiurus villosissimus*	Murciélago ceniciento
CHIROPTERA	Vespertilionidae	*Myotis chiloensis*	Murciélago oreja de ratón del sur
CHIROPTERA	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago de cola libre

Orden	Familia	Especie	Nombre común
LAGOMORPHA	Leporidae	*Oryctolagus cuniculus*	Conejo
RODENTIA	Cricetidae	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo
RODENTIA	Cricetidae	*Abrothrix longipilis*	Ratón lanudo común
RODENTIA	Cricetidae	*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón de cola larga
RODENTIA	Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra
RODENTIA	Myocastoridae	*Myocastor coypus*	Coipo

Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 12: Variación estacional en la riqueza de mamíferos



Fuente: ENVIS, 2023.

Abundancia y distribución de mamíferos

- Cámaras trampa

En las cuatro campañas realizadas se determinó solamente presencia de carnívoros exóticos (perro y gato doméstico) en las 5 estaciones de muestreo donde fueron instaladas unidades de cámaras trampa. Otros registros efectuados con estos dispositivos corresponden a ejemplares de *Rattus sp*. (rata) y de *Oryctolagus cuniculus* (conejo).

Tabla 3- 81: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, primavera 2022

Estación		E03	E04	E08	E12	E13
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br
Especie	*Canis lupus familiaris*	P	P	-	-	-
	Felis silvestris catus	P	P	-	-	-

Nota: Br= Bosque ripario. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 82: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, verano 2023

Estación		E03	E04	E08	E12	E13
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br
Especie	*Canis lupus familiaris*	P	-	P	P	-
	Felis silvestris catus	-	-	-	P	P

Nota: Br= Bosque ripario. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 83: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, otoño 2023

Estación		E03	E04	E08	E12	E13
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br
Especie	*Canis lupus familiaris*	-	P	-	-	-
	Felis silvestris catus	-	P	P	-	P

Nota: Br= Bosque ripario. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 84: Presencia de mamíferos carnívoros en el área de influencia, invierno 2023

Estación		E03	E04	E08	E12	E13
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br
Especie	*Canis lupus familiaris*	-	P	-	-	-
	Felis silvestris catus	-	P	-	-	-

Nota: Br= Bosque ripario. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

- Trampas de captura viva

Los resultados del muestreo de micromamíferos mediante captura con trampas Sherman se indican en las cuatro siguientes tablas. Se capturó un total de 116 roedores en las cuatro campañas realizadas, las especies más abundantes fueron *R. rattus* (rata negra) con 53 (45,7%) ejemplares capturados y *A. olivaceus* (ratón oliváceo) con 49 capturas (42,2%), en cambio las menores abundancias fueron para *O. longicaudatus* (ratón de cola larga) y *A. longipilis* (ratón lanudo común), con 13 (11,2%) y 1 (0,9%) ejemplares capturados respectivamente. La abundancia estacional señala un aumento constante de las poblaciones de roedores desde primavera hasta otoño, y luego una caída marcada de la abundancia en invierno. En cuanto a distribución por hábitat, a partir de la campaña otoño se determina que el ambiente Vegetación ruderal que colinda con la Ruta 5 presenta el mismo ensamble de roedores (*R. rattus*, *A. olivaceus* y *O. longicaudatus*) observado en el ambiente Bosque ripario.

Tabla 3- 85: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, primavera 2022

Estación	Hábitat	N° de trampas	Trampas noche	Éxito captura (%)	Abundancia de micromamíferos				Total
					Abrothrix olivaceus	*Abrothrix longipilis*	*Oligoryzomys longicaudatus*	*Rattus rattus*	
E03	Br	20	40	30,0	6	-	3	3	12
E04	Br	20	40	12,5	2	1	-	2	5
E06	Br	10	20	25,0	2	-	-	3	5
E12	Br	20	40	7,5	3	-	-	-	3
E13	Br	10	20	10,0	2	-	-	-	2
Total					15	1	3	8	27

Nota: Br= Bosque ripario. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 86: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, verano 2023

Estación	Hábitat	N° de trampas	Trampas noche	Éxito captura (%)	Abundancia de micromamíferos				Total
					Abrothrix olivaceus	*Abrothrix longipilis*	*Oligoryzomys longicaudatus*	*Rattus rattus*	
E03	Br	20	40	37,5	8	-	2	5	15
E04	Br	20	40	0	-	-	-	-	0
E06	Br	10	20	40,0	6	-	1	1	8
E12	Br	20	40	12,5	4	-	-	1	5
E13	Br	10	20	35,0	3	-	-	4	7
Total					21	0	3	11	35

Nota: Br= Bosque ripario. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 87: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, otoño 2023

Estación	Hábitat				Abundancia de micromamíferos				Total

		N° de trampas	Trampas noche	Éxito captura (%)	*Abrothrix olivaceus*	*Abrothrix longipilis*	*Oligoryzomys longicaudatus*	*Rattus rattus*	
E03	Br	13	26	42,3	4	-	-	7	11
	Vr	7	14	35,7	1	-	1	3	5
E04	Br	20	40	10,0	-	-	-	4	4
E06	Br	15	30	16,7	-	-	4	1	5
	Vr	5	10	30,0	-	-	-	3	3
E12	Br	20	40	17,5	4	-	-	3	7
E13	Br	20	40	22,5	2	-	-	7	9
	Vr	5	10	10,0	-	-	-	1	1
Total					11	0	5	29	45

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 88: Abundancia, éxito de captura y distribución de micromamíferos en el área de influencia, invierno 2023

Estación	Hábitat	N° de trampas	Trampas noche	Éxito captura (%)	Abundancia de micromamíferos				Total
					Abrothrix olivaceus	*Abrothrix longipilis*	*Oligoryzomys longicaudatus*	*Rattus rattus*	
E03	Br	12	24	8,3	1	-	-	1	2
	Vr	7	14	21,4	1	-	-	2	3
E04	Br	20	40	5,0	-	-	1	1	2
E06	Br	15	30	0	-	-	-	-	0
	Vr	5	10	10,0	-	-	-	1	1
E12	Br	20	40	2,5	-	-	1	-	1
E13	Br	15	30	0	-	-	-	-	0
	Vr	5	10	0	-	-	-	-	0
Total					2	0	2	5	9

Nota: Br= Bosque ripario, Vr= Vegetación ruderal. Fuente: ENVIS, 2023.

- Detección acústica

Durante las cuatro campañas se obtuvieron registros de ecolocalizaciones que permitieron determinar la presencia de 5 especies de quirópteros en el área del Proyecto: *Histiotus montanus* (murciélago orejudo menor), *Lasiurus varius* (murciélago colorado), *Lasiurus villosissimus* (murciélago ceniciento), *Myotis chiloensis* (murciélago orejas de ratón del sur) y *Tadarida brasiliensis* (murciélago cola de ratón). La especie más frecuente fue *T. brasiliensis* cuya presencia por estación fluctuó entre 60 y 90% en las cuatro campañas, mientras que la de menor frecuencia fue *L. varius* que tuvo una fluctuación entre 0 y 10%.

Tabla 3- 89: Presencia de murciélagos en el área de influencia, primavera 2022

Estación	E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13

Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	V	Br	Br	Br	Frecuencia (%)
Especie	*Histiotus montanus*	-	-	P	-	-	-	-	-	-	P	20,0
	Lasiurus varius	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	10,0
	Lasiurus villosissimus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Myotis chiloensis	P	P	-	P	-	P	-	-	-	-	40,0
	Tadarida brasiliensis	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	90,0

Nota: Br= Bosque ripario, V= Vega. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 90: Presencia de murciélagos en el área de influencia, verano 2023

Estación		E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13	Frecuencia (%)
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	V	Br	Br	Br	
Especie	*Histiotus montanus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Lasiurus varius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Lasiurus villosissimus	-	P	-	-	-	-	-	-	-	P	20,0
	Myotis chiloensis	P	P	-	-	P	-	-	-	-	-	30,0
	Tadarida brasiliensis	P	P	-	P	-	-	P	-	P	P	60,0

Nota: Br= Bosque ripario, V= Vega. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 91: Presencia de murciélagos en el área de influencia, otoño 2023

Estación		E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13	Frecuencia (%)
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	V	Br	Br	Br	
Especie	*Histiotus montanus*	P	-	-	-	-	P	-	-	-	-	20,0
	Lasiurus varius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Lasiurus villosissimus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Myotis chiloensis	P	-	-	-	P	P	-	-	-	P	40,0
	Tadarida brasiliensis	-	-	P	P	-	P	P	P	-	P	60,0

Nota: Br= Bosque ripario, V= Vega. P= Presencia. Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 92: Presencia de murciélagos en el área de influencia, invierno 2023

Estación		E02	E03	E04	E05	E06	E08	E10	E11	E12	E13	Frecuencia (%)
Hábitat		Br	Br	Br	Br	Br	Br	V	Br	Br	Br	
Especie	*Histiotus montanus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Lasiurus varius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Lasiurus villosissimus	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	10,0
	Myotis chiloensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
	Tadarida brasiliensis	P	-	P	P	P	P	P	P	-	-	70,0

Nota: Br= Bosque ripario, V= Vega. P= Presencia.Fuente: ENVIS, 2023.

- Detección de huellas, heces y carcasas

En primavera a través del hallazgo de huellas se detectó presencia de *Galictis cuja* (quique) en el ambiente Bosque ripario de la estación E08 (río Ñiquén), información que fue corroborada por el relato de un habitante local, y donde posteriormente en la campaña de otoño se halló el cráneo de un ejemplar. También se determinó la presencia de *Myocastor coipus* (coipo) por medio del reconocimiento de fecas y huellas en los ambientes de Ribera y de Bosque ripario de las estaciones E08 (río Ñiquén) y E12 (estero Rauco). En la estación E02 (río Ancoa) se hallaron 2 pequeños depósitos de heces de quirópteros bajo el puente Ancoa N°1, lo que indicaría su uso como sitio de descanso durante el forrajeo nocturno, descartándose que existan colonias de murciélagos bajo la estructura al no observarse presencia de depósitos mayores ni tampoco individuos ocultos en la estructura durante el día.

En la siguiente tabla se señala la distribución y tipo rastros encontrados, indicándose entre paréntesis el número de puntos con presencia de rastros detectados en cada sector.

Tabla 3- 93: Presencia y distribución de mamíferos por detección de rastros

Estación	*Myocastor coipus*		*Galictis cuja*		Chiroptera	
	Rastro	Hábitat	Rastro	Hábitat	Rastro	Hábitat
E01	Huellas (1)	R	-	-	-	-
E02	-	-	-	-	Heces (2)	Br
E03	-	-	-	-	-	-
E04	-	-	-	-	-	-
E05	-	-	-	-	-	-
E06	-	-	-	-	-	-

Estación	*Myocastor coipus*		*Galictis cuja*		Chiroptera	
	Rastro	Hábitat	Rastro	Hábitat	Rastro	Hábitat
E07	-	-	-	-	-	-
E08	Heces (1)	R	Huellas (1), cráneo (1)	Br	-	-
E09	-	-	-	-	-	-
E10	-	-	-	-	-	-
E11	-	-	-	-	-	-
E12	Heces (4)	R, Br	-	-	-	-
E13	-	-	-	-	-	-

Nota: Br= Bosque ripario, R= Ribera. Fuente: ENVIS, 2023.

3.12.3.2.2 Estado de conservación, criterios de protección y origen de la fauna en el AI

Respecto de especies identificadas en el área de influencia que se encuentran en alguna categoría de conservación, por revisión de los procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente (RCE) se determinó que 18 (22,5%) de las 80 especies registradas se encuentran en esta condición. De las especies clasificadas el 72,2% se encuentran como Preocupación Menor (LC), el 11,1% se encuentran clasificadas como Vulnerable (VU) y como Casi Amenazada (NT), y un 5,6% está clasificada como Datos Insuficientes (DD).

Entre las especies que no se encuentran clasificadas de acuerdo con el RCE, pero que están clasificadas en alguno de los criterios de amenaza de la Ley de Caza (vulnerable y en peligro), se encuentra *Gallinago magellanica* (becacina) en condición de especie vulnerable.

En cuanto al origen de la fauna, 8,75% son especies introducidas, el 8,75% son endémicas de Chile y el 82,5% son especies nativas.

A continuación, en la siguiente tabla se presenta en detalle el origen y estado de conservación de la fauna del área de influencia, señalándose también los criterios de protección del artículo 3 de la Ley de Caza.

Tabla 3- 94: Estado de conservación, criterios de protección Ley de Caza y origen de la fauna

Especie	Origen	Estado de conservación (RCE)	Criterio protección art. 3 Ley de Caza
AVES			
Geranoaetus polyosoma	Nativa	No evaluado	B, E

Especie	Origen	Estado de conservación (RCE)	Criterio protección art. 3 Ley de Caza
Parabuteo unicinctus	Nativa	No evaluado	B, E
Anas georgica	Nativa	No evaluado	-
Anas sibilatrix	Nativa	No evaluado	-
Spatula cyanoptera	Nativa	No evaluado	-
Sephanoides sephanoides	Nativa	No evaluado	B, E
Cathartes aura	Nativa	No evaluado	B
Coragyps atratus	Nativa	No evaluado	B
Chroicocephalus maculipennis	Nativa	No evaluado	B
Gallinago magellanica	Nativa	No evaluado	B, V
Larus dominicaus	Nativa	No evaluado	E
Tringa melanoleuca	Nativa	No evaluado	B, S
Vanellus chilensis	Nativa	No evaluado	B, E
Columba livia	Introducida	No evaluado	-
Columbina picui	Nativa	No evaluado	E
Zenaida auriculata	Nativa	No evaluado	-
Falco sparverius	Nativa	No evaluado	B, E
Milvago chimango	Nativa	No evaluado	-
Callipepla californica	Introducida	No evaluado	-
Fulica armillata	Nativa	No evaluado	-
Fulica leucoptera	Nativa	No evaluado	-
Porphyriops melanops	Nativa	No evaluado	S
Pardirallus sanguinolentus	Nativa	No evaluado	B
Agelasticus thilius	Nativa	No evaluado	B
Anairetes parulus	Nativa	No evaluado	B, E
Aphrastura spinicauda	Nativa	No evaluado	B
Cinclodes oustaleti	Nativa	No evaluado	B
Cinclodes patagonicus	Nativa	No evaluado	B
Cistothorus platensis	Nativa	No evaluado	B, S, E
Colorhamphus parvirostris	Nativa	No evaluado	B, E

Especie	Origen	Estado de conservación (RCE)	Criterio protección art. 3 Ley de Caza
Curaeus curaeus	Nativa	No evaluado	-
Elaenia albiceps	Nativa	No evaluado	B, E
Leistes loyca	Nativa	No evaluado	E
Leptasthenura aegithaloides	Nativa	No evaluado	B
Lessonia ruffa	Nativa	No evaluado	B, E
Mimus thenca	Nativa	No evaluado	B
Passer domesticus	Introducida	No evaluado	-
Pseudasthenes humicola	Endémica[1]	No evaluado	B
Pygochelidon cyanoleuca	Nativa	No evaluado	B, E
Pyrope pyrope	Nativa	No evaluado	B, E
Scytalopus fuscus	Endémica	No evaluado	B
Sicalis luteola	Nativa	No evaluado	-
Spinus barbatus	Nativa	No evaluado	-
Tachycineta leucopyga	Nativa	No evaluado	B, E
Troglodytes aedon	Nativa	No evaluado	B, E
Turdus falcklandii	Nativa	No evaluado	-
Zonotrichia capensis	Nativa	No evaluado	B
Colaptes pitius	Nativa	No evaluado	B
Dryobates lignarius	Nativa	No evaluado	B, S
Ardea alba	Nativa	No evaluado	B
Ardea cocoi	Nativa	LC (DS 06/2017 MMA)	B, S, R
Egretta thula	Nativa	No evaluado	B
Nycticorax nycticorax	Nativa	No evaluado	E
Podilymbus podiceps	Nativa	No evaluado	S, E
Tyto alba	Nativa	No evaluado	B, E
Glaucidium nana	Nativa	No evaluado	B, E
Phalacrocorax brasilianus	Nativa	No evaluado	-
Nothoprocta perdicaria	Endémica	LC (DS 02/2024 MMA)	-
REPTILES			

Especie	Origen	Estado de conservación (RCE)	Criterio protección art. 3 Ley de Caza
Liolaemus chiliensis	Nativa	LC (DS 19/2012 MMA)	B, E, I
Liolaemus cyanogaster	Nativa	LC (DS 23/2019 MMA)	E
Liolaemus tenuis	Endémica	LC (DS 19/2012 MMA)	S, E, V
Philodryas chamissonis	Endémica	LC (DS 16/2016 MMA)	B, E, V
AMPHIBIA			
Calyptocephalella gayi	Endémica	VU (DS 50/2008 MINSEGPRES)	S, E, P
Pleurodema thaul	Nativa	NT (DS 41/2011 MMA)	E, V, F[2]
Rhinella arunco	Endémica	VU (DS 41/2011 MMA)	B, E, V
Batrachyla taeniata	Nativa	NT (DS 42/2011 MMA)	E, V
MAMMALIA			
Canis lupus familiaris	Introducida	No evaluado	-
Felis silvestris catus	Introducida	No evaluado	-
Galictis cuja	Nativa	LC (DS 16/2016 MMA)	B, E, V
Histiotus montanus	Nativa	LC (DS 06/2017 MMA)	B
Lasiurus varius	Nativa	LC (DS 16/2016 MMA)	B
Lasiurus villosissimus	Nativa	DD (DS 16/2016 MMA)	B
Myotis chiloensis	Nativa	LC (DS 06/2017 MMA)	B
Tadarida brasiliensis	Nativa	LC (DS 06/2017 MMA)	B
Oryctolagus cuniculus	Introducida	No evaluado	-
Abrothrix olivaceus	Nativa	No evaluado	E
Abrothrix longipilis	Nativa	LC (DS 19/2012 MMA)	I
Oligoryzomys longicaudatus	Nativa	No evaluado	E
Rattus rattus	Introducida	No evaluado	-
Myocastor coypus	Nativa	LC (DS 16/2016 MMA)	S, V[3]

Nota: RCE: Reglamento de Clasificación de Especies. LC: Preocupación Menor. DD: Datos Insuficientes. NT: Casi Amenazada. VU: Vulnerable. B: Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria. S: Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas. E: Especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. P: Especie catalogada como en peligro de extinción. V: Especie catalogada como en estado de conservación vulnerable. R: Especie catalogada como rara. I: Especie catalogada como escasa o inadecuadamente conocida. F: Especie catalogada como fuera de peligro. [1]: Existe un registro para Mendoza de 1965 sin confirmar. [2]: Clasificada como vulnerable (V) de Coquimbo al Maule y como fuera de peligro (F) del Ñuble (anteriormente región de Bío Bío) a Los Lagos. [3]: Clasificada como vulnerable (V) de Coquimbo al Maule.

Fuente: ENVIS, 2023.

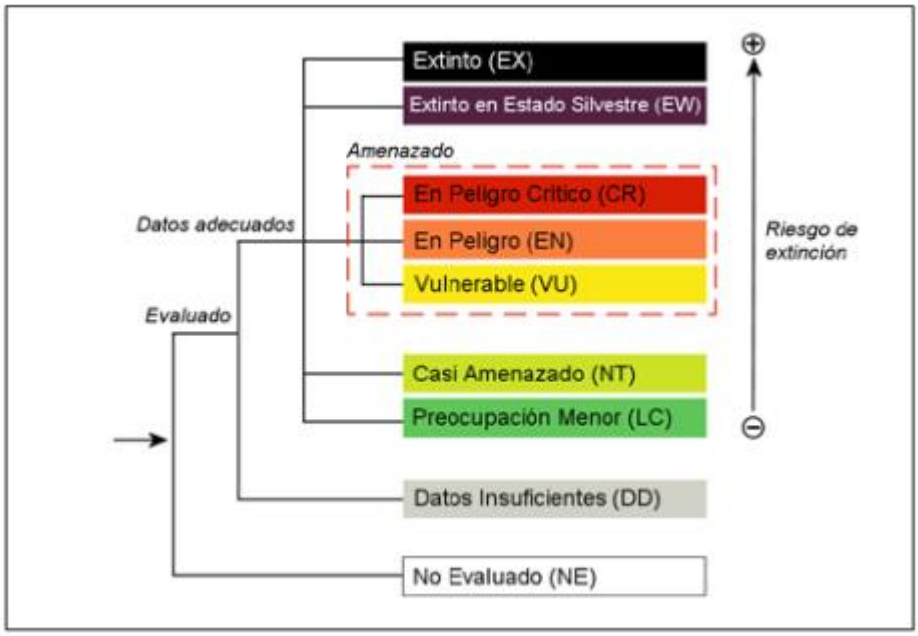
3.12.3.2.3 Identificación de singularidades ambientales

- Presencia de especies clasificadas según su estado de conservación como amenazadas, incluyendo la categoría “casi amenazadas”

De acuerdo con los criterios de clasificación de la UICN, sobre los cuales están basados los procesos de clasificación del Reglamento para Clasificación de Especies (RCE), las categorías de especies amenazadas corresponden a: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU) (ver figura siguiente). En el SEIA se señala que una especie es singular cuando está clasificada en alguna de estas categorías, incluyendo aquellas que están clasificadas como Casi Amenazada (NT). En base a esto se determinó que en el área de influencia hay presencia de 4 especies con condición de singularidad ambiental por estar clasificadas como Vulnerable y Casi Amenazada (ver Tabla siguiente) que corresponden a los 4 anfibios detectados: *Calyptocephalella gayi* (rana chilena), *Pleurodema thaul* (sapito de 4 ojos), *Rhinella arunco* (sapo de rulo) y *Batrachyla taeniata* (ranita de antifaz).

La especie *Gallinago magellanica* (becacina) no se consideraría una singularidad ambiental porque su condición de especie vulnerable establecida el artículo 3 de la Ley de Caza está determinada por criterios distintos a los de la UICN.

Figura 3- 23: Estructura de clasificación de especies de la UICN



Fuente: Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN versión 3.1 (2012).

Tabla 3- 95: Especies clasificadas en categoría de amenaza, incluyendo Casi amenazada

Clase	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza, incluyendo Casi Amenazada	Decreto que lo indica
Amphibia	*Calyptocephalella gayi*	Rana chilena	Vulnerable	DS 50/2008 MINSEGPRES
Amphibia	*Pleurodema thaul*	Sapito de 4 ojos	Casi Amenazada	DS 41/2011 MMA
Amphibia	*Rhinella arunco*	Sapo de rulo	Vulnerable	DS 41/2011 MMA
Amphibia	*Batrachyla taeniata*	Ranita de antifaz	Casi Amenazada	DS 42/2011 MMA

Fuente: ENVIS, 2023.

- Presencia de especies endémicas

Se estableció que la fauna del área de influencia presenta un 8,75% de especies que son endémicas o exclusivas del territorio chileno, las cuales aparecen individualizadas en la siguiente tabla:

Tabla 3- 96: Especies endémicas registradas en el área de influencia

Clase	Especie	Nombre común	Origen
Aves	*Pseudasthenes humicola*	Canastero	Endémica
Aves	*Scytalopus fuscus*	Churrín del norte	Endémica
Aves	*Nothoprocta perdicaria*	Perdiz chilena	Endémica
Reptiles	*Liolaemus tenuis*	Lagartija esbelta	Endémica
Reptiles	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica
Amphibia	*Calyptocephalella gayi*	Rana chilena	Endémica
Amphibia	*Rhinella arunco*	Sapo de rulo	Endémica

Fuente: ENVIS, 2023.

- Presencia de especies de distribución restringida o cuya población es reducida o baja en número

En el área de influencia no se detectaron especies de distribución restringida a escala regional, pero a escala local los anfibios registrados (*Calyptocephalella gayi*, *Pleurodema thaul*, *Rhinella arunco* y *Batrachyla taeniata*) y el roedor *Myocastor coipus* tienen por sus estrategias de vida una presencia restringida por la disponibilidad de hábitats acuáticos (ver tabla siguiente).

Según los criterios de protección del artículo 3 de la Ley de Caza, entre la avifauna registrada las especies *Tringa melanoleuca* (pitotoy grande), *Gallinula melanops* (taguita), *Cistothorus platensis* (chercán de las vegas), *Dryobates lignarius* (Carpinterito), *Ardea cocoi* (garza cuca) y *Podilymbus podiceps* (picureo) están consideradas como *especies con densidades poblacionales reducidas* (criterio S). Esta condición también está asignada a las especies *Calyptocephalella gayi* (rana chilena), *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) y *Myocastor coipus* (coipo) (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 97: Especies de distribución restringida y/o con poblaciones reducidas

Clase	Especie	Nombre común	Distribución restringida	Poblaciones reducidas
Aves	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	-	X
Aves	*Gallinula melanops*	Taguita	-	X
Aves	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	-	X
Aves	*Dryobates lignarius*	Carpinterito	-	X
Aves	*Ardea cocoi*	Garza cuca	-	X
Aves	*Podilymbus podiceps*	Picuero	-	X
Reptilia	*Liolaemus tenuis*	Lagartija esbelta	-	X
Amphibia	*Calyptocephalella gayi*	Rana chilena	X	X
Amphibia	*Pleurodema thaul*	Sapito de 4 ojos	X	-
Amphibia	*Rhinella arunco*	Sapo de rulo	X	-
Amphibia	*Batrachyla taeniata*	Ranita de antifaz	X	-
Mammalia	*Myocastor coipus*	Coipo	X	X

Fuente: ENVIS, 2023.

- Actividad del proyecto que se localiza en o cercana al límite de distribución geográfica de una o más especies nativas (latitudinal o altitudinal)

Se determinó que ninguno de los 14 sectores del Proyecto se ubica en o cerca del límite de distribución geográfica latitudinal o altitudinal de ninguna de las especies nativas registradas.

- Otras singularidades ambientales

  - Presencia de especies de baja movilidad

Para el área de influencia se determinó que entre el total de fauna nativa registrada hay 11 especies con capacidad reducida de desplazamiento, lo que significa una baja capacidad para migrar ante perturbaciones del hábitat. Estas especies aparecen individualizadas en tabla a continuación:

Tabla 3- 98: Especies nativas de baja movilidad presentes en el área de influencia

Clase	Especie	Nombre común	Movilidad
Reptilia	*Liolaemus chiliensis*	Lagartija chilena	Baja
Reptilia	*Liolaemus cyanogaster*	Lagartija de vientre azul	Baja
Reptilia	*Liolaemus tenuis*	Lagartija esbelta	Baja
Reptilia	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Baja
Amphibia	*Calyptocephalella gayi*	Rana chilena	Baja
Amphibia	*Pleurodema thaul*	Sapito de 4 ojos	Baja
Amphibia	*Rhinella arunco*	Sapo de rulo	Baja
Amphibia	*Batrachyla taeniata*	Ranita de antifaz	Baja
Mammalia	*Abrothrix olivaceus*	Ratón oliváceo	Baja
Mammalia	*Abrothrix longipilis*	Ratón lanudo común	Baja
Mammalia	*Oligoryzomys longicaudatus*	Ratón de cola larga	Baja

Fuente: ENVIS, 2023.

  - Presencia de hábitats relevantes

A continuación, se presentan los sectores del Proyecto donde se determinó presencia de hábitats relevantes al observarse actividad reproductiva. Estos corresponden a los hábitats de ribera y de vega donde se observaron larvas y/o se oyeron vocalizaciones de anfibios amenazados, incluyendo aquellos clasificados como especie Casi Amenazada, también riberas donde se determinó que había reproducción de avifauna acuática al observarse grupos familiares con sus polluelos y riberas que funcionan como corredores para mamíferos de alta movilidad (*Myocastor coipus* y *Galictis cuya*).

Tabla 3- 99: Hábitats relevantes para fauna en el área de influencia

Estación	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13
Hábitat	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R
Actividad reproductiva anfibios	-	x	x	x	x	x	-	x	-	x	x	-	x
Actividad reproductiva aves acuáticas	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corredor biológico para mamíferos de alta movilidad	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-

Nota: R= Ribera, V: Vega. Fuente: ENVIS, 2023.

- Resumen de singularidades ambientales

De acuerdo con el resumen de singularidades ambientales presentado a continuación, el anfibio *C. gayi* (rana chilena) se presenta en el área de influencia como una especie altamente sensible al reunir 6 condiciones de singularidad ambiental: especie vulnerable, endémica, restringida a la presencia de hábitat acuático, con poblaciones reducidas, de baja movilidad y por presentar hábitat reproductivo. Otras especies que reúnen al menos la mitad de las singularidades señaladas son *R. arunco* (especie vulnerable, endémica, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva), *P. thaul* (especie casi amenazada, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva), *B. taeniata* (especie casi amenazada, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva) y *L. tenuis* (especie endémica, con poblaciones reducidas y de baja movilidad).

Tabla 3- 100: Resumen de especies con condición de singularidad ambiental

Especie	Amenazada	Endémica	Distribución restringida	Poblaciones reducidas	Baja movilidad	Presenta hábitat relevante	Total
Tringa melanoleuca				X			1
Pseudasthenes humicola		X					1
Nothoprocta perdicaria		X					1
Gallinula melanops				X		X	2
Cistothorus platensis				X			1

Especie	Amenazada	Endémica	Distribución restringida	Poblaciones reducidas	Baja movilidad	Presenta hábitat relevante	Total
Dryobates lignarius				X			1
Ardea cocoi				X			1
Podilymbus podiceps				X		X	2
Liolaemus chiliensis					X		1
Liolaemus cyanogaster					X		1
Liolaemus tenuis		X		X	X		3
Philodryas chamissonis		X			X		2
Calyptocephalella gayi	X	X	X	X	X	X	6
Pleurodema thaul	X		X		X	X	4
Rhinella arunco	X	X	X		X	X	5
Batrachyla taeniata	X		X		X	X	4
Abrothrix olivaceus					X		1
Abrothrix longipilis					X		1
O. longicaudatus					X		1
Galictis cuya						X	1
Myocastor coipus			X	X			2

Fuente: ENVIS, 2023.

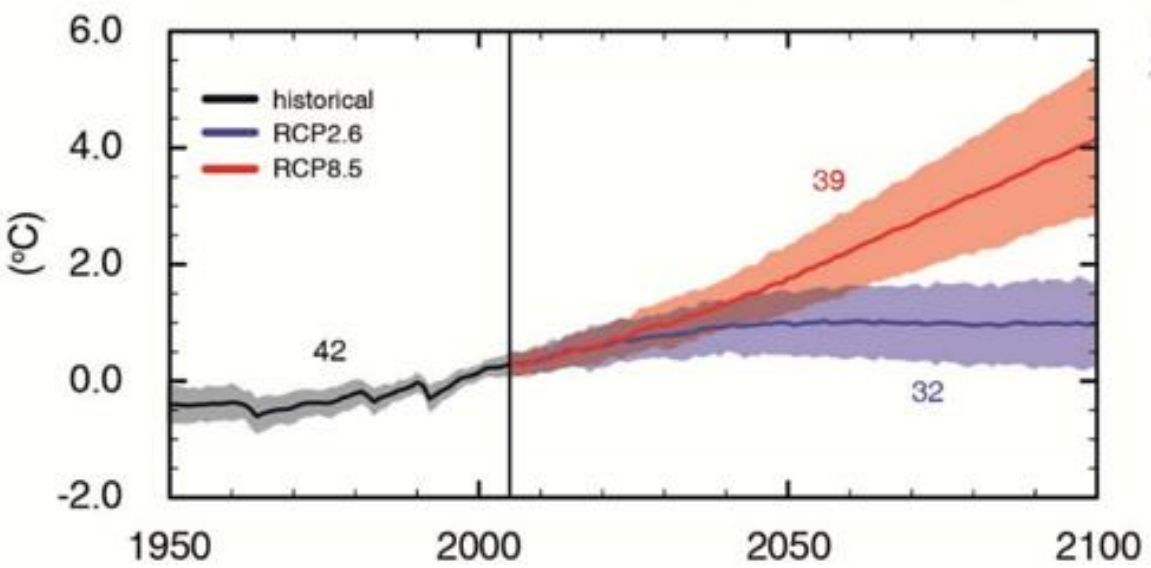
3.12.3.2.4 Riesgo climático

- Marco conceptual

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el cambio climático como: *"un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".* Si bien se trata de cambios a largo plazo en las temperaturas y patrones climáticos cuyas implicancias futuras sobre la biota son aún inciertas, se han generado proyecciones basadas en modelos matemáticos complejos que conjugan factores climáticos, biológicos, sociales, económicos, entre otros, sus interacciones y retroalimentación.

Para identificar el riesgo climático sobre la fauna en el Área de Influencia se consultó el visualizador web del Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim). Esta herramienta es un proyecto del Ministerio del Medioambiente del Gobierno de Chile, desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global (CCG-Universidad Católica de Chile) en colaboración con otras instituciones nacionales e internacionales, y cuyo propósito es desarrollar un conjunto de mapas de riesgo relacionados con el cambio climático para Chile empleando un marco conceptual común y una amplia base de datos, y que considera el cambio del clima entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro mediano (2035- 2065) bajo un escenario pesimista de intensas emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5) (ver figura siguiente), lo que cumple con dar un piso para la toma de decisiones bajo el principio precautorio.

Figura 3- 24: Proyección del aumento de temperatura bajo escenario pesimista RCP8.5



Fuente: Meteodata, 2020.

La modelación de los mapas de riesgo climático para la biodiversidad de ARClim se obtiene mediante de la formula Riesgo= Amenaza x Exposición x Vulnerabilidad. La Amenaza corresponde a la diferencia entre el clima actual y el futuro (definido para la temperatura media anual y precipitación anual); la Exposición es la perdida de superficie con vegetación natural en cada ecosistema terrestre, definido por la categoría de conservación en la lista roja de ecosistemas de Chile, este criterio define porcentajes de perdida para la definición de cada categoría, donde Vulnerable implica un 30% de perdida, En Peligro un 50% y En Peligro Crítico un 80% (Pliscoff, 2015); por último la Vulnerabilidad se obtiene del cociente entre la sensibilidad y la capacidad adaptativa de las especies. La sensibilidad es cuan cerca están las condiciones climáticas en un píxel con resolución de 5 km respecto al límite superior esperado, mientras que la capacidad

adaptativa es definida por el rango de distribución de una especie (ej. especies con un rango de distribución pequeño indicarán una baja amplitud de nicho y serán más sensibles a los cambios futuros en las variables climáticas).

La ecuación resultante permite obtener el Riesgo, el cual representa la desviación de los márgenes climáticos históricos respecto al futuro que podrían soportar el conjunto de especies de flora y fauna en un píxel de 5 km. Los valores de riesgo al cambio climático obtenidos se agrupan en Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto o en categorías cuantitativas discretas que agrupan los valores entre 0 y 1,0, tanto por ecosistemas como por comunas a escala nacional.

Ecuación: $$R = A \times E \times V$$

Donde,

Amenaza (A): Es estimada por la diferencia entre el clima actual y el futuro utilizando las variables temperatura promedio anual (°C) y precipitación media anual (mm).

Exposición (E): Superficie de vegetación natural disponible, definida a partir de la categoría de conservación en la Lista roja de ecosistemas de Chile (Pliscoff, 2015) o de las especies que se distribuirían en el mismo pixel en el futuro.

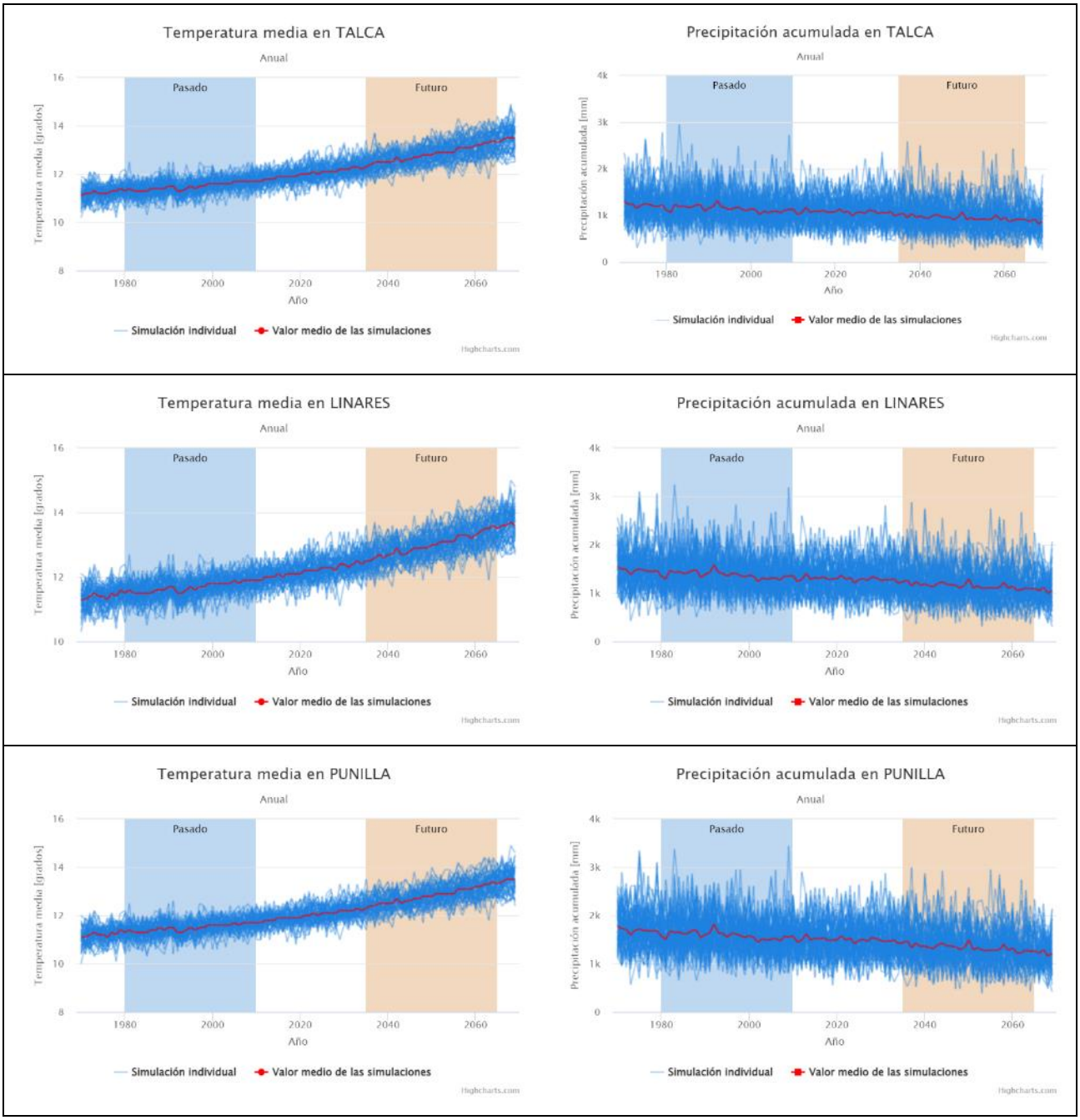
Vulnerabilidad (V): Sensibilidad dividida por la Capacidad adaptativa.

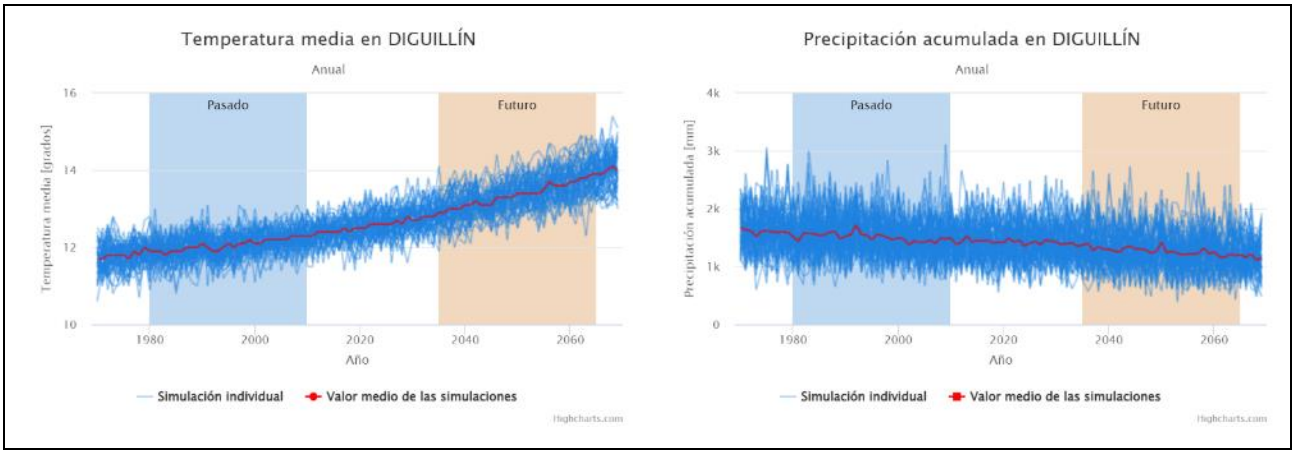
Finalmente, los mapas resultantes de la modelación representan dos cadenas de impacto sobre el componente biodiversidad: *Pérdida de fauna por cambios de precipitación* y *Pérdida de fauna por cambios de temperatura*. Ambos representan la proyección para el periodo 2035-2065 de los efectos adversos por el cambio futuro de las condiciones de precipitación y temperatura promedio anual de Chile continental a nivel de comuna.

- Proyección climática para el área evaluada

En las siguientes gráficas se representa la evolución climática entre el pasado reciente y el futuro cercano en las provincias abarcadas por el Proyecto. El clima futuro representado (periodo 2035-2065), corresponde a una proyección obtenida a partir de una simulación climática que considera un escenario de intensas emisiones de gases de efecto invernadero (escenario RCP8,5). Para las cuatro provincias consideradas, el simulador de ARClim indica para el periodo 2035-2065 un incremento de la temperatura media anual y de la precipitación acumula anual (ver figura siguiente).

Figura 3- 25: Proyección en la temperatura media y precipitación acumulada para las provincias de Talca, Linares, Punilla y Diguillín





Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

- Mapas de riesgo climático

En las siguientes secciones, se presentan los mapas de riesgo para la biodiversidad de especies de fauna junto con la matriz de riesgo climático de las nueve comunas donde se ubican las áreas de influencia de los distintos sectores que componen el Proyecto (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 101: Comunas consideradas en el análisis de riesgo climático

Comuna	Sector del Proyecto
Villa Alegre	Puente Cunaco Oriente
Linares	Puente Ancoa N°1, Puente Ancoa N°2 Oriente
Longaví	Puente Longaví Oriente
Retiro	Puente Longaví Oriente, Puente Copihue Oriente y Poniente, Puente Colliguay Oriente
Parral	Puente Colliguay Oriente, Puente Parral Oriente y Ramales Orientes y Poniente
Ñiquén	Puente Ñiquén Oriente
San Carlos	Puente Navotavo Oriente, Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local, Puente Ninquihue Poniente, Puente Menelhue Poniente
Chillán Viejo	Puente Nebuco Oriente y Poniente Calle Local

Fuente: ENVIS, 2023.

Pérdida de fauna por cambios de precipitación

De acuerdo con la tabla y los mapas presentados a continuación, ocho comunas presentan un índice alto de riesgo de pérdida de diversidad de fauna como consecuencia de la disminución de la precipitación proyectada para el período 2035-2065, respecto del periodo histórico comprendido

entre 1980 y 2010. Solo la comuna de Parral presenta un riesgo algo menor (0,585) que se puede clasificar entre moderado y alto.

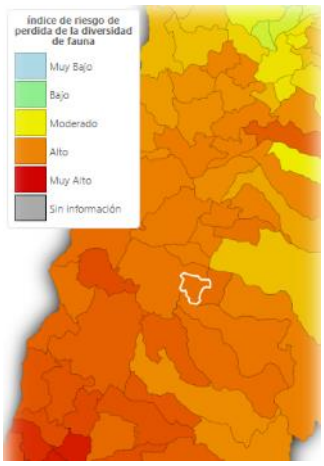
Tabla 3- 102: Matriz de riesgo para la diversidad de fauna por cambios de precipitación

Comuna	Í. de amenaza	Í. de exposición	Í. de sensibilidad	Í. de riesgo	Clasificación de riesgo
Villa Alegre	0,4061	0,7706	0,1483	0,6286	Alto
Linares	0,5907	0,38	0,2013	0,624	Alto
Longaví	0,5868	0,4516	0,2185	0,6344	Alto
Retiro	0,4333	0,775	0,1564	0,6563	Alto
Parral	0,5413	0,5165	0,2101	0,585	Moderado-Alto
Ñiquén	0,4605	0,7641	0,1588	0,6657	Alto
San Carlos	0,4587	0,7747	0,1693	0,6751	Alto
Chillán Viejo	0,4369	0,8909	0,152	0,6949	Alto

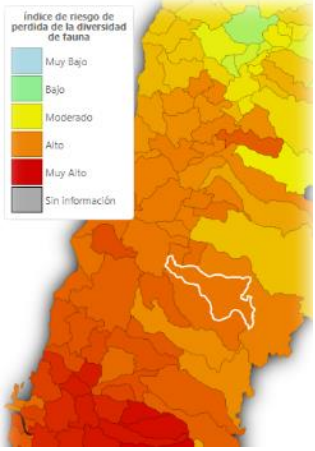
Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

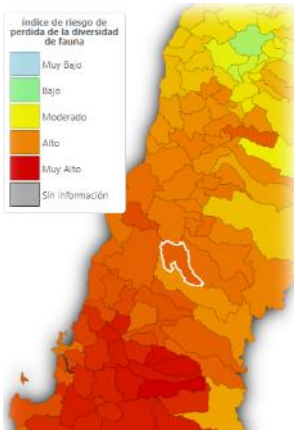
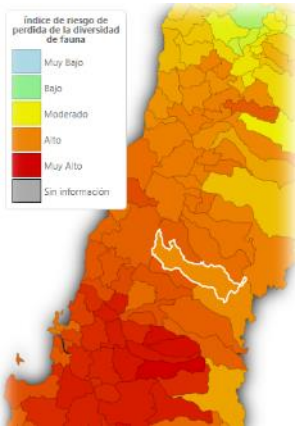
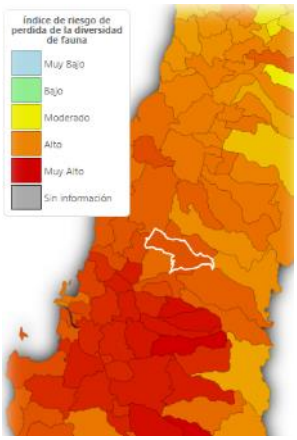
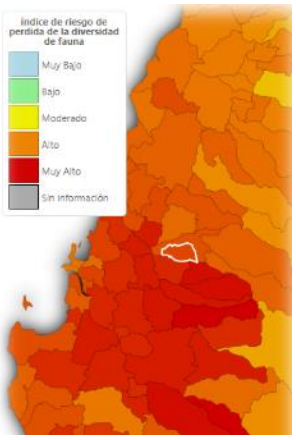
Figura 3- 26: Mapas de riesgo para la diversidad de fauna por cambios en precipitación

Villa Alegre



Linares



Retiro 	Parral 
San Carlos 	Chillán Viejo 

Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

Pérdida de fauna por cambios de temperatura

La clasificación de riesgo por cambio de temperatura se presenta de manera cuantitativa agrupando los valores de riesgo en seis categorías, donde el mínimo cambio tiene valor 0 y el máximo cambio tiene valor 1,0. De acuerdo al análisis de riesgo presentado en la tabla siguiente y en la figura siguiente, como consecuencia del aumento de la temperatura promedio anual proyectado para el periodo 2035-2065, seis comunas presentan un índice de riesgo de 0,8 que puede clasificarse como riesgo alto, mientras que tres presentan un riesgo de 0,6 que puede clasificarse como moderado.

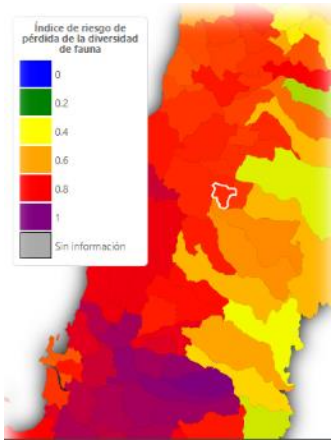
Tabla 3- 103: Matriz de riesgo para la diversidad de fauna por cambios de temperatura

Comuna	Í. de amenaza	Í. de exposición	Í. de sensibilidad	Í. de riesgo	Clasificación de riesgo
Villa Alegre	0,1997	0,7706	0,0457	0,6128	0,8
Linares	0,2144	0,38	0,0694	0,519	0,6
Longaví	0,2096	0,4516	0,0701	0,512	0,6
Retiro	0,2076	0,775	0,0483	0,6294	0,8
Parral	0,2044	0,5165	0,0878	0,4621	0,6
Ñiquén	0,1988	0,7641	0,0521	0,64	0,8
San Carlos	0,1986	0,7747	0,0623	0,6411	0,8
Chillán Viejo	0,2018	0,8909	0,0563	0,6969	0,8

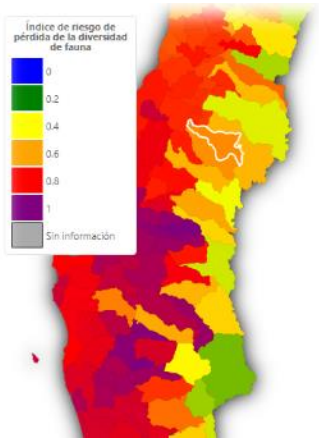
Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

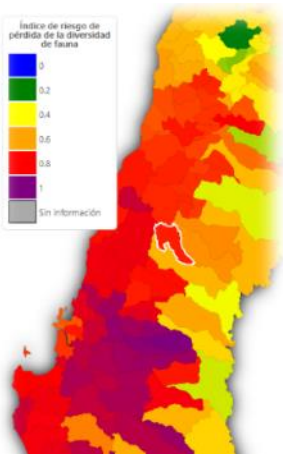
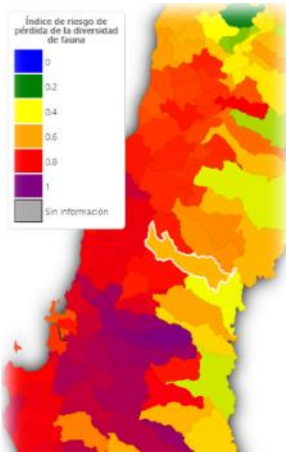
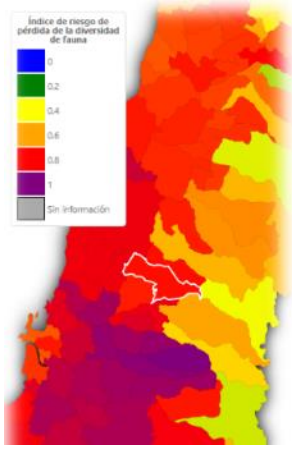
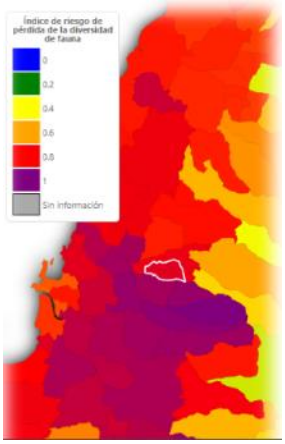
Figura 3- 27: Mapas de riesgo para la diversidad de fauna por cambios en temperatura

Villa Alegre



Linares



Retiro 	Parral 
San Carlos 	Chillán Viejo 

Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

Mapa de especies

De acuerdo con lo señalado en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA, 2023), de existir un riesgo moderado, alto o muy alto en las cadenas de riesgo climático, será necesario evaluar la pérdida de probabilidad de presencia de especies de fauna según lo proyectado en el Mapa de Especies del visualizador web ARClim, a fin de reconocer sinergismos negativos entre el Proyecto y la amenaza climática. Se debe verificar esta probabilidad para cada especie impactada, en particular para aquellas en estado de conservación, dominantes del ecosistema, indicadoras de condición o para aquellas que sean descritas como un recurso escaso, único o representativo.

El Mapa de Especies señala la distribución de especies de flora y fauna nativas y endémicas de Chile continental, para un periodo histórico reciente (1980-2010) y un periodo futuro cercano (2035-2065) bajo el escenario RCP8.5. La probabilidad de presencia por especie se obtiene a partir de un modelo estadístico que emplea variables ambientales y observaciones georreferenciadas. En cada caso se muestra probabilidad de que en cada pixel existan condiciones ambientales propicias para la existencia (presencia) de las especies, donde cada pixel de celda de 5x5 km^2 contiene valores entre 0 y 1 (nula y máxima probabilidad de presencia respectivamente).

En el contexto de pérdida de biodiversidad por la amenaza climática, se evaluó el cambio en la probabilidad de presencia de las especies animales que fueron observadas en el área de influencia del Proyecto, seleccionándose aquellas que están evaluadas con el modelo de distribución del Mapa de Especies (ver tabla siguiente).

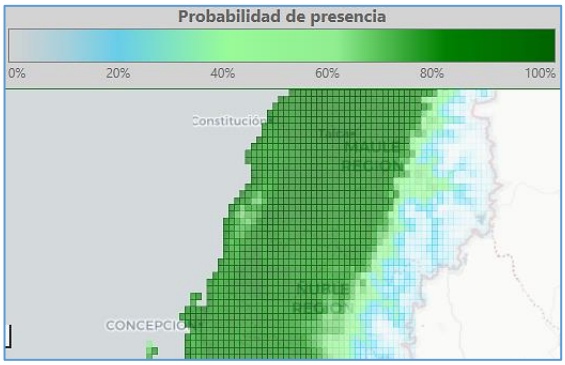
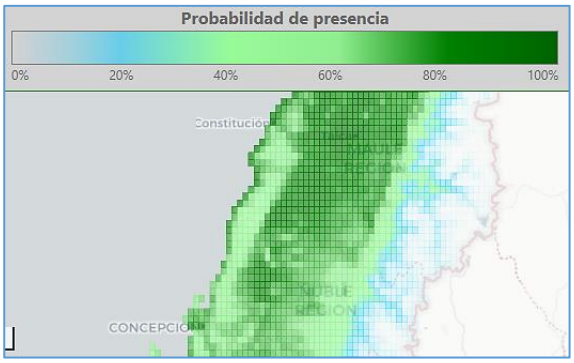
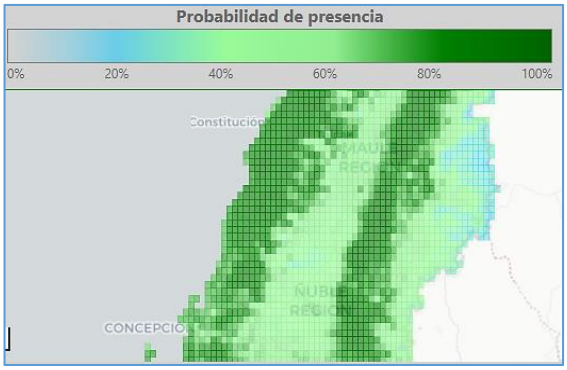
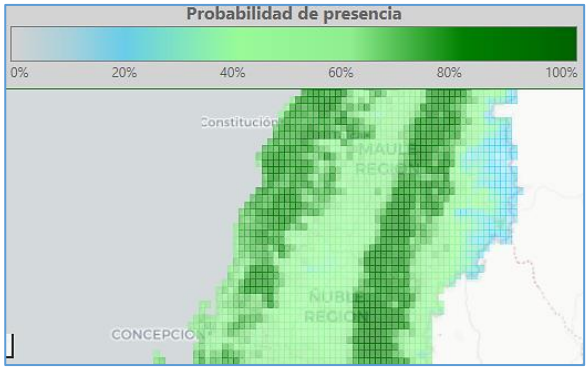
Tabla 3- 104: Especies evaluadas según su probabilidad de presencia

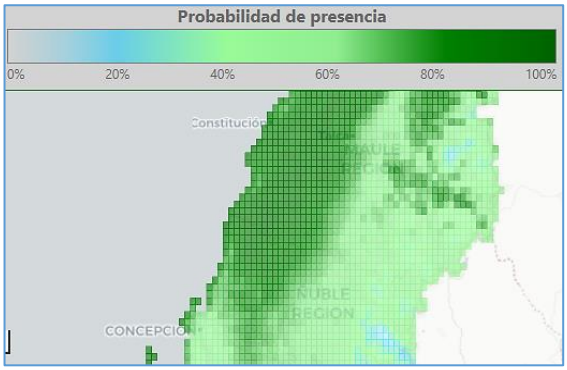
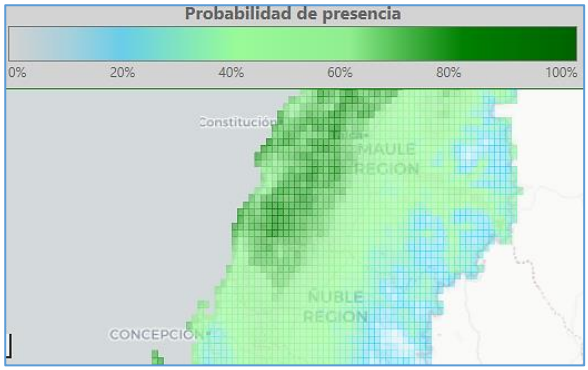
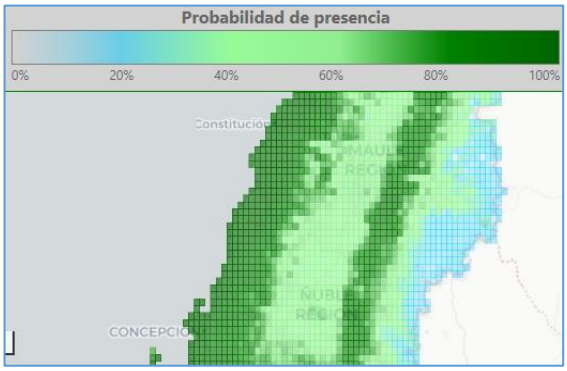
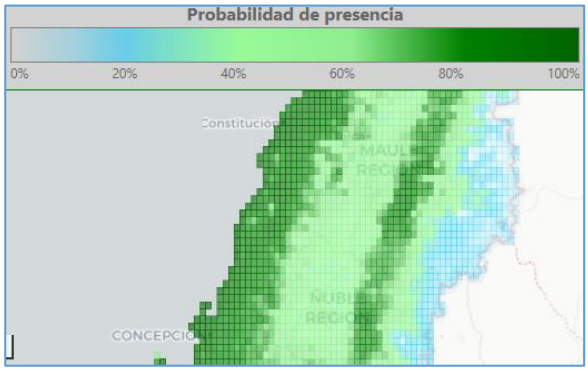
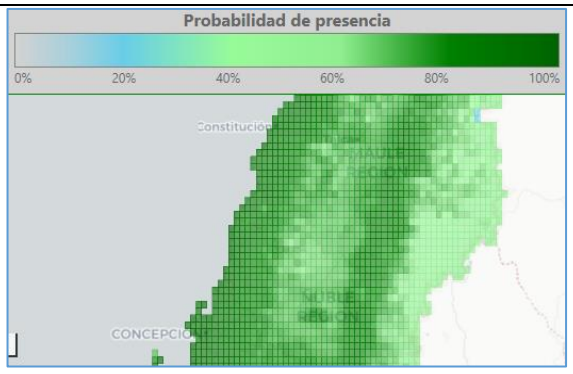
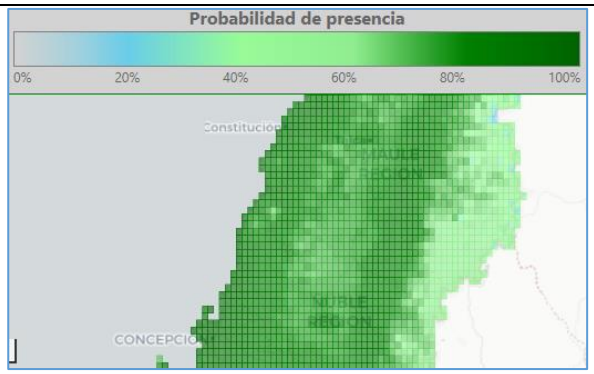
Clase	Especie	Nombre común	Origen	Estado de conservación
Reptiles	*Liolaemus chiliensis*	Lagartija chilena	Nativa	Preocupación Menor
Reptiles	*Liolaemus tenuis*	Lagartija esbelta	Endémica	Preocupación Menor
Reptiles	*Philodryas chamissonis*	Culebra de cola larga	Endémica	Preocupación Menor
Amphibia	*Pleurodema thaul*	Sapito de 4 ojos	Nativa	Casi Amenazada
Mammalia	*Myotis chiloensis*	Murciélago oreja de ratón del sur	Nativa	Preocupación Menor
Mammalia	*Abrothrix longipilis*	Ratón lanudo común	Nativa	Preocupación Menor
Mammalia	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativa	Preocupación Menor

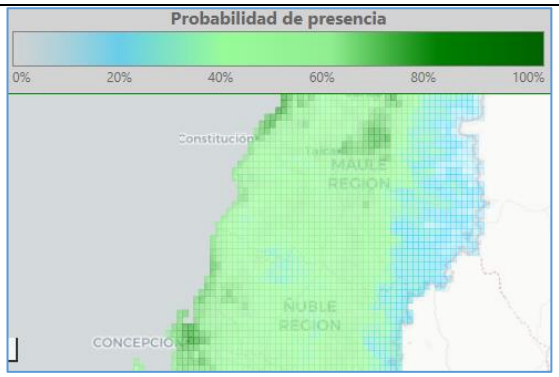
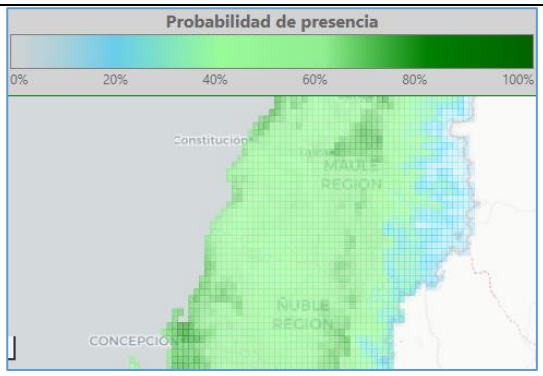
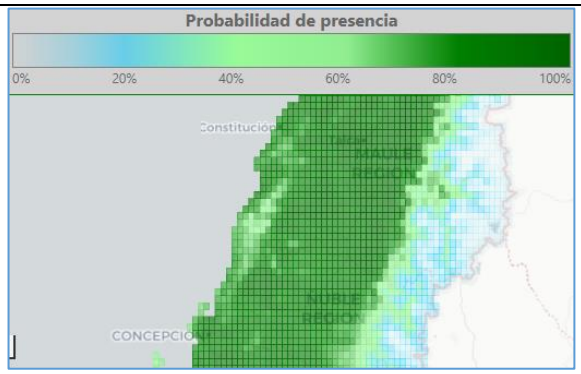
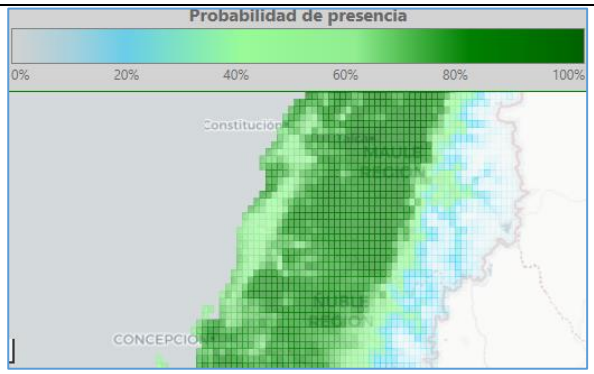
Fuente: ENVIS, 2023.

La proyección climática señala cambios en la probabilidad de presencia de las especies en evaluación para el periodo 2035-2065 (ver tabla siguiente). El área en evaluación, correspondiente al valle longitudinal en las provincias de Talca, Linares, Punilla y Diguillín, presenta en todos los casos cambio en la coloración de los pixeles, indicando un cambio de los factores ambientales del hábitat que condiciona la existencia de las especies en el territorio. En comparación con el clima del periodo histórico, la decoloración de los pixeles en la proyección futura del clima señala un cambio desfavorable de las condiciones ambientales, teniendo por efecto una disminución en la probabilidad de presencia de este conjunto de especies. De acuerdo con lo observado en el mapa, la especie más impactada en su distribución por el cambio climático sería *Philodryas chamissonis* (culebra de cola larga), que disminuye su presencia marcadamente hacia los territorios poniente y nororiente de las regiones de Maule y Ñuble, en cambio *Myotis chiloensis* (murciélago oreja de ratón del sur) se vería favorecido por el cambio de condiciones al aumentar levemente su presencia en el territorio analizado.

Tabla 3- 105: Cambios en la distribución de fauna bajo un escenario climático pesimista RCP8.5

Liolaemus chiliensis	
Clima histórico	Clima futuro
	
Liolaemus tenuis	
Clima histórico	Clima futuro
	
Philodryas chamissonis	
Clima histórico	Clima futuro

	
Pleurodema thaul	
Clima histórico	Clima futuro
	
Myotis chiloensis	
Clima histórico	Clima futuro
	
Abrothrix longipilis	
Clima histórico	Clima futuro

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Myocastor coypus</td></tr>
<tr><td>Clima histórico</td><td>Clima futuro</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

Fuente: http://www.arclim.mma.gob.cl

3.12.4 CONCLUSIONES

Mediante campañas efectuadas en primavera, verano, otoño e invierno se realizó un levantamiento de fauna vertebrada terrestre en el área de influencia del Proyecto. Las prospecciones efectuadas en terreno, más la recopilación de antecedentes bibliográficos permitieron determinar que el hábitat se encuentra profundamente modificado por la acción antrópica, estando la vegetación nativa original casi completamente reemplazada por tierras de cultivo y por especies exóticas invasoras como el aromo (*Acacia dealbata*), sauce (*Salix babilonica*) y la zarzamora (*Rubus ulmifolius*). Además, el ecosistema se encuentra alterado debido a la extendida presencia de fauna invasora de origen exótico (conejos, perros, gatos y ratas). En este contexto los hábitats asociados a ríos y esteros adquiere relevancia como áreas donde la fauna nativa se ha relegado encontrando refugio (ej. carnívoros y reptiles), áreas de tránsito (ej. quirópteros) y sitios de reproducción (ej. aves y anfibios). Particularmente los cursos de agua (ambiente de ribera) junto con la vegetación riparia de los márgenes (ambiente de bosque ripario), representan un hábitat de relevancia para fauna con alguna condición de singularidad ambiental, es decir, especies amenazadas, endémicas, de baja movilidad, con poblaciones reducidas o de distribución restringida que ahí tiene sus áreas de reproducción, como por ejemplo los anfibios *C. gayi* (rana chilena), *R. arunco* (sapo de rulo) y *P. thaul* (sapito de 4 ojos).

En base a los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones sobre los objetivos planteados en este estudio:

- Mediante recopilación bibliográfica se generó un listado de 104 vertebrados terrestres potenciales en el área de influencia, que se desglosa en 80 aves (76,9%), 12 mamíferos (12,5%), 7 reptiles (6,7%) y 4 anfibios (3,9%).

- Se identificaron y describieron los hábitats para fauna representados en el área de influencia que corresponden a Ribera, Bosque ripario, Vegetación ruderal, Vega y Cultivo.

- A través de metodologías específicas para la descripción de los diferentes grupos de fauna considerados en este estudio, se determinó que en el área de influencia hay presencia de 58 especies de aves, 4 especies de reptiles, 4 especies de anfibios y 14 especies de mamíferos.

- La mayor abundancia de aves se registró en invierno con 359 registros, le sigue verano con 356, otoño con 315 y primavera con 258 registros. Las especies de mayor abundancia corresponden a paseriformes. Las abundancias de aves acuáticas censadas variaron poco de primavera a otoño al fluctuar entre 21 y 19 individuos, mientras que en invierno la abundancia disminuyó a 13 individuos. Entre rapaces que son cazadores estrictos se tiene una riqueza de 5 especies (*Geranoaetus polyosoma, Parabuteo unicinctus, Falco sparverius*,

Tyto alba y Glaucidium nana), pero registradas en baja abundacia y baja presencia en el área estudiada.

- Entre reptiles la especie más abundante fue *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) (69,0%), registrándose en todas las estaciones de muestreo y generalmente ocupando como sustrato las estructuras verticales de los puentes, mientras que la menos abundante fue *P. chamissonis* (culebra de cola larga) (2,1%). Las abundancias de reptiles entre primavera y otoño son similares al variar de 43 a 49 ejemplares, en cambio la abundancia cae a 4 ejemplares en invierno como consecuencia de las condiciones climaticas desfaborables al momento de realizar la campaña.

- Se registraron anfibios en 9 de los 13 sectores del Proyecto. Los resultados señalan que la actividad y abundancia de la batracofauna en el área estudiada presentan una marcada estacionalidad según la especie. La abundancia por sector y por época del año señalan como sectores importantes para batracios al rio Longaví, y los esteros Lirutao, Colliguay y Carbonero.

- Respecto de quirópteros se determinó que la especie más frecuentemente registrada fue *Tadarida brasiliensis* (murciélago cola de ratón) y la con menor frecuencia *Lasiurus varius* (murciélago colorado).

- En cuanto a micromamíferos, las especies con mayor número de capturas fueron *Rattus rattus* (rata negra) (45,7%) y *Abrothrix olivaceus* (ratón oliváceo) (42,2%), y las menos abundantes fueron *Oligoryzomys longicaudatus* (ratón de cola larga) (11,2%) y *Abrothrix longipilis* (ratón lanudo común) (0,9%). Entre mamíferos mayores, se detectó presencia de *Myocastor coipus* (coipo) en tres sectores del proyecto por el hallazgo de heces y huellas en los hábitats de ribera y bosque ripario, y también por el hallazgo de huellas y de un cráneo se detectó la presencia de *Galictis cuja* (quique). Se determinó la presencia de depredadores exóticos (perros y gatos) en todos los sectores donde se usaron cámaras trampa.

- En cuanto al origen de la fauna, en el área de influencia, 8,75% son especies introducidas, 8,75% son endémicas de Chile y el 82,5% son especies nativas.

- Se determinó que el 22,5% de especies registradas en el área de influencia están en alguna categoría de conservación de acuerdo al RCE: 13 están clasificadas como Preocupación Menor, 2 están como Vulnerable, 2 están clasificadas como Casi Amenazada y 1 como Datos Insuficientes.

- Se determinó la existencia de hábitats relevantes (ribera y vega) en 9 de 13 sectores del Proyecto (E02, E03, E04, E05, E06, E08, E10, E11, E13) por su importancia para la reproducción de anfibios clasificados en categoría de amenaza o casi amenazados, 1 sector

por presentar actividad reproductiva de avifauna acuática (E03) y 3 sectores por presentar corredor para mamíferos de alta movilidad (E01, E08 y E12).

- La especie que presentó mayor grado de singularidad ambiental fue *Calyptocephalella gayi* (rana chilena) al reunir 6 condiciones (vulnerable, endémica, de distribución localmente restringida, con poblaciones reducidas, de baja movilidad y por presentar hábitat reproductivo), le siguen *Rhinella arunco* (sapo de rulo) con 5, *Pleurodema thaul* (sapito de 4 ojos) con 4, *Batrachyla taeniata* (ranita de antifaz) con 4 y *Liolaemus tenuis* (lagartija esbelta) con 3.
- Mediane el visualizador de mapas del Atlas de Riesgos Climáticos o ARClim, se determinó que las nueve comunas donde se emplaza el Proyecto tienen proyectado riesgos por amenaza climática para el periodo 2035-2065, bajo un escenario pesimista de elevadas emisiones, con valores de riesgo que sitúan entre Moderado y Alto los cambios en los patrones de temperatura y precipitación. Respecto de la fauna, a través del Mapa de Especies de ARClim se determinó que para las provincias donde se ubicará el Proyecto, se proyectan cambios en los patrones de distribución de especies, ya que seis de siete especies evaluadas disminuirán su probabilidad de presencia.

3.12.5 BIBLIOGRAFÍA

CEI, J. M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 108 pp.

CHÁVEZ, F. & CERDA, J. 2012. Documento general: Guía para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Chile. 50 pp

COUVE E., VIDAL C., & RUIZ J. 2016. Aves de Chile. Sus islas oceánicas, y Península antártica. FS Editorial, Chile. 550 pp.

CORREA, C. 2019. Nueva lista comentada de los anfibios de Chile (Amphibia, Anura). Boletín Chileno de Herpetología, Chile. 6: 1-14.

DEMANGEL, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Chile. 619 pp.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 pp.

JARAMILLO, A., P. BURKE & D. BEADLE. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 240 pp.

LUEBERT, F & PLISCOFF, P. 2018. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Chile. 316 pp.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile: marsupiales, quirópteros, edentados y roedores. Gayana zoología N° 40. Universidad de Concepción, Chile. 342 pp.

MEDRANO, F., R. BARROS, H.V. NORAMBUENA, R. MATUS & F. SCHMITT. 2018. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile. 670 pp.

MELLA, J. 2017. Guía de campo de reptiles de Chile. Tomo 1: Zona central, Peñaloza G., A.P.(Ed.). Santiago, Chile. 308 pp.

METEODATA. 2020. Atlas de riesgo climático: Explorador de amenazas climáticas. Descripción de la base de datos.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 1998. Ley N° 19.473, modificado por DS N°5/1998. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 7 de diciembre de 1998.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2011. DS29/2011 Reglamento para la Clasificación de Especies según Estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 27 de abril de 2012.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2007. DS151/2007 Primera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 24 de marzo de 2007.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008a. DS50/2008 Segunda Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 30 de junio de 2008.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008b. DS51/2008 Tercera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 30 de junio de 2008.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2009. DS23/2009 Cuarta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 7 de mayo de 2009.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2011. DS33/2011 Quinta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 27 de febrero de 2012.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2011. DS41/2011 y 42/2012 Sexta y Séptima Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 11 de abril de 2012.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2012. DS19/2012 Octava Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 11 de febrero de 2013.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2013. DS13/2013 Novena Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 25 de julio de 2013.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2014. DS52/2014 Décima Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 29 de agosto de 2014.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2015. DS38/2015 Décimo primera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 4 de diciembre de 2015.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2016. DS16/2016 Décimo segunda Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 30 de septiembre de 2016.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2017. DS6/2017 Décimo tercera Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 2 de junio de 2017.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2018. DS79/2018 Décimo cuarta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 19 de diciembre de 2018.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2018. DS23/2019 Décimo quinta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 10 de julio de 2020.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2020. DS16/2020 Décimo sexta Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 27 de octubre de 2020.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2021. DS44/2021 Décimo séptima Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 30 de diciembre de 2021.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2023. DS10/2023 Décimo octava Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 6 de octubre de 2023.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (MMA). 2024. DS02/2024 Décimo novena Clasificación de Especies según su estado de Conservación. República de Chile. Publicado en el Diario Oficial el 7 de mayo de 2024.

PENNA, M. 2005. CD Voces de Anfibios de Chile. Programa Interdisciplinario de Estudios de Biodiversidad. Universidad de Chile.

PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las Especies del Género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo de Historia Natural, Chile. 59: 7-486.

PLISCOFF, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 63 pp.

SKEWES, O. 2009. Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile. Imprenta La Discusión, Chile. 100 pp.

SAG/DIPROREN. 2015. La Ley de Caza y su Reglamento. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 110 pp.

SEA. 2015. Guía para la descripción del área de influencia: Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile. 96 pp.

SEA. 2023. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile. 84 pp.

UICN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34pp.

3.13 LÍNEA BASE BIOTA ACUÁTICA

3.13.1 OBJETIVOS

3.13.1.1 Objetivo general

Describir y caracterizar el componente Biota acuática en el Área de Influencia (AI) del Proyecto “Construcción de nuevos puentes en los subsectores C y D del sector Ruta 5 Sur” para el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

3.13.1.2 Objetivos específicos

- Determinar y justificar el Área de Influencia (AI) del Proyecto sobre el componente Biota acuática.
- Revisar los antecedentes disponibles del estudio relacionados con muestreos previos y conocer la fauna íctica potencial del área de estudio.
- Caracterizar la fauna íctica en el área de influencia (AI) del Proyecto, para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar los macroinvertebrados bentónicos en el área de influencia (AI) del Proyecto para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.

- Evaluar la condición de los ecosistemas mediante un índice biótico basado en macroinvertebrados bentónicos, para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar el componente de fitobentos en el área de influencia (AI) del Proyecto para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar los componentes planctónicos de fitoplancton y zooplancton en el área de influencia (AI) del Proyecto, para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar la presencia de macrófitas y algas en el área de estudio, para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar la categoría de conservación de la biota acuática de acuerdo con la legislación vigente.
- Caracterizar los puntos de muestreo mediante el registro de parámetros in situ indicadores de calidad de agua y descripción de cada punto de muestreo, para las estaciones de primavera 2022 y otoño del año 2023.
- Determinar el riesgo climático en el área de influencia del proyecto, para los ecosistemas acuáticos continentales, en los componentes calidad de agua y biota acuática de acuerdo con los lineamientos del Guía SEA, 2023

3.13.2 METODOLOGÍA

3.13.2.1 Marco de referencia técnico

Las guías utilizadas como referencia metodológica son las siguientes:

- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022. Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico.
- Servicio de Evaluación Ambiental, 2022. Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables. Segunda edición.
- Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile (Proyecto FIPA 2016-46).
- NCh-ISO5667/1:2017. Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo.
- NCh-ISO5667/14:2015. Guía para la garantía de calidad y control de calidad de las muestras de agua del medioambiente y manejo.
- NCh-ISO5667/6:2015. Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA.

3.13.2.2 Levantamiento de datos y sistematización

3.13.2.2.1 Recopilación de información bibliográfica

Se llevó a cabo una recopilación de información relacionada con el proyecto, por un lado, sobre las características del sector en base a proyectos ingresados en el SEIA, considerando el AI, y segundo por antecedentes de fauna íctica potencial, en base tanto a bibliografía especializada como de estudios ambientales.

3.13.2.2.2 Diseño de muestreo *in situ*

El Proyecto consiste en la construcción y operación de 18 puentes (obras permanentes) y 18 Instalaciones de Faena (obras temporales). Sobre esta base, se realizó un diseño de muestreo en gabinete mediante Google Earth Pro, para cada uno de los puentes, bajo las siguientes consideraciones:

- Se inspeccionó cada atravieso donde se ejecutarán intervenciones, estableciendo 2 puntos de muestreo: un primer punto que da cuenta de la intervención (localizado lo más directamente sobre esta) en el puente aguas arriba; y un segundo punto de muestreo aguas abajo de la intervención, que es esperable actúa como control, y/o verificar una potencial recuperación (SEA, 2022).
- Algunos puentes poseen atraviesos a intervenir asociados al mismo curso de agua, localizados en la vereda oriente y poniente de este, de tal manera que fue posible considerarlos en conjunto para su caracterización.
- Para cada punto de muestreo se consideró un área buffer de 200 m, con la finalidad de representar las condiciones del ecosistema y realizar observaciones para descripción de cada punto de muestreo, tales como variables hidromorfológicas, conectividades longitudinales y transversales que abarcan la zona ripariana. Finalmente, cada área buffer dependerá de las condiciones in situ, observadas en terreno.
- Accesibilidad al punto de muestreo y condiciones de prevención de riesgo para el equipo de muestreo.
- La georreferencia definitiva se determinó en la primera campaña de terreno (primavera) mediante un GPS, Garmin etrex 22 X (en Datum WGS84, Huso 18 y 19 Sur).

Considerando lo anterior, se estableció un total de 26 puntos de muestreo, que abarcaron los 18 puentes a intervenir.

3.13.2.2.3 Componentes biológicos

- Fauna íctica

En terreno se capturó la ictiofauna mediante el arte de pesca eléctrica con equipo portátil marca SAMUS modelo 725G, con ayuda de redes piscícolas, ictiómetro y pesola. Este método de pesca es de bajo impacto, y consiste en aplicar un pulso eléctrico de baja frecuencia, que permite una recuperación de los individuos capturados con el fin de devolverlos a su hábitat. El esfuerzo de captura fue alrededor de 100 m2 o un recorrido por diversos tipos de hábitat con un tiempo estimado de 30 minutos. Se analizaron la totalidad de los ejemplares capturados, identificándolos a nivel de especie según trabajos especializados, tales como: Arismendi y Penaluna 2009, *Arratia et al.* 1981, Arratia (1982, 1990) y Habit *et al.* 2006. La fotografía siguiente muestra de manera referencial, la actividad de pesca eléctrica en terreno.

Fotografía 3- 41: Arte de pesca eléctrica



Fuente: ENVIS, 2023.

Se registró para cada individuo su longitud total (LT; mediante un ictiómetro de 0,1 cm de precisión) y peso total (PT; mediante una pesa electrónica de 0,1 gr de precisión), con el fin de calcular el Factor de condición de Fulton (K). Este da cuenta del nivel de presión al que está sometida la fauna íctica (Leyton *et al.* 2015), y es un estimado de la robustez nutricional de las especies, dado que permite comparar peces de la misma longitud. Se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$K = 100 \left(\frac{W}{L^3}\right)$$

Donde W es el peso corporal húmedo en gramos y L la longitud en centímetros.

- Macroinvertebrados

Caracterización comunitaria

Para la caracterización de la comunidad de zoobentos se recolectaron muestras en cada uno de los puntos de muestreo a fin de abarcar la mayor parte de la heterogeneidad ambiental (n=3). Para la recolección se utilizó una red Surber de 0,09 m2 con malla de apertura de 250 µm según metodología estandarizada (ISO 7828 Of. 85; ISO 8265; NCh ISO 5667/6 2015).

Para sustrato blando, se consideró sacar la muestra por medio de una saca testigo o core para recolectar organismos bentónicos entre 0-5 cm de profundidad de sustrato. Las muestras fueron preservadas con alcohol al 95% (Molina & Vila 2006; CENMA/DGA,2010), en envases plásticos de 125 mL para su posterior clasificación y recuento en el laboratorio bajo lupa estereoscópica.

Para la identificación taxonómica al menos a nivel de familia se usaron los trabajos de: Camousseight (2006), Jerez & Moroni (2006), Valdovinos (2008 y 2006), Fernández & Domínguez (2001), y Tachet et al. (2003), y Lopretto & Tell (1995). Los resultados se expresaron en individuos por metro cuadrado (ind/m2).

Se realizó un análisis de parámetros comunitarios con los resultados de zoobentos.

Evaluación de la calidad de agua superficial

Se aplicó para evaluar la calidad de agua, un índice biótico, que permite evaluar en forma integral la calidad de agua, bajo el principio que la biota presente en el ecosistema es reflejo de las condiciones físicas y químicas de este, siendo útil como herramienta bioindicadora.

Para lo cual se seleccionó el índice cuantitativo de calidad de agua Ch IBF, que representaría las características ambientales del ecosistema, considerando un puntaje de tolerancia a la contaminación por parte de cada nivel taxonómico de familia registrado y su abundancia en cada estación de muestreo, de acuerdo con Figueroa *et al,* (2007). En la tabla siguiente, se muestra los rangos de clase de calidad de agua del índice, y el color asociado a cada una de las características ambientales.

Tabla 3- 106: Rangos de calidad de agua del índice biótico de familia *Ch* IBF

Clase	*Ch* IBF	Características ambientales	Color
I	0,00-3,75	Muy bueno, no perturbado	**Azul**
II	3,76-4,63	Bueno, moderadamente perturbado	**Verde**
III	4,64-6,12	Regular, perturbado	**Amarillo**
IV	6,13-7,25	Malo, muy perturbado	**Naranja**
V	**7,26-10,00**	**Muy malo, fuertemente perturbado**	**Rojo**

Fuente: Figueroa *et al*. (2007).

- Fitoplacton

Para la caracterización de la comunidad fitoplanctónica se recolectó una muestra aleatoria de 1 L de agua, que se preservo con solución de Lugol al 4%. Las muestras fueron analizadas en laboratorio mediante método de sedimentación (Utermöhl 1958) en cámaras de sedimentación con volúmenes que varían entre 3 y 50 mL, dejando sedimentar por lo menos 2 horas por centímetro de altura según las recomendaciones de Elosegi & Sabater (2009). Para el análisis se utilizó un microscopio invertido Leica modelo DMi1 a un aumento de 400x. Para la identificación taxonómica se utilizó los trabajos de Bicudo & Menezes (2017) Bigg & Kilroy (2000), Bourrelly (1970), Cox (1996), Parra & Bicudo (1996), Parra et al. (1982a, 1982b, 1982c y 1983), y Rivera (1983). Los resultados se expresaron en número de individuos por mililitros (ind/mL).

- Zooplacton

Para la caracterización la comunidad zooplanctónica se recolectó una muestra aleatoria de 10 L de agua, la cual se filtró en una red de plancton de 55 µm de apertura de malla. Las muestras fueron preservadas en envases plásticos de 125 mL y fijadas con alcohol al 95%. Para el conteo e identificación se utilizó una lupa estereoscópica Wild y cámara de conteo de zooplancton Bogorov. Para la determinación taxonómica se utilizó los trabajos de Araya & Zuñiga (1985), Willamson & Reid (2001) y Wallace & Snell (2001). Los resultados se expresaron en número de individuos por litro (ind/L).

- Fitobentos

Para la caracterización de la comunidad de fitobentos se recolectó una muestra aleatoria compuesta por el raspado de un total de 9 cm2 de material bentónico algal de sustratos, posteriormente fue colocada en un frasco de 40 mL y fijada con lugol al 4%. Las muestras fueron analizadas en un microscopio invertido marca Leica modelo DMi1, utilizando una cámara Sedgwick-Rafter para el recuento de células o colonias. En el análisis se consideró sólo los individuos vivos (con cloroplastos). Para la identificación taxonómica se utilizó los trabajos de Bicudo & Menezes (2017) Bigg & Kilroy (2000), Bourrelly (1970), Cox (1996), Parra & Bicudo (1996) y Parra et al. (1982a, 1982b, 1982c, 1983). y Rivera (1983). Los resultados se expresaron en número de individuos por milímetro cuadrado (ind/mm2).

- Macrófitas

Se recorrió el tramo en los puntos de muestreo de aproximadamente 25-50 metros y se procedió a determinar la forma de vida, (Rodriguez & Fica, 2020; Ramírez et al., 1982; Ramírez & San Martín, 2006 y 2008). Para la campaña de primavera fue posible estimar la cobertura, sin embargo, para la campaña de otoño las macrófitas conformaron poblaciones agrupadas de diferentes especies y formas de vida, las cuales se sobreponían entre sí, por lo que se observaron las de mayor abundancia y visibles.

3.13.2.2.4 Análisis de datos

- Parámetros Comunitarios

En cada componente biótico planctónico y bentónico se determinó los parámetros comunitarios riqueza, abundancia junto al cálculo de los índices de diversidad, dominancia y equitatividad (Krebs, 1989).

Diversidad:

Se calculó mediante el Índice de Shannon-Wiener, determinado de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Donde:

S: número de especies.

pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (ni /N).

ni: número de individuos de la especie.

N: número de todos los individuos de todas las especies.

Equitatividad:

Se determinó mediante el índice de Pielou con la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^{S} pi \times \log_2 pi}{\log_2 S}$$

Donde:

S: número de especies.

pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (ni /N).

ni: número de individuos de la especie.

N: número de todos los individuos de todas las especies.

Dominancia:

La dominancia se calculó mediante el índice de Simpson, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D = \sum pi^2$$

Donde:

D: dominancia.

pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

3.13.2.2.5 Estados de conservación de fauna íctica

Se determinó la categoría de conservación de las especies de fauna íctica, recolectadas, en base a los listados publicados en los Decretos Supremos que han sido formalizados a la fecha por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y Ministerio del Medio Ambiente (MMA), según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), los que a la fecha corresponden a un total de diecinueve (19):

- Primer proceso D.S N° 151/2007 MINSEGPRES
- Segundo Proceso D.S N° 50/2008 MINSEGPRES
- Tercer proceso D.S N° 51/2008 MINSEGPRES
- Cuarto proceso D.S N° 23/2009 MINSEGPRES
- Quinto proceso D.S N° 33/2011 Ministerio del Medio Ambiente
- Sexto proceso D.S N° 41/2011 Ministerio del Medio Ambiente
- Séptimo proceso D.S N° 42/2011 Ministerio del Medio Ambiente
- Octavo proceso D.S N° 19/2012 Ministerio del Medio Ambiente
- Noveno proceso D.S N° 13/2013 Ministerio del Medio Ambiente
- Decimo proceso D.S Nº 52/2014 Ministerio del Medio Ambiente
- Undécimo proceso D.S N° 38/2015 Ministerio del Medio Ambiente
- Duodécimo proceso D.S N° 16/2016 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo tercer proceso D.S Nº 6/2017 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo cuarto proceso D.S Nº 79/2018 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo quinto proceso D.S Nº 23/2019 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo sexto proceso D.S Nº 16/2020 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo séptimo proceso D.S Nº 44/2021 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo octavo proceso D.S N° 10/2023 del Ministerio del Medio Ambiente
- Décimo noveno proceso D.S N° 2/2024 del Ministerio del Medio Ambiente

3.13.2.2.6 Descripción de puntos de muestreo

Se describió cada punto de muestreo mediante registro de variables *in situ* que sirven de indicadoras de la condición del ecosistema, inspección visual del tramo en base a variables de hidromorfología y de apariencia de la columna de agua.

- Registro de parámetros *In situ*

Se realizó para la calidad de agua superficial, un registro de variables in situ, con un equipo de sonda marca Hanna modelo HI 9828. En la tabla siguiente, se muestran las especificaciones técnicas del equipo Hanna utilizado para las mediciones. Por otra parte, el equipo antes de su uso el equipo es calibrado con soluciones patrones (conductividad eléctrica y pH).

Tabla 3- 107: Parámetros y especificaciones técnicas de sonda multiparámetro

Parámetro	Rango	Resolución	Exactitud
Oxígeno disuelto (mg/L)	0 a 50 mg/L	0,01 mg/L	0,10 mg/L
Temperatura °C	-5 a 55 °C	0,01 °C	+- 0,15 °C
Conductividad eléctrica (µS/cm)	0 a 200 mS/cm	1 µS/cm	+- 1 µS/cm
Unidad de pH	0 a 14	0,01	+- 0,02

Fuente: ENVIS, 2023.

- Inspección Visual y Variables Hidromorfológicas

Se recorrió el tramo y se levantó diversa información que consistió en lo siguiente:

- Apariencia visual de la columna de agua, actividades antrópicas con potencial efecto en la calidad de agua.
- Variables e Hidromorfología

Para las observaciones hidromorfológicas se levantó información de métricas basadas en hábitat fluvial basado en Pardo *et al.,* (2002), indicado en la tabla siguiente, con las cuales se calculó un índice de hábitat fluvial (IHF), que da cuenta de la potencialidad para albergar biota acuática.

Tabla 3- 108: Métricas para valorar el índice de hábitat fluvial IHF

Métricas para evaluación de IHF
Inclusión de rápidos -sedimentación
Frecuencia de rápidos: ancho río
Composición de sustrato (Bain *et.al*., 1985)
Regímenes de velocidad y profundidad
Porcentaje de sombra en el cauce
Elementos de heterogeneidad
Cobertura de vegetación

Fuente: ENVIS, 2023.

Cada una de las métricas se valora en cada punto de muestreo, se obtiene un puntaje resultante de la sumatoria de estas, que representa un nivel de calidad de hábitat fluvial. Los rangos se distribuyen desde condiciones de muy buena a muy mala calidad. Estas representan desde altos valores que refleja un ambiente heterogéneo, con gran capacidad de albergar una diversidad biológica y por el contrario bajos valores significan ambientes homogéneos, que restringen la biodiversidad (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 109: Niveles y rangos de calidad, de índice de hábitat fluvial, IHF

Niveles de calidad	Rangos de calidad
Muy Buena	81-100
Buena	61-80
Regular	41-60
Mala	21-40
Muy mala	0-30

Fuente: Pardo *et al.,* 2002.

Se describió el tipo de sustrato dominante según la clasificación de Bain et al., (1985), indicado en la tabla a continuación:

Tabla 3- 110: Clasificación según tipo de sustrato.

Clasificación	Tamaño de partícula [mm]
Limo arcilla	‹2
Arena	2
Grava	2-16
Guijarros	17-64
Bolones	65-256
Roca	›256
Roca irregular	-----

Fuente: Bain *et al.* 1985.

3.13.2.2.7 Requisitos legales

- Permiso de pesca

Para la captura de peces durante la campaña de terreno, se elaboró y tramitó el permiso de pesca con fines científicos correspondiente. La Subsecretaría de Pesca emitió la Resolución Ex N°E-2022-679 del 14 de noviembre de 2022, autorizando para efectuar pesca de investigación (Anexo 3-9-Ecosistemas Acuáticos: Extracto del Permiso de Pesca).

- Bioseguridad

Una vez concluidos los trabajos en terreno en cada punto de muestreo se procedió a desinfectar los trajes de agua y utensilios en contacto con el medio acuático, con el fin de evitar posible contaminación y propagación del alga invasiva "*Didymosphenia geminata*", de acuerdo con las instrucciones que SUBPESCA ha determinado. Este procedimiento consiste en la desinfección (limpiar, lavar y secar) de todos los implementos, que durante el muestreo estuvieron en contacto con el agua (SUBPESCA, 2011).

3.13.2.2.8 Cambio Climático

Se procedió a determinar si el proyecto se emplaza en un área que presenta una afectación de cambio climático y posteriormente se evaluó el riesgo climático mediante el uso de la plataforma ARClim, que dispone de un Atlas de riesgos para evaluar el riesgo climático. El Atlas contiene un despliegue de mapas organizados por sectores con sus cadenas de impactos.

En base a los objetos de protección de calidad de agua y biota acuática se seleccionó en la plataforma los mapas que corresponde a dos sectores, que fueron: Recursos hídricos y Biodiversidad con sus respectivas cadenas de impacto. Las cadenas de impacto contienen un análisis de los factores de amenaza, sensibilidad y exposición con los cuales finalmente permiten evaluar el riesgo.

Adicionalmente, se complementó la información, relacionada con los impactos del cambio climático sobre los objetos de protección para realizar inferencias, con apoyo de literatura disponible.

Los pasos fueron los siguientes:

- Afectación climática del área del Proyecto

Se determinó si el proyecto se emplaza en un área bajo una amenaza climática, a escala comunal. Luego se analizó de acuerdo con el tipo de proyecto, su área de emplazamiento, sus obras y acciones, el riesgo climático, seleccionando mapas disponibles en ARClim, según los impactos (I) y riesgos (R) relacionados con los objetos de protección de ecosistemas acuáticos, basado Guía SEA, 2023. Con ello se seleccionó la información a analizar, referida a los mapas de riesgo contenidos en el Atlas, indicados en la tabla siguiente:

Tabla 3- 111: Objetivo proyecto, tipología, mapas de riesgos

Objetivo del proyecto	Tipología de ingreso según el artículo 10, Ley 19.300 y Artículo 3, RSEIA.	Mapas de riesgo climático asociado en ARCLIM	Impactos (I) Riesgos (R)
Construcción de infraestructura de transporte	• humedales urbanos	Mapa de Recursos Hídricos Mapas de Biodiversidad Plan de adaptación de Biodiversidad Plan de adaptación para los recursos hídricos	R) Inundaciones por desbordes de ríos. (I) Cambio en la calidad y/o cantidad de agua superficiales y subterráneas. (I) Alteración del régimen de caudales. (I) Pérdida de la conectividad hidrológica de los humedales. (I) Pérdida de ecosistemas de

Objetivo del proyecto	Tipología de ingreso según el artículo 10, Ley 19.300 y Artículo 3, RSEIA.	Mapas de riesgo climático asociado en ARCLIM	Impactos (I) Riesgos (R)
			humedal y servicios ecosistémicos. (I) Fragmentación de hábitats. (I)Pérdida de biodiversidad.

Fuente: SEA (2023).

- Análisis de sectores

Se seleccionaron dos sectores de acuerdo con la plataforma ARClim basado en los objetos de protección, Biodiversidad y Recursos Hídricos.

Biodiversidad

De acuerdo con el proyecto, obras y acciones para el sector biodiversidad se seleccionaron las siguientes cadenas de impacto, para evaluar el riesgo climático:

- Pérdida de flora por cambios de temperatura.
- Pérdida de flora por cambios de precipitación.

Recursos hídricos

De acuerdo con el proyecto, obras y acciones para el sector recursos hídricos se seleccionaron las siguientes cadenas de impacto, para evaluar el riesgo climático:

- Inundaciones por desbordes de ríos.
- Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.
- Sequías hidrológicas.

- Inferencia Ecosistemas Acuáticos

Se revisó la información y se complementó el análisis sobre probable afectación por cambio climático, respecto a los objetos de protección, con apoyo de información disponible. Se revisó información de ecosistemas acuáticos de agua dulce, para complementar el análisis sobre probable afectación por cambio climático, respecto a los objetos de protección, de biota acuática y calidad de agua.

3.13.3 RESULTADOS

3.13.3.1 Revisión bibliográfica

3.13.3.1.1 Contexto biogeográfico

En un contexto administrativo, el Proyecto se encuentra ubicado entre 2 regiones: Maule y Ñuble. La región del Maule se sitúa entre los 34° 41’ y 36 ° 33’ de latitud sur y desde 70° 20’ de longitud oeste, hasta el océano pacifico, comprendiendo una superficie de 30.269 km^2.

El río Maule nace en el extremo norponiente de la laguna del Maule; corre por 6 km al N y luego hacia el NW por un lecho angosto y encajonado por altas montañas. A 31 km de su nacimiento, se le une el río Puelche y a partir de ese punto toma rumbo definitivo al WNW, que mantendrá hasta su desembocadura después de recorrer 240 km. A 90 km de su origen, el Maule expande su cauce para atravesar en un recorrido de 80 km la llanura aluvial central y penetrar en la cordillera de la Costa, donde se le une por el norte el río Claro, uno de los más importantes de sus tributarios. A partir de esa junta, corre confinado por cerros de la cadena costera y sólo en sus 10 últimos kilómetros se ensancha en un estuario que en su boca tienen cerca de 900 m de ancho. En esta travesía por la cordillera de la Costa, el Maule recibe escasos afluentes que sólo llevan agua en la época de lluvias; el principal es el estero Los Puercos, que drena el amplio valle de Pencahue. En cambio, los más importantes tributarios provienen de la cordillera andina, aunque muchos de ellos se le unen en la Depresión intermedia (Cade-Idepe 2004).

Con el fin de estimar las especies de fauna íctica potencialmente presentes en la zona del Proyecto se consultaron diversas fuentes bibliográficas, tales como; Vila *et al.* 2006, Vila y Pardo, 2010, Cade-Idepe 2004 (Cuenca río Maule), DGA, 2004, e informes de proyectos de Centrales hidroeléctricas (Ch), emplazados en la cuenca del río Maule; Central Hidroeléctrica Los Cóndores, 2006; C. h. La Mina, 2007; C.h. Puelche. Adicionalmente, se consultó los listados oficiales establecidos por Decretos, según el procedimiento señalado en el DS N° 75, del 2006 MINSEGPRES Reglamento para clasificación de especies silvestres.

Por su parte, la cuenca del Biobío forma parte de la VIII y XVI regiones y está comprendida entre los paralelos 36º42’ – 38º49’ Latitud Sur y los meridianos 71º - 73º20’ Longitud Oeste. Es una de las cuencas de mayor superficie (24.264 Km^2) y caudal del país. Comprende parte de los territorios de la región de Ñuble y provincias de Concepción, Biobío y Arauco. Además, abarca parte de las Provincias de Malleco y Cautín pertenecientes a la IX Región. La cuenca representa, a nivel nacional, un importante centro de desarrollo económico. Los sectores productivos más dinámicos están ligados al sector forestal, sector agropecuario (localizado principalmente en las regiones de Ñuble y Bío Bío), sector industrial (representado fundamentalmente por las industrias metalúrgicas, químicas, refinerías de petróleo, industrias textiles, industrias de la celulosa, entre otras) y sector

hidroeléctrico que constituye la principal fuente de suministro de energía eléctrica a nivel nacional (Cade-Idepe 2004).

3.13.3.1.2 Fauna Íctica potencial

Con el fin de estimar las especies potencialmente presentes en la zona específica del Proyecto, región del Maule y región de Ñuble, se procedió a revisar bibliografía disponible como Vila *et al*. 2006 y Cade-Idepe 2004 (Cuenca del Maule y Bio-Bio), entre otros. Adicionalmente, para este listado de especies potenciales se consultó los listados oficiales establecidos por Decretos, según el procedimiento señalado en el DS N° 75, del 2004 MINSEGPRES "Reglamento para Clasificación de Especies Silvestres", reemplazado por el Decreto N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

A continuación, se muestra el listado de ictiofauna potencial para la región del Maule y del Ñuble.

Tabla 3- 112: Listado de ictiofauna potencial para el sector

Familia	Especie	Nombre Común
Nativos		
Atherinopsidae	*Basilichthys australis*	Pejerrey chileno
	Odontesthes brevianalis	Cauque del norte
	Odontesthes maleanum	Cauque
Galaxiidae	*Brachygalaxias bullocki*	Puye
	Brachygalaxias gothei	Puye
	Galaxias maculatus	Puye
	Aplochiton zebra	Peladilla
Characidae	*Cheirodon pisciculus*	Pocha
	Cheirodon galusdae	Pocha de los Lagos
Diplomystidae	*Diplomystes nahuelbutaensis*	Tollo de agua dulce
Geotriinae	*Geotria australis*	Lamprea de Bolsa
Mordaciinae	*Mordacia lapicida*	Lamprea de agua dulce
Nematogenyinae	*Nematogenys inermis*	Bagre grande
Percichthyidae	*Percichthys trucha*	Perca Trucha
	Percichthys melanops	Trucha negra
	Percilia gillissi	Carmelita
Trichomycteridae	*Trichomycterus aereolatus*	Bagrecito
Introducidos		
Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss*	Trucha Arcoíris
	Salmo trutta	Trucha Café
Poecilidae	*Gambussia holbrooki*	Gambusia
Ictaluridae	*Ictalurus punctatus*	Pez gato americano

Fuente: ENVIS, 2022.

3.13.3.2 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo se corroboró durante el desarrollo del terreno de acuerdo con los puntos planificados referenciales, según los criterios especificados en el acápite 3.13.2.2.2. Se procedió a inspeccionar el sector localizando secciones accesibles, representativas del tramo seleccionado considerando el área buffer de 200 m, aguas arriba y aguas abajo del punto de intervención. En algunas ocasiones no fue posible establecer esta área buffer por las condiciones propias del sitio, donde hay alteraciones de conectividad transversal y dificultad de acceso.

En cada punto, se procedió a georreferenciar el lugar con equipo GPS Garmin etrex 22X, (Datum WGS84, Huso 18 y 19 Sur), entre los días de desarrollo del muestreo. El detalle y las coordenadas del muestreo se indican en la Tabla siguiente y la distribución se muestra en la siguiente figura.

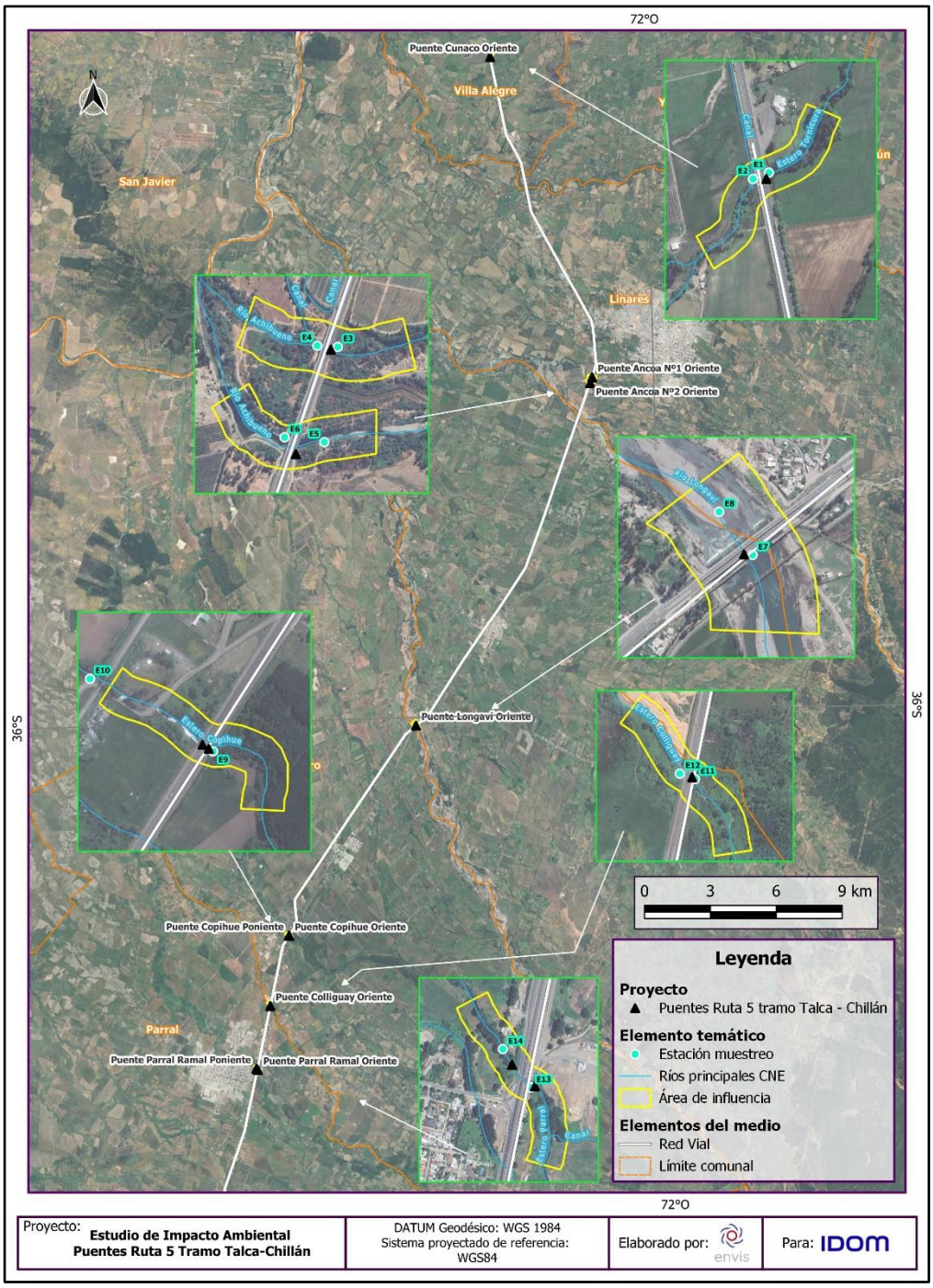
Tabla 3- 113: Muestreo y coordenadas de puntos de muestreo, campaña primavera 2022 (WGS84, Huso 18 y 19 Sur).

N°	Puente	Código punto muestreo	Cauce asociado	Coordenadas WGS-84 referenciales	
				Este	Norte
1	Cunaco Oriente	E1	Estero Tornicura	257801	6042748
		E2	Estero Tornicura	257766	6042734
2	Ancoa N° 1 Oriente	E3	Rio Ancoa	262462	6028138
		E4	Rio Ancoa	262410	6028141
3	Ancoa Nº2 Oriente	E5	Rio Ancoa	262428	6027898
		E6	Rio Ancoa	262328	6027910
4	Longaví Oriente	E7	Río Longaví	254437	6012254
		E8	Río Longaví	254353	6012362
5	Copihue Oriente y Poniente	E9	Estero Copihue	248649	6002664
		E10	Estero Copihue	248415	6002802
6	Colliguay Oriente	E11	Estero Colliguay	247784	5999464
		E12	Estero Colliguay	247748	5999477
7	Parral Oriente, Ramal Oriente y Poniente	E13	Estero Parral	247189	5996557
		E14	Estero Parral	247124	5996646
8	Ñiquén Oriente	E15	Río Ñiquén	245994	5978645
		E16	Río Ñiquén	245910	5978755
9	Navotavo Oriente	E17	Estero Coche Perez/ Navotavo	235756	5965165
		E18	Estero Coche Perez/ Navotavo	235597	5965353
10	Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	E19	Estero Carbonero	231967	5961221
		E20	Estero Carbonero	231891	5961234

N°	Puente	Código punto muestreo	Cauce asociado	Coordenadas WGS-84 referenciales	
				Este	Norte
11	Ninquihue Poniente	E21	Estero Lirutao	767178	5958506
		E22	Estero Lirutao	767048	5958492
12	Menelhue Poniente	E23	Estero Rauco	765461	5956137
		E24	Estero Rauco	765300	5956137
13	Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	E25	Río Chillán	749485	5941156
		E26	Río Chillán	749221	5941254

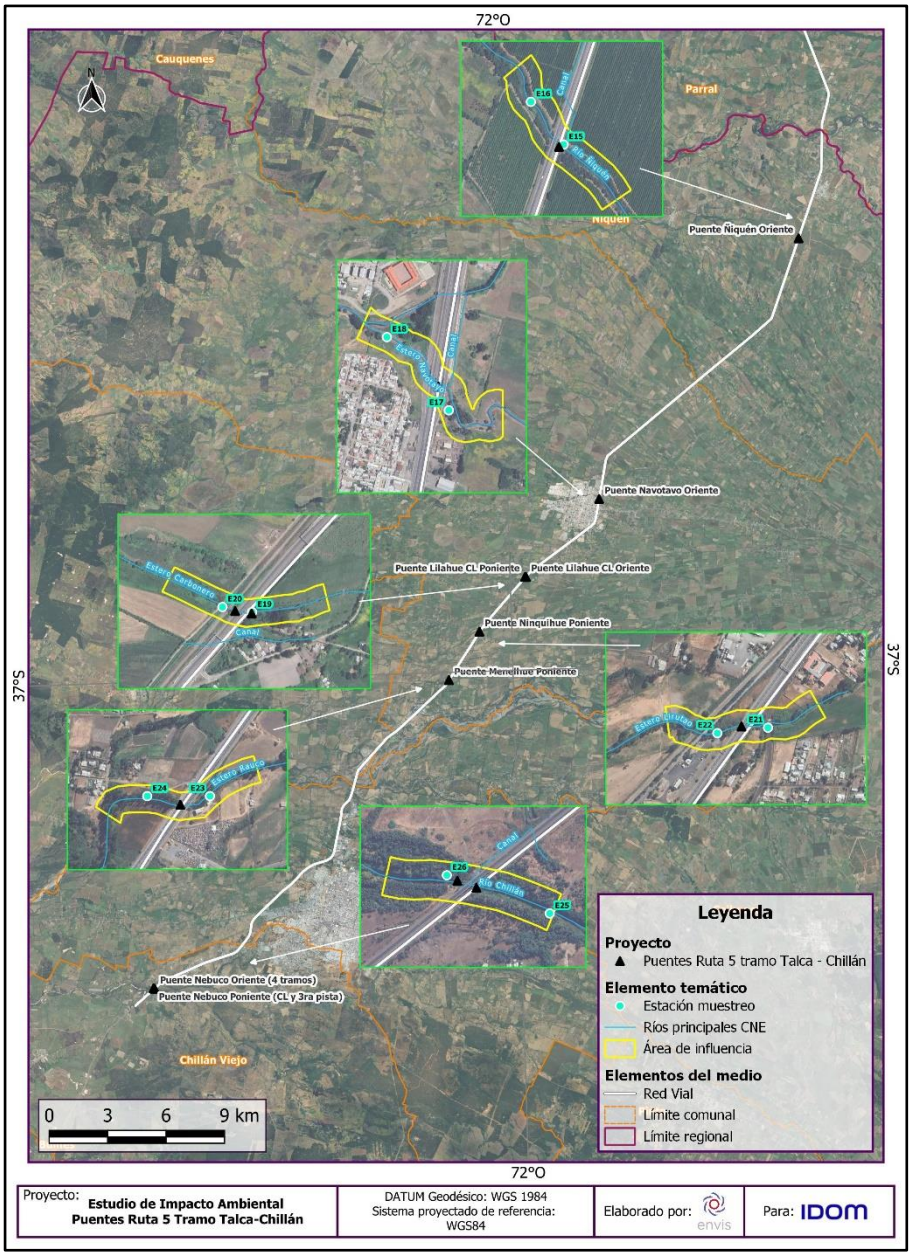
Fuente: ENVIS, 2023.

Figura 3- 28: Diseño de muestreo sector Norte de los puentes



Fuente: ENVIS, 2024.

Figura 3- 29: Diseño de muestreo, Sector Sur de los puentes



Fuente: ENVIS, 2024.

Para cada punto de muestreo se consideró un área buffer de 200 m a lo largo del cauce, de manera de representar las condiciones del ecosistema, y observaciones para descripción de cada punto de muestreo. Además, se realizaron observaciones de variables hidromorfológicas, conectividades

longitudinales y transversales que abarcan la zona ripariana y actividades antrópicas. Cada área buffer finalmente determinada en terreno fue función de las condiciones in situ, observadas.

3.13.3.3 Fauna íctica

3.13.3.3.1 Taxonomía de fauna íctica

- Primavera 2022

Durante la campaña de Línea de Base realizada en primavera de 2022, se encontraron 7 especies de peces, 5 de ellos nativos y en categoría de conservación y 2 introducidos. De acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente, se especifica lo siguiente:

- *Percichthys trucha*: "Casi Amenazada"
- *Trichomycterus aerolatus*: "Vulnerable"
- *Basilichthys australis*: "Vulnerable"
- *Cheirodon galusdae*: "Vulnerable".
- *Percilia gillissi: "*En Peligro"
- *Gambusia holbrooki,* especie introducida
- *Oncorhynchus mykiss,* especie introducida

La siguiente Tabla, muestra la fauna íctica reportada en cada punto de muestreo. Se destaca el estero Parral en puente Parral E14 por presentar 4 especies de fauna íctica nativa y 1 especie introducida.

Tabla 3- 114: Fauna íctica por punto de muestreo, primavera 2022

Punto muestreo	Nativas					Introducidas	
	Percichthys trucha	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*	*Gambusia holbrooki*	*Oncorhynchus mykiss*
Cunaco E1	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Cunaco E2	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Ancoa N° 1 E3	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Ancoa N° 1 E4	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Ancoa Nº2, E5	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	2	S/E

Punto muestreo	Nativas					Introducidas	
	Percichthys trucha	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*	*Gambusia holbrooki*	*Oncorhynchus mykiss*
Ancoa Nº2, E6	16	16	3	S/E	S/E	2	S/E
Longaví E7	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Longaví E8	S/E	5	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Copihue E9	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Copihue E10	5	S/E	S/E	1	10	7	S/E
Colliguay E11	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Colliguay E12	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Parral E13	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Parral E14	14	7	3	1	S/E	S/E	2
Ñiquén E15	7	12	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Ñiquén E16	5	18	S/E	S/E	S/E	S/E	4
Navotavo E17	1	18	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Navotavo E18	S/E	11	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Lilahue E19	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Lilahue E20	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Ninquihue E21	12	1	S/E	2	S/E	2	S/E
Ninquihue E22	3	2	1	1	S/E	S/E	S/E
Menelhue E23	12	8	S/E	S/E	1	S/E	S/E
Menelhue E24	21	3	S/E	3	S/E	S/E	S/E
Nebuco E25	1	14	S/E	S/E	S/E	1	S/E
Nebuco E26	S/E	2	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E

S/E: Sin ejemplares de fauna íctica

Fuente: ENVIS, 2023.

- Otoño 2023

Por su parte, durante la campaña de Línea de Base realizada en otoño 2023 se encontraron seis (6) especies nativas con categoría de conservación y tres (3) especies introducidas, que fueron las siguientes:

- *Brachygalaxias bullocki*: "Vulnerable"
- *Percichthys trucha*: "Casi Amenazada"
- *Trichomycterus aerolatus*: "Vulnerable"
- *Basilichthys australis*: "Vulnerable"
- *Cheirodon galusdae*: "Vulnerable".
- *Percilia gillissi: "*En Peligro".
- *Gambusia holbrooki*:" Introducida"
- *Oncorhynchus mykiss: "*Introducida"
- *Australoheros facetus:* "Introducida"

La tabla siguiente, muestra la fauna íctica reportada en cada punto de muestreo campaña de otoño 2023, y se indica la abundancia de especies de fauna íctica. Se destaca el río Ancoa N°2 en la estación E6, por presentar cinco (5) especies de fauna íctica nativa y sólo una especie introducida.

Tabla 3- 115: Fauna íctica por punto de muestreo, otoño 2023

Punto muestreo	Nativas						Introducidas		
	Brachygalaxias bullocki	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*	*Gambusia holbrooki*	*Oncorhynchus mykiss*	*Australoheros facetus*
Estero Tornicura E1 (puente Cunaco Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Tornicura E2 (puente Cunaco Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Río Ancoa E3 (Puente Ancoa N°1 Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Río Ancoa E4 Puente Ancoa N°1 Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E

Punto muestreo	Nativas							Introducidas	
	Brachygalaxias bullocki	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*	*Gambusia holbrooki*	*Oncorhynchus mykiss*	*Australoheros facetus*
Río Ancoa E5 Puente Ancoa N°2 Oriente)	S/E	2	S/E	S/E	S/E	2	6	S/E	S/E
Río Ancoa E6 Puente Ancoa N°2 Oriente)	S/E	16	24	2	1	5	9	S/E	S/E
Río Longaví E7 (puente Longaví Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Río Longaví E8 (puente Longaví Oriente)	S/E	S/E	24	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Copihue (puentes Copihue Oriente) E9	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Copihue E10 (puente Copihue Poniente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	9	S/E	S/E
Estero Colliguay E11 (puente Colliguay Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Colliguay E12 (puente Colliguay Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Parral E13 (puente Parral Oriente)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Parral E14 (puente Parral Ramal Oriente y Poniente)	S/E	6	S/E	S/E	1	S/E	S/E	S/E	S/E
Río Ñiquén E15 (puente Ñiquén Oriente)	S/E	3	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Río Ñiquén E16 (puente	S/E	18	3	6	S/E	S/E	S/E	1	S/E

Punto muestreo	Nativas							Introducidas	
	Brachygalaxias bullocki	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*	*Gambusia holbrooki*	*Oncorhynchus mykiss*	*Australoheros facetus*
Ñiquén Oriente)									
Estero Navotavo E17 (puente Ñavotavo Oriente)	S/E	S/E	15	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Navotavo E18 (puente Ñavotavo Oriente)	S/E	S/E	27	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Carbonero E19 (Puente Lilahue Oriente Calle Local)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Carbonero E20 (puente Lilahue Poniente Calle Local)	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Lirutao E21 (puente Ninquihue Poniente)	5	S/E	S/E	2	S/E	8	1	S/E	S/E
Estero Lirutao E22 (puente Ninquihue Poniente)	S/E	1	S/E	5	S/E	S/E	4	S/E	S/E
Estero Rauco E23 (puente Menelhue Poniente)	S/E	6	1	7	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E
Estero Rauco E24 (puente Menelhue Poniente)	1	18	S/E	10	S/E	1	S/E	S/E	S/E
Río Chillán E25 (Puente Nebuco Oriente)	S/E	13	14	10	S/E	S/E	15	S/E	1
Río Chillán E26 (puente Nebuco Poniente tercera pista y calle local)	S/E	S/E	S/E	8	S/E	S/E	S/E	S/E	S/E

S/E: Sin ejemplares de fauna íctica
Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.3.2 Parámetros ecológicos

El detalle de los parámetros ecológicos de diversidad derivados de la campaña de primavera de 2022 y de otoño 2023 se presenta en la tabla siguiente.

- Primavera 2022

En la campaña de primavera 2022 no se detectó fauna íctica en los siguientes puntos: Cunaco Oriente E1 y E2 en estero Tornicura, Ancoa N° 1 Oriente y E4 en río Ancoa, Longaví Oriente E7, Copihue Oriente E9 en estero Copihue, Colliguay Oriente E11 y E12, Parral Oriente E13, y Lilahue Oriente y Poniente Calle Local E19 y E20 en estero Carbonero.

La riqueza de especies alcanzó un máximo de 5 taxones (Parral E14). La abundancia máxima fue de 37 individuos en río Achibueno, en Ancoa N°2 (E6). La Equidad (J') registró el valor más alto de 0,95 en río Ñiquén en E15. La Diversidad (H') presentó un máximo de 1,84 bits en estero Lirutao en Ninquihue E22, junto con la dominancia (D') la cual mostró el valor mínimo de 0,19 en este punto de muestreo.

- Otoño 2023

Durante la campaña de otoño 2023 no se encontró fauna íctica en los siguientes puntos:Cunaco Oriente E1 y E2 en estero Tornicura, Ancoa N° 1 Oriente E3 y E4 en río Ancoa, Longaví Oriente E7, Copihue Oriente E9, en estero Copihue, Colliguay Oriente E11, Parral Oriente E13, y Lilahue Oriente y Poniente Calle Local E19 y E20 en estero Carbonero.

La riqueza de especies alcanzó un máximo de 6 taxones (Ancoa N°2 en E6) en río Achibueno. La abundancia máxima fue de 57 individuos en Ancoa N°2 E6 en río Achibueno. La Equidad (J') registró el valor más alto de 0,949 en Ñiquén Oriente E15. La Diversidad (H') presentó un máximo de 2,08 bits en Nebuco E25 en río Chillán, punto de muestreo sin dominancia (D') de ninguna especie.

Tabla 3- 116: Parámetros ecológicos de Fauna íctica por campaña

Punto de muestreo		Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Cunaco Oriente Calle Local E1	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Cunaco Oriente Calle Local E2	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
	Primavera	0	0,0	-	0,000	-

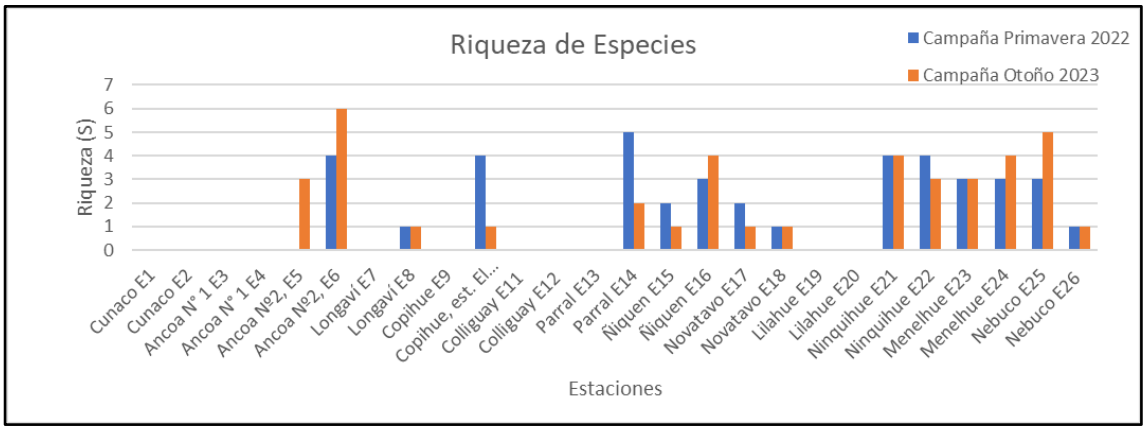
Punto de muestreo		Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Ancoa N° 1 E3 Oriente	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Ancoa N° 1 E4 Oriente	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Ancoa Nº2 Oriente, E5	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	3,00	10,00	0,86	1,37	0,38
Ancoa Nº2 Oriente, E6	Primavera	4	37,0	0,784	1,567	0,366
	Otoño	6,00	57,00	0,79	2,04	0,28
Longaví Oriente E7	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Longaví Oriente E8	Primavera	1	5,0	-	0,000	1,000
	Otoño	1,00	24,00	-	0,00	1,00
Copihue Oriente E9	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Copihue Poniente E10	Primavera	4	23,0	0,860	1,720	0,300
	Otoño	1,00	9,00	-	0,00	1,00
Colliguay Oriente E11	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Colliguay Oriente E12	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Parral Oriente E13	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Parral Ramal Oriente y Poniente E14	Primavera	5	27,0	0,776	1,803	0,330
	Otoño	2,00	7,00	0,59	0,59	0,71
Ñiquén Oriente E15	Primavera	2	19,0	0,949	0,949	0,509
	Otoño	1,00	3,00		0,00	1,00
Ñiquén Oriente E16	Primavera	3	27,0	0,788	1,249	0,481
	Otoño	4,00	28,00	0,70	1,40	0,45
Navotavo Oriente E17	Primavera	2	19,0	0,297	0,297	0,895
	Otoño	1,00	15,00	-	0,00	1,00
Navotavo Oriente E18	Primavera	1	11,0	-	0,000	1,000
	Otoño	1,00	27,00	-	0,00	1,00
Lilahue Oriente Calle Local E19	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Lilahue Oriente Calle Local E20	Primavera	0	0,0	-	0,000	-
	Otoño	0,00	0,00	-	0,00	-
Ninquihue Poniente E21	Primavera	4	17,0	0,661	1,322	0,500
	Otoño	4,00	16,00	0,82	1,65	0,33
Ninquihue Poniente E22	Primavera	4	7,0	0,921	1,842	0,190
	Otoño	3,00	10,00	0,86	1,36	0,36
Menelhue Poniente E23	Primavera	3	21,0	0,758	1,201	0,448
	Otoño	3,00	14,00	0,82	1,30	0,40

Punto de muestreo		Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Menelhue Poniente E24	Primavera	3	27,0	0,622	0,986	0,615
	Otoño	4,00	30,00	0,65	1,30	0,46
Nebuco Oriente E25	Primavera	3	16,0	0,422	0,669	0,758
	Otoño	5,00	53,00	0,90	2,08	0,23
Nebuco Poniente (tercera pista y calle local) E26	Primavera	1	2,0	-	0,000	1,000
	Otoño	1,00	8,00	-	0,00	1,00

Fuente: ENVIS, 2023.

El gráfico siguiente, muestra la riqueza de especies para campañas de primavera 2022 y otoño 2023. En primavera 2022, destacó estero Parral E14 con cinco (5) especies y río Ancoa en Ancoa N° 2 Oriente en E6, estero Copihue en Copihue E10, estero Lirutao en Ninquihue Poniente E21 y E22 con cuatro (4) especies respectivamente. Para otoño 2023 destacó río Ancoa en Ancoa N° 2 en E6 con seis (6) taxones y Nebuco Oriente E25 con cinco (5) especies.

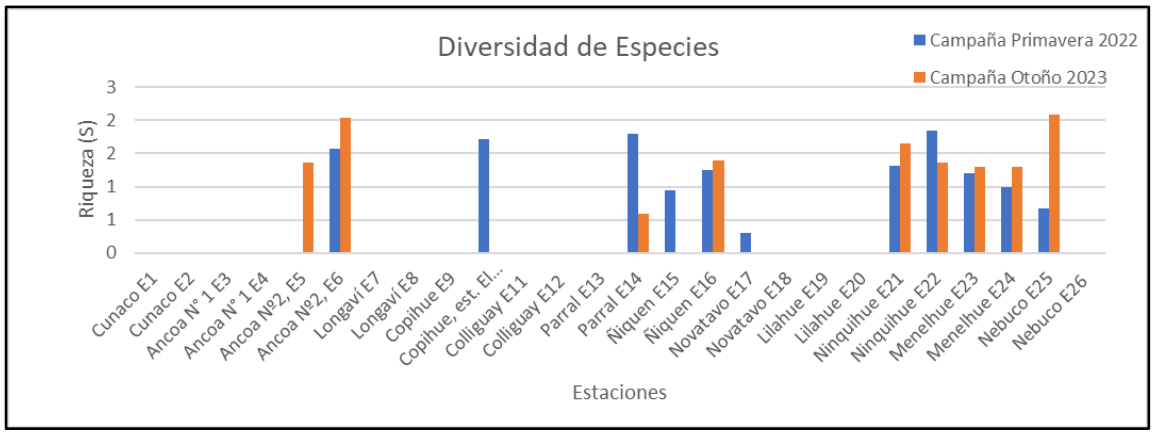
Gráfico 3- 13: Riqueza de especies. Fauna íctica



Fuente: ENVIS, 2023.

El grafico siguiente, muestra la diversidad, destacó Ninquihue E22 en estero Lirutao, Parral E14 y Ancoa N°2, E6 en río Chillán (1,842, 1,803 y 1,567 (bits) respectivamente) en primavera 2022. En otoño 2023, río Chillán en Nebuco E25 y río Achibueno en Ancoa N°2, E6 con 2,08 y 2,04 (bits).

Gráfico 3- 14: Diversidad de especies. Fauna íctica



Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.3.3 Índice de Condición

- Primavera 2022

A continuación, en la Tabla siguiente se presenta el índice de condición "K" para las especies de fauna íctica reportada por puntos de muestreo. Los valores más bajos en el índice de condición K, que refleja una baja condición nutricional se presentaron desde 0,18 (gr/cm3) para *T aereolatus* (Nebuco E25); 0,067 (gr/cm3) para *P. trucha* (E24 Menelhue); 0,4 (gr/cm3). La mayoría de los sectores reflejaron un buen índice de condición K mayor que 1(gr/cm3). Incluso hubo casos excepcionales con un K mayor que 2 (gr/cm3) para especies nativas, como por ejemplo en E6 Ancoa para *P trucha* y *T areolatus*; en Copihue E10 para *B australis* y *C.galusdae*; para *P. trucha* en Parral E14 y Ñiquén E16; para *T areolatus* en Navotavo E18; y para *P. trucha* en Ninquihue E21 y E22; y Menelhue E24.

Tabla 3- 117: Parámetros morfométricos de la fauna íctica, primavera 2022

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
Ancoa 2, E6	*Percichthys trucha*	7,6	4,8	1,093
		4,2	1,2	1,62
		5,6	1,6	0,911
		5,5	2,1	1,262
		5,7	2,3	1,242

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		5,2	1,1	0,782
		5,2	2,1	1,494
		5	2,4	1,92
		5,3	2,8	1,881
		4,8	1,6	1,447
		3,8	0,1	0,182
		3,2	0,6	1,831
		4,4	1,5	1,761
		5,8	2	1,025
		4	1,1	1,719
		4,3	1,6	2,012
	Trichomycterus areolatus	4	1,7	2,656
		5,1	2,4	1,809
		4,8	1	0,904
		3	0,5	1,852
		4,9	1	0,85
		5,9	0,7	0,341
		4,3	0,6	0,755
		3	0,5	1,852
		5,3	1	0,672
		4	0,5	0,781
		4,2	0,5	0,675
		4,1	0,5	0,725
		4,3	0,7	0,88
		3,1	0,5	1,678
		3,2	0,5	1,526
		4,2	0,6	0,81
	Percilia gillissi	4,1	0,6	0,871
		4,2	0,5	0,675
		4,3	0,6	0,755
	Gambusia holbrooki	5,5	1,2	0,721
		9,3	5,7	0,709
Longaví E8	*Trichomycterus areolatus*	5,9	2	0,974
		4,8	1,3	1,175
		6,1	2,2	0,969
		9,3	6,2	0,771

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,5	1,2	1,317
Puente Copihue E10	*Percichthys trucha*	4,1	1,4	2,031
		4,1	1,1	1,596
		6,4	3,8	1,45
		4,5	1,8	1,975
		4	1,4	2,188
	Basilichthys australis	4	1,4	2,188
	Cheirodon galusdae	4,3	1,6	2,012
		2,2	0,2	1,878
		2,1	0,1	1,08
		6,2	3,4	1,427
		5,1	2,1	1,583
		4,2	1,3	1,755
		4,1	1,3	1,886
		4,8	0,9	0,814
		5,1	2	1,508
		4,6	1,4	1,438
	Gambusia holbrooki	5	2,2	1,76
		3,3	0,8	2,226
		4,3	1,9	2,39
		3,5	0,6	1,399
		4	1	1,563
		4,1	1,1	1,596
		5,4	2,7	1,715
Puente Parral E14	*Percichthys trucha*	5	2,5	2
		6	2,9	1,343
		5	2,6	2,08
		5,1	2,9	2,186
		6,4	4,2	1,602
		6	3,5	1,62
		5,8	2,4	1,23
		5,2	2,8	1,991
		5,5	2,8	1,683
		5,6	2,5	1,424
		5,3	2,7	1,814

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		5	2,2	1,76
		4,9	2	1,7
		4,6	1,6	1,644
	Trichomycterus areolatus	3,6	0,8	1,715
		5,4	2,8	1,778
		2,7	0,2	1,016
		5	2	1,6
		5,5	2,2	1,322
		5,9	2,2	1,071
		5,7	1,8	0,972
	Percilia gillissi	4,2	0,7	0,945
		6	2	0,926
		5,2	1,2	0,853
	Basilichthys australis	5,6	1,3	0,74
	Oncorhynchus mykiss	3,6	0,4	0,857
		7,9	4,6	0,933
Puente Ñiquén E15	*Percichthys trucha*	4,3	1,5	1,887
		4,2	1,2	1,62
		4,1	1,5	2,176
		4	1	1,563
		3,7	0,6	1,185
		4,1	0,8	1,161
		4,4	1	1,174
	Trichomycterus areolatus	6,7	3,8	1,263
		5,9	2,8	1,363
		3,5	0,8	1,866
		5,7	2,3	1,242
		5,7	2,2	1,188
		5,3	0,1	0,067
		4,9	1,8	1,53
		4,1	1,2	1,741
		4,8	1,6	1,447
		4,9	1,4	1,19
		4,4	1,2	1,409
		6,97	6,6	1,949

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
Puente Ñiquén E16	*Percichthys trucha*	6,97	5,6	1,654
		5,46	3,4	2,089
		6,3	4,7	1,88
		5,6	2,5	1,424
		8,67	5,2	0,798
	Trichomycterus areolatus	7,34	4,2	1,062
		4,9	1,2	1,02
		5,04	1,4	1,094
		7,6	4,8	1,093
		4,2	1,2	1,62
		5,6	1,6	0,911
		5,5	2,1	1,262
		5,7	2,3	1,242
		5,2	1,1	0,782
		5,2	2,1	1,494
		5	2,4	1,92
		5,3	2,8	1,881
		4,8	1,6	1,447
		3,8	0,1	0,182
		3,2	0,6	1,831
		4,4	1,5	1,761
		5,8	2	1,025
		4	1,1	1,719
	Oncorhynchus mykiss	4,3	1,6	2,012
		4	1,7	2,656
		5,1	2,4	1,809
		4,8	1	0,904
Navotavo E17	*Percichthys trucha*	3	0,5	1,852
	Trichomycterus areolatus	4,9	1	0,85
		5,9	0,7	0,341
		4,3	0,6	0,755
		3	0,5	1,852
		5,3	1	0,672
		4	0,5	0,781
		4,2	0,5	0,675

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,1	0,5	0,725
		4,3	0,7	0,88
		3,1	0,5	1,678
		3,2	0,5	1,526
		4,2	0,6	0,81
		4,1	0,6	0,871
		4,2	0,5	0,675
		4,3	0,6	0,755
		5,5	1,2	0,721
		9,3	5,7	0,709
		5,9	2	0,974
Navotavo E18	*Trichomycterus areolatus*	4,8	1,3	1,175
		6,1	2,2	0,969
		9,3	6,2	0,771
		4,5	1,2	1,317
		4,1	1,4	2,031
		4,1	1,1	1,596
		6,4	3,8	1,45
		4,5	1,8	1,975
		4	1,4	2,188
		4	1,4	2,188
		4,3	1,6	2,012
Ninquihue E21	*Percichthys trucha*	2,2	0,2	1,878
		2,1	0,1	1,08
		6,2	3,4	1,427
		5,1	2,1	1,583
		4,2	1,3	1,755
		4,1	1,3	1,886
		4,8	0,9	0,814
		5,1	2	1,508
		4,6	1,4	1,438
		5	2,2	1,76
		3,3	0,8	2,226
		4,3	1,9	2,39
	Trichomycterus areolatus	3,5	0,6	1,399

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
	Basilichthys australis	4	1	1,563
		4,1	1,1	1,596
	Gambusia holbrooki	5,4	2,7	1,715
		5	2,5	2
Ninquihue E22	*Percichthys trucha*	6	2,9	1,343
		5	2,6	2,08
		5,1	2,9	2,186
	Trichomycterus areolatus	6,4	4,2	1,602
		6	3,5	1,62
	Percilia gillissi	5,8	2,4	1,23
	Basilichthys australis	5,2	2,8	1,991
Menelhue E23	*Percichthys trucha*	5,5	2,8	1,683
		5,6	2,5	1,424
		5,3	2,7	1,814
		5	2,2	1,76
		4,9	2	1,7
		4,6	1,6	1,644
		3,6	0,8	1,715
		5,4	2,8	1,778
		2,7	0,2	1,016
		5	2	1,6
		5,5	2,2	1,322
		5,9	2,2	1,071
	Trichomycterus areolatus	5,7	1,8	0,972
		4,2	0,7	0,945
		6	2	0,926
		5,2	1,2	0,853
		5,6	1,3	0,74
		3,6	0,4	0,857
		7,9	4,6	0,933
		4,3	1,5	1,887
	Cheirodon galusdae	4,2	1,2	1,62
Menelhue E24	*Percichthys trucha*	4,1	1,5	2,176
		4	1	1,563
		3,7	0,6	1,185

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,1	0,8	1,161
		4,4	1	1,174
		6,7	3,8	1,263
		5,9	2,8	1,363
		3,5	0,8	1,866
		5,7	2,3	1,242
		5,7	2,2	1,188
		5,3	0,1	0,067
		4,9	1,8	1,53
		4,1	1,2	1,741
		4,8	1,6	1,447
		4,9	1,4	1,19
		4,4	1,2	1,409
		6,97	6,6	1,949
		6,97	5,6	1,654
		5,46	3,4	2,089
		6,3	4,7	1,88
		5,6	2,5	1,424
Nebuco E25	*Percichthys trucha*	8,67	5,2	0,798
	Trichomycterus areolatus	7,34	4,2	1,062
		4,9	1,2	1,02
		5,04	1,4	1,094
		7,6	4,8	1,093
		4,2	1,2	1,62
		5,6	1,6	0,911
		5,5	2,1	1,262
		5,7	2,3	1,242
		5,2	1,1	0,782
		5,2	2,1	1,494
		5	2,4	1,92
		5,3	2,8	1,881
		4,8	1,6	1,447
		3,8	0,1	0,182
	Gambusia holbrooki	3,2	0,6	1,831
Nebuco E26	*Trichomycterus areolatus*	4,4	1,5	1,761

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm³)
		5,8	2	1,025

Fuente: ENVIS, 2023.

- Otoño 2023

En la tabla a continuación, se presenta el índice de condición "K" para las especies de fauna íctica reportada por puntos de muestreo en campaña de otoño 2023. Los valores más bajos en el índice de condición K, que refleja una baja condición nutricional se presentaron para *T aereolatus* en estero Parral (Puente Parral E14) con 0,32 (gr/cm3) y en E17 Navotavo estero Coche Pérez con 0,38 (gr/cm3). La mayoría de los sectores reflejaron un buen índice de condición K mayor o cercano a 1 (gr/cm3) Incluso hubo casos excepcionales con valores altos de 2,89 (gr/cm3) para especies nativas, como por ejemplo en río Achibueno en E5 Ancoa N°1 para *Ch. galusdae* y en estero Rauco en puente Menelhue E24 para *P. trucha* con 2,69 (gr/cm3), y rio Achibueno en Ancoa para *P. gillissi* con 2,845 (gr/cm3).

Tabla 3- 118: Parámetros morfométricos de la fauna íctica, otoño 2023

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm³)
Ancoa 1, E5	*Cheirodon galusdae*	2,4	0,4	2,894
		2,3	0,3	2,466
	Percichthys trucha	2,4	0,2	1,447
	Gambusia holbrooki	2,1	0,2	1,644
		2,3	0,2	2,500
		2	0,2	1,715
		2,8	0,2	0,911
		2,4	0,5	2,160
		2,1	0,2	1,644
Ancoa Nº2, E6	*Basilichthys australis*	12,7	13,1	0,640
	Trichomycterus areolatus	5,7	1,2	0,648
		4,2	0,5	0,675
		2,9	0,5	2,050
		4	0,5	0,781
		3,2	0,5	1,526
		3,5	0,5	1,166
		3,2	0,5	1,526
		3,5	0,5	1,166

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,2	0,5	0,675
		5	0,5	0,400
		3,3	0,5	1,391
		4,2	0,5	0,675
		5	0,5	0,400
		4,7	0,5	0,482
		4,3	0,5	0,629
		4	0,5	0,781
		5	0,5	0,400
		5	0,5	0,400
		6	1,3	0,602
		5,9	1,1	0,536
		5	0,9	0,720
		4,8	0,8	0,723
		5	0,7	0,560
		4,3	0,9	1,132
	Cheirodon galusdae	4,2	0,9	1,215
		3,2	0,6	1,831
		3,6	0,7	1,500
		2,7	0,5	2,540
		4,8	1,6	1,447
	Percilia gillissi	4,8	0,5	0,452
		3,9	0,5	0,843
	Percichthys trucha	4,8	1,1	0,995
		5	1,5	1,200
		4,2	1	1,350
		4,3	0,5	0,629
		4,3	0,7	0,880
		4,8	0,9	0,814
		4,8	1,4	1,266
		4,3	0,8	1,006
		4,9	0,9	0,765
		4,6	0,8	0,822
		4,3	0,9	1,132
		5	1,1	0,880
		4,5	0,8	0,878

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		3,3	0,5	1,391
		5	0,5	0,400
		3,4	0,5	1,272
	Gambusia holbrooki	2,9	0,3	1,230
		3	0,6	2,222
		3,1	0,6	2,014
		2,9	0,5	2,050
		2,9	0,5	2,050
		2,8	0,5	2,278
		2,5	0,4	2,56
		2,5	0,4	2,56
		2,8	0,5	2,278
Longaví E8	*Trichomycterus areolatus*	7,3	2	0,514
		5,5	0,9	0,541
		4,3	0,6	0,755
		6,2	1,9	0,797
		5,4	1,1	0,699
		4,6	0,7	0,719
		4,5	0,7	0,768
		6,6	1,8	0,626
		7,3	2,4	0,617
		5,5	1,1	0,661
		7,6	2,3	0,524
		6,8	2	0,636
		5,5	1,5	0,902
		6,3	1,3	0,520
		6	1,2	0,556
		7	1,9	0,554
		5,3	0,9	0,605
		5,9	1	0,487
		6,9	1,5	0,457
		5,9	1,8	0,876
		5,3	0,8	0,537
		4,6	0,5	0,514
		5,2	1	0,711
		5,6	1,3	0,740

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
Puente Copihue E10	*Gambusia holbrooki*	3,6	0,5	1,072
		2,4	0,3	2,170
		2,2	0,3	2,817
		2,3	0,3	2,466
		2,2	0,2	1,878
		2,5	0,3	1,920
		2,4	0,2	1,447
		2,4	0,2	1,447
		2,4	0,2	1,447
Puente Parral E14	*Basilichthys australis*	6,6	1,5	0,522
	Percichthys trucha	5,3	1,3	0,873
		6,6	3	1,043
		4,3	0,7	0,880
		4,6	0,6	0,616
		5,8	2,1	1,076
		3,9	0,5	0,843
	Percilia gillissi	6,1	1,9	0,837
		4,8	0,7	0,633
		4,8	1	0,904
	Trichomycterus areolatus	4,9	0,5	0,425
		5	0,5	0,400
		5,4	0,5	0,318
		5	0,5	0,400
		5,6	0,9	0,512
		5,1	0,6	0,452
		4,7	0,6	0,578
		4,7	0,5	0,482
Puente Ñiquén E15	*Percichthys trucha*	5,6	1,5	0,854
		4	0,6	0,938
		3,5	0,5	1,166
Puente Ñiquén E16	*Oncorhynchus mykiss*	8,1	6,1	1,148
	Percichthys trucha	4,1	1	1,451
		3	0,6	2,222
		4,6	0,9	0,925
		15,5	1,5	0,040
		5,7	2	1,080

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,5	1	1,097
		4,5	0,7	0,768
		5,5	1,4	0,841
		4,9	0,9	0,765
		3,1	0,4	1,343
		3,7	0,4	0,790
		4,3	0,6	0,755
		3,5	0,5	1,166
		4,1	0,4	0,580
		3,6	0,4	0,857
		3,7	0,3	0,592
		5,1	0,8	0,603
		3,3	0,5	1,391
	Trichomycterus areolatus	3,4	0,6	1,527
		4,3	0,7	0,880
		3,8	0,6	1,093
	Percilia gillissi	3,2	0,6	1,831
		4,4	0,9	1,057
		4,1	0,6	0,871
		4,4	0,6	0,704
		3,7	0,7	1,382
		4	0,7	1,094
Navotavo E17	*Trichomycterus areolatus*	7,1	2,6	0,726
		6,3	2,8	1,120
		6,2	2,8	1,175
		4,9	1,6	1,360
		6,4	1,7	0,648
		4,7	1,6	1,541
		3,3	0,5	1,391
		5,4	0,8	0,508
		5,4	0,6	0,381
		5,7	1,2	0,648
		3,2	0,5	1,526
		3,2	0,5	1,526
		4,4	0,8	0,939
		5,1	0,7	0,528

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		3,2	0,5	1,526
Navotavo E18	*Percichthys trucha*	5,6	0,9	0,512
		6,2	2,7	1,133
		5,5	2	1,202
		5,1	1,9	1,432
	Trichomycterus areolatus	4,7	0,7	0,674
		4,6	1	1,027
		2,9	0,5	2,050
		6	0,9	0,417
		3,2	0,5	1,526
		5,7	1,3	0,702
		5,4	0,9	0,572
		3	0,5	1,852
		3,5	0,5	1,166
		4,9	2,9	2,465
		3,5	0,5	1,166
		4,8	0,9	0,814
		3,7	0,5	0,987
		3,5	0,5	1,166
		5,2	0,7	0,498
		4,1	0,5	0,725
		4,9	0,6	0,510
		3	0,5	1,852
		4,3	0,5	0,629
		6,1	1,4	0,617
		5,1	1,1	0,829
		5,3	1	0,672
		7,3	2,2	0,566
		4	0,5	0,781
		5,5	0,9	0,541
		4,8	0,8	0,723
		5	0,5	0,400
Ninquihue E21	*Percilia gillissi*	3,2	0,5	1,526
		2,9	0,5	2,050
	Cheirodon galusdae	5,2	1,6	1,138

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		6,6	3,3	1,148
		5,9	3,1	1,509
		4,7	1,3	1,252
		4,4	1,6	1,878
		4,8	1,9	1,718
		5,2	1,5	1,067
		4,9	0,9	0,765
	Brachygalaxias bullocki	3,3	0,5	1,391
		3,3	0,5	1,391
		4	0,7	1,094
		4	0,7	1,094
		3,5	0,5	1,166
	Gambusia holbrooki	3,8	0,5	0,911
Ninquihue E22	*Percichthys trucha*	6,1	2,8	1,234
	Percilia gillissi	4,2	1,4	1,890
		2,8	0,6	2,733
		3,2	0,8	2,441
		3,2	0,5	1,526
		2,8	0,5	2,278
	Gambusia holbrooki	2,9	0,5	2,050
		3,2	0,6	1,831
		2,7	0,5	2,540
		3,1	0,7	2,350
Menelhue E23	*Percichthys trucha*	4,9	1,7	1,445
		5,7	2,7	1,458
		5,3	1,5	1,008
		4,4	1,3	1,526
		4,2	1,5	2,025
		5	1,5	1,200
	Percilia gillissi	4,7	1,2	1,156
		4,7	1,3	1,252
		4,6	1	1,027
		2,5	0,3	1,920
		4,7	1,5	1,445
		3,4	0,6	1,527

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		3	0,5	1,852
	Trichomycterus areolatus	5,5	0,7	0,421
Menelhue E24	*Percichthys trucha*	4,7	0,9	0,867
		5,7	1,7	0,918
		5,2	1,1	0,782
		3,2	0,5	1,526
		5,6	1,8	1,025
		4,7	1,6	1,541
		3,3	0,6	1,670
		3	0,5	1,852
		3,1	0,8	2,685
		4,7	1,8	1,734
		3,5	0,5	1,166
		3	0,5	1,852
		3,3	0,7	1,948
		2,7	0,5	2,540
		3,4	0,5	1,272
		2,8	0,5	2,278
		2,9	0,5	2,050
		3,5	0,7	1,633
	Cheirodon galusdae	4,3	0,5	0,629
	Brachygalaxias bullocki	3,4	0,7	1,781
	Percilia gillissi	5,8	2,7	1,384
		3,7	1,1	2,172
		4,6	1,6	1,644
		2,9	0,5	2,050
		3,5	0,5	1,166
		2,5	0,4	2,56
		3,4	0,5	1,272
		3,3	0,5	1,391
		2,6	0,5	2,845
		2,9	0,5	2,050
Nebuco E25	*Australoheros facetus*	7,6	9,5	2,164
	Gambusia holbrooki	2,2	0,1	0,939
		2,3	0,2	1,644

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		2,6	0,5	2,845
		2,2	0,3	2,817
		2,8	0,5	2,278
		2,2	0,3	2,817
		2,5	0,4	2,56
		2,2	0,1	0,939
		2,3	0,2	1,644
		2,5	0,4	2,56
		2,7	0,5	2,540
		2,6	0,5	2,845
		1,6	0,1	2,441
		2,1	0,1	1,080
		2,3	0,2	1,644
	Trichomycterus areolatus	7,3	1,6	0,411
		9	4,2	0,576
		6,5	2,1	0,765
		7	1,8	0,525
		8	3,1	0,605
		4,3	0,5	0,629
		5,3	0,7	0,470
		7,6	2,6	0,592
		7,6	2,3	0,524
		7,5	2,5	0,593
		5,3	0,8	0,537
		5	0,7	0,560
		5,2	0,7	0,498
		4,6	0,5	0,514
	Percichthys trucha	4,2	1	1,350
		4,2	1,2	1,620
		4,6	1,6	1,644
		4,2	1,3	1,755
		5,2	2	1,422
		3,6	0,9	1,929
		4,3	1,5	1,887
		3,5	0,5	1,166

Estación	Especie	Información Morfométrica		
		LT (cm)	Peso (gr)	K (gr/cm^3)
		4,1	1,2	1,741
		4,2	1,2	1,620
		3,4	0,7	1,781
		3,9	0,5	0,843
		3,4	0,5	1,272
	Percilia gillissi	3,8	0,8	1,458
		4,5	1,5	1,646
		4,1	1,5	2,176
		4	0,7	1,094
		3,6	0,7	1,500
		4,2	1,1	1,485
		4,3	1,3	1,635
		4,3	1,2	1,509
		4,5	1,1	1,207
		3,6	0,9	1,929
Nebuco E26	*Percilia gillissi*	5,7	2,1	1,134
		4,6	1,4	1,438
		4	0,8	1,250
		4,4	1,3	1,526
		4,6	1,4	1,438
		3,2	0,7	2,136
		3,7	0,5	0,987
		3,7	0,8	1,579
	Percichthys trucha	3,8	1,4	2,551
		4	0,8	1,250
		4,9	1,6	1,360

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 119: Fauna íctica campañas: primavera 2022 y otoño 2023

Especie	Nombre vulgar	Categoría conservación/origen	Primavera 2022	Otoño 2023
Percichthys trucha	Trucha negra	Casi Amenazada, Nativa	X	X

Especie	Nombre vulgar	Categoría conservación/origen	Primavera 2022	Otoño 2023
Trichomycterus aerolatus	Bagrecito	Vulnerable, Nativa	X	X
Basilichthys australis	Pejerrey chileno	Vulnerable, Nativa	X	X
Cheirodon galusdae	Pocha de los lagos	Vulnerable, Nativa	X	X
Brachygalaxias bullocki	Puye	Vulnerable, Nativa	-	X
Percilia gillissi	Carmelita	En Peligro, Nativa	X	X
Gambusia holbrooki	Gambusia	Introducida	X	X
Oncorhynchus mykiss	Trucha arco iris	Introducida	X	X
Australoheros facetus	Chanchita	Introducida	-	X

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.3.4 Fotografías Fauna Íctica

A continuación, se muestran fotografías de la ictiofauna reportada desde el trabajo realizado en terreno.

Fotografía 3- 42: Fauna Íctica nativa, campañas primavera 2022 y otoño 2023.



Trichomycterus aerolatus



Cheirodon galusdae

	
Percilia gillissi	*Basilichthys australis*
	
Percichthys trucha	*Brachygalaxias bullocki*

Fuente: ENVIS, 2023.

Fotografía 3- 43: Fauna Íctica introducida, campañas primavera 2022 y otoño 2023.

	
Gambusia holbrooki	*Oncorhynchus mykiss*



Australoheros facetus

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.4 Macroinvertebrados BENTÓNICOS

3.13.3.4.1 Taxonomía de macroinvertebrados bentónicos

- Primavera 2022

En las siguientes tablas, se muestra la determinación taxonómica y abundancia promedio de los distintos taxones de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo (n=3). En general, fueron identificados 6 Phyllum; Arthropoda, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta, Nematoda y Mollusca. Los puntos de muestreo en río Achibueno en Ancoa N° 1, E3 y en estero Carbonero, puente Lilahue E19 no aplicó la recolección de macroinvertebrados, el ecosistema comprendía un cuerpo de agua anegado, con una gran abundancia de macrófitas y vegetación de tipo terrestre y un pozón con agua estancada de sustrato blando, respectivamente. Por otra parte, el punto Ancoa Nº2, E5 en río Achibueno presentó ausencia de macroinvertebrados. En el resto de las estaciones hubo presencia de macroinvertebrados.

Destacó el taxón Chironomidae por presentar altas abundancias, siendo la máxima de 730 ind/m2, en la estación Nebuco, E25 en río Chillán, familia del phyllum Artropoda, registrada en diversos ambientes, siendo característica su abundancia en zonas de calidad de agua “malas o muy perturbados” (Figueroa *et al*, 2007). En el grafico siguiente, se muestra la abundancia de cada familia por cauce y se observa que la mayor abundancia y distribución corresponde a las familias Chironomidae e Hydropsychidae, y phyllum Nematoda, típicos representantes de organismos tolerantes a la contaminación orgánica.

Tabla 3- 120: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E1 a E8, primavera 2022.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E8
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		0	15	78	0	204	59	56
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae		0	11	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ephydridae		0	0	0	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae		0	0	0	0	7	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae		0	0	0	0	0	7	0
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae		0	0	0	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae		0	0	4	0	19	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae		0	0	0	0	0	0	7
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		0	0	7	0	22	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae		0	0	4	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Odonata	Zygoptera		0	0	0	0	4	4	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	0	0	19	0	48	11	78
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Oxyethira*	0	0	0	0	0	0	11
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	0	0	0	0	315	59	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	*Mastigoptila*	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes			0	0	19	0	4	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	0	0	0	0	26	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0	0	0	0	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E8
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0	148	0	37	30	7
Arthropoda	Ostracoda				7	59	44	0	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	0	0	0	0	7	0	4
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	0	0	19	0	33	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	0	0	15	0	15	26	33
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Planorbiidae	*Biomphalaria*	0	0	0	0	0	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0	7	0	0	26	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	0	11	0	0	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		0	0	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	0	0	7	0	0	7	0
Oligochaeta					0	0	4	0	19	7	11
Nematoda					11	15	81	0	4	93	78

Fuente: ENVIS, 2023

Tabla 3- 121: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E 9 a E17, primavera 2022.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		48	33	0	19	11	63	130	407	93
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae		0	0	0	0	0	4	7	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ephydridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae		0	7	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae		0	19	0	4	0	4	26	15	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		22	26	0	0	0	7	59	170	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae		0	0	0	0	0	56	11	137	41
Arthropoda	Insecta	Odonata	Zygoptera		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	0	0	0	7	0	4	11	0	4
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Oxyethira*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	0	0	0	0	7	156	48	374	44
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	*Mastigoptila*	0	0	0	0	0	0	4	0	4
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes			4	0	0	0	0	0	19	7	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	22	4	0	0	0	11	0	11	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0	0	0	0	0	11	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0	4	7	0	0	4	4	0
Arthropoda	Ostracoda				4	0	0	0	0	11	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	0	0	0	4	0	7	37	41	4
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	7	0	0	0	0	11	4	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Planorbiidae	*Biomphalaria*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0	0	0	0	0	33	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		0	0	0	0	0	0	0	4	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta					4	22	0	7	7	4	7	0	7
Nematoda					7	4	11	22	19	67	44	219	41

Fuente: ENVIS, 2023

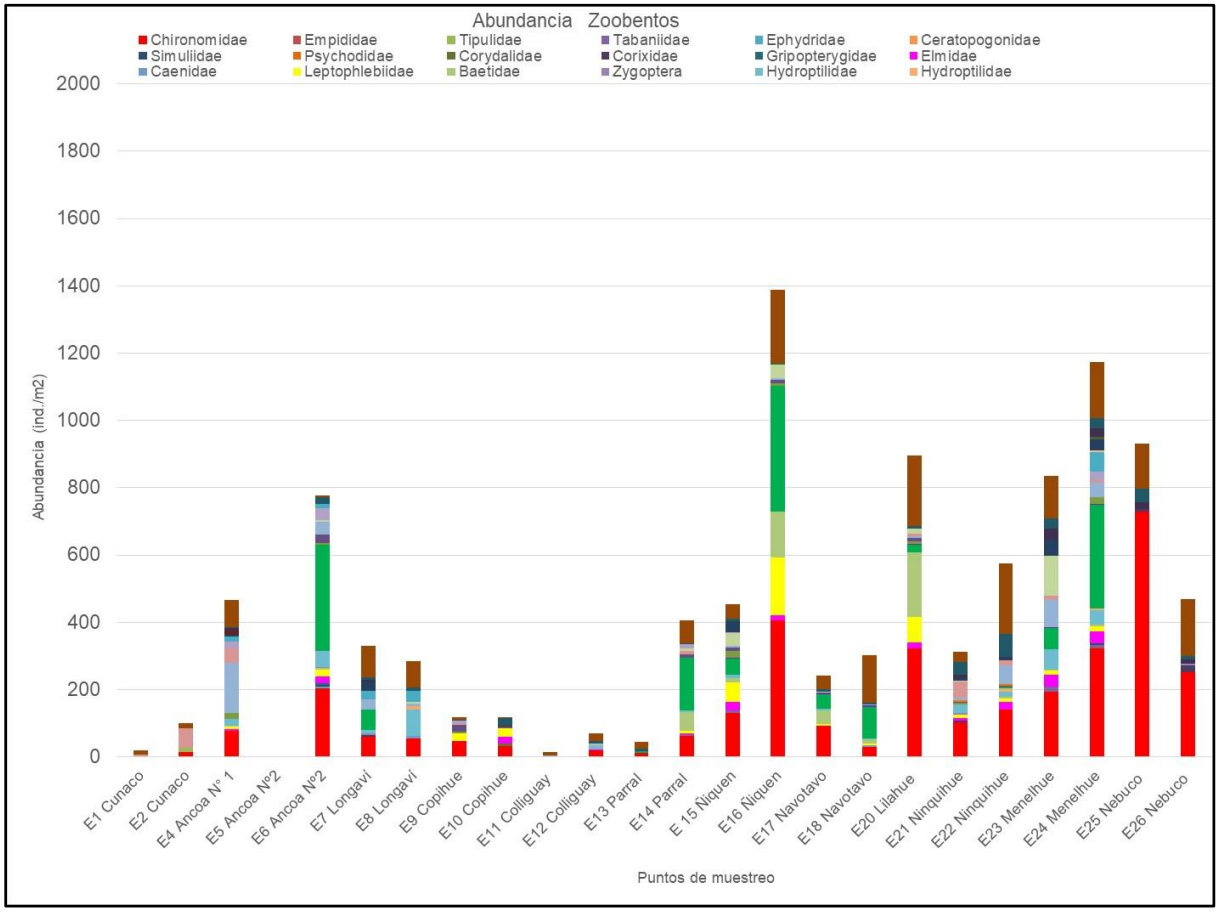
Tabla 3- 122: Abundancia promedio de zoobentos por taxón desde E18 a E26, primavera 2022.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E18	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae		30	322	104	141	193	322	730	252
Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae		0	0	0	0	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae		0	0	0	0	15	7	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ephydridae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae		0	0	0	0	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae		0	0	4	0	0	0	7	19
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae		0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae		0	19	7	22	37	37	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Caenidae		4	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		7	74	11	11	11	15	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae		11	193	0	4	4	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Odonata	Zygoptera		0	0	4	0	0	0	0	7
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	4	0	26	15	59	44	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Oxyethira*	0	0	0	11	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	93	22	0	4	63	307	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/especie	E18	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	*Mastigoptila*	4	4	0	0	4	4	0	0
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes			0	7	4	0	0	19	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	0	11	4	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0	0	4	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	4	4	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	4	4	7	56	81	44	0	0
Arthropoda	Ostracoda				0	7	48	15	11	7	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	0	15	4	0	119	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	0	0	0	0	0	26	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	0	0	0	0	0	59	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Planorbiidae	*Biomphalaria*	0	0	0	0	0	4	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0	7	7	48	33	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae		0	0	0	0	0	7	0	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	0	0	11	4	33	26	19	11
Oligochaeta					4	7	37	67	30	30	41	11
Nematoda					141	211	30	211	126	167	133	170

Fuente: ENVIS, 2023

Gráfico 3- 15: Abundancia total de familia de zoobentos por puntos de muestreo, primavera 20222.



Fuente: ENVIS,2023.

Durante la campaña de Línea de Base realizada en primavera de 2022, se encontraron 3 especies de zoobentos en categoría de conservación para destacar. De acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente, se especifica lo siguiente:

- *Aegla **p**ewenchae,* Pancora, “Preocupación menor” E8-E11-E12-E16-E18-E22-E23
- *Aegla **l**eavis talcahuano,* “En Peligro”, E17-E24
- *Samastacus spinifrons*., “Preocupación menor”, E23-E24

- Otoño 2023

En las tablas a continuación, se muestra la determinación taxonómica y abundancia promedio de los distintos taxones de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo (n=3), de la campaña de otoño 2023. En general, fueron identificados 6 Phyllum; Arthropoda, Mollusca, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta y Nematoda.

En la estación Lilahue E19, estero Carbonero no se tomaron muestras de macroinvertebrados porque el ecosistema comprendía un cuerpo de agua anegado y pozones conformados por agua estancada de sustrato blando. Por otra parte, el punto Cunaco E2 en estero Tornicura no reportó presencia de macroinvertebrados. El resto de las estaciones presentaron macroinvertebrados.

Durante la campaña de otoño de 2023, nuevamente destacó el taxón Chironomidae por presentar altas abundancias, siendo las máximas de 285 ind/m2 y 107 ind/m2 en río Longaví E8 y río Chillán en Nebuco E25 respectivamente. Esta familia pertenece al phyllum Artropoda, se encuentra en diversos ambientes, como también es abundante en zonas con aguas “malas o muy perturbados” (Figueroa et al, 2007), ver gráfico después de tablas.

Tabla 3- 123: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E1 a E7, otoño 2023.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	4	0	0	37	0	0	33
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	-	4	0	0	0	4	4	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Sialidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	0	0	0	0	0	11	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	-	0	0	0	0	0	0	7
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	-	0	0	0	15	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	0	0	0	4	0	11	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	-	0	0	0	0	0	4	0
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	-	-	4	0	0	0	0	0	4
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	0	0	0	0	0	19	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0	7	33	0	0	0
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	0	0	4	4	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	0	0	0	0	0	7	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	0	0	4	0	0	67	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	0	0	56	7	0	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0	0	0	0	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	0	0	4	0	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-	0	0	0	0	0	0	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	-	-	-	-	0	0	44	0	7	0	7
Nematoda	-	-	-	-	0	0	26	11	19	0	30

Fuente: ENVIS, 2023

Tabla 3- 124: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E 8 a E16, otoño 2023.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	285	7	11	0	7	4	0	15	26
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	-	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	-	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Sialidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	7	0	0	0	0	4	0	11	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	-	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	-	-	19	0	0	0	0	0	0	4	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	4	0	0	0	0	0	4	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0	15	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	4	0	0	0	0	0	4
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	4	0	0	19	0	0	0	4	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	0	0	0	0	0	0	7	7	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	7	0	0	0	0	0	0	0	7
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0	4	0	0	0	7	30	15
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-	0	0	0	0	0	0	0	48	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	-	-	-	-	0	0	11	0	0	4	7	26	0
Nematoda	-	-	-	-	19	0	0	0	0	0	0	41	11

Fuente: ENVIS, 2023

Tabla 3- 125: Abundancia promedio de zoobentos (ind/m²) por taxón desde E17 a E26, otoño 2023.

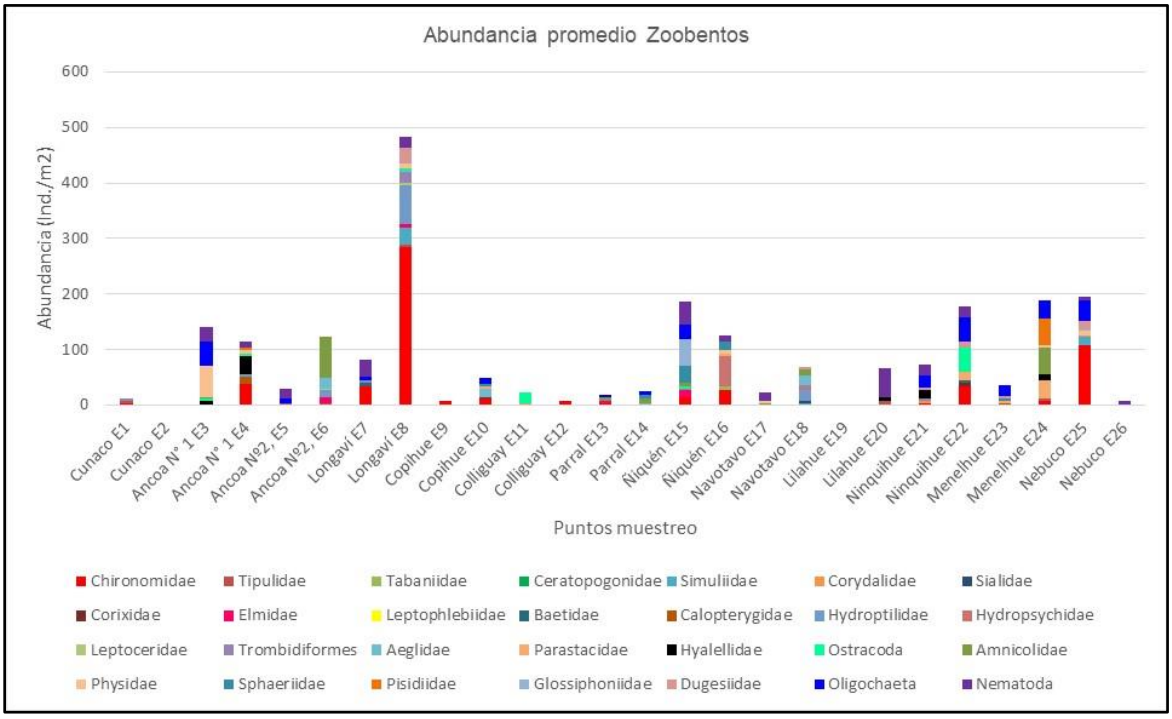
PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	-	0	0		0	4	33	0	7	107	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	-	0	0		7	0	0	0	4	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabaniidae	-	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	-	0	4		0	0	0	0	0	15	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	-	0	0		0	4	0	0	0	4	0
Arthropoda	Insecta	Megaloptera	Sialidae	-	0	4		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	-	0	0		0	0	7	0	0	0	0

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Género/Especie	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	-	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	-	0	0		0	0	4	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Odonata	Calopterygidae	-	0	0		0	0	0	4	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metrichia*	0	19		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	*Smicridea*	0	4		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae		0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	-	-	0	4		0	4	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla pewenchae*	0	19		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla leavis talcahuano*	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Crustacea	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0		0	0	15	4	33	0	0
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	0	0		7	15	0	0	11	0	0
Arthropoda	Ostracoda	-	-	-	0	0		0	0	44	0	0	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*aff Littoridina*	4	0		0	0	0	0	19	0	0
Molusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Amnicolidae	*Chilina*	0	11		0	0	0	0	30	0	0
Molusca	Gastropoda	Hygrophila	Physidae	*Physa*	4	0		0	0	0	0	4	7	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	*Sphaerium*	0	0		0	0	0	4	0	0	0
Molusca	Bivalvia	Veneroidea	Pisidiidae	*Pisidium*	0	0		0	0	0	0	48	0	0
Annelida	Clitellata	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-	0	0		0	0	0	0	0	4	0
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neoophora	Dugesiidae	*Dugesia*	0	4		0	4	11	4	0	15	0
Oligochaeta	-	-	-	-	0	0		0	22	44	19	33	37	0
Nematoda	-	-	-	-	15	0		52	19	19	0	0	7	7

Fuente: ENVIS, 2023

A continuación, se muestra la abundancia promedio de familia por cada punto de muestreo.

Gráfico 3- 16: Abundancia promedio de taxón de zoobentos (ind/m^2), otoño 2023.



Fuente: ENVIS,2023.

Se destacan tres especies de Zoobentos los cuales presentan Categoría de conservación

- *Aegla pewenchae,* Pancora, “Preocupación menor”, E6-E14-E18
- *Aegla leavis talcahuano,* “En Peligro”, E10.
- *Samastacus spinifrons*., “Preocupación menor”, E10.

3.13.3.4.2 Parámetros ecológicos

El detalle de los parámetros ecológicos de diversidad para las campañas de primavera 2022 y otoño 2023, se presenta en Tabla siguiente.

- Primavera 2022

Durante la campaña de primavera 2022, en casi todos los puntos de muestreo se encontró macroinvertebrados, excepto en río Achibueno en Ancoa N°1 en E3 y en Ancoa N° 2, E5 y estero

Carbonero en Lilahue E19 no se tomaron muestras de macroinvertebrados porque el ecosistema comprendía un cuerpo de agua anegado, con una gran abundancia de macrófitas y vegetación de tipo terrestre y un pozón conformando agua estancada de sustrato blando.

La riqueza de taxón fluctuó ampliamente entre dos (2) familias en estero Tornicura y Colliguay (E1 y E11) a veintidós (22) familias en estero Rauco (Menelhue, E24). La abundancia fluctuó entre 15 (Ind/m2) en Colliguay E11 hasta 1389 (Ind/m2) en Ñiquen E16. La Equidad (J') registró un valor mínimo de 0,449 en el puente Nebuco E25, por su parte, el valor más alto fue de 0,964 en Cunaco E1. La Diversidad (H') presentó una variación entre 0,837 en Colliguay E11 y un máximo de 3,318 en Ñiquén E15. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,125 en el puente Menelhue E23 y un máximo de 0,639 en Nebuco E25. En este contexto, el puente Ñiquén E15 fue la que presentó mejor condición ecológica, al presentar alta riqueza (16 taxa), un valor alto de equidad (0,829), baja dominancia (0,136) y un índice de diversidad mayor que el resto (3,318 bits).

Otoño

Por su parte, durante la campaña de otoño de 2023 en casi todos los puntos de muestreo se encontró macroinvertebrados, excepto en estero Tornicura, Cunaco E2, y en estero Carbonero, en Lilahue E19 no se recolectó macroinvertebrados porque el cuerpo de agua se presentó anegado con pozones de agua estancada de sustrato blando. La riqueza de taxón presentó una variación entre uno (1) en estero El Membrillo, Copihue E9 y Colliguay E12 y doce (12) taxones en Longaví E8. La abundancia mínima fue de 7 (Ind/m2) en estero El Membrillo Copihue E9, Colliguay E12 y en río Chillán Nebuco E26 hasta un valor más alto de 483 (Ind/m2) en Longaví E8. La Equidad (J') registró un valor mínimo de 0,593 en Longaví E8, y el valor más alto fue de uno (1) en estero Tornicura Cunaco E1. La Diversidad (H') presentó una variación entre 0,667 (bits) en Colliguay E11 a un máximo de 2,786 (bits) en estero Rauco Menelhue E24. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,162 en Menelhue E24 y un máximo de 0,700 en Colliguay E11, ver tabla siguiente.

Tabla 3- 126: Parámetros ecológicos de macroinvertebrados bentónicos

Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Cunaco E1	Primavera	2	18	0,964	0,964	0,497
	Otoño	3	12	1,000	1,585	0,273
Cunaco E2	Primavera	4	100	0,810	1,620	0,399
	Otoño	0	0	-	0,000	
Ancoa N° 1 E3	Primavera*	-	-	-	-	-
	Otoño	6	141	0,778	2,010	0,288
Ancoa N° 1 E4	Primavera	15	467	0,772	3,016	0,173
	Otoño	8	115	0,834	2,502	0,213
Ancoa Nº2, E5	Primavera	0	0	0	0,000	0,000

Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
	Otoño	3	30	0,817	1,295	0,455
Ancoa Nº2, E6	Primavera	18	776	0,654	2,726	0,245
	Otoño	7	123	0,739	2,073	0,337
Longaví E7	Primavera	11	329	0,837	2,894	0,165
	Otoño	5	81	0,811	1,883	0,312
Longaví E8	Primavera	9	285	0,806	2,556	0,203
	Otoño	12	483	0,593	2,124	0,379
Copihue E9	Primavera	8	118	0,804	2,411	0,239
	Otoño	1	7	-	0,000	1,000
Copihue, estero El membrillo E10	Primavera	8	119	0,866	2,599	0,184
	Otoño	6	49	0,919	2,376	0,198
Colliguay E11	Primavera	2	15	0,837	0,837	0,581
	Otoño	2	23	0,667	0,667	0,700
Colliguay E12	Primavera	7	70	0,892	2,504	0,198
	Otoño	1	7	-	0,000	1,000
Parral E13	Primavera	4	44	0,933	1,867	0,283
	Otoño	4	19	0,975	1,950	0,228
Parral E14	Primavera	13	405	0,719	2,661	0,220
	Otoño	4	25	0,983	1,966	0,230
Ñiquén E15	Primavera	16	455	0,829	3,318	0,136
	Otoño	9	186	0,870	2,757	0,169
Ñiquén E16	Primavera	11	1389	0,726	2,512	0,208
	Otoño	7	126	0,813	2,284	0,263
Navotavo E17	Primavera	9	242	0,752	2,384	0,237
	Otoño	3	23	0,808	1,280	0,462
Navotavo E18	Primavera	10	302	0,626	2,080	0,323
	Otoño	8	69	0,879	2,638	0,182
Lilahue E19	Primavera*	-	-	-	-	-
	Otoño	0	0	-	0,000	-
Lilahue E20	Primavera	13	896	0,664	2,456	0,239
	Otoño	3	66	0,604	0,958	0,638
Ninquihue E21	Primavera	16	312	0,781	3,125	0,167
	Otoño	7	72	0,865	2,428	0,208
Ninquihue E22	Primavera	15	576	0,695	2,714	0,220
	Otoño	8	177	0,885	2,655	0,178
Menelhue E23	Primavera	15	834	0,849	3,316	0,125
	Otoño	5	35	0,822	1,909	0,328
Menelhue E24	Primavera	22	1174	0,706	3,147	0,172
	Otoño	9	189	0,879	2,786	0,162
Nebuco E25	Primavera	5	930	0,449	1,042	0,639
	Otoño	8	196	0,690	2,071	0,345
Nebuco E26	Primavera	6	470	0,597	1,544	0,420

Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
	Otoño	1	7	-	0,000	1,000

*Sin Muestra: Agua Estancada **Fuente: ENVIS, 2023**

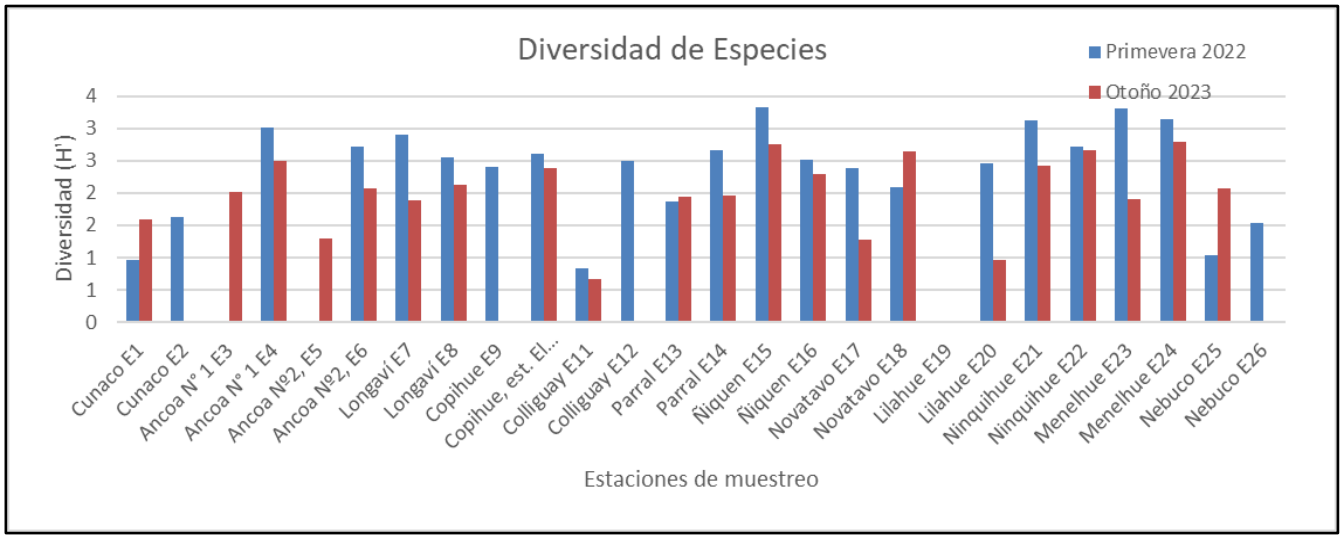
En el siguiente, se observa la riqueza en los distintos puntos de muestreo en ambas campañas, destacando los mayores valores durante la campaña de primavera de 2022. A su vez, el Grafico 18, muestra la diversidad de especies en ambas campañas, destacando los mayores valores durante la campaña de primavera 2022 respecto a otoño 2023.

Gráfico 3- 17: Riqueza de taxones de zoobentos por punto de muestreo.



Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 18: Diversidad de familia de zoobentos por punto de muestreo.



Fuente: ENVIS, 2023

3.13.3.4.3 Evaluación de calidad de agua según Índice biótico CH IBF

La siguiente tabla, indica las características ambientales según el índice biótico Ch IBF para los puntos de muestreo de las campañas de primavera 2022 y otoño 2023 (Figueroa *et al.,*2007).

Tabla 3- 127: Índice *Ch* IBF, por punto de muestreo

Estación	Época	Índice *Ch* IBF	Características ambientales
Cunaco E1	Primavera	8,21	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	5,67	Regular, Perturbado
Cunaco E2	Primavera	6,85	Malo, muy Perturbado
	Otoño	0	-
Ancoa N° 1 E3	Primavera	-	-
	Otoño	8,10	Muy malo, fuertemente perturbado
Ancoa N° 1 E4	Primavera	7,22	Malo, muy Perturbado
	Otoño	7,21	Malo, muy Perturbado

Estación	Época	Índice *Ch* IBF	Características ambientales
Ancoa Nº2, E5	Primavera	--	--
	Otoño	7,97	Muy malo, fuertemente perturbado
Ancoa Nº2, E6	Primavera	5,20	Regular, Perturbado
	Otoño	5,02	Regular, Perturbado
Longaví E7	Primavera	7,00	Malo, muy Perturbado
	Otoño	7,57	Muy malo, fuertemente perturbado
Longaví E8	Primavera	6,78	Malo, muy Perturbado
	Otoño	6,28	Malo, muy Perturbado
Copihue E9	Primavera	5,41	Regular, Perturbado
	Otoño	7,0	Malo, muy Perturbado
Copihue, E10	Primavera	4,97	Regular, Perturbado
	Otoño	5,8	Regular, Perturbado
Colliguay E11	Primavera	8,76	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	5,96	Regular, Perturbado
Colliguay E12	Primavera	7,31	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	7,0	Malo, muy Perturbado
Parral E13	Primavera	7,51	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	6,21	Malo, muy Perturbado
Parral E14	Primavera	5,46	Regular, Perturbado
	Otoño	6,64	Malo, muy Perturbado
Ñiquén E15	Primavera	5,75	Regular, Perturbado
	Otoño	7,53	Muy malo, fuertemente perturbado

Estación	Época	Índice *Ch* IBF	Características ambientales
Ñiquén E16	Primavera	5,51	Regular, Perturbado
	Otoño	5,93	Regular, Perturbado
Navotavo E17	Primavera	6,06	Regular, Perturbado
	Otoño	8,30	Muy malo, fuertemente perturbado
Navotavo E18	Primavera	6,68	Malo, muy Perturbado
	Otoño	4,33	Bueno, moderadamente Perturbado
Lilahue E20	Primavera	6,19	Malo, muy Perturbado
	Otoño	8,26	Muy malo, fuertemente perturbado
Ninquihue E21	Primavera	6,57	Malo, muy Perturbado
	Otoño	7,54	Muy malo, fuertemente perturbado
Ninquihue E22	Primavera	7,52	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	7,05	Malo, muy Perturbado
Menelhue E23	Primavera	6,53	Malo, muy Perturbado
	Otoño	6,97	Malo, muy Perturbado
Menelhue E24	Primavera	6,23	Malo, muy Perturbado
	Otoño	6,99	Malo, muy Perturbado
Nebuco E25	Primavera	7,26	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	6,87	Malo, muy Perturbado
Nebuco E26	Primavera	7,49	Muy malo, fuertemente perturbado
	Otoño	9,00	Muy malo, fuertemente perturbado

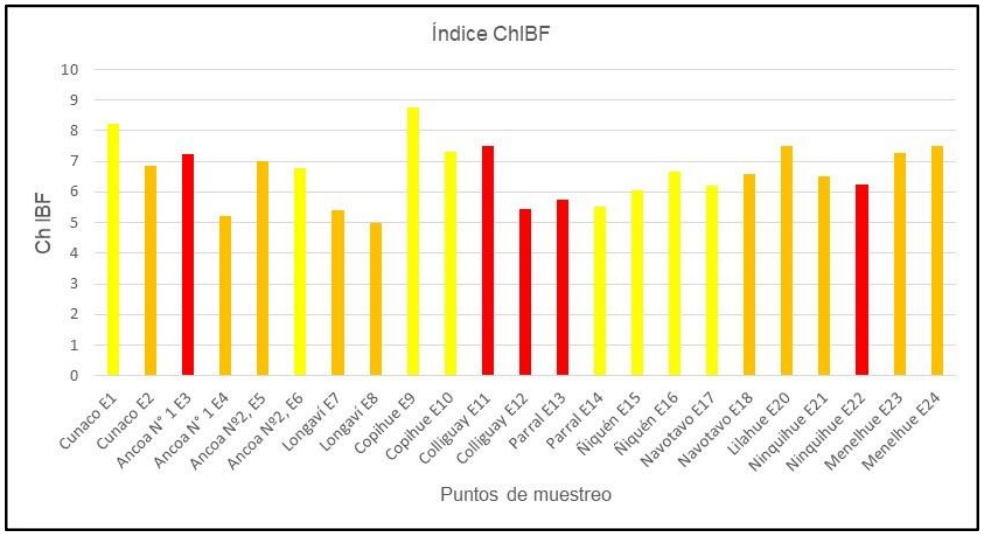
Fuente: ENVIS, 2023.

- Primavera 2022

Los resultados para *Ch* IBF indican 3 clases de calidad de agua desde regular a muy malo, grafico siguiente, se muestra la distribución de estas para primavera 2022.

- Clase Regular, perturbado (7 puntos de muestreo), río Ancoa en Ancoa Nº2, E6, estero Copihue en Copihue E9 y E10, estero Parral E14, río Ñiquén E15 y E16 y estero Coche Pérez en Navotavo E17.
- Clase Malo, muy perturbado (9 puntos) para estero Tornicura Cunaco Oriente E2, río Ancoa en Ancoa N° 1en E4, río Longaví en E7 y E8, estero Coche Pérez en Navotavo Oriente E18, estero Carbonero en Lilahue Poniente Calle Local E20, estero Lirutao en Ninquihue Poniente E21, estero Rauco en Menelhue Poniente E23 y E24.
- Clase Muy malo, fuertemente Perturbado (7 puntos) para estero Tornicura en Cunaco Oriente E1, estero Colliguay E11 y E12, estero Parral E13, estero Lirutao en Ninquihue Poniente E22, río Chillán en Nebuco Oriente y Poniente E25 y E26.

Gráfico 3- 19: Índice biótico Ch IBF, por punto de muestreo, primavera 2022



Clase	ChIBF	Características ambientales	Color
I	0,00-3,75	Muy bueno, no perturbado	Azul
II	3,76-4,63	Bueno, moderadamente perturbado	Verde
III	4,64-6,12	Regular, perturbado	Amarillo
IV	6,13-7,25	Malo, muy perturbado	Naranja
V	7,26-10,00	Muy malo, fuertemente perturbado	Rojo

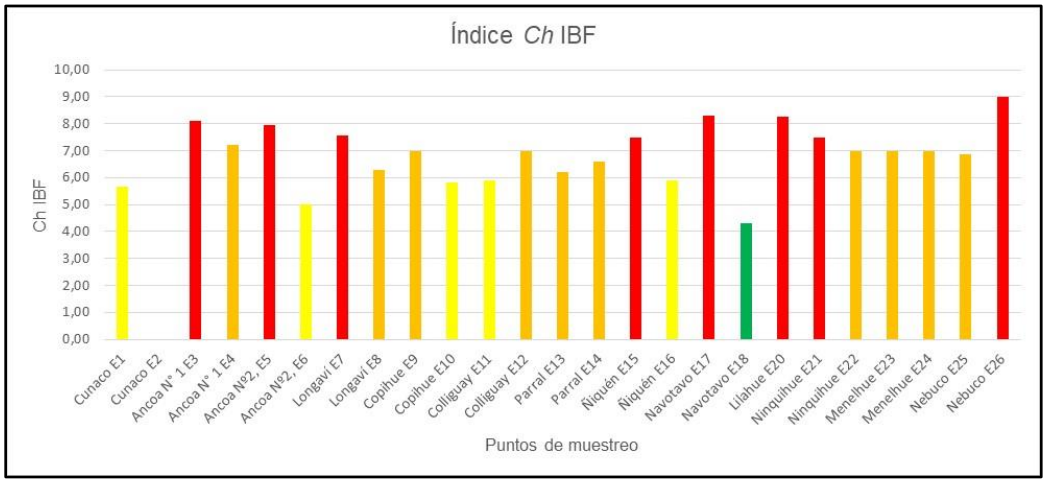
Fuente: ENVIS 2023, basado en Figueroa et al, 2007

- Otoño, 2023

Los resultados para otoño 2023 indican cuatro (4) clases de calidad de agua desde “Bueno moderadamente Perturbado” hasta “Muy Malo, fuertemente Perturbado”, ver gráfico siguiente.

- Bueno, moderadamente perturbado (1 punto); para estero Coche Pérez en Navotavo Oriente E18.
- Regular, perturbado (5 puntos) para estero Tornicura en Cunaco Oriente E1, río Ancoa en Ancoa N°2 Oriente en E6, estero Copihue en Copihue Poniente E10, estero Colliguay en E11 y río Ñiquén en E16.
- Malo, muy perturbado (10 puntos), río Ancoa en Ancoa Nº1, E4, río Longaví en E8, estero Copihue en Copihue E9, estero Colliguay en E12, estero Parral en E13 y E14, estero Lirutao en Ninquihue Poniente E22, estero Rauco en Menelhue Poniente E23 y E24, y río Chillán en Nebuco Oriente E25.
- Muy malo, fuertemente Perturbado (8 puntos) para río Achibueno en Ancoa N°1 Oriente en E3 y Ancoa N° 2 Oriente, en E5, río Longaví en E7, estero Carbonero en Lilahue Poniente Calle Local E20, estero Lirutao en Ninquihue Poniente E21 y río Chillán en Nebuco Poniente E26.

Gráfico 3- 20: Índice biótico Ch IBF, por punto de muestreo, otoño,2023



Clase	ChlBF	Características ambientales	Color
I	0,00-3,75	Muy bueno, no perturbado	Azul
II	3,76-4,63	Bueno, moderadamente perturbado	Verde
III	4,64-6,12	Regular, perturbado	Amarillo
IV	6,13-7,25	Malo, muy perturbado	Naranja
V	7,26-10,00	Muy malo, fuertemente perturbado	Rojo

Fuente: ENVIS 2023, basado en Figueroa *et al,* 2007.

3.13.3.5 Fitoplancton

3.13.3.5.1 Taxonomía de fitoplancton

- Primavera 2022

En todas las estaciones se encontró el componente de fitoplancton. Se identificaron 44 especies pertenecientes a un total de 6 phyllum, los cuales corresponden a: Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria y Euglenophyta. Entre el nivel taxonómico de Género destaco *Melosira* por su mayor abundancia (111,86 Ind/mL) en la estación Parral E14, perteneciente a Bacillariophyta. En las tablas 125, 126 y 127 se expone la taxonomía de fitoplancton para todos los puntos de muestreo.

- Otoño 2023

En todas las estaciones se detectó el componente de fitoplancton. Se identificaron 44 especies pertenecientes a un total de 5 phyllum los cuales corresponden a: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Rhodophyta. Entre el nivel taxonómico de Género destaco Fragilaria por su mayor abundancia (67.000 Ind/mL) en río Achibueno en Ancoa N°1 en E4, perteneciente a Bacillariophyta. En las tablas 128, 129 y 130 se expone la taxonomía de fitoplancton para todos los puntos de muestreo.

Tabla 3- 128: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E1 a E8, primavera 2022

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	Cyclotella	10,65	4,99	2,50	2,85	0,00	0,00	0,00	2,50
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira	5,33	8,32	2,50	0,00	0,00	3,33	17,12	2,50
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	Achnanthidium	0,00	0,00	12,48	0,00	1,00	9,99	0,00	12,48
				Achnanthes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Lemnicola	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
			Cocconeidaceae	Cocconeis	2,66	3,33	4,99	0,00	2,00	3,33	2,85	4,99
		Thalassiophysales	Catenulaceae	Amphora	0,00	1,66	0,00	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	11,98	14,98	0,00	2,85	4,99	36,62	2,85	0,00
				Tryblionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Denticula	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	2,85	2,50
		Cymbellales	Gomphonemataceae	Gomphonema	0,00	4,99	9,99	5,71	3,99	6,66	14,27	9,99
				Gomphoneis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,71	0,00
			Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Cymbellaceae	Encyonema	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
				Cymbella	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,33	5,71	0,00
			Anomoeoneidaceae	Anomoeoneis	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	Gyrosigma	0,00	6,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Naviculaceae	Navicula	5,33	21,64	2,50	2,85	2,00	3,33	2,85	2,50
			Pinnulariaceae	Pinnularia	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
			Sellaphoraceae	Sellaphora	1,33	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	Diploneis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	Amphipleura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	Eunotia	0,00	0,00	4,99	8,56	3,00	0,00	0,00	4,99
		Surirellales	Surirellaceae	Surirella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Cymatopleura	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	Rhopalodia	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
				Epithemia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	0,00	0,00	24,97	48,51	11,98	43,28	2,85	24,97
				Fragilariales	2,66	0,00	29,96	65,63	2,00	13,32	14,27	29,96
				Diatoma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Hannaea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Asterionella	0,67	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	22,83	0,00
				Ulnaria	1,33	6,66	12,48	74,19	1,00	49,94	68,48	12,48

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	4,99	1,43	0,00	0,00	0,00	4,99
				Scenedesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Coelastrum colonia	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
			Selenastraceae	Monoraphidium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Spirogyra filamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	Closterium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	*Dolichospermum sp*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	Euglena	0,00	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 129: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E9 a E17, primavera 2022

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0,00	2,00	1,33	1,33	23,97	15,98	11,98	23,97	0,00
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	0,00	5,99	0,00	19,97	35,95	111,86	3,99	2,00	0,00
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	2,00	3,99	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Achnanthes	0,00	0,00	0,00	1,33	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00
				Lemnicola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Cocconeidaceae	*Cocconeis*	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	7,99	3,99	2,00	8,32
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	13,98	21,97	11,98	6,66	19,97	11,98	19,97	3,99	0,00
				Tryblionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Denticula	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	1,66
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	1,00	5,99	6,66	1,33	15,98	23,97	7,99	5,99	8,32

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
				Gomphoneis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
			Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	0,00	5,99	0,00	0,00	7,99	0,00	0,00	0,00	1,66
			Cymbellaceae	*Encyonema*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	2,00	11,65
				Cymbella	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,99	2,00	0,00
			Anomoeoneidaceae	*Anomoeoneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma*	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	3,99	0,00	0,00
			Naviculaceae	*Navicula*	1,00	13,98	25,30	7,99	35,95	35,95	27,96	9,99	11,65
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,40	0,00	0,00
			Sellaphoraceae	*Sellaphora*	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	*Diploneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0,00	2,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	2,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
				Cymatopleura	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Rhopalodia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Epithemia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	3,00	5,99	3,99	10,65	3,99	15,98	3,99	3,99	6,66
				Fragilariales	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	7,99	0,00	0,00	3,33
				Diatoma	0,00	0,00	0,00	0,00	11,98	2,00	0,00	0,00	1,66
				Hannaea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Asterionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ulnaria	1,00	5,99	5,33	3,99	15,98	11,98	7,99	1,00	1,66
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	3,99	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Scenedesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Coelastrum colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Selenastraceae	*Monoraphidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra filamento*	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	*Dolichospermum sp*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 130: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E18 a E26, primavera 2022

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E18	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0,00	0,00	0,00	0,00	5,99	5,99	0,00	7,49
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	2,00	0,00	54,22	49,94	2,00	39,95	1,25	2,50
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Achnanthes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Lemnicola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Cocconeidaceae	*Cocconeis*	2,00	2,00	5,71	0,00	2,00	3,99	0,00	0,00
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	2,00	0,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	5,99	9,99	17,12	2,00	27,96	13,98	0,00	27,46
				Tryblionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,99
				Denticula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	19,97	5,99	8,56	2,00	2,00	9,99	3,75	12,48
				Gomphoneis	0,00	0,00	1,43	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
			Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	0,00	0,00	5,71	2,00	2,00	0,00	1,25	67,41
			Cymbellaceae	*Encyonema*	11,98	2,00	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	4,99
				Cymbella	0,00	2,00	0,29	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00
			Anomoeoneidaceae	*Anomoeoneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma*	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,50
			Naviculaceae	*Navicula*	13,98	5,99	14,27	2,00	29,96	17,98	1,25	2,50
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
			Sellaphoraceae	*Sellaphora*	2,00	2,00	0,00	0,00	7,99	2,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	*Diploneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0,00	2,00	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E18	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Cymatopleura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Rhopalodia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Epithemia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	5,99	0,00	2,85	3,99	2,00	0,00	0,00	0,00
				Fragilariales	0,00	0,00	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Diatoma	5,99	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,50
				Hannaea	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Asterionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ulnaria	2,00	7,99	8,56	2,00	1,00	3,99	0,62	2,50
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
				Scenedesmus colonia	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Coelastrum colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Selenastraceae	*Monoraphidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	7,99	0,00	0,00	0,00
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	*Dolichospermum sp*	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 131: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E1 a E8, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	Achnanthales	*Achnanthaceae*	*Achnanthes*	0	53	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Achnanthidium*	1.158	0	778	1.000	2.429	1.368	2.200	2.105
	Naviculales	*Amphipleuraceae*	*Amphipleura*	0	53	0	0	0	0	0	0
	Thalassiophysales	*Catenulaceae*	*Amphora*	0	474	667	500	0	0	0	0
	Cymbellales	*Anomoeoneidaceae*	*Anomoeoneis*	0	105	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Brachysiraceae*	*Brachysira*	0	0	222	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Cocconeidaceae*	*Cocconeis*	579	737	556	0	143	105	100	0
	Stephanodiscales	*Stephanodiscaceae*	*Cyclotella*	53	158	111	500	143	0	0	0
	Cymbellales	*Cymbellaceae*	*Cymbella*	53	0	889	500	429	53	300	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Denticula*	0	0	0	0	0	0	600	0
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Diatoma*	0	53	0	0	0	0	100	0
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Encyonema*	0	0	0	2.500	143	0	0	0
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Ephitemia*	0	0	0	500	143	0	200	0
	Eunotiales	*Eunotiaceae*	*Eunotia*	0	211	1.111	2.000	714	0	0	0
Bacillariophyta	Fragilariales	*Fragilariaceae*	*Fragilaria*	263	368	6.222	67.000	16.429	579	10.200	474
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphoneis*	53	0	111	0	0	0	100	0
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphonema*	632	421	778	2.000	714	105	400	105
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Gyrosigma*	53	105	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Lemnicola*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	*Melosiraceae*	*Melosira*	53	737	3.556	3.000	4.429	53	500	0
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Meridion*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Navicula*	421	263	1.000	500	571	579	100	316
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Nitzschia*	316	368	778	2.000	714	211	1.800	526
	Sellaphorineae	*Pinnulariaceae*	*Pinnularia*	0	0	111	0	714	0	0	0
	Cymbellales	*Rhoicospheniaceae*	*Rhoicosphenia*	579	474	111	0	0	0	100	53
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Rhopaloda*	0	0	0	0	0	0	100	0
	Naviculales	*Sellaphoraceae*	*Sellaphora*	53	158	444	0	0	0	100	0
	Surirellales	*Surirellaceae*	*Surirella*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Tryblionella*	0	105	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	*Ulnariaceae*	*Ulnaria*	211	368	889	3.000	714	53	100	53
Chlorophyta	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Coelastrum*	0	0	111	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Desmodesmus*	0	0	0	0	143	105	800	263
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	0	0	0

Phylum	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	Sphaeropleales	*Hydrodictyaceae*	*Tetraedron*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	Ulothrix	0	0	0	1.000	571	0	0	0
	Desmidiales	Gonatozygaceae	Gonatozygon	0	0	111	1.500	143	0	0	0
	Spirogyrales	Spirogyraceae	Spirogyra	0	0	222	0	0	0	0	0
	Desmidiales	Desmidiaceae	Staurastrum	0	0	0	0	286	0	0	0
Cyanobacteria	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Arthrospira	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	Oscillatoria	0	0	0	0	0	0	0	0
Euglenozoa	Euglenales	Euglenaceae	Euglena	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	Audouinella	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 132: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E9 a E18, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
Bacillariophyta	Achnanthales	*Achnanthaceae*	*Achnanthes*	0	0	0	143	53	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Achnanthidium*	368	211	200	571	53	53	421	1.316	211	211
	Naviculales	*Amphipleuraceae*	*Amphipleura*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalassiophysales	*Catenulaceae*	*Amphora*	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0
	Cymbellales	*Anomoeoneidaceae*	*Anomoeoneis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Brachysiraceae*	*Brachysira*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Cocconeidaceae*	*Cocconeis*	0	0	100	0	211	53	53	53	316	158
	Stephanodiscales	*Stephanodiscaceae*	*Cyclotella*	0	105	400	1.143	158	211	53	158	0	0
	Cymbellales	*Cymbellaceae*	*Cymbella*	53	0	0	0	0	0	105	0	0	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Denticula*	53	0	0	0	0	53	0	0	53	0
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Diatoma*	0	0	0	0	53	53	53	0	53	53
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Encyonema*	53	0	0	0	0	0	316	105	53	53
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Ephitemia*	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	Eunotiales	*Eunotiaceae*	*Eunotia*	0	53	100	0	0	0	53	0	0	0
	Fragilariales	*Fragilariaceae*	*Fragilaria*	105	316	1.600	4.429	105	53	211	158	53	53
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphoneis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphonema*	53	211	300	143	211	53	263	211	158	211

Phylum	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Gyrosigma*	0	0	0	0	53	0	53	105	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Lemnicola*	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	*Melosiraceae*	*Melosira*	0	316	100	714	158	211	158	53	211	53
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Meridion*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Navicula*	53	368	500	857	53	316	421	632	368	158
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Nitzschia*	105	105	600	286	211	105	211	158	53	211
	Sellaphorineae	*Pinnulariaceae*	*Pinnularia*	0	53	0	143	0	53	0	0	53	0
	Cymbellales	*Rhoicospheniaceae*	*Rhoicosphenia*	0	53	0	0	53	263	53	158	53	0
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Rhopalodia*	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Sellaphoraceae*	*Sellaphora*	0	158	0	0	0	53	0	0	0	105
	Surirellales	*Surirellaceae*	*Surirella*	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Tryblionella*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	*Ulnariaceae*	*Ulnaria*	53	53	200	143	0	0	211	53	0	53
Chlorophyta	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Coelastrum*	0	0	800	143	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Desmodesmus*	0	0	900	143	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Kirchneriella*	0	0	800	286	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Monoraphidium*	0	0	5.100	3.286	105	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Scenedesmus*	0	0	600	429	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Hydrodictyaceae*	*Tetraedron*	0	0	0	0	0	158	0	0	0	0
	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis	0	0	700	857	0	421	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desmidiales	Gonatozygaceae	*Gonatozygon*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spirogyrales	Spirogyraceae	*Spirogyra*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desmidiales	Desmidiaceae	*Staurastrum*	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0
Cyanobacteria	Oscillatoriales	Microcoleaceae	*Arthrospira*	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euglenozoa	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	*Audouinella*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 133: Abundancia (Ind. /mL) por taxón de fitoplancton por punto de muestreo E20 a E26, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Bacillariophyta	Achnanthales	*Achnanthaceae*	*Achnanthes*	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Achnanthidium*	200	400	83	0	0	53	105
	Naviculales	*Amphipleuraceae*	*Amphipleura*	0	200	0	0	53	0	0
	Thalassiophysales	*Catenulaceae*	*Amphora*	200	200	0	0	0	105	0
	Cymbellales	*Anomoeoneidaceae*	*Anomoeoneis*	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Brachysiraceae*	*Brachysira*	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	*Cocconeidaceae*	*Cocconeis*	400	300	83	53	211	0	263
	Stephanodiscales	*Stephanodiscaceae*	*Cyclotella*	267	500	167	158	53	0	368
	Cymbellales	*Cymbellaceae*	*Cymbella*	67	0	167	158	53	105	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Denticula*	0	0	0	0	0	0	0
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Diatoma*	0	200	0	53	53	0	53
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Encyonema*	133	0	0	0	0	0	53
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Ephitemia*	0	0	0	0	0	0	0
	Eunotiales	*Eunotiaceae*	*Eunotia*	0	0	0	0	0	0	0
	Fragilariales	*Fragilariaceae*	*Fragilaria*	1.200	2.300	250	421	1.000	4.053	1.579
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphoneis*	0	200	0	0	0	0	0
	Cymbellales	*Gomphonemataceae*	*Gomphonema*	533	1.100	250	947	105	421	1.105
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Gyrosigma*	200	1.500	583	211	211	0	0
	Achnanthales	*Achnanthidiaceae*	*Lemnicola*	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	*Melosiraceae*	*Melosira*	600	8.300	2.500	1.000	1.789	526	263
	Rhabdonematales	*Tabellariaceae*	*Meridion*	0	0	333	0	0	0	0
	Naviculales	*Naviculaceae*	*Navicula*	400	400	667	263	211	158	158
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Nitzschia*	267	600	667	211	211	105	158
	Sellaphorineae	*Pinnulariaceae*	*Pinnularia*	0	200	417	53	0	0	0
	Cymbellales	*Rhoicospheniaceae*	*Rhoicosphenia*	0	1.200	333	316	368	105	211
	Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Rhopalodia*	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	*Sellaphoraceae*	*Sellaphora*	67	0	0	53	105	0	0
	Surirellales	*Surirellaceae*	*Surirella*	200	100	0	0	0	0	0
	Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Tryblionella*	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	*Ulnariaceae*	*Ulnaria*	133	2.300	1.083	211	421	526	1.053
Chlorophyta	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Coelastrum*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Desmodesmus*	0	0	0	0	0	53	53
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0

Phylum	Orden	Familia	Género	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
	Sphaeropleales	*Selenastraceae*	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Scenedesmaceae*	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	*Hydrodictyaceae*	*Tetraedron*	0	0	0	0	0	0	0
	Chlorellales	Oocystaceae	*Oocystis*	0	0	0	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	0	100	0	0	0	0	0
	Desmidiales	Gonatozygaceae	*Gonatozygon*	0	0	0	0	0	0	0
	Spirogyrales	Spirogyraceae	*Spirogyra*	0	0	0	0	0	0	0
	Desmidiales	Desmidiaceae	*Staurastrum*	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteria	Oscillatoriales	Microcoleaceae	*Arthrospira*	0	0	0	0	0	0	0
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria*	0	0	250	0	0	0	0
Euglenozoa	Euglenales	Euglenaceae	*Euglena*	200	0	0	0	0	0	0
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	*Audouinella*	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.5.2 Parámetros ecológicos

Durante la campaña realizada en época de primavera 2022, la riqueza de especies presentó una variación entre 5 (Nebuco E25) y 16 especies (Parral E14). La abundancia fue menor en la estación Nebuco E25 (8 ind/mL), la mayor abundancia fue reportada en la estación Parral E14 ((266 ind/mL). El índice de uniformidad (J') presentó un rango entre 0,509 en la estación Ninquihue E22 y 0,909 en la estación Lilahue E20. La diversidad (H') registró un valor máximo de 3,401 bits, en el puente Copihue estero El Membrillo E10 y un mínimo de 1,615 bits en Ninquihue E22. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,107 en la estación Lilahue E20, hasta un valor máximo de 0,543 en Ninquihue E22. En este contexto, la estación Copihue estero, El Membrillo E10 fue la que presentó mejor condición ecológica, al presentar alta riqueza (16 taxa), un valor alto de equidad (0,850), baja dominancia (0,119) y un índice de diversidad mayor que el resto (3,401 bits), lo que podría suponer que potencialmente presentaría una condición de menor vulnerabilidad frente a perturbaciones.

Durante la campaña realizada en otoño de 2023 la riqueza de especies presentó una variación entre 8 (Longaví E8) y 20 especies (Ancoa N° 1 E3). La abundancia fue menor en la estación Copihue E9 (1002 ind/mL), la mayor abundancia fue reportada en la estación Ancoa N°1 E4 (87500 ind/mL). El índice de uniformidad (J') presentó un rango entre 0,412 en la estación Ancoa N°1 E4 y 0,942 en la estación Parral E13. La diversidad (H') registró un valor máximo de 3,784 bits, en el puente Cunaco E2 y un mínimo de 1,610 bits en Ancoa N°1 E4. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,085 en la estación Cunaco E2, hasta un valor máximo de 0,592 en Ancoa N°1 E4. En este contexto, la estación Cunaco E2 fue la que presentó mejor condición ecológica, al presentar alta riqueza (18 taxa), un valor alto de equidad (0,907), baja dominancia (0,085) y un índice de diversidad mayor que el resto (3,784 bits), lo que podría suponer que potencialmente presentaría una condición de menor vulnerabilidad frente a perturbaciones (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 134: Parámetros ecológicos del componente fitoplancton

Punto de muestreo	Campaña	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Cunaco E1	Primavera	10	45	0,860	2,856	0,151
	Otoño	14	4477	0,830	3,160	0,140
Cunaco E2	Primavera	13	79	0,849	3,143	0,137
	Otoño	18	5211	0,907	3,784	0,085
Ancoa N° 1 E3	Primavera	-	-	-	-	-
	Otoño	20	18778	0,764	3,300	0,165
Ancoa N° 1 E4	Primavera	15	223	0,625	2,442	0,244
	Otoño	15	87500	0,412	1,610	0,592
Ancoa Nº2, E5	Primavera	11	33	0,836	2,891	0,161
	Otoño	18	29572	0,581	2,422	0,342
Ancoa Nº2, E6	Primavera	10	173	0,793	2,633	0,198
	Otoño	10	3211	0,738	2,451	0,255
Longaví E7	Primavera	13	165	0,759	2,810	0,215
	Otoño	17	17800	0,565	2,309	0,359
Longaví E8	Primavera	15	121	0,837	3,271	0,132
	Otoño	8	3895	0,702	2,105	0,337
Copihue E9	Primavera	11	30	0,766	2,651	0,226
	Otoño	11	1002	0,869	3,007	0,178
	Primavera	16	83	0,850	3,401	0,119

Punto de muestreo	Campaña	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Copihue E10	Otoño	14	2160	0,912	3,470	0,106
Colliguay E11	Primavera	10	62	0,775	2,574	0,221
	Otoño	17	13100	0,770	3,149	0,189
Colliguay E12	Primavera	10	56	0,803	2,666	0,192
	Otoño	16	13716	0,758	3,033	0,183
Parral E13	Primavera	13	186	0,878	3,250	0,121
	Otoño	15	1635	0,942	3,681	0,088
Parral E14	Primavera	16	266	0,736	2,944	0,214
	Otoño	15	2109	0,890	3,477	0,111
Ñiquén E15	Primavera	15	107	0,827	3,232	0,132
	Otoño	15	2635	0,903	3,528	0,102
Ñiquén E16	Primavera	10	57	0,791	2,627	0,221
	Otoño	13	3213	0,761	2,815	0,223
Navotavo E17	Primavera	11	58	0,884	3,056	0,126
	Otoño	12	1635	0,880	3,153	0,137
Navotavo E18	Primavera	12	76	0,857	3,074	0,140
	Otoño	11	1319	0,932	3,225	0,119
Lilahue E19	Primavera	-	-	-	-	-
	Otoño	-	-	-	-	-

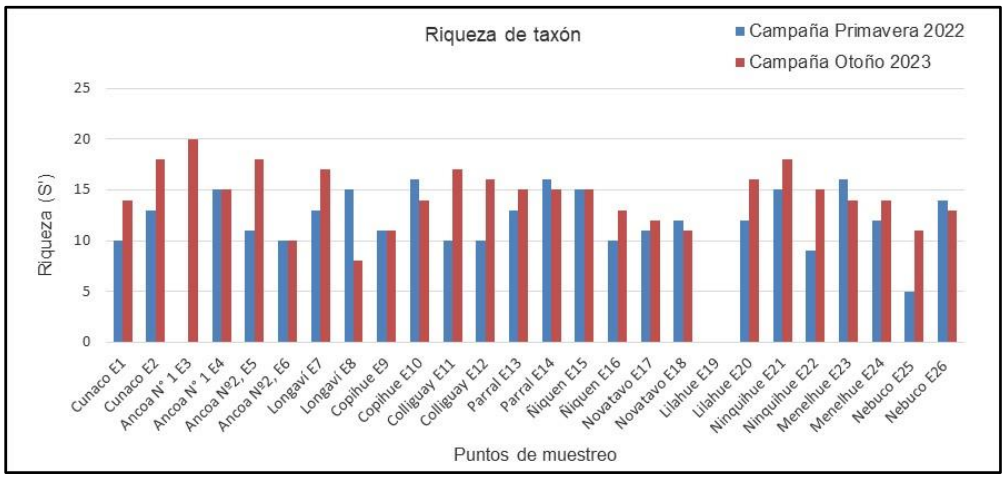
Punto de muestreo	Campaña	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Lilahue E20	Primavera	12	46	0,909	3,258	0,107
	Otoño	16	5067	0,896	3,585	0,109
Ninquihue E21	Primavera	15	137	0,766	2,994	0,194
	Otoño	18	20100	0,720	3,000	0,212
Ninquihue E22	Primavera	9	68	0,509	1,615	0,543
	Otoño	15	7833	0,837	3,269	0,152
Menelhue E23	Primavera	16	101	0,760	3,042	0,177
	Otoño	14	4108	0,842	3,205	0,144
Menelhue E24	Primavera	12	105	0,773	2,772	0,201
	Otoño	14	4844	0,762	2,902	0,201
Nebuco E25	Primavera	5	8	0,881	2,045	0,191
	Otoño	11	6210	0,555	1,918	0,447
Nebuco E26	Primavera	14	145	0,693	2,638	0,262
	Otoño	13	5422	0,788	2,918	0,177

Fuente: ENVIS, 2023.

El gráfico siguiente, muestra la riqueza de especies en las distintas campañas primavera 2022 y otoño 2023, destaca la campaña de otoño de 2023 por presentar las máximas riquezas de especies, las estaciones Ancoa N°1 E3, Ancoa N°2 E5 y Longaví E7 destacaron con 20, 18 y 17 taxa respectivamente.

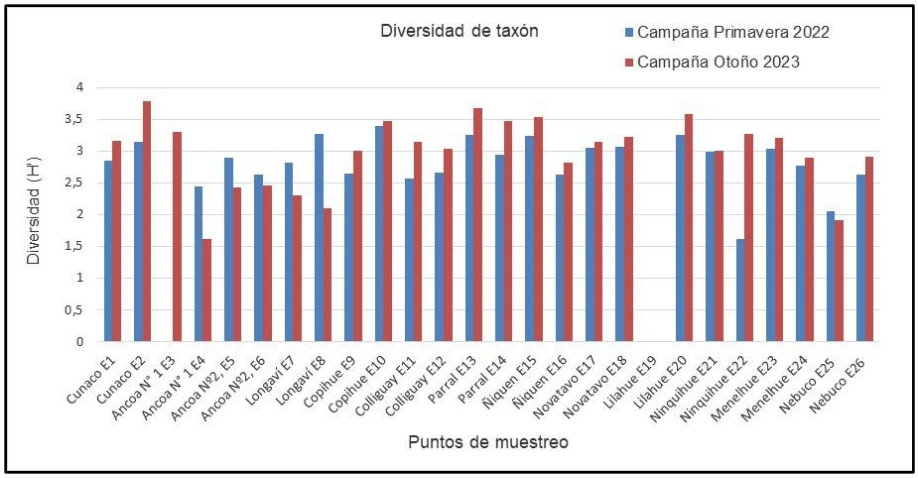
Por otra parte, el gráfico a continuación muestra la diversidad de especies en ambas campañas, destacando otoño 2023, con las estaciones Cunaco E2, Parral E13 y Lilahue E20 con 3,784, 3,681 y 3,585 respectivamente.

Gráfico 3- 21: Riqueza de taxón de Fitoplancton.



Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 22: Diversidad de taxón de Fitoplancton.



Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.6 Fitobentos

3.13.3.6.1 Taxonomía de fitobentos

El fitobentos forma parte del perifiton, que es la capa viscosa (“biofilm” o “tapete”) formada principalmente por una comunidad de microalgas bentónicas y bacterias que crecen sobre un sustrato sumergido en agua, donde penetra suficiente luz para su desarrollo (Biggs y Kilroy, 2000).

- Primavera 2022

Se registraron 6 phyllum que fueron los siguientes: Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria y Cryptophyta, con un total de 50 especies. Destacó el género *Navicula* en la estación Copihue Estación El Membrillo E10 por presentar el valor más alto de abundancia (2113,71 Ind/ml).

La determinación taxonómica de Fitobentos por los puntos de muestreo, se detalla en las tablas 132, 133 y 134.

- Otoño 2023

Durante la campaña de otoño 2023, se registraron 5 phyllum que fueron los siguientes: Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta y Cyanobacteria, con un total de 46 especies. Destacó el género *Fragilaria* en la estación Longaví E7 por presentar el valor más alto de abundancia (4611 (Ind/ml).

La determinación taxonómica de Fitobentos por los puntos de muestreo en otoño 2023, se detalla en las tablas 135, 136 y 137.

Tabla 3- 135: Abundancia por taxón de fitobentos desde E1 a E9, primavera 2022

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género /especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E9
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	14,34	88,32	0,42	0,00	5,03	4,72	0,00
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0,00	0,00	168,15	0,75	485,65	33,03	0,00
			Achnanthaceae	*Achnanthes*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53
			Cocconeidaceae	*Cocconeis*	19,12	88,32	0,21	0,75	0,00	0,00	0,00
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,44	22,65
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	14,34	971,55	2,08	3,77	5,03	0,00	4,53
				Tryblionella	0,00	29,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Denticula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,15	13,59
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	47,81	0,00	12,46	3,77	17,61	37,74	4,53
				Gomphoneis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	0,00
				Reimeria	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	0,00	0,00
			Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	874,92	88,32	4,15	0,00	22,65	0,00	13,59
			Cymbellaceae	*Encyonema*	0,00	29,44	0,00	0,00	2,52	0,00	0,00
				Cymbella	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	4,72	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma*	4,78	14,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género /especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E9
			Naviculaceae	*Navicula*	57,37	294,41	10,38	0,75	10,07	33,03	18,12
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Neidiaceae	*Neidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	*Diploneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Stauroneidaceae	*Stauroneis*	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Frustulia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	4,53
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0,00	0,00	4,15	0,75	2,52	0,00	0,00
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Epithemia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0,00	8,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Cymatopleura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	0,00	0,00	12,46	1,51	2,52	0,00	4,53
				Fragilariales	14,34	0,00	4,15	0,00	0,00	1075,73	0,00
				Diatoma	4,78	8,83	4,15	0,00	2,52	4,72	0,00
				Ulnaria	9,56	29,44	1,04	0,75	5,03	4,72	0,00
				Tabellaria	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género /especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E9
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	4,78	0,00	0,00	0,00	2,52	0,00	63,41
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	14,15	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ankistrodesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Monoraphidium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	4,72	0,00
				Scenedesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,72	0,00
			Hydrodictyaceae	*Pseudopediastrum*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium filamento*	0,00	0,00	0,42	0,00	1,26	0,00	0,00
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	*Stigeoclonium filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	0,00	0,00
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechoccocales	Chamaesiphonaceae	*Chamaesiphon*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	0,00	29,44	0,00	0,00	2,52	0,00	4,53
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género /especie	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E9
				Lyngbya filamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53
		Nostocales	Rivulariaceae	*Calothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26
Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	*Rhodomonas*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 136: Abundancia por taxón de fitobentos desde E10 a E18, primavera 2022.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,00	0,00
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	3,77	0,00	0,00	7,93	14,15	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00
			Achnanthaceae	*Achnanthes*	7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94	0,00	24,26	0,00
			Cocconeidaceae	*Cocconeis*	7,55	1,26	0,00	3,96	0,00	0,00	0,99	12,13	32,27
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0,00	0,00	0,00	0,00	5,66	0,00	0,99	0,00	0,00
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	45,29	7,55	1,55	27,74	2,83	1,26	1,98	436,76	14,34
				Tryblionella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Denticula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	7,55	3,77	4,64	15,85	82,09	3,77	9,91	509,55	43,03
				Gomphoneis	7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,13	0,00
				Reimeria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59
			Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	37,74	3,77	3,10	35,67	76,43	3,36	47,56	230,51	39,44
			Cymbellaceae	*Encyonema*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	1,98	339,70	10,76
				Cymbella	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	0,00	0,99	0,00	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma*	0,00	0,00	0,00	3,96	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00
			Naviculaceae	*Navicula*	2113,7	8,81	6,19	67,37	42,46	2,94	3,96	448,89	7,17
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Neidiaceae	*Neidium*	15,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	*Diploneis*	0,00	0,00	0,00	3,96	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59
			Stauroneidaceae	*Stauroneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Frustulia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,07	0,00
			Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0,00	0,00	0,00	3,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0,00	0,13	1,55	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Epithemia*	0,00	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
				Cymatopleura	7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	15,10	0,00	1,55	0,00	2,83	0,00	0,00	84,93	0,00
				Fragilariales	0,00	11,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Diatoma	0,00	0,00	0,00	3,96	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ulnaria	7,55	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Tabellaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	0,00	0,00	0,00	3,96	5,66	1,68	31,71	0,00	2,51
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ankistrodesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Monoraphidium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Scenedesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Hydrodictyaceae	*Pseudopediastrum*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium filamento*	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	*Stigeoclonium filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechoccoccales	Chamaesiphonaceae	*Chamaesiphon*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	60,66	0,00
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	211,37	0,00	0,00	0,00	5,66	0,00	0,00	0,00	0,00
				Lyngbya filamento	15,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Nostocales	Rivulariaceae	*Calothrix filamento*	30,20	0,00	0,00	0,00	11,32	0,00	0,00	0,00	0,00
Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	*Rhodomonas*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 137: Abundancia por taxón de fitobentos desde E20 E26, primavera 2022.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	4,40
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	5,28	50,96	346,50	33,97	229,30	0,00	0,00
	Bacillariophyceae	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	8,49	3,17	92,47

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
			Achnanthaceae	*Achnanthes*	0,00	0,00	0,00	8,49	0,00	0,00	0,00
			Cocconeidaceae	*Cocconeis*	10,57	8,49	0,00	8,49	8,49	0,00	0,00
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	42,27	16,99	67,94	67,94	93,42	2,38	39,63
				Tryblionella	0,00	4,25	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
				Denticula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	84,55	16,99	0,00	16,99	50,96	1,59	35,23
				Gomphoneis	0,00	0,00	0,00	8,49	8,49	0,00	0,44
				Reimeria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	369,90	50,96	88,32	1324,84	135,88	3,96	365,50
			Cymbellaceae	*Encyonema*	0,00	12,74	13,59	0,00	0,00	3,17	8,81
				Cymbella	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Gyrosigma*	0,00	2,12	40,76	4,25	25,48	0,00	0,00
			Naviculaceae	*Navicula*	760,93	29,72	197,03	127,39	815,29	5,55	13,21
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
			Neidiaceae	*Neidium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Diploneidaceae	*Diploneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
			Stauroneidaceae	*Stauroneis*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0,00	0,00	0,00	8,49	0,00	0,00	0,00
				Frustulia	0,00	0,00	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
			Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	2,20
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Epithemia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00
				Cymatopleura	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	0,00	4,25	13,59	0,00	8,49	0,79	13,21
				Fragilariales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59	0,00
				Diatoma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00
				Ulnaria	0,00	8,49	13,59	8,49	4,25	0,00	4,40
				Tabellaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	*Audouinella filamento*	31,71	0,00	0,00	25,48	25,48	0,00	0,00
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Ankistrodesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
				Monoraphidium	10,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Scenedesmaceae	*Desmodesmus colonia*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,02
				Scenedesmus colonia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00
			Hydrodictyaceae	*Pseudopediastrum*	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium filamento*	0,00	25,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	*Stigeoclonium filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra filamento*	0,00	0,00	0,00	4,25	0,00	0,00	0,00
		Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechoccocales	Chamaesiphonaceae	*Chamaesiphon*	0,00	0,00	0,00	0,00	42,46	0,00	0,00
			Pseudanabaenaceae	*Pseudanabaena filamento*	10,57	0,00	0,00	0,00	8,49	0,00	0,00
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Oscillatoria filamento*	21,14	0,00	0,00	16,99	25,48	0,00	0,00
				Lyngbya filamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Nostocales	Rivulariaceae	*Calothrix filamento*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cryptophyta	Cryptophyceae	Pyrenomonadales	Pyrenomonadaceae	*Rhodomonas*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 138: Abundancia por taxón de fitobentos desde E1 a E8, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Bacillariophyta	Achnanthales	Achnanthaceae	*Achnanthes*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0	0	56	3	1	9	1.381	315
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0	0	0	0	0	0	19	0
	Naviculales	Naviculaceae	*Caloneis*	0	0	0	0	1	0	0	0
	Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis*	3	31	18	3	1	1	0	0
	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0	0	12	0	2	0	37	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*	0	0	0	0	0	1	112	144
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Denticula*	0	0	0	1	0	0	0	0
	Rhabdonematales	Tabellariaceae	*Diatoma*	2	4	0	1	0	0	4.032	389
	Naviculales	Diploneidaceae	*Diploneis*	0	0	0	1	0	0	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Encyonema*	1	6	0	1	0	0	37	0
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Ephitemia*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0	0	0	1	1	1	19	0
	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	3	0	6	71	44	6	4.611	912
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Frustulia*	0	0	0	0	0	0	19	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphoneis*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	6	2	293	8	1	73	37	37
	Naviculales	Naviculaceae	*Gyrosigma*	4	0	0	0	0	0	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	3	17	26	7	5	0	19	16
	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula*	32	13	21	5	5	2	37	69
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	4	6	9	1	0	1	187	27

Phylum	Orden	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	Sellaphorineae	Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Reimeria*	0	0	9	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	57	17	21	0	0	1	19	0
	Naviculales	Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0	4	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Tryblionella*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria*	3	4	3	1	0	0	112	0
Cyanophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Coelastrum*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	1	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	1	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	3	0	0
	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	*Tetraedron*	0	0	3	0	1	5	0	0
	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis	0	0	0	0	0	1	0	0
Chlorophyta	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Ankistrodesmus*	0	0	3	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	0	6	1	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium*	0	0	0	1	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	0	0	3	0	1	0	0	0
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Cosmarium*	0	0	0	1	3	0	0	5
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Euastrum*	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	*Audouinella*	0	2	0	0	2	67	0	0

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 139: Abundancia por taxón de fitobentos desde E9 a E18, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
Bacillariophyta	Achnanthales	Achnanthaceae	*Achnanthes*	9	0	0	0	0	0	7	0	50	0
	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	0	0	49	48	0	20	111	837	652	117
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0	0	10	0	0	0	0	0	8	0
	Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	Naviculales	Naviculaceae	*Caloneis*	0	0	127	21	0	0	7	7	8	0
	Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis*	0	2	10	7	81	30	0	27	132	195
	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*	9	1	0	7	10	10	7	7	8	0
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Denticula*	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	Rhabdonematales	Tabellariaceae	*Diatoma*	107	164	0	14	71	20	0	0	0	0
	Naviculales	Diploneidaceae	*Diploneis*	0	0	0	0	51	0	0	0	0	20
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Encyonema*	0	1	0	0	10	0	25	0	8	78
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Ephitemia*	0	0	49	41	0	0	0	0	0	0
	Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0	0	20	21	20	20	0	0	0	0
	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	63	75	792	465	41	20	7	14	33	98
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Frustulia*	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphoneis*	0	0	10	0	0	0	0	34	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	69	4	117	82	153	180	30	34	41	78
	Naviculales	Naviculaceae	*Gyrosigma*	0	0	20	7	10	10	0	0	17	59
	Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	0	10	39	48	275	20	0	0	0	468
	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula*	28	29	49	27	10	60	27	82	74	176
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	22	5	10	21	41	10	12	21	8	215

Phylum	Orden	Familia	Género	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
	Sellaphorineae	Pinnulariaceae	*Pinnularia*	0	0	10	7	0	0	0	7	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Reimeria*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	325	46	20	274	173	240	2	7	50	117
	Naviculales	Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
	Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Tryblionella*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria*	6	4	59	0	0	0	0	0	0	20
Cyanophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Coelastrum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	9	1	0	0	0	10	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	*Tetraedron*	6	7	29	0	0	20	0	0	0	0
	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis	13	0	0	0	0	0	2	0	33	0
Chlorophyta	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Ankistrodesmus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Cosmarium*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Euastrum*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	*Audouinella*	41	1	0	7	10	270	7	0	0	117

Fuente: ENVIS, 2023.

Tabla 3- 140: Abundancia por taxón de fitobentos desde E20 a E26, otoño 2023

Phylum	Orden	Familia	Género/Taxa	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
Bacillariophyta	Achnanthales	Achnanthaceae	*Achnanthes*	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	Achnanthidiaceae	*Achnanthidium*	115	335	360	131	59	36	20
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Amphipleura*	0	0	0	44	0	0	0
	Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	0	0	0	0	0	0	0
	Naviculales	Naviculaceae	*Caloneis*	0	0	0	0	0	0	0
	Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis*	7	30	32	131	42	12	10
	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	*Cyclotella*	0	0	0	0	0	71	0
	Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*	0	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Denticula*	0	0	0	0	0	0	0
	Rhabdonematales	Tabellariaceae	*Diatoma*	0	0	16	0	8	24	0
	Naviculales	Diploneidaceae	*Diploneis*	0	0	0	0	0	95	15
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Encyonema*	0	37	64	0	0	36	10
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Ephitemia*	0	0	0	0	0	0	0
	Eunotiales	Eunotiaceae	*Eunotia*	0	12	0	0	0	12	20
	Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	41	30	48	218	118	486	681
	Naviculales	Amphipleuraceae	*Frustulia*	0	0	0	0	0	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphoneis*	7	0	0	44	0	0	0
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema*	7	79	56	131	34	723	25
	Naviculales	Naviculaceae	*Gyrosigma*	7	0	0	0	25	0	0
	Melosirales	Melosiraceae	*Melosira*	0	18	0	218	34	0	36
	Naviculales	Naviculaceae	*Navicula*	48	49	48	131	515	47	51
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Nitzschia*	14	43	24	87	76	36	41
	Sellaphorineae	Pinnulariaceae	*Pinnularia*	7	0	0	0	0	0	5
	Cymbellales	Gomphonemataceae	*Reimeria*	0	0	0	0	0	0	5

Phylum	Orden	Familia	Género/Taxa	E20	E21	E22	E23	E24	E25	E26
	Cymbellales	Rhoicospheniaceae	*Rhoicosphenia*	20	128	96	44	963	107	25
	Naviculales	Sellaphoraceae	*Sellaphora*	0	0	0	0	0	0	0
	Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	0	0	0	0	0	0	0
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Tryblionella*	0	24	16	0	0	0	0
	Licmophorales	Ulnariaceae	*Ulnaria*	14	0	0	44	8	154	15
Cyanophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Coelastrum*	0	0	0	44	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	0	0	0	0	17	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	*Tetraedron*	7	0	16	131	8	12	0
	Chlorellales	Oocystaceae	Oocystis	27	6	0	0	0	0	0
Chlorophyta	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Ankistrodesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Kirchneriella*	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeropleales	Selenastraceae	*Monoraphidium*	7	0	0	0	0	0	0
	Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Oedogonium*	0	0	0	0	0	12	0
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	0	0	0	0	0	0	0
	Ulotrichales	Ulotrichaceae	*Ulothrix*	0	0	0	0	0	24	0
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Cosmarium*	0	0	0	0	0	36	0
Charophyta	Desmidiales	Desmidiaceae	*Euastrum*	0	0	0	0	0	0	0
Rhodophyta	Acrochaetiales	Audouinellaceae	*Audouinella*	20	0	8	0	0	12	5

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.6.2 Parámetros ecológicos

El detalle de los parámetros ecológicos de diversidad en las campañas realizadas en primavera de 2023 y otoño 2022 se presenta en tabla siguiente.

- Primavera 2022

En la campaña de primavera de 2022, la riqueza de especies presentó una variación entre 7 (Colliguay E12) a 20 especies (Longaví E8). La abundancia mínima fue de 13 (Ind/m2) en río Achibueno Ancoa N°2, E5, y 2533 (Ind/m2) valor más alto en Copihue estero El Membrillo E10. La Equidad (J') registró un valor mínimo de 0,298 en la estación Ancoa N°2 en E6, por su parte, el valor más alto fue de 0,928 en Ñiquén E15. La Diversidad (H') presentó una variación entre 1,014 bits en Longaví E7 y un máximo de 3,286 bits en Nebuco E23. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,085 en la estación Nebuco E23 y un máximo de 0,746 en la estación Longaví E7.

- Otoño 2023

En la campaña de otoño de 2023, la riqueza de especies presentó una variación entre 9 (Longaví E8) a 18 especies (Nebuco E25). La abundancia mínima fue de 74 (Ind/m2) en Ancoa N°2 E5 y 10678 (Ind/m2) valor más alto en río Longaví en E7. La Equidad (J') registró un valor mínimo de 0,403 en río Ñiquén en E16, por su parte, el valor más alto fue de 0,938 en estero Rauco en Menelhue E23. La Diversidad (H') presentó una variación entre 1,395 bits en Ñiquén E16 y un máximo de 3,471 bits en Menelhue E23. La dominancia (D') mostró un mínimo de 0,102 en la estación Menelhue E23 y un máximo de 0,613 en la estación Ñiquén E16.

Tabla 3- 141: Parámetros ecológicos del componente de Fitobentos

Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Cunaco E1	Primavera	12	1067	0,331	1,188	0,678
	Otoño	11	118	0,654	2,264	0,309
Cunaco E2	Primavera	12	1681	0,590	2,115	0,374
	Otoño	11	106	0,855	2,957	0,155
Ancoa N° 1 E3	Primavera	-	-	-	-	-
	Otoño	14	483	0,578	2,202	0,390
Ancoa N° 1 E4	Primavera	17	231	0,428	1,751	0,537
	Otoño	16	107	0,514	2,055	0,450
Ancoa Nº2, E5	Primavera	8	13	0,867	2,602	0,137
	Otoño	14	74	0,610	2,322	0,365
Ancoa Nº2, E6	Primavera	18	583	0,298	1,242	0,698
	Otoño	15	173	0,541	2,113	0,330
Longaví E7	Primavera	14	1248	0,266	1,014	0,746
	Otoño	15	10678	0,479	1,870	0,346

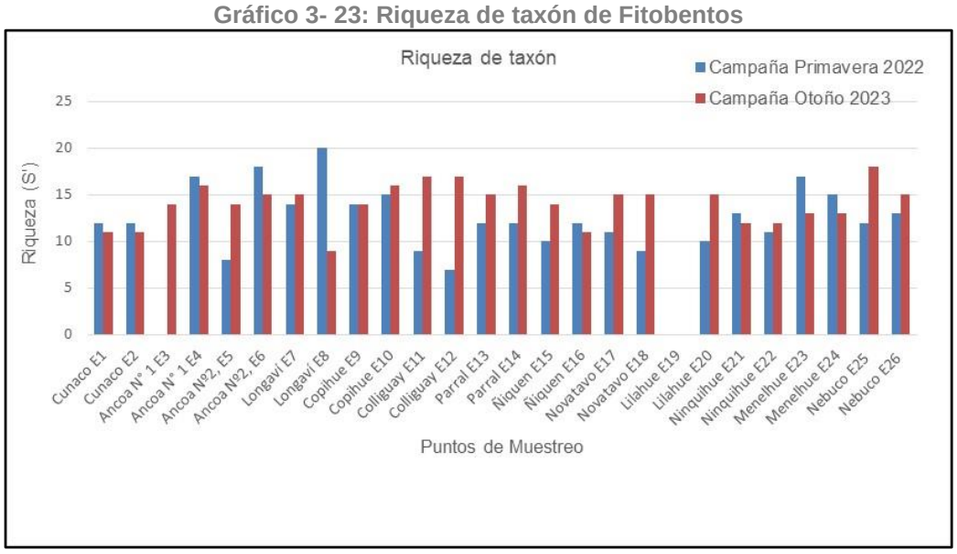
Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Longaví E8	Primavera	20	617	0,588	2,543	0,276
	Otoño	9	1914	0,674	2,136	0,303
Copihue E9	Primavera	14	170	0,800	3,044	0,182
	Otoño	14	710	0,692	2,636	0,255
Copihue E10	Primavera	15	2533	0,277	1,083	0,704
	Otoño	16	352	0,587	2,348	0,286
Colliguay E11	Primavera	9	39	0,813	2,576	0,173
	Otoño	17	1420	0,621	2,540	0,333
Colliguay E12	Primavera	7	20	0,914	2,566	0,153
	Otoño	17	1104	0,658	2,688	0,251
Parral E13	Primavera	12	180	0,757	2,713	0,211
	Otoño	15	966	0,792	3,094	0,157
Parral E14	Primavera	12	253	0,708	2,540	0,228
	Otoño	16	950	0,733	2,930	0,188
Ñiquén E15	Primavera	10	21	0,928	3,082	0,086
	Otoño	14	251	0,728	2,773	0,235
Ñiquén E16	Primavera	12	105	0,621	2,225	0,302
	Otoño	11	1077	0,403	1,395	0,613
Navotavo E17	Primavera	11	2166	0,780	2,699	0,177
	Otoño	15	1139	0,608	2,374	0,352
Navotavo E18	Primavera	9	157	0,824	2,612	0,192
	Otoño	15	1798	0,867	3,389	0,124
Lilahue E19	Primavera	-	-	-	-	-
	Otoño	-	-	-	-	-
Lilahue E20	Primavera	10	1347	0,542	1,802	0,400
	Otoño	15	348	0,822	3,212	0,158
Ninquihue E21	Primavera	13	236	0,858	3,174	0,134
	Otoño	12	791	0,766	2,746	0,228
	Primavera	11	798	0,678	2,344	0,272

Punto de muestreo	Época	Parámetros ecológicos				
		Riqueza (S')	Abundancia (N)	Equidad (J')	Diversidad (H')	Dominancia (D')
Ninquihue E22	Otoño	12	784	0,753	2,701	0,248
Menelhue E23	Primavera	17	1677	0,338	1,381	0,632
	Otoño	13	1398	0,938	3,471	0,101
Menelhue E24	Primavera	15	1490	0,591	2,307	0,338
	Otoño	13	1907	0,586	2,167	0,335
Nebuco E25	Primavera	12	26	0,917	3,286	0,085
	Otoño	18	1935	0,692	2,884	0,218
Nebuco E26	Primavera	13	602	0,542	2,004	0,402
	Otoño	15	964	0,485	1,896	0,508

Fuente: ENVIS, 2023

El gráfico siguiente, muestra la riqueza de taxones para ambas campañas, donde se destaca el río Achibueno en Ancoa N°2 en E6 y Longaví en E8 con un total de 18 y 20 taxones respectivamente, para la campaña de primavera 2022. En tanto, para la campaña de otoño, destaca el río Chillán E25 con 18 taxones.

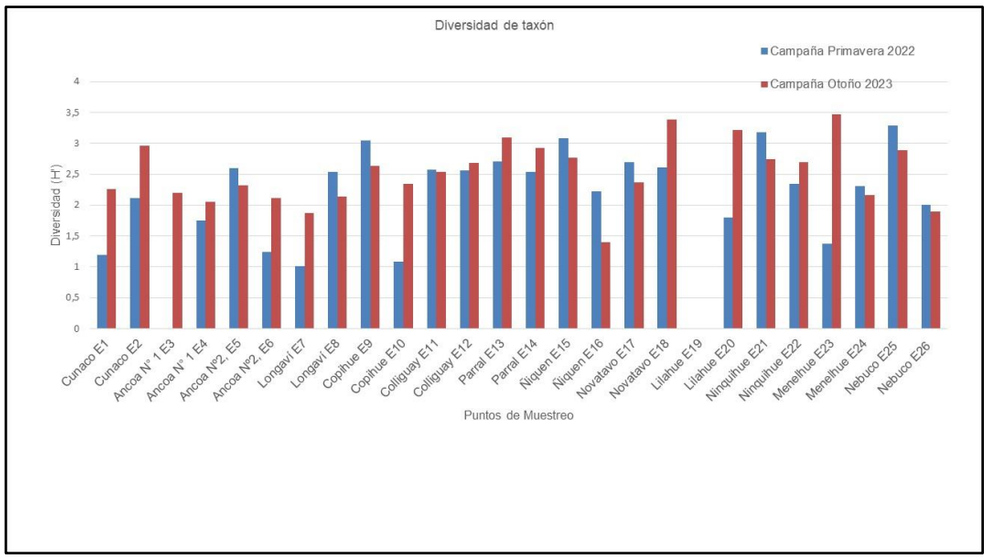
Gráfico 3- 23: Riqueza de taxón de Fitobentos



Fuente: ENVIS, 2023.

Por otra parte, el gráfico a continuación muestra la diversidad de taxones para ambas campañas, donde se destaca el río Chillán en Nebuco E25, río Ñiquén en E15 y estero El Membrillo en Copihue E9 con valores que fluctuaron entre 3,286 bits a 3,044 bits, para primavera 2022. Para la campaña de otoño 2023 destacaron las estaciones en Menelhue E23 en estero Rauco y estero Coche Pérez en Novatavo E18 con 3,471 bits y 3,389 bits respectivamente.

Gráfico 3- 24: Diversidad de taxón de Fitobentos.



Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.7 Zooplancton

3.13.3.7.1 Taxonomía de Zooplancton

- Primavera 2022

Se registró sólo 1 phyllum; Arthropoda, con un total de 8 especies Destacó el género *Macrothrix* con el valor más alto de abundancia (0,40 Ind/ml) en Longaví E7.

Los puntos de muestreo en Cunaco E2, Ancoa N°2, E5, Ancoa N°2, E6, Longaví E8, Copihue E9, Copihue E10, Parral E13, Parral E14, Ñiquén E15, Ñiquén E16, Navotavo E18, Menelhue E24, Nebuco E25 y Nebuco E26, no registraron presencia de zooplancton.

El detalle de zooplancton reportado en los diferentes puntos de muestreo, se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3- 142: Abundancia por taxón de zooplancton desde el punto de muestreo E1 a E12

Phylum/sub phylum	Clase/subclase	Orden	Familia	Taxon	E-1	E-4	E-7	E-11	E 12
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoide	Cyclopidae	*Eucyclops serrulatus*	0,10	0,00	0,00	0,3	0,00
				Nauplio	0,00	0,10	0,00	0,3	0,00
	Branchiopoda	Anomopoda	Macrothrocidae	Macrothrix cf oviforme	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
			Chydoridae	*Chydorus sphaericus*	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
				Ovalona sp	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
		Anomopoda	Iliocryptidae	*Lliocryptus*	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00

Fuente: ENVIS, 2023

Tabla 3- 143: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E10 a E17

Phylum/sub phylum	Clase/subclase	Orden	Familia	Taxon	E-17	E-20	E-21	E-22	E-23
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoide	Cyclopidae	*Eucyclops serrulatus*	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
				Copepoditos	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10

			Eucercidae	*Alonella excisa*	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

- Otoño 2023

Se registró sólo 1 phyllum; Arthropoda, con solo una especie *Eucyclops serrulatus* con abundancia (1 Ind/ml), en río Achibueno en Ancoa N°1, E3 y estero Carbonero en Lilahue E20. El resto de los puntos de muestreo presento ausencia de zooplancton.

Tabla 3- 144: Abundancia por taxón de zooplancton, otoño 2023

Phylum/sub phylum	Clase/subclase	Orden	Familia	Taxon	E-3	E-20
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoide	Cyclopidae	*Eucyclops serrulatus*	1	1

Fuente: ENVIS, 2023

No aplicó el cálculo de los parámetros ecológicos, por la escasa riqueza de especies en las estaciones.

3.13.3.8 Macrófitas

- Primavera 2022

En general se registró una abundancia de macrófitas, distribuidas en forma parchosa, asociadas preferencialmente a la zona ribereña. Destacó el río Achibueno en puente Ancoa N° 1, E3 por presentar un 100% de cobertura, es un sector anegado cubierto de macrófitas y vegetación terrestre, sin escurrimiento. En varios cauces no se registraron macrófitas, que fueron en estero Tornicura en puente Cunaco E1 y E2, en río Achibueno Ancoa N°2 en E5 y estero Carbonero en puente Lilahue en E19.

- Otoño 2023

Se pudo apreciar en terreno una gran similitud entre las formas de vida para ambas campañas, lo cual es muy probable por el ciclo de vida anual de las macrófitas. En general es posible indicar un aumento de porcentaje de inundación lo cual se puede atribuir a precipitaciones ocasionales previos al terreno. La cobertura de macrófitas es estimativa, en este caso el porcentaje fue mayor a la estación de primavera, para todos los puntos de muestreo, como también una mayor cantidad de cauces en condiciones eutrofizadas. Se presentan puntos de muestreo con una cobertura de macrófitas, por sobre el 60%, en siete puntos de muestreo, que son los siguientes: río Achibueno en Ancoa N° 1 y 2 (E3-E4), estero el Membrillo en puente Copihue E9 y estero Lirutao en puente Ninquihue (E21 y E22).

Tabla 3- 145: Cobertura de macrófitos y formas de vida por punto de muestreo.

Cauce	Punto muestreo	Campaña	Formas de vida macrófitas			Algas	Cobertura (%)
			Flotantes	Sumergida	Emergida		
Estero Tornicura	E1 Cunaco	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia
	E2 Cunaco	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia
rio Achibueno	E3 Ancoa N° 1	Primavera			x		100
		Otoño		x	x		60
	E4 Ancoa N° 1	Primavera	x	x	x		80
		Otoño	x	x	x		100
	E5 Ancoa Nº2	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia

Cauce	Punto muestreo	Campaña	Formas de vida macrófitas			Algas	Cobertura (%)
			Flotantes	Sumergida	Emergida		
	E6 Ancoa Nº2	Primavera	x	x	x	x	20
		Otoño	x	x	x	x	30
río Longaví	E7 Longaví	Primavera		x	x	x	15
		Otoño	x	x	x	x	30
	E8 Longaví	Primavera		x	x	x	10
		Otoño	x	x	x	x	30
Estero Membrillo	E9 Copihue	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x	x	80
	E10 Copihue	Primavera	x	x	x	x	25
		Otoño	x	x	x	x	40
Estero Colliguay	E11 Colliguay	Primavera		x	x		15
		Otoño		x	x		35
	E12 Colliguay	Primavera	x	x	x		10
		Otoño		x	x		25
Estero Parral	E13 Parral	Primavera	x	x	x		20
		Otoño		x	x		25
	E14 Parral	Primavera			x		25
		Otoño			x		25
río Ñiquén	E 15 Ñiquén	Primavera		x	x		10
		Otoño		x	x		25
	E16 Ñiquén	Primavera			x		15
		Otoño		x	x		25
Estero Coche Pérez	E17 Navotavo	Primavera			x		20
		Otoño		x	x	x	25
	E18 Navotavo	Primavera			x		10
		Otoño		x	x	x	25
Estero Carbonero	E19 Lilahue	Primavera					Ausencia
		Otoño		x	x	x	15
	E20 Lilahue	Primavera		x	x		5
		Otoño		x	x		15
Estero Lirutao	E21 Ninquihue	Primavera			x		10
		Otoño	x	x	x		80
	E22 Ninquihue	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x		80
Estero Rauco	E23 Menelhue	Primavera		x	x		10
		Otoño			x	x	15
	E24 Menelhue	Primavera		x	x		8
		Otoño		x	x	x	20
río Chillán	E25 Nebuco	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x		35
	E26 Nebuco	Primavera	x	x	x		5
		Otoño		x	x		15

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.9 Caracterización de los puntos de muestreo

Se describió cada punto de muestreo mediante registro de variables *in situ* que sirven de indicador de la condición del ecosistema, además se hicieron mediciones e inspección visual del tramo en base a

variables de hidromorfología y de apariencia de la columna de agua. Con esta información se caracterizaron los puntos de muestreo.

3.13.3.9.1 Parámetros físico químicos *in situ*

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros medidos *In Situ* medidos en terreno durante las campañas de primavera 2022 y otoño 2023.

La temperatura en primavera 2022, presentó un rango entre 15 °C (Copihue, El Membrillo E10) y 25,8 °C (Lilahue E20), en otoño 2023 la temperatura presentó un mínimo de 11 °C en Lilahue E19 y un máximo de 19,2 en Ancoa N°2 E7.

El pH presentó en primavera de 2022, una variación entre 6,0 (Navotavo E18) hasta 7,69 (Longaví E7) y en otoño de 2023 el mínimo fue de 6 (Navotavo E18) y un máximo de 7,56 en Parral E13. Todos los valores en el rango que establece la NCh 1333 “aguas destinadas a la vida acuática”, entre 6 -9 de pH.

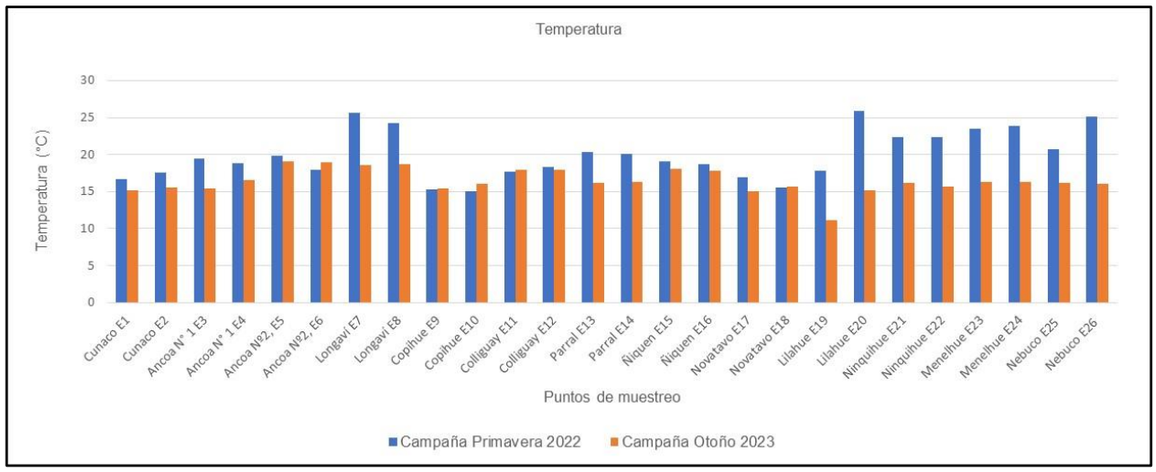
El oxígeno disuelto presentó una concentración en primavera 2022 entre 7,33 mg/L (Ancoa E3) hasta un máximo de 13,0 mg/L (Nebuco E26). Durante la campaña de otoño 2023, se encontró una concentración mínima de 8,3 mg/L en Ancoa N°1, E4 y un máximo de 11,5 mg/L en Navotavo, E17. Todos los puntos de muestreo presentaron concentraciones sobre el mínimo que establece la NCh 1333 (5 mg/L mínimo).

El porcentaje de saturación, en primavera de 2022 fue entre 80% (Ancoa E4) y 157,9 % en la estación Nebuco E26. En la campaña de otoño de 2023 el porcentaje de saturación presentó una variación entre 80% en Ancoa N°1 E4 y 125% en Navotavo E17.

La conductividad en la campaña de primavera 2022, registró valores entre 154,7 (µS/cm) en Navotavo E17, hasta un máximo de 487 (µS/cm) en Nebuco E26. Durante la campaña realizada en otoño de 2023 la conductividad presentó una concentración mínima de 165 µS/cm en Ancoa N°2 E5 y un máximo de 1041 µS/cm en Nebuco E25. Casi todos los puntos presentaron concentraciones menores a 750 (µS/cm), según la NCh 1333, sólo los puntos Nebuco E25 y Nebuco E26 reportaron concentraciones superiores (1041 y 997 µS/cm respectivamente), por lo tanto, en general las concentraciones se pueden clasificar como “agua con la cual generalmente no se observan efectos perjudiciales.

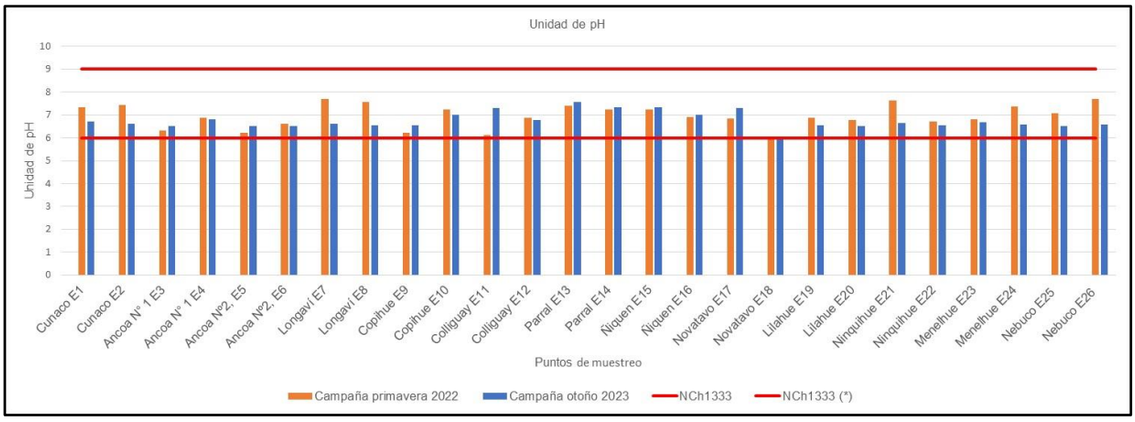
A continuación, se presentan los gráficos de las variables antes descritas y su comparación entre ambas campañas.

Gráfico 3- 25: Temperatura °C



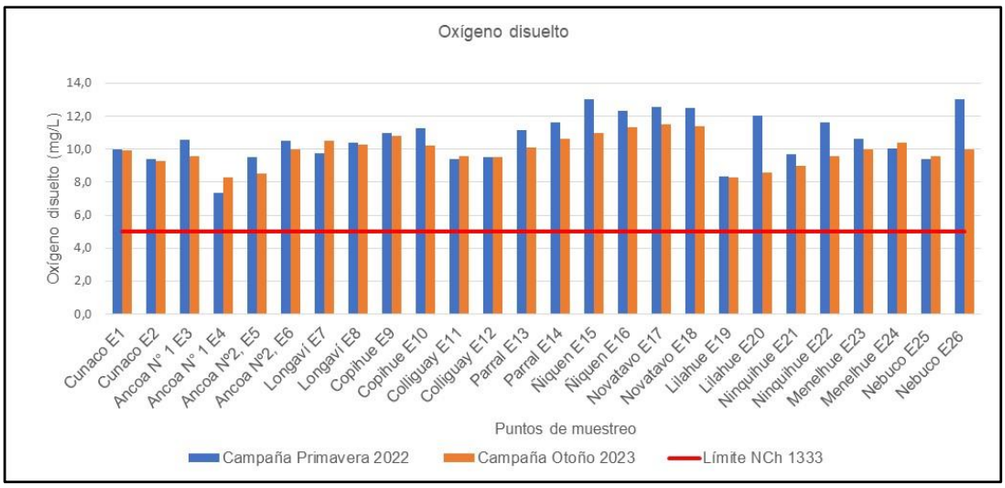
Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 26: pH, registro *In situ*



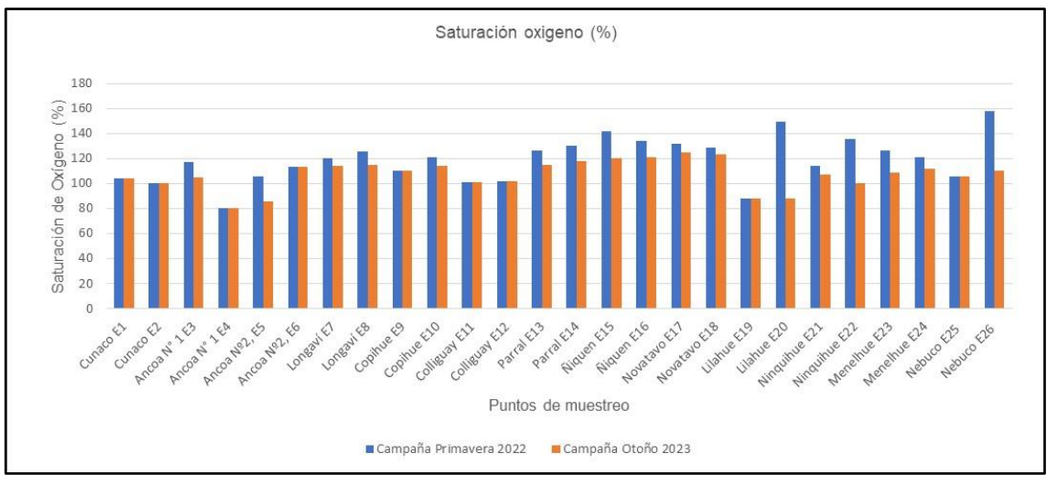
Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 27: Oxígeno disuelto, registro In situ



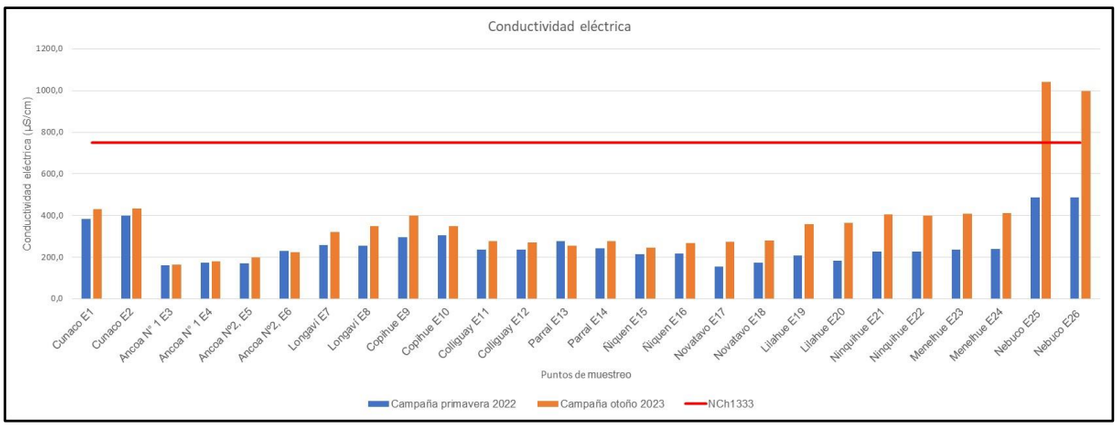
Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 28: Porcentaje de Saturación, registro *In situ*



Fuente: ENVIS, 2023.

Gráfico 3- 29: Conductividad eléctrica, registro *In situ*



Fuente: ENVIS, 2023.

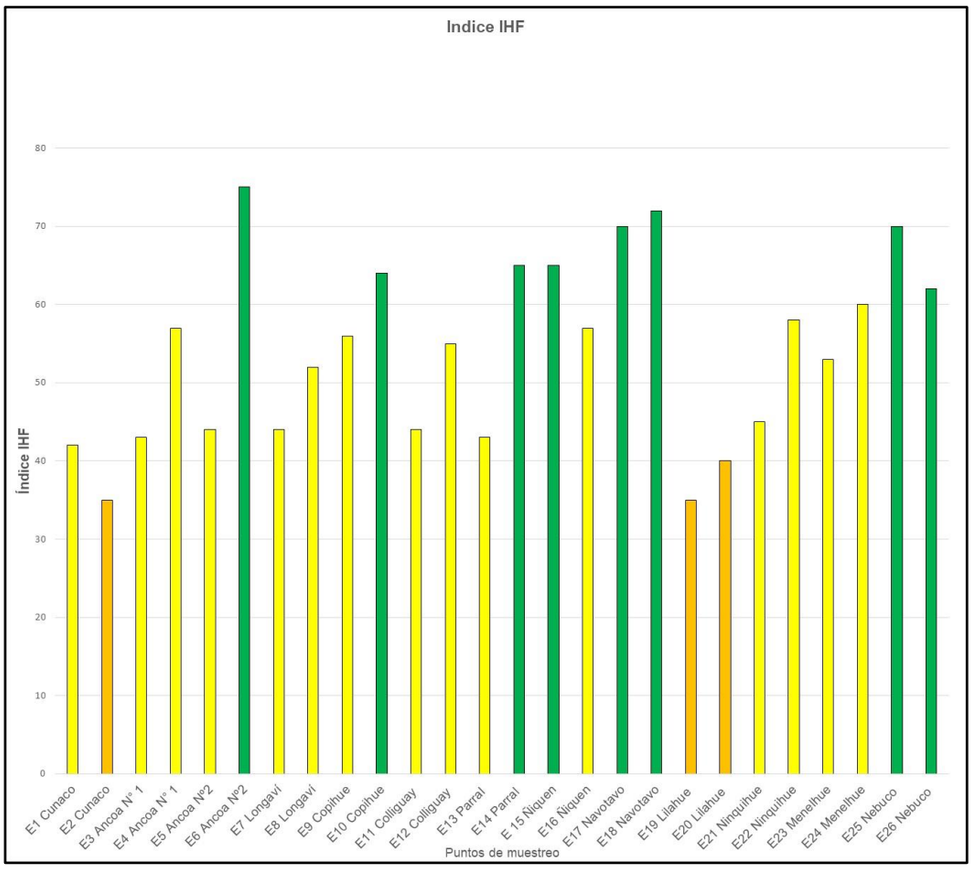
3.13.3.9.2 Variables hidromorfológicas

Se realizaron observaciones hidromorfológicas con las que se generó un Índice de hábitat fluvial, IHF, útil para valorar el hábitat físico potencial para albergar biota acuática (Pardo *et al*., 2002; Prat *et al*., 2009) en base a siete métricas especificadas en el acápite 3413.13.2.2.6 de este informe.

- Primavera 2022

Para esta temporada, se puede mencionar que la mayoría de los tramos presentaron un índice IHF de regular calidad, con tres tramos de menor calidad, en estero Tornicura (puente Cunaco, E2), y estero Carbonero (puente Lilahue E19 y E20). Los tramos de mejor calidad resultaron estar en el río Ancoa (puente Ancoa 2 Oriente, E6), estero Copihueo (puente Copihue Poniente, E10), estero Parral (puente Parral Oriente, E14), río Ñiquén (puente Ñiquén Oriente, E15), estero Coche Pérez (puente Navotavo Oriente), y río Chillán (puente Nebuco Oriente y Poniente, E25 y E26), ver siguiente gráfico.

Gráfico 3- 30: Índice de hábitat fluvial, IHF, por punto de muestreo, primavera 2022



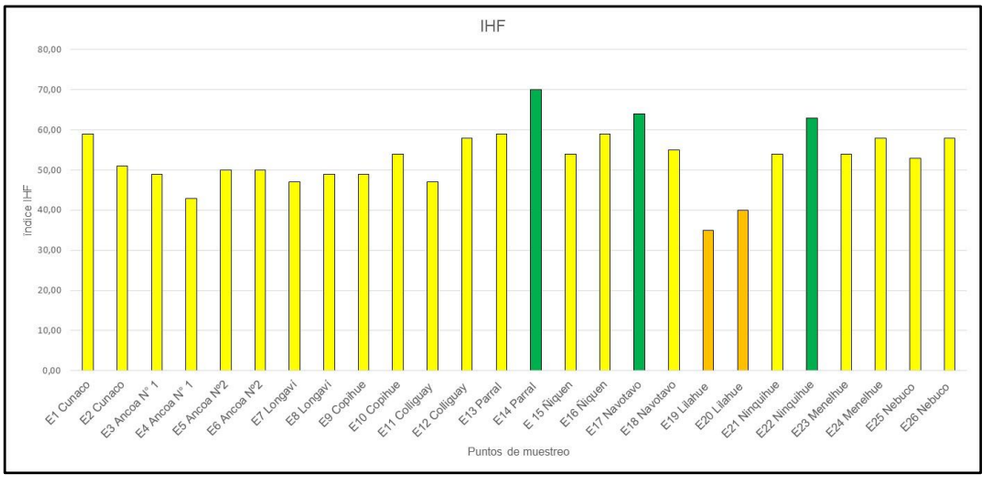
Niveles de calidad	Rangos de calidad
Muy Buena	81-100
Buena	61-80
Regular	41-60
Mala	21-40
Muy Mala	0-30

Fuente: ENVIS, 2023.

- Otoño 2022

Con las observaciones hidromorfológicas se puede observar el índice IHF para la estación de otoño, 2023. La mayoría de los tramos presentaron un índice IHF de regular calidad, con dos tramos de menor calidad, en estero Carbonero (puente Lilahue E19 y E20). Resultaron tres tramos de buena calidad, en estero Parral (E14), estero Coche Pérez (puente Navotavo, E17) y estero Lirutao (puente Ninquihue E22), ver gráfico siguiente.

Gráfico 3- 31: Índice de hábitat fluvial, IHF, por punto de muestreo, otoño 2023



Niveles de calidad	Rangos de calidad
Muy Buena	81-100
Buena	61-80
Regular	41-60
Mala	21-40
Muy Mala	0-30

Fuente: ENVIS, 2023.

3.13.3.9.3 Caracterización general

Se realizó una caracterización general por cada punto de muestreo, basado en las observaciones de hidromorfología e inspección visual, que se detalla a continuación.

- Puente Cunaco E1

Estación ubicada a unos 10 metros al este de la Ruta 5 sur, en estero Cunaco. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con abundante vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con zonas sombreadas, sin presencia de macrófitas y con material alóctono en orilla del cauce como restos de arbustos en el lecho del estero y raíces expuestas, con una columna de agua de apariencia turbia. El ancho de cauce fluctuó entre 5 a 7 m (primavera), y 4 a 6 m (otoño), profundidades menores a 40 cm (primavera) a 70 cm (otoño). El sustrato dominante estuvo compuesto preferentemente por arena y limo y en menor grado algunas zonas de bolones. El flujo fue de tipo laminar. Se observaron predios agrícolas cercanos.

Fotografía 3- 44: Cunaco E1

Primavera 2022





Otoño 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- <u>Puente Cunaco E2</u>

Estación ubicada a unos 10 metros al oeste de la Ruta 5 sur, en estero Cunaco. De flujo laminar a lento, con escazas zonas rugosas, una columna de agua transparente, con desarrollo de la zona ripariana con abundante vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con ventanas, de gran sedimentación. Presencia de abundante pasto y material alóctono en orilla del cauce como restos de arbustos en el lecho del estero. El sustrato dominante estuvo compuesto por arena-fango con un ancho de cauce entre 3 a 6 m (primavera 2022 y otoño 2023) y una profundidad entre 40 cm a 50 cm en primavera y hasta 60 cm en otoño 2023, con predios agrícolas cercanos.

Fotografía 3- 45: Cunaco E2

Primavera 2022





Otoño 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ancoa N°1, E3

Estación ubicada a unos 20 metros al este de la Ruta 5 sur, en río Achibueno. En ambas campañas el cauce se presentó anegado con un desarrollo de macrófitas emergentes y flotantes y plantas ribereñas de tipo gramínea de un 100% (primavera) y de 60 % (otoño). La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con abundante vegetación arbórea y arbustiva. El ancho aproximado fue de 5 a 7 metros, con una profundidad menor a 40 cm (primavera 2022) y 50 cm (otoño, 2023). Se observan predios agrícolas cercanos y aguas turbias con un sustrato dominante de fango-limo.

Fotografía 3- 46: Ancoa E3
Primavera 2022





Otoño 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ancoa N°1, E4

Estación ubicada a unos 20 metros al oeste de la Ruta 5 sur, en río Achibueno. La morfología del cauce fue de tipo poza con un flujo muy lento. Presento un sustrato con gran sedimentación compuesto por zonas donde domina arena-fango, y en otras domina los bolones. Presencia de un cauce expuesto, constreñido de forma natural de gran amplitud de 30 a 40 m, con una profundidad menor a 50 cm,

cubierto en un 80% por plantas acuáticas (primavera 2022) y de 100 % reflejando un ambiente eutrofizado. Se observan predios agrícolas cercanos.

Fotografía 3- 47: Ancoa E4

Primavera, 2022




Otoño, 2023




Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ancoa N°2, E5

Estación ubicada a unos 60 metros al este de la Ruta 5 sur, en río Achibueno. Tramo muy intervenido, de ribera muy erosionada, con pendiente pronunciada, sin vegetación. Sustrato predominante de arena-fango seguido de bolones, con un cauce entre 15 a 20 m y una profundidad menor a 100 cm. Presencia de material orgánico flotante, basuras, desechos flotantes, de columna de agua transparente. Se observan predios agrícolas cercanos.

Fotografía 3- 48: Ancoa E5

Primavera, 2022




Otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ancoa N°2, E6

Estación ubicada a unos 15 metros al oeste de la Ruta 5 sur, en río Achibueno. Presencia de columna de agua transparente, cauce de ancho entre 8 a 10 m y una profundidad menor a 100 cm, con islas y vegetación parchosa. Tramo muy heterogéneo e intervenido por tráfico de camiones. La estación presenta buen desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, de sectores de sombreados con ventanas, con presencia de macrófitas y material alóctono en orilla del cauce como restos de arbustos y un sustrato dominante de bolones seguido de arena. Se observan predios agrícolas.

Fotografía 3- 49: Ancoa E6

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Longaví E7

Estación ubicada a unos 15 metros al sur de la Ruta 5 sur, en río Longaví. Cauce discontinuo, preferentemente de flujo laminar apozado, entre 50 a 60 m de ancho y una columna de agua de 30 cm

a 100 cm, transparente. Presencia de bolones-arena y algunas zonas de fango. Pendiente de la ribera suave, con una ribera heterogénea y con macrófitas alrededor de 15 % en primavera y de un 30 % para otoño, con signos de eutroficación.

Fotografía 3- 50: Longaví E7

Campaña primavera, 2022




Campaña otoño, 2023




Fuente: ENVIS, 2022.

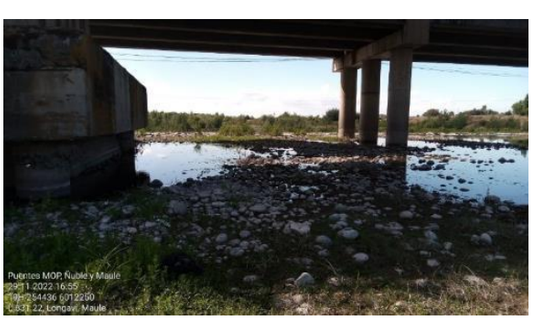
- <u>Puente Longaví E8</u>

Estación ubicada a unos 100 metros al norte de la Ruta 5 sur, en río Longaví. Columna de agua transparente, de flujo predominantemente laminar, con sustrato de piedras, seguida de bolones y arena. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana de pendiente suave, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo preferentemente expuesto. Presencia de algas y macrófitas de alrededor de un 10 % para primavera, y de un 30 % para otoño. Presentó un ancho de cauce entre 25-35 m, con una profundidad menor a 100 cm.

Fotografía 3- 51: Longaví E8

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023




Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Copihue E9

Estación ubicada a unos 10 metros al sur de la Ruta 5 sur, en estero Copihue. Presencia de aguas transparentes de flujo variado, el ancho fue de 4 a 6 m y la profundidad menor a 100 cm. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con zonas expuestas y sombreadas, con presencia de macrófitas de alrededor de 10 % (primavera 2022), y para otoño de un 80%, más material alóctono en orilla del cauce, con signos de eutroficación sobre todo en otoño con sustrato de bolones, arena y zonas fangosas. Se observan predios agrícolas cercanos y pueblo aledaño.

Fotografía 3- 52: Copihue E9

Campaña primavera, 2022




Campaña otoño, 2023




Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Copihue E10

Estación ubicada a unos 200 metros al noroeste de la Ruta 5 sur, en estero Copihue. Presentó una columna de agua transparente, con un ancho de cauce entre 5-8 m y una profundidad menor a 100 cm. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, con ventanas. El sustrato dominante es de bolones con zonas de arena. Gran abundancia de macrófitas concentradas en la zona ribereña de distribución parchosa, y diferentes formas de vida emergentes flotantes y

sumergidas de un 25 % (primavera 2022) y de un 40 % (otoño 2023). El sector posee uso recreativo, y botan residuos orgánicos. Se observan predios con destino agrícolas aledaños.

Fotografía 3- 53: Copihue E10

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Colliguay E11

Estación ubicada a unos 10 metros al sur de la Ruta 5 sur, en estero Colliguay. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce entre 4-5 m y una profundidad menor a 50 cm, con síntomas de curso estancado, de flujo laminar, con zonas con presencia de espuma. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, como por ejemplo zarzamora, sauce en ribera, con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas emergentes desde 15 % (primavera, 2022) a 35 % (otoño 2023). El sustrato dominante es de bolones con zonas de arena y limo, como también se presentaron en menor cantidad rocas.

Fotografía 3- 54: Colliguay E11

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Colliguay E12

Estación ubicada a unos 10 metros al norte de la Ruta 5 sur, en estero Colliguay. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce de 4 m y una profundidad menor a 50 cm, con gran inclusión de sedimentos en el lecho y espumas en el agua, de flujo laminar. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, como por ejemplo zarzamora, con sombras y ventanas, de pendiente pronunciada. Presencia de macrófitas emergentes y sumergidas, de alrededor de 10 % (primavera 2022) y de un 25 % (otoño 2023) junto con material alóctono en lecho. El sustrato dominante fue de bolones con amplias zonas de arena y limo.

Fotografía 3- 55: Colliguay E12

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente parral E13

Estación ubicada a unos 10 metros al sur de la Ruta 5 sur, en estero Parral. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce de 4 m y una profundidad entre 20-60 cm, con gran inclusión de sedimentos en el lecho de flujo laminar. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, de pendiente abrupta. Presencia de macrófitas emergentes de un 20 % (primavera 2022) y de un 25 % (otoño 2023) en la zona de ribera, como también material alóctono en el lecho. El sustrato dominante fue de bolones y gravas, con zonas de arena y limo.

Fotografía 3- 56: Parral E13

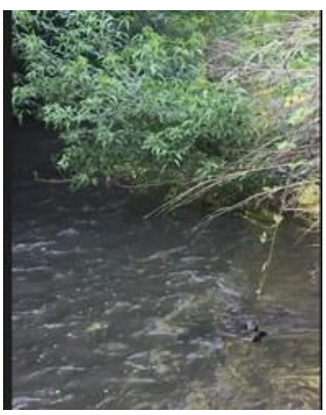
Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente parral E14

Estación ubicada a unos 50 metros al noroeste de la Ruta 5 sur, en estero Parral. Presentó una columna de agua transparente, con un ancho de cauce de 5 m y una profundidad entre 30-60 cm, con presencia de flujo variable. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas emergentes, flotantes y sumergidas, alrededor de 25 % para primavera 2022 y otoño 2023, como también material alóctono en el lecho. El sustrato dominante fue de bolones, seguido de arena.

Fotografía 3- 57: Parral E14

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ñiquén E15

Estación ubicada a unos 10 metros al sur de la Ruta 5 sur, en estero Ñiquén. Presentó una columna de agua transparente (primavera 2022) y turbia (otoño 2023), con un ancho de cauce de 8 a 10 m y una profundidad entre 30-50 cm, con presencia de flujo variable (primavera) y preferentemente laminar (otoño 2023). La estación presenta la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas entre un 10 % (primavera 2022) a 25 % (otoño 2023), como también material alóctono en el lecho y descargas en la ribera. El sustrato dominante fue de bolones y arena. Cultivos aledaños.

Fotografía 3- 58: Ñiquén E15

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ñiquén E16

Estación ubicada a unos 100 metros al noroeste de la Ruta 5 sur, en estero Ñiquén. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce de 8 m y una profundidad entre 30-60 cm, con presencia de flujo laminar. La estación presenta desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas alrededor de 15 % (primavera 2022) y de un 25 % (otoño 2023), como también material alóctono en el lecho y descargas en la ribera. El sustrato dominante fue de bolones, seguido de arena. Cultivos aledaños.

Fotografía 3- 59: Ñiquén E16

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Navotavo E17

Estación ubicada a unos 10 metros al sur de la Ruta 5 sur, en estero Navotavo. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce de 8 m y una profundidad entre 30-60 cm, con presencia rugoso. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas en la ribera de alrededor de un 20 % (primavera 2022) a 25 % (otoño, 2023), como también material alóctono en el lecho. El sustrato dominante fue de bolones, seguido de arena, con presencia de cultivos aledaños.

Fotografía 3- 60: Navotavo E17

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Navotavo E18

Estación ubicada a unos 100 metros al noroeste de la Ruta 5 sur, en estero Navotavo. Presentó una columna de agua turbia, con un ancho de cauce entre 3 a 6 m constreñido y una profundidad entre 30-

60 cm, con flujo rugoso. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de macrófitas alrededor de 10 % (primavera 2022) y de 25 % (otoño 2023), como también material alóctono en el lecho. El sustrato dominante fue de bolones, seguido de arena. Se presentan basuras y vertidos al río, y se observa una zona de cultivos aledaño.

Fotografía 3- 61: Navotavo E18

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Lilahue E19

Estación ubicada a unos 10 metros al este de la Ruta 5 sur, en estero Lilahue. Presentó una columna de agua turbia, conformando un gran pozón de flujo laminar, con material alóctono en el lecho, con gran sedimentación del sustrato. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Presencia de descargas en la ribera y desechos flotantes. El sustrato dominante es preferentemente arena-limo. No hubo presencia de macrófitas (primavera 2022) y 15 % (otoño 2023).

Fotografía 3- 62: Lilahue E19

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





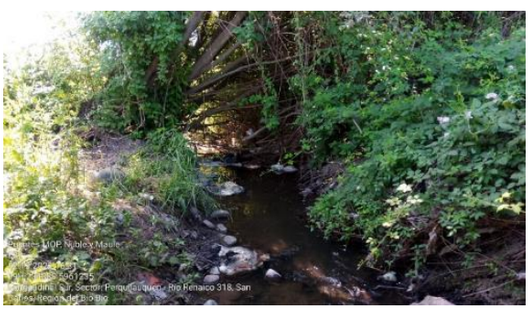
Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Lilahue E20

Estación ubicada a unos 10 metros al oeste de la Ruta 5 sur, en estero Lilahue. Presentó una columna de agua turbia, de flujo laminar, con material alóctono en el lecho, con gran sedimentación del sustrato. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas. Uso del agua para fines de regadío, con vertidos al río, y basuras en el cauce y ribera. Presencia de macrofitas de un 5 % (primavera, 2022) y de un 15 % (otoño, 2023). Zona de cultivos aledaños. El sustrato dominante es preferentemente arena-limo.

Fotografía 3- 63: Lilahue E20

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ninquihue E21

Estación ubicada a unos 40 metros al este de la ruta 5 sur, cerca del camino lateral, en estero Ninquihue. Presentó una columna de agua semi turbia, de flujo laminar y variable, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con una leve sedimentación del sustrato, de ancho de cauce variable entre 6 a 10 m y una profundidad menor a 50 cm. El sustrato dominante es de bolones, seguido de arena, con presencia de roca. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con macrófitas alrededor de un 10 % (primavera, 2022) y de un 80 % (otoño, 2023).

Fotografía 3- 64: Ninquihue E21

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Ninquihue E22

Estación ubicada a unos 40 metros al oeste de la ruta 5 sur, en estero Ninquihue. Presentó una columna de agua semi turbia, de flujo laminar y variable, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con una leve sedimentación del sustrato, de ancho de cauce variable entre 8 a 10 m y una profundidad menor a 50 cm. El sustrato dominante es de bolones, seguido de arena, con

presencia de roca. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con macrófitas emergentes en la ribera, alrededor de un 10 % (primavera, 2022) y de un 80 % (otoño, 2023).

Fotografía 3- 65: Ninquihue E22

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





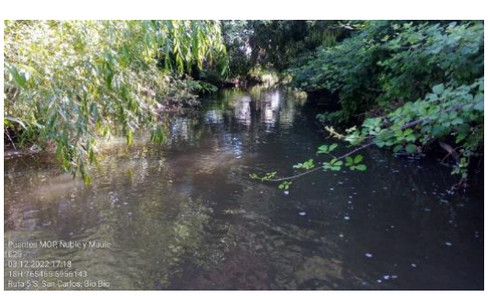
Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Menelhue E23

Estación ubicada a unos 20 metros al este de la ruta 5 sur, en estero Rauco. Presentó una columna de agua transparente, de flujo laminar, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con una leve sedimentación del sustrato, de ancho de cauce variable de 6 a 10 m y una profundidad menor a 50 cm. El sustrato dominante es de bolones, seguido de arena, con presencia de roca. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente abrupta, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con abundancia de macrófitas emergentes y sumergidas de un 10 % (primavera, 2022) y de un 15 % (otoño, 2023), y Sauce en la ribera.

Fotografía 3- 66: Menelhue E23

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Menelhue E24

Estación ubicada a unos 80 metros al oeste de la ruta 5 sur, en estero Rauco. Presentó una columna de agua transparente, de flujo variable, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con ancho de cauce constreñido, variable de 5 m y una profundidad menor a 40 cm. El sustrato dominante es de bolones, seguido de arena, con presencia de roca. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente suave, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con abundancia de macrófitas emergentes y sumergidas de un 8 % (primavera, 2022) y de un 20 % (otoño, 2023) en la ribera.

Fotografía 3- 67: Menelhue E24

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Nebuco E25

Estación ubicada a unos 180 metros al este de la ruta 5 sur, en río Chillan. Presentó una columna de agua transparente, de flujo variable, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con ancho de cauce constreñido, variable de 15 m y una profundidad menor a 50 cm. El sustrato dominante es de bolones, seguido de arena y limo. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente suave, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con abundancia de macrófitas de un 10 % (primavera, 2022) y de un 35 % (otoño, 2023) en la ribera y zona de cultivo aledaña.

Fotografía 3- 68: Nebuco E25

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

- Puente Nebuco E26

Presentó una columna de agua transparente, de flujo laminar lento, con material alóctono en el lecho, raíces expuestas y diques naturales, con ancho de cauce entre 15 a 20 m y una profundidad entre 30 - 70 cm. El sustrato dominante es de grava, seguido de arena y limo. Se presenta un desarrollo de la zona ripariana estrecha de pendiente suave, con vegetación arbórea y arbustiva, en un tramo con sombras y ventanas, con abundancia de macrófitas de un 5 % (primavera, 2022) a 15 % (otoño, 2023) en la ribera distribuida en forma parchosa y zona de cultivo aledaña.

Fotografía 3- 69: Nebuco E26

Campaña primavera, 2022





Campaña otoño, 2023





Fuente: ENVIS, 2022.

3.13.3.10 Cambio climático

3.13.3.10.1 Sector biodiversidad

Se determina el riesgo por cambio climático del sector Biodiversidad por cadena de impactos. Esto se fundamenta en base a la flora nativa, donde se ha demostrado que las especies están modificando su rango de distribución (MMA, 2020; IPCC, 2002), con probabilidades de cambios, tales como: composición de especies y aumento del riesgo de extinción; pérdida de biodiversidad, cambios adaptativos en los ciclos de vida (IPPC, 2002), alteración de hábitats y condiciones ambientales (MMA, 2014). Las consecuencias de la vegetación comprometen en parte a la zona ripariana, que está en parte conformadas por especies terrestres. Información directa para macrófitos y algas no se dispone en la plataforma ARClim.

En la plataforma ARClim el riesgo por cambio climático, busca determinar los límites de tolerancia climática de especies de flora nativa (con al menos un registro de ocurrencia en base de datos). Se analiza escenarios futuros en base a la temperatura promedio anual (°C) y precipitación media anual (mm), y con ello se evalúa el riesgo de las especies (vulnerables) frente al cambio climático.

- Cadena de impacto: Pérdida de flora por cambios de temperatura

Se determina, que, si se presenta afectación sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales frente a futuros cambios de la temperatura media anual en Chile continental, según el “Grado de intervención” y el índice de “Riesgo” a nivel comunal. A saber:

Grado de intervención: Este mapa representa la pérdida de vegetación natural según el territorio en los últimos 30 años. A mayor pérdida vegetacional aumenta la sensibilidad de las especies frente a los cambios de clima.

Riesgo: El mapa representa el riesgo a perder biodiversidad, por el cambio futuro en la temperatura promedio anual.

En la tabla siguiente, se observa que el grado de intervención por cambios de temperatura es de moderado a muy alto, sin embargo, el riesgo de pérdida de biodiversidad es alto a muy alto para todas las comunas.

Tabla 3- 146: Pérdida de flora por cambios de temperatura

PROVINCIA	Comuna	Grado intervención	Riesgo	
			Índice	Grado de riesgo
Linares	Villa Alegre	Muy alto	0,6912	Alto
	Linares	Moderado	0,6738	Alto
	Longaví	Moderado	0,6028	Alto
	Retiro	Moderado	0,7546	Muy alto
	Parral	Moderado	0,5842	Alto
Punilla	Ñiquén	Muy alto	0,7054	Muy alto
	San Carlos	Muy alto	0,6458	Alto
Diguillín	Chillán Viejo	Muy alto	0,7798	Muy alto

Fuente: ENVIS (2023).

- Cadena de impacto: Pérdida de flora por cambios de precipitaciones

Se determina la afectación sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales producto del cambio futuro de la precipitación promedio anual en Chile continental a través del grado de intervención e índice de riesgo.

Grado de intervención: Este mapa representa la pérdida de la vegetación natural en el territorio en los últimos 30 años. A mayor pérdida de vegetación aumenta la sensibilidad de las especies frente a los cambios de clima.

Riesgo: Este mapa representa el riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales producto del cambio futuro en la precipitación promedio anual.

En la tabla siguiente, se observa que el grado de intervención por cambio en las precipitaciones es de moderado a muy alto, sin embargo, el riesgo de pérdida de biodiversidad es alto a muy alto para todas las comunas.

Tabla 3- 147: Pérdida de flora por cambios en precipitaciones

PROVINCIA	Comuna	Grado intervención	Riesgo	
			Índice	Grado de riesgo
Linares	Villa Alegre	Muy alto	0,6912	Alto
	Linares	Moderado	0,6738	Alto
	Longaví	Moderado	0,6028	Alto
	Retiro	Moderado	0,7546	Muy alto
	Parral	Moderado	0,5842	Alto
Punilla	Ñiquén	Muy alto	0,7054	Muy alto
	San Carlos	Muy alto	0,6458	Alto
Diguillín	Chillán Viejo	Muy alto	0,7798	Muy alto

Fuente: ENVIS (2023).

3.13.3.10.2 Sector recursos hídricos

Se seleccionaron de ARClim, tres cadenas de impacto para el riesgo climático, que incidirían en la calidad de agua de los sistemas hídricos, “Inundaciones por desborde de ríos”; “Disponibilidad de agua superficial” y “Riesgo de sequías”. En ARClim se generaron los índices de Amenaza, Exposición y Sensibilidad para finalmente obtener un índice de Riesgo. Esto provoca cambios en variables de hidromorfológia, con efecto en los ecosistemas acuáticos, y es posible inferir que los desbordes de ríos repercuten en la alteración de la fisicoquímica del agua.

- Inundaciones por desbordes de ríos

Se dispone de mapas generadas con las precipitaciones extremas, para un período de retorno de 100 años. Estas afectan los ecosistemas acuáticos, por el aumento de caudales, incremento de altura de escurrimiento, e inundaciones a poblaciones aledañas colindantes.

Amenaza: El mapa muestra un índice por inundaciones de centros poblados, por desbordes de ríos, causado por eventos de precipitación extrema (período presente y futuro). El índice representa la severidad de las crecidas evaluadas.

Exposición: El mapa muestra un índice elaborado bajo dos variables: densidad de infraestructura crítica, referido a todas las obras hidráulicas en un buffer de 2 km y área de centro urbano (%) expuesto a inundación.

Sensibilidad: El mapa muestra un índice elaborado por la vulnerabilidad media de las obras hidráulicas. Esta consiste en el período de retorno del diseño de la obra respecto al período de retorno de la crecida evaluada. Además, en una escala cualitativa se evaluaron las características del cauce y las obras de defensa fluvial colindantes a este.

Riesgo: El índice representa el nivel de riesgo por cambios en la susceptibilidad de sufrir inundaciones de los centros urbanos por desborde de ríos, ante el grado de impacto por eventos de precipitación extrema, entre la condición climática histórica y futura.

En la tabla siguiente, se observa los factores de riesgo climático disponibles para cuatro de las nueve comunas, resaltando que el foco de análisis se centra en riesgo de inundaciones referido a los centros poblados.

Los resultados mostraron un índice de Riesgo bajo para la comuna de San Carlos (comprende desde estero Coche Perez en puente Navotavo E19 a estero Rauco en puente Menelhue E26), a Riesgo moderado para Villa Alegre y Linares (comprende desde estero Tornicura en puente Cunaco E3 a río Achibueno en puente Ancoa N°2, en E8), y un Riesgo severo para desbordes de ríos en la comuna de Parral (desde estero Colliguay en E13 a estero Parral en puente Parral E16).

Tabla 3- 148: Riesgo por Inundaciones por desbordes de ríos

Provincia	Comuna	Amenaza (índice)	Exposición (índice)	Sensibilidad (índice)	Riesgo (índice)
Linares	Villa Alegre	Alta (0,2)	Baja a moderada (0,22)	Alta (0,42)	Moderado (0,15)
	Linares	Alta (0,2)	Alta (0,63)	Baja (0,16)	Moderado (0,16)
	Longaví	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	Retiro	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	Parral	Alta 0,2	Moderada (0,39)	Muy severa (0,93)	Severo (0,58)
Punilla	Ñiquén	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
	San Carlos	Baja (-0,2)	Alta (0,46)	Muy severa (0,81)	Muy bajo (-0,71)
Diguillín	Chillán Viejo	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.

*S.I. = Sin información

Fuente: ENVIS, (2023).

- Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales

Se dispone de mapas, que finalmente estiman el riesgo asociado a disponibilidad de agua superficial según criterios ambientales. Se considera mantener un rango de caudal en los cursos de agua superficial, tal que permitan preservar las condiciones ambientales y ecológicas. Se determina el Riesgo climático, al que estarían expuestos los ecosistemas que dependen de estos recursos.

Amenaza: Se muestran cambios entre los caudales medio mensuales y anuales (en m^3/s), bajo un clima futuro (2035 – 2064) e histórico (1980 – 2009), registrados en las cuencas.

Exposición: La exposición se determina con la medición del caudal histórico en las estaciones analizados, considerando el periodo de 1980 a 2009 (se normaliza según el mayor caudal).

Sensibilidad: Se determina en base a la fracción de tiempo (%) en que el caudal es inferior al caudal ecológico.

Capacidad adaptativa: Existencia de caudal ecológico definido administrativamente para las distintas fuentes.

En la tabla siguiente, se observa limitada información para esta cadena de impacto, sólo se dispone a nivel regional para Maule. De manera general el índice de Riesgo climático resultó Moderado, a pesar de que la probabilidad de efectos adverso fue alta, con una exposición también alta, pero la sensibilidad resultó moderada, esto podría a atribuirse a la capacidad adaptativa. Se releva la importancia de asegurar la disponibilidad de recurso hídrico para mantener el caudal ecológico, no provocar intermitencias en escurrimiento como se ha proyectado para escenarios climáticos futuros (DGA, 2017; Habit *et al.,* 2019), de manera de no afectar la conectividad ni los hábitats para preservar los ecosistemas acuáticos.

Tabla 3- 149: Riesgo por disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.

Región	Amenaza (índice)	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Riesgo
Ñuble	SI	SI	SI	SI	SI
Maule	Alto -0.1659	Alto 0,8497	Moderado 0,0517	Alta 0,947	Moderado 0,2

Fuente: ENVIS (2023).

3.13.4 CONCLUSIONES

En función de los objetivos que consistieron en desarrollar la Línea de base para caracterizar la Biota acuática en el área de influencia (AI) del Proyecto, para las estaciones de primavera 2022 y otoño 2023, se puede concluir lo siguiente:

3.13.4.1 Fauna íctica

- Primavera 2022

En la campaña de primavera 2022, la riqueza de fauna íctica presente en el área de estudio estuvo constituida por 7 especies, de las cuales fueron dos (2) introducidas y cinco (5) nativas. Las especies introducidas fueron *Gambussia holbrooki* (Gambusia) *y Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arco Iris). Estas especies son consideradas invasivas, por poner en riesgo la conservación de especies nativas, siendo uno de los impactos el declive de poblaciones de fauna nativa por depredación directa de sus huevos o individuos. Estas especies han sido ampliamente introducidas, por un lado, la Trucha arco iris, fue con propósitos recreacionales de pesca deportiva y acuicultura, mientras que, la Gambusia fue ingresada como agente biológico de control de poblaciones de mosquitos. Ambas especies ocupan una diversidad de hábitats diferentes, y de amplia tolerancia a distintas condiciones ambientales.

El área de estudio cobra valor en diversidad por las cinco especies de fauna íctica nativa registrada que poseen categoría de conservación de acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente, que fueron las siguientes: *Percichthys trucha* “Casi Amenazada”, trucha negra, *Trichomycterus aerolatus* “Vulnerable” Bagrecito, *Basilichthys australis*: “Vulnerable” pejerrey chileno, *Cheirodon galusdae*: “Vulnerable” Pocha de los Lagos y *Percilia gillissi* “En Peligro”, Carmelita.

- Otoño 2023

En otoño 2023, la riqueza de fauna íctica aumentó a nueve (9) especies, de las cuales fueron tres (3) introducidas y seis (6) nativas. Las tres especies introducidas fueron similar a primavera la *Gambussia holbrooki* (Gambusia), *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arco Iris) y se sumó *Australoheros facetus* (Chanchita). Respecto a las especies nativas con categoría de conservación, de acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente fueron similar a primavera, *Percichthys trucha*: "Casi Amenazada", *Trichomycterus aerolatus*: "Vulnerable", *Basilichthys australis*: "Vulnerable", *Cheirodon galusdae*: "Vulnerable", *Percilia gillissi*: "En Peligro" y además *Brachygalaxias bullocki*: "Vulnerable" Puye.

3.13.4.1.1 Parámetros ecológicos primavera 2022 y otoño 2023

La riqueza de especies fue mayor en general para la campaña de otoño respecto a primavera, con la excepción de estero Copihue en Copihue Poniente E10, y estero Parral E14 que resultó más alta para esta última estación.

Para primavera se releva la riqueza para E14 estero Parral con cinco (5) especies nativas, y en otoño río Ancoa en Ancoa N°2 Oriente, E6 con seis especies y río Chillán en Nebuco Oriente E25 con cinco (5) especies. En otoño se detectó una especie nativa más respecto a primavera que fue *Brachygalaxias bullocki*: "Vulnerable" Puye, en estero Lirutao Poniente Calle Local E21, Ninquihue Poniente y en estero Rauco Menelhue Poniente E24.

La diversidad en general fue mayor en otoño respecto a primavera, a excepción de E14, Parral y Ninquihue Poniente E22, que fue más alto en esta última estación.

Respecto a la abundancia también se presentó mayor en un 15 % para la estación de otoño considerando todos los puntos de muestreo.

Las mejores condiciones para el desarrollo de la fauna íctica representarían las estaciones de muestreo rio Ancoa en Ancoa N°2 Oriente E6, río Ñiquén en E16 y estero Rauco E24 por abundancia de fauna nativa mayor a 20 individuos, riqueza entre tres (3) y seis (6) especies y diversidad mayor a 1 bits.

3.13.4.2 Macroinvertebrados bentónicos

- Primavera 2022

En época de primavera 2022, la determinación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo registró 6 Phyllum; Arthropoda, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta, Nematoda y Mollusca. De todos los puntos muestreados se registró zoobentos en todos a excepción del río Achibueno en puente Ancoa N°2, E5, el cual presentó una alta intervención con síntomas de ribera quemada, con abundante material orgánico y sustrato blando predominantemente arena, no apto para el desarrollo ni diversidad de insectos acuáticos.

La mayor abundancia estuvo representada por dos familias Chironomidae e Hydropsychidae, y junto al phyllum Nematodo han sido reconocidos como bioindicadores tolerantes a la contaminación orgánica.

Dentro del Phyllum Arthropoda, se registraron tres especies de la Clase Crustacea, Orden Decapoda que presentaron categoría de conservación. Estas pertenecen a la Familia Aeglidae y Parastacidae. Las especies fueron las siguientes, *Aegla pewenchae* en categoría de preocupación menor (LC), y *Aegla laevis talcahuano* en Peligro (EN), ambas por DS 52/MMA,2014, ambas nativas (11° proceso). También el crustáceo decápodo *Samastacus spinifrons* en categoría de conservación "Preocupación Menor" DS 52/MMA,2013 (10 ° proceso)

- Otoño 2023

Para otoño 2023, la determinación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo registró los mismos seis (6) que en primavera; Phyllum: Arthropoda, Mollusca, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta y Nematoda.

De todos los puntos muestreados se registró zoobentos en todos a excepción del punto en estero Tornicura en Cunaco E2 el cual presentó una alta intervención antrópica como restos de neumáticos y basura.

La mayor abundancia nuevamente estuvo representada por la familia Chironomidae, seguido del Phyllum Oligochaeta y Nematoda, reconocidos como bioindicadores tolerantes a la contaminación orgánica.

Dentro del Phyllum Arthropoda, se registraron tres especies de la Clase Crustacea, Orden Decapoda que presentaron categoría de conservación. Estas pertenecen a la Familia Aeglidae y Parastacidae. Las especies fueron las siguientes, *Aegla pewenchae* en categoría de preocupación menor (LC), y *Aegla laevis talcahuano* en Peligro (EN), ambas por DS 52/MMA,2014, ambas nativas (11° proceso). También el crustáceo decápodo *Samastacus spinifrons* en categoría de conservación “Preocupación Menor” DS 52/MMA,2013 (10 ° proceso)

3.13.4.2.1 Parámetros ecológicos

La riqueza fue más alta para la estación de primavera 2022 respecto a otoño 2023. En primavera se superó más de 20 taxones destacando los puntos de muestreo en estero Rauco E24, y para otoño la mayor riqueza fue de 12 taxones en Longaví E8.

La biodiversidad fue mayor en primavera alcanzando valores mayores a 3 bits para Primavera (E15 río Ñiquén, y en Menelhue Poniente E23 y E24 en estero Rauco), respecto a otoño los valores alcanzaron a lo más 2,6 bits destacan por sobre 2 bits cinco (5) puntos de muestreo (E4, Ancoa en Ancoa N°2, E15 ya indicado, E18 estero Coche Pérez Navotavo, E22 en estero Lirutao Ninquihue Poniente y en E24 ya mencionado).

El ciclo de vida de los macroinvertebrados acuáticos, que son alrededor del 80 % insectos acuáticos en su estado larval, ha demostrado que la estructura de sus comunidades es más definida en la época posterior a primavera (época de reproducción), lo que se condice con los resultados de los parámetros ecológicos, de mayor valor para primavera respecto a otoño. La recolección se realizó en terreno en primavera tardía (diciembre, 2022).

3.13.4.2.2 Evaluación de calidad de agua-Biondicadores

De acuerdo con el índice biótico aplicado *Ch* IBF (Figueroa *et al.*, 2007), los puntos de muestreo para primavera resultaron con condiciones ambientales de calidad de agua preferentemente de “Malo, muy perturbado” en su mayoría (10 puntos), seguido de “Muy Malo, “Regular, perturbado” (8 puntos) y Fuertemente Perturbado” (7 puntos).

Para otoño se presentaron cuatro clases de calidad, preferentemente fueron de “Malo, muy perturbado” (12 puntos), seguido de “Muy Malo, Fuertemente Perturbado” (8 puntos), luego de “Regular perturbado” (5 puntos).

3.13.4.3 Fitoplancton

- Primavera 2022

El fitoplancton durante la campaña de primavera 2022 estuvo compuesto taxones pertenecientes a 6 phyllum; Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanophyta y Euglenophyta. En todos

los puntos se reportó presencia de fitoplancton, con la mayor abundancia de Bacillariophyta, como es usual en aguas continentales, destacándose los géneros Melosira, Navicula, Gomphonema, Nitzchia. La mayor abundancia se registró en E4 río Achibueno Ancona N°1 (destacó Ulnaria y Fragilaria) y E14 estero Parral (Melosira y Navicula). Cabe destacar la presencia de Cianophyta, las cuales se favorecen en ambientes con síntomas de eutroficación, como lo es para todos los cauces.

- Otoño 2023

Durante la campaña de otoño de 2023 en todas las estaciones se encontró el componente de fitoplancton. Se identificaron 45 taxones pertenecientes a un total de 5 phyllum o grupos taxonómicos los cuales corresponden a: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Rhodophyta. Destacó el género *Fragilaria* por su mayor abundancia (67000 Ind/mL) en la estación Ancoa N°1 E4, perteneciente a Bacillariophyta. El género *Fragilaria* que es indicador de ambientes eutrofizados (Licursi & Gómez, 2003; Velázquez *et al*., 2006) y Achnanthidium con el mayor valor en E5 Ancoa N°2 con 2.429 (Ind/mL).

3.13.4.3.1 Parámetros ecológicos

La mayor riqueza en general se registró en otoño 2023, con un máximo de 20 taxones en estero Parral E13, seguido de 16 taxones en E2 estero Tornicura, Cunaco, E6 río Achibueno Ancoa N°2 y estero Lirutao Ninquihue E21. Para primavera el valor mayor fue de 16 taxones para E10 estero Membrillo Copihue y E21 estero Lirutao ya mencionado. Para la biodiversidad el valor más alto fue también para otoño, destacándose estaciones por sobre 3,5 bits en E2 estero Tornicura Cunaco, E13 estero Parral y E20 estero Carbonero, Lilahue. Para primavera el mayor valor fue de 3,4 bits en E10 estero Membrillo Copihue y E13 estero Parral, E 20 estero Carbonero Lilahue.

3.13.4.4 Fitobentos

- Primavera 2022

El fitobentos durante la campaña de primavera 2022, registró un total de 6 phyllum; Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanophyta y Cryptophyta. En todos los puntos se reportó presencia de fitobentos, con la mayor abundancia de Bacillariophyta, como es usual en aguas continentales. Las estaciones de mayor abundancia por sobre 2000 (Ind. ML) fueron E7 río Longaví (se releva el aporte de Fragilaria), E10 en estero El Membrillo Copihue (destaca aporte de Navicula), y E17 río Ñiquén (Gomphonema, Navicula y Nitzchia). Se observó la presencia de Cyanophyta en el 35 % de los cauces, que pudiese estar relacionado con la eutroficación presente en los cauces.

- Otoño 2023

El fitobentos durante la campaña de otoño 2023, registró un total de 5 phyllum; Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta y Cyanophyta. En todos los puntos se reportó presencia de fitobentos, la mayor abundancia fue de Bacillariophyta similar a primavera, relevando E7 río Longaví con la mayor contribución de los géneros Diatoma y Fragilaria con alrededor de 4000 (Ind. /mL), siendo este último género indicador de ambientes eutrofizados (Licursi & Gómez, 2003; Velázquez *et al*., 2006).

3.13.4.4.1 Parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos para fitobentos de riqueza y biodiversidad fueron variables. La riqueza de mayor valor se presentó en primavera con 20 taxones detectado en río Longaví en E8, 18 taxones para E6 río Achibueno en Ancoa N°2 y 17 taxones para E 23 para estero Lirutao en Menelhue. Para otoño se alcanzó 16 taxones en E25 Nebuco río Chillán y 16 para los puntos de muestreo E4 (río Chillán Ancoa N° 1; estero Membrillo Colliguay en E10 y estero Parral en E14).

Respecto a la biodiversidad el valor más alto fue para otoño en los puntos de muestreo estero Carbonero en Lilahue E20 con 3,2 bits y con 3,4 bits en río Longaví E8; y para primavera alrededor de 3 bits para los puntos de muestreo E15, E21 y E25 en río Ñiquén, estero Lirutao y río Chillán respectivamente.

3.13.4.5 Zooplancton

- Primavera

Durante la campaña de primavera 2022, este componente fue muy pobremente representado sólo se registró el phyllum Arthropoda, con un total de 8 especies. Destacó el género *Macrothrix* con el valor más alto de abundancia (0,40 Ind/ml) en Longaví E7.

- Otoño 2023

Durante la campaña de otoño 2023, este componente también fue muy pobremente representado sólo se registró el phyllum Arthropoda, con una especie; *Eucyclops serrulatus* (1 Ind/ml) en Ancoa N°1 E4 y Lilahue E20.

El zooplancton en comparación con los otros componentes es el menos diverso como también los menos abundante en ambientes continentales fluviales, como en este caso.

3.13.4.6 Macrofitas

Las macrófitas tanto para primavera como otoño, estuvieron presente en la mayoría de los puntos de muestreo, distribuidos preferentemente en zona de ribera de forma parchosa.
Se registraron las formas de vida emergentes, flotantes y sumergidas con hojas flotantes. En general se registró mayor cobertura en otoño respecto a primavera. La cobertura aumentó siendo mayor a 60 %, en sectores que reflejaron signos de eutroficación. Para primavera esta condición fue para río Achibueno en puente Ancoa N°1, E3 y en otoño, para un total de siete cauces, tales como, río Achibueno en Ancoa N°1 y 2 (E3-E4), estero el Membrillo en puente Copihue E9 y estero Lirutao en puente Ninquihue (E21 y E22).

La ausencia de macrófitas, fue preponderante ante presencia de sustratos de arena y fango-limo, aguas turbias, y flujos más laminares, como por ejemplo en primavera y otoño en estero Tornicura (E1, E2), y en río Achibueno Ancoa N°2 (E5).

3.13.4.7 Estaciones de muestreo

Las estaciones se caracterizaron por reunir las condiciones en ambas campañas, primavera 2022 y otoño 2023, para el para el desarrollo de vida acuática según lo establece la NCh 1333, tanto en rangos de pH con una variación entre 6,0 a 7,8 cercanos a neutro (norma 6,0 a 9,0 unidades) y concentración de oxígeno disuelto que superó los 5 mg/L que indica la norma.
Los puntos muestreados en ambas campañas se visualizaron para la mayoría de los cauces con diversas intervenciones antrópicas, presencia de basuras, aportes de desagües al cauce, extracciones de agua, alteraciones de conectividad, sistemas estancados, anegados, con bajo escurrimiento, entre otros. Esto incidió en los valores de variables de hidromorfología y de calidad de agua en base a bioindicadores. El índice de hábitat fluvial IHF, resultó preferentemente de ambientes de “regular calidad”, que indica baja diversidad de hábitat para albergar biota, por otra parte, el índice *Ch* IBF para evaluar calidad de agua resultó con predominio de aguas de “regular a mala calidad”.
Los puntos de muestreo se caracterizaron por presentar una variabilidad de escurrimientos superficiales, y un buen desarrollo de zona ripariana en forma continua, la cual posee un rol importante para la calidad del ecosistema, actuando como filtro ante potenciales contaminantes, como regulador térmico y, además, aporta refugio y hábitat para la biota, entre otros.

A pesar de las intervenciones, los ecosistemas presentaron condiciones de resiliencia, hubo desarrollo de fitoplancton, fitobentos y zoobentos en todos los puntos de muestreo a excepción de Lilahue en estero Carbonero E19. La presencia de los diferentes niveles tróficos en especial de zoobentos es clave para la presencia de la fauna íctica en especial la nativa, las seis especies registradas tienen como principal recurso trófico los insectos acuáticos, como también usan las macrófitas y zona riparia de refugios y sitios de desove (Gesam, 2006; Habit *et al.,* 2003). La fauna íctica nativa, se registró en el 50 % de los puntos de muestreo, con categoría de conservación desde Vulnerable a En peligro, lo que le confiere al sector un alto valor ambiental, necesario de proteger.

3.13.4.8 Cambio climático y ecosistemas acuáticos

De acuerdo con la información revisada, se complementó el análisis sobre una probable afectación por cambio climático, para los objetos de protección, calidad de agua y biota acuática ´tendiente a complementar la información y fortalecer la interpretación para ecosistemas acuáticos, sustentado en información disponible.

Los ecosistemas de agua dulce localizados en la zona mediterránea del país que incluye las regiones de Maule y Ñuble están afectas a altas presiones antrópicas y son vulnerables al cambio climático, visualizados en mapas ejecutados (Marquet *et al.,* 2019). Respecto a la vulnerabilidad al cambio climático para ecosistemas de agua dulce, se confeccionó una escala cualitativa donde para ambas regiones en cuestión el nivel fue “grave” (Habit *et al.,* 2019).

La microbiota de los sistemas acuáticos presenta una alta heterogeneidad y están altamente adaptadas a las condiciones locales, presentándose comunidades únicas en cada sistema (Habit, *et al.,* 2019), así las alteraciones en los hábitats por cambio climático, pone en riesgo su supervivencia.

Respecto a los grupos taxonómicos podemos inferir que las microalgas tienen una distribución cosmopolita, de tal manera que el cambio climático afecta a las poblaciones locales; en este caso los macroinvertebrados han resultado muy amenazados, y la preocupación aumenta porque esta zona del país, es considerada un hotspot de diversidad mundial (Valdovinos, 2008), con presencia de taxón en categoría de conservación, tales como los crustáceos del género *Aegla sp,* y la especie *Samastacus spinifrons* ambos detectadas en la línea de base del proyecto.

Por otra parte, en general, los peces presentan una vulnerabilidad de nivel “grave” al cambio climático, siendo directamente afectados por las consecuencias en la disminución de caudales por bajas precipitaciones, más aún las especies que presentan alguna categoría de conservación (seis en total registrados en la línea de base del proyecto), porque estos han visto reducidas sus poblaciones (Habit *et al.,* 2019).

Cabe considerar que el lugar de emplazamiento del proyecto presentó una calidad de agua, basado en macroinvertebrados bentónicos predominantemente perturbada (índice biótico *Ch* IBF, de regular a fuertemente perturbado), factor que disminuye la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios, por al menos los incremento en temperaturas entre otros.

Existe una serie de efectos por cambio climático, en forma y magnitud, ya mencionados, tales como alteración de caudales, incremento temperatura y cambios hidromorfológicos (planicie de inundación, velocidades de flujo, incorporación de material alóctono, inundaciones, entre otros.), que fuera de afectar el hábitat disponible, también elimina áreas de refugios para el desarrollo de las especies, lo que recae en alteración del secuestro de carbono (Raymond *et al.,* 2013).

Se observaron diversos cauces con tendencia a disminuir su calidad de agua, por presentar ecosistemas con altos niveles de eutroficación, atribuido a un enriquecimiento de nutrientes. Ante la presencia de cambio climático, y aumento de temperatura, este proceso se vería fortalecido en su manifestación, es así como algunos ejemplos serían el aumento de zonas de pozas, cambios en el

régimen de velocidades, disminución de oxígeno, aumento de metabolismo algal. Finalmente, la disminución de la cantidad de agua trae consigo una calidad perjudicada, por la disminución en la capacidad de dilución.

Por otro lado, la zona ha sufrido inundaciones con desbordes de ríos, frente a precipitaciones locales de gran magnitud este invierno 2023, esto contribuiría a una modificación de hábitat, disminución de la zona ribereña, con consecuencias en la trofía, y zonas de refugio de biota para aves y peces. En general los cauces presentaron riberas continuas de vegetación ribereña, lo que es útil para aumentar la resiliencia frente al cambio climático, fundamentalmente por el rol de regulador térmico que poseen los corredores biológicos, específicamente los más cercanos a la zona de inundación, alrededor de unos 10 metros de buffer (Alaniz *et al.*, 2022).

Se destaca en la zona la presencia de tres (3) humedales urbanos Estero Parral; estero Coche Pérez río Chillán, (MMA, 2015), relevando estos sectores para su protección.

Los ecosistemas acuáticos de mayor sensibilidad son los que presentan biota como recurso escaso y representativo que se traduce en la que está clasificada en alguna categoría de conservación, a partir de los listados oficiales establecidos por Decretos, según el procedimiento señalado en el DS N°75, del 2004 MINSEGPRES “Reglamento para Clasificación de Especies Silvestres”, reemplazado por el Decreto N°29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Se registró macroinvertebrados bentónicos (zoobentos) y fauna íctica en esta categoría, que fueron las siguientes:

Zoobentos

- *Samastacus spinifrons, Preocupación menor*
- *Aegla pewenchae, Preocupación menor*
- *Aegla laevis Talcahuano, En Peligro*

Fauna íctica

- *Percichthys trucha*: “Casi Amenazada”
- *Trichomycterus aerolatus*: “Vulnerable”
- *Basilichthys australis*: “Vulnerable”
- *Cheirodon galusdae*: “Vulnerable”.
- *Brachygalaxias bullocki:* “Vulnerable”
- *Percilia gillissi: “*En Peligro”
- *Gambusia holbrooki,* especie introducida
- *Oncorhynchus mykiss,* especie introducida

En la tabla siguiente se detalla el cauce donde se detectó la presencia de fauna en alguna de las categorías mencionadas. P: presencia; A: ausencia

Tabla 3- 150: Presencia de fauna en categoría de conservación por punto de muestreo

N°	Puente	Código punto muestreo	Cauce asociado	Zoobentos	Fauna íctica
1	Cunaco Oriente	E1	Estero Tornicura	-	-
		E2	Estero Tornicura	-	-
2	Ancoa N° 1 Oriente	E3	rio Ancoa	-	-
		E4	rio Ancoa	-	-

N°	Puente	Código punto muestreo	Cauce asociado	Zoobentos	Fauna íctica
3	Ancoa Nº2 Oriente	E5	rio Ancoa	-	P
		E6	rio Ancoa	P	P
4	Longaví Oriente	E7	río Longaví	P	-
		E8	río Longaví	P	P
5	Copihue Oriente y Poniente	E9	Estero Copihue	P	-
		E10	Estero Copihue	P	P
6	Colliguay Oriente	E11	Estero Colliguay	-	-
		E12	Estero Colliguay	-	-
7	Parral Oriente y Ramal Oriente y Poniente	E13	Estero Parral	-	-
		E14	Estero Parral	P	P
8	Ñiquén Oriente	E15	río Ñiquén	P	P
		E16	río Ñiquén	P	P
9	Navotavo Oriente	E17	Estero Coche Perez/ Navotavo	-	P
		E18	Estero Coche Perez/ Navotavo	P	P
10	Lilahue Oriente y Poniente Calle Local	E19	Estero Carbonero	-	-
		E20	Estero Carbonero	P	-
11	Ninquihue Poniente	E21	Estero Lirutao	P	P
		E22	Estero Lirutao	P	P
12	Menelhue Poniente	E23	Estero Rauco	P	P
		E24	Estero Rauco	P	P
13	Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	E25	río Chillán	-	P
		E26	río Chillán	-	P

3.13.5 BIBLIOGRAFÍA

Alaniz A., C. Smith-Ramírez., A. Rendón-Funes, C. Hidalgo-Corrotea, M. Carvajal, P. Vergara y N. Fuentes (2022). Multiscale spatial analysis of headwater vulnerability in South-Central Chile reveals a high threat due to deforestation and climate change. Science of the Total Environment 849 (2022) 157930.

Araya, J. & Zúñiga, L. (1985). Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Valdivia, Chile: Comité de Limnología de Chile. 112 pp.

Arismendi, I. & Penaluna, B. 2009. Peces Nativos en aguas continentales del sur de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de graduados. Universidad Austral de Chile.

Arratia, G. (1982). A review of freshwater percoids from South America (Pisces, Osteichthyes, Perciformes, Percichthyidae, and Perciliidae). Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 540: 1-52.

Arratia, G. (1990). The South American Trichomycterinae (Teleostei: Siluriformes), a problematic group. 395–403. En: Vertebrates in the Tropics Peters G & R Hutterer, editors. Museo Alexander Koenig. Bonn, Alemania.

Arratia, G., Rojas, G. & Chang, A. (1981). Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Ciencias Naturales (Santiago), Chile. 38. 3-108.

Bain, M., Finn J. & Booke, H. (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. North American Journal of Fisheries Management. 5: 499-506.

Bicudo, C. & Menezes, M. (2017). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 3 ed. São Carlos: Rima Editora. 552 pp

Bigg, B. & Kilroy, C. (2000). Stream periphyton monitoring manual. New Zealand Institute Water and Atmosphere for Ministry for the Environment, Christchurch, New Zealand. 226 pp.

Bourrelly, P. (1970). Les algues d'eau douce: Initiation a la systématique: Les algues bleues et rouges Les Eugleniens, Peridiniens et cryptomonadines. Editions N. Boubée & Cie. Paris. 512 pp.

CADE-IDEPE. 2004. Diagnóstico y Clasificación de cursos y cuerpos de agua según Objetivos de Calidad: Informe Cuenca del río Maule.

CADE-IDEPE. 2004. Diagnóstico y Clasificación de cursos y cuerpos de agua según Objetivos de Calidad: Informe Cuenca del río Bío Bio.

Camousseight, A, (2006). Estado de conocimiento de los Ephemeroptera de Chile. Gayana (Concepción) 70: 50–56.

CENMA/DGA. (2010). Propuesta de utilización de biocriterios para la implementación y monitoreo de la norma secundaria de calidad ambiental criterios y metodologías informe final. s.i.t. Nº 216, (tomo i y ii), 166 pp.

Cox, E. (1996). The identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall: 158 pp.

Dirección General de Aguas, DGA. (2017). Actualización del balance hídrico nacional». Serie de Informes Técnicos 417.

Elosegi, A. & Sabater, S. (eds.). (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, Bilbao. ISBN: 978-84-96515-87-1. 444 pp.

Estrategia climática de largo plazo de Chile: https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf.

Fernández, H. & Domínguez, E. (2001). Guía para la determinación de artrópodos bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional 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. Revista Chilena de Historia Natural 80: 225-242.

GESAM (2006) Obtención de Información para la Clasificación de la Fauna Acuática Continental. Informe Final. Consultoría SERNAPESCA

Granados-Sánchez, D.; Hernández-García, M. Á.; López-Ríos, G. F.2006. Ecología de las Zonas Ribereñas. Rev. Chapinga. Serie Cs. Forestales y del Ambiente. 12, (1) 55-69 pp.

Habit E., B. Dyer & I. Vila (2006). Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70 (1): 100-113.

Habit E.; Victoriano P., Rodríguez A.; Ruiz V, 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamble de peces de un sistema fluvial de bajo orden del centro-sur de Chile. Revista chilena de Historia Natural 76:3-18

Habit, E., K. Górski, D. Alò, E. Ascencio, A. Astorga, N. Colin, T. Contador, P. de los Ríos, V. Delgado, C. Dorador, P. Fierro, K. García, Ó. Parra, C. Quezada- Romegialli, B. Ried, P. Rivera, C. Soto-Azat, C. Valdovinos, I. Vera-Escalona, S. Woelfl (2019). «Biodiversidad de Ecosistemas de Agua Dulce». En P.A. Marquet et al. (editores), Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la

toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Instituto Nacional de Normalización (INN). NCh 1333 Of. 78, modificada en 1987. “Requisitos de calidad del agua para diferentes usos”.

IPCC, 2022: Cambio climático 2022: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático [H.-O. Pörtner, DC Roberts, M. Tignor, ES Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Prensa de la Universidad de Cambridge. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE. UU., 3056 págs., doi:10.1017/9781009325844.

Jerez V. & J. Moroni (2006). Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. Gayana. Vol7. doi.org/10.4067/S0717-65382006000100012

Krebs, C. (1989). Ecological methodology. Nueva York, Harper, and Row Publishers Inc., 654 p.

Leyton, S. A., Muñoz, E., Gordillo, M., Sánchez, G. C., Muñoz, L. A., & Soto, A. (2015). Estimación del factor de condición de Fulton (K) y la relación longitud-peso en tres especies ícticas presentes en un sector sometido a factores de estrés ambiental en la cuenca alta del río Cauca. Magazine of the Colombian Association of Biological Sciences (ACCB), 1(27).

Licursi M. & Gómez N. 2003. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura Pampeana Argentina a partir del empleo de diatomeas. Biología Acuática. 21: 31-49.

Lopretto & Tell (1995). Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio. Ed. Sur.

Marquet P.A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Pliscoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez (editores) (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Ministerio de Medio Ambiente (2015). Inventario Nacional de Humedales. https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humedales/

Ministerio de Medio Ambiente, MMA. (2014). Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad.

Ministerio de Medio Ambiente, MMA. (2020). Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim). https://arclim.mma.gob.cl/

Ministerio Medio Ambiente (2022). Ley N°21.455. Ley Marco de Cambio Climático. 13 jun. 2022.

Ministerio Medio Ambiente (MMA), (2021). Decreto Supremo N° 44/2021 Aprueba y Oficializa el décimo séptimo proceso de Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Ministerio Medio Ambiente REC 17°. (2022) procesos clasificación especies

Ministerio Medio Ambiente REC 11°. (2014) procesos clasificación especies

Ministerio Medio Ambiente REC 10°. (2013) procesos clasificación especies

Molina X. & I. Vila, 2006. Calidad de Agua en “Manual de la Evaluación de la Calidad del Agua. CENMA, SAG, U. de Chile.

NCh-ISO 5667/1:2017. Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo.

NCh-ISO 5667/6:2015. Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.

NCh-ISO5667/14:2015. Guía para la garantía de calidad y control de calidad de las muestras de agua del medioambiente y manejo

Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J., Vicas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuellar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suarez, M., Toro, M. & Vidal-Abarca M. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos, Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Limnetica 21: 115-132.

Parra, O. & Bicudo, C. (1996). Algas de Aguas Continentales: Introducción a la Biología y Sistemática. Ediciones Universidad de Concepción. 268 pp.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P. & Orellana, M. (1982a). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. ED. Universidad de Concepción.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P. & Orellana, M. (1982b). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Chysophyceae-Xanthophyceae. ED. Universidad de Concepción.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P. & Orellana, M. (1982c). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Crytophyceae-Dinophyceae-Euglenophyceae. ED. Universidad de Concepción.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P. & Orellana, M. (1983). Manual Taxonómico del Fitoplancton de Aguas Continentales; con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción Vol. 5 (partes 1 y 2), Chlorophyceae.

Pratt, N., Ríos, B., Acosta, R. & Rieradewall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua. En Dominguez & Fernandez (eds) Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos.

Ramirez & San Martin. 2008. Diversidad de especies flora acuática. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Ramírez, C. & C. San Martín. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En: I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (eds.), Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 21-61.

Ramírez, C., Godoy, R., Contreras, D., & Stegmaier, E. 1982. Guía de plantas acuáticas y palustres valdivianas. Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia 42 pp.

Raymond, P. A., J. Hartmann, R. Lauerwald, S.Sobek, C. McDonald, M. Hoover, D. Butman, R. Striegl, E. Mayorga, C. Humborgram, P. Kortelainen, H. Durr, M. Meybeck, P. Ciais y P. Guth.(2013). Global Carbon Dioxide Emissions from Inland Waters. Naturaleza 503 (7476): 355-359. doi:10.1038/naturaleza 12760.

Rivera, P. (1983). A guide for references and distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18º 28’ S and 58º S”. Bibliotheca Diatomologica, Band 3. J. Kramer, Vaduz. 386pp.

Rodríguez R & Fica B. 2020. Guía de campo Plantas Vasculares Acuáticas en Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción Chile, 216 pp.

Romero, F., Cozano M., Gangas, R. & Naulin, P. 2014. Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. BOSQUE 35(1): 3-12, 2014 DOI: 10.4067/S0717-92002014000100001.

SERNAPESCA, (2012). Fichas Icticas de especies para la pesca recreativa en Chile. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Gobierno de Chile

Servicio de Evaluación Ambiental (2017). Área de influencia en el sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2022. Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico.

Servicio de Evaluación Ambiental, (2022a). Criterio de evaluación en el SEIA: Objetos de protección.

Servicio de Evaluación Ambiental, (2023). Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile.

Servicio de Evaluación Ambiental, 2022. Guía de evaluación de efectos adversos sobre recursos naturales renovables. Segunda edición.

Subsecretaría de Pesca (2011). Manual para el monitoreo e identificación de la Microalga Bentónica Didymosphenia geminata. Eds: Díaz, C Molina, X y V. Montecino.

Subsecretaría de Pesca (2018). Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile (Proyecto FIPA 2016-46).

Tachet, H., Richouxm, P., Bournard, M. & Usseglio, P. (2003). Invertébrés d'eau douce: Systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 587 pp.

Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. International Association of Theoretical and Applied Limnology 9: 1-38.

Valdovinos, C., 2006. Estado de conocimiento de los Gastrópodos dulceacuícolas de Chile. Gayana (Concepción) 70: 88–95.

Valdovinos, C., 2008. Invertebrados dulceacuícolas. In Rovira J., J. Ugalde & M. Stutzin (eds), Biodiversidad de Chile. Patrimonios y desafíos. CONAMA, Chile: 202–223.

Velázquez M. M., Israde I. & Mendoza M. 2006. Uso de diatomeas para la evaluación de la calidad del agua del río Turbio, afluente del río Lerma, México. En Simposio "Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos en Michoacán". Congreso Mexicano de Ecología, Morelia, Michoacán, México.

Vila I, R Pardo, B Dyer & E Habit (2006). Peces límnicos: diversidad, origen y estado de conservación. En: Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. 187 pp.

Wallace L. & T. W. Snell, "Rotifera," In: J. H. Torp and A. P. Covich, Eds., Ecology and classification of North Americn Freshwater Invertebrates, Academic Press, Cleveland, 2001, pp. 195-254. doi:10.1016/B978-012690647-9/50009-0

Williamson, C.E. & Reid, J.W. (2001) Chapter: 22 Copepoda. In: Thorp, J.H. and Covich, A.P., Eds., Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, 2nd Edition, Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, 915-954.

3.14 ECOSISTEMAS

El presente informe analiza la información generada en las diferentes Líneas Base del Proyecto para generar información para el componente Ecosistema, siguiendo las directrices de la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023). Esta guía propone la identificación y descripción de los Objetos de protección (OP) bióticos y abióticos que son parte de un ecosistema. En este sentido, se describen los componentes Aire, Agua, Suelo, y Biota (terrestre y acuática), presentando sus parámetros, especies, y singularidades que las hace sensibles a las acciones del proyecto.

3.14.1 OBJETIVOS

3.14.1.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es caracterizar el ecosistema de humedal, sus componentes ecosistémicos u objetos de protección (OP) inherentes a los humedales y sus singularidades ambientales en el Área de Influencia (AI) del Proyecto, ubicado en las Regiones del Maule y Ñuble.

3.14.1.2 Objetivos específicos

- Identificar el AI del Ecosistema Humedal.
- Identificar y describir los OP de los humedales del AI del Proyecto.
- Describir y caracterizar los componentes abióticos y sus parámetros relevantes en el Ecosistema humedal.
- Describir y caracterizar los componentes bióticos, sus especies y singularidades relevantes del Ecosistema humedal.
- Desarrollar un modelo conceptual del Ecosistema humedal representante del AI del proyecto.
- Identificar los atributos sensibles en el AI del Proyecto.

3.14.2 METODOLOGÍA

3.14.2.1 Marco conceptual

3.14.2.1.1 Ecosistemas

Para describir en general el ecosistema asociado al Proyecto, se tomó como referencia el principal el hábitat posible de recibir impactos. Por este motivo, el ecosistema descrito en esta Línea de Base Ecosistémica guarda relación con el Ecosistema de Humedal Ripario o Ripariano, el cual es la zona de transición entre el ecosistema terrestre y acuático, conservando componentes de ambos hábitats y la cual se sitúa inmediatamente bajo las obras del Proyecto.

El concepto ecosistémico proviene de la Teoría General de Sistemas (Von Bertalanffy, 1976) y del pensamiento sistémico (Edson, 2008), donde estos se definen como un conjunto de componentes interactuantes. Estos componentes son los descritos por la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023), los cuales se pueden contextualizar en expresiones simbólicas entre los componentes que regulan el sistema bajo estudio para así entender procesos complejos que de otra forma no serían aparentes.

Según el SEA (2023), un ecosistema es entendido como una unidad que está constituida por organismos que interactúan con su entorno o ambiente físico, estando vinculados a través de intercambios de energía y materia. Esto da paso a la confirmación de estructuras tróficas, diversidad biótica y ciclos de materiales (Odum, 1971). Cabe señalar, que los humedales constituyen ecosistemas de amplia variedad, ya sea naturales, artificiales, dulceacuícolas o salados, etc.

3.14.2.1.2 Humedales

Según la Convención Ramsar (ratificada por Decreto Supremo N°771/1981), los humedales se definen como zonas donde el agua es el principal factor que condiciona el medio y la vida asociada a él. Estos, se encuentran en áreas donde la capa freática es superficial o donde la tierra está cubierta por aguas. Como definición la Convención ha utilizado la siguiente: *"extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluida las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."* Esta definición según la Guía del SEA (2023), es la más extensamente aceptada y, de hecho, incluye a humedales protegidos (Según la Ley N°21.202: Ramsar y Humedales urbanos) así como también a humedales no protegidos, incluidos todos los lagos y ríos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, estuarios y otras zonas costeras. Así también se incluye a sitios artificiales como tranques, embalses y otros.

Según la Estratégica Nacional de Biodiversidad 2017-20230, en el territorio nacional hay una superficie aproximada de 1.317.704 ha de humedales, los que se clasifican -siguiendo los lineamientos del Inventario Nacional de Humedales-, en distintos eco tipos, como: Humedal costero, Humedal continental, Afloramientos subterráneos y sus diferentes clases, como: Intrusión salina, Evaporación, Infiltración, Infiltración saturado, Escorrentía, Praderas andinas-ciénagas y vegas (MMA – CEA, 2007).

La relevancia de los humedales se relaciona con que estos sostienen biodiversidad siendo refugios para múltiples especies en ecosistemas con fuerte presión antrópica. Además, cumplen servicios importantes para el humano al ser amortiguadores de inundaciones e importantes agentes que mitigan el cambio climático debido a su función captadora de carbono. Sin embargo, uno de los servicios más importantes de los humedales y que benefician a los humanos es la función proveedora de agua, ya sea para riego y consumo. Otras funciones que realizan para el bienestar humano están relacionadas a provisión de alimentos, medicinas, materiales, recreación, y valores culturales (SEA, 2023).

3.14.2.1.3 Objetos de protección

Según el SEA, en su reciente Guía de Humedales (2023): *"En el marco del SEIA, el término Objeto de Protección (OP) hace referencia al elemento o componente del medio ambiente que se pretende proteger de los impactos ambientales que pueda generar la ejecución de un proyecto o actividad. Los elementos del medio ambiente que son OP en el SEIA se desprenden del artículo 11 de la Ley N°19.300 y del Reglamento del SEIA. En el caso particular de los humedales, tal como lo precisa la Contraloría General de la República (CGR) en el Dictamen N°E157665/2021, son OP de estos sus flujos ecosistémicos, sus componentes y las interacciones entre estos".*

Por lo tanto, la línea de base ecosistémica, busca identificar, describir y relacionar los Objetos de Protección (OP) en el Área de Influencia (AI) del Proyecto, los que fueron identificados en base a los lineamientos dados por la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023) y en conformidad a lo señalado en el artículo 37 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N.º 19.300/1994 MINSEGPRES, modificada por la Ley N°20.417 MINSEGPRES), el artículo 18 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012) y por el D.S. Nº8/2014), y el artículo 8° del Reglamento de la Ley de Humedales Urbanos (Decreto N° 15/2020).

Cabe señalar que los objetos de protección en el marco de esta línea de base ecosistémica, basado en el SEIA, son los siguientes:

Figura 3- 30: OP en el marco del SEIA

OBJETOS DE PROTECCIÓN		¿QUÉ SE BUSCA PROTEGER EN EL SEIA?
Recursos naturales renovables – Art. 6° Reglamento SEIA		
Aire	Calidad del aire[22]	Se busca asegurar la permanencia, la capacidad de regeneración y el desarrollo de especies y ecosistemas, para su aprovechamiento racional futuro.
Agua	Aguas superficiales continentales	
	Aguas subterráneas	
Suelo	Suelo hídrico	
Biota	Plantas, algas, hongos y líquenes	
	Fauna vertebrada, invertebrada y zooplancton	
Ecosistema	Humedal[23]	
Recursos naturales renovables – Art. 8° Reglamento SEIA		
Recursos y áreas protegidas	Humedales de importancia internacional (Ramsar), Humedales urbanos declarados por el MMA, Humedales declarados sitios prioritarios y valor ambiental del territorio que preste SSEE.[24]	Se busca proteger aquello que ha sido establecido en el acto administrativo que declara el área protegida o plan de manejo de cada zona o área. Además, se busca proteger el valor ambiental de un territorio que preste SSEE locales que presente nula o baja intervención antrópica, o cuyos ecosistemas o formaciones naturales presentan características de unicidad, escasez o representatividad.

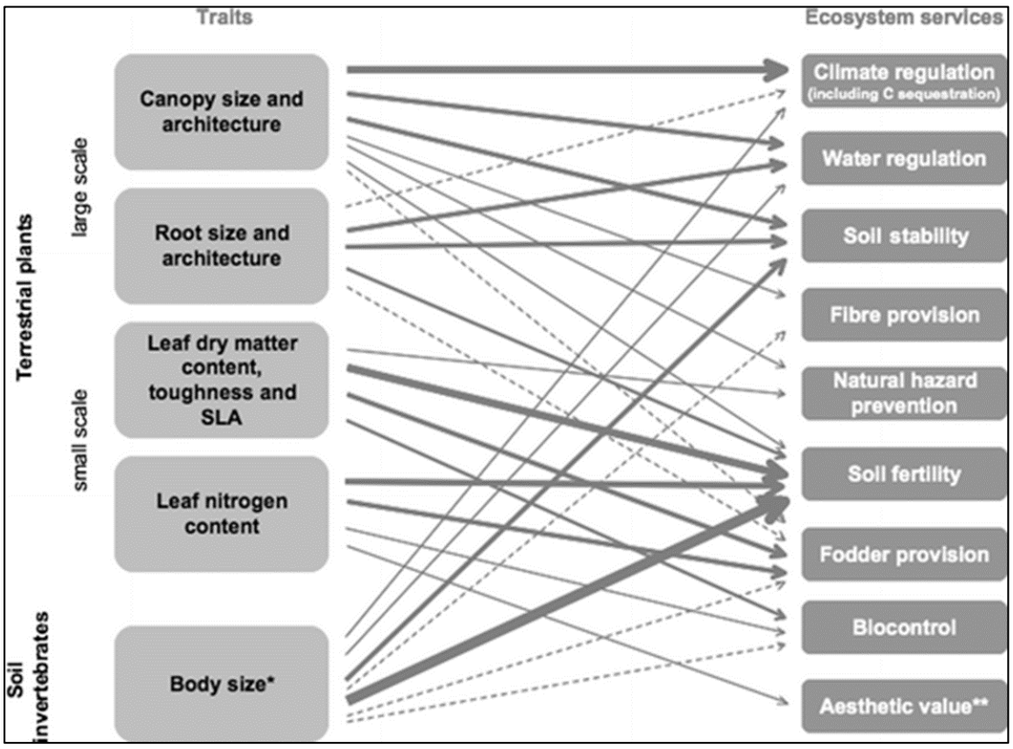
Fuente: SEA, 2023.

3.14.2.1.4 Servicios ecosistémicos

Para el funcionamiento ecosistémico es clave la existencia de biodiversidad. Esta relación ha sido ampliamente investigada y por lo general se identifica con que el funcionamiento del ecosistema, por ejemplo, medido a través de la productividad vegetal o cantidad de biomasa generada en un espacio y tiempo dado, se ve modificada al alterar la riqueza de especies, lo que respalda el rol de la biodiversidad en la provisión de SS. EE. y su efecto sobre el bienestar humano. La biodiversidad afecta los servicios de soporte, como la productividad del suelo, pero además las interacciones entre los organismos, la posibilidad de que una especie de patógeno aumente en abundancia y se transmita a otras especies, humanos incluidos, la posibilidad de contar con alimento y prosperidad económica, entre otras (Naeem et al., 2009).

Es importante saber cómo se diferencian las especies y cómo estas diferencias podrían impactar el funcionamiento de un ecosistema. Si bien es cierto que cada especie puede ser caracterizada desde muchos puntos de vista (morfología, historia, composición genética, tolerancia a variables ambientales, fisiología, dieta, entre otros) no todos estos rasgos afectan el funcionamiento del organismo o su adecuación de la misma forma. Los rasgos que tienen un efecto se denominan rasgos funcionales, y por lo general son estos los que afectan el funcionamiento de los ecosistemas y los SS. EE. que estos proveen (Díaz *et al.,* 2007) (ver figura siguiente). Los rasgos funcionales son los principales atributos por los que los organismos afectan los servicios ecosistémicos, a través de su impacto en procesos ecosistémicos, tales como la descomposición de la hojarasca, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la evapotranspiración, entre otros. La diversidad de especies tiene consecuencias funcionales porque el número y los tipos de especies presentes determinan los rasgos de los organismos que influyen en los procesos del ecosistema (Chapin *et al.,* 2000). Los rasgos de las especies pueden mediar directamente en los flujos de energía y materia o pueden alterar las condiciones abióticas (por ejemplo, los recursos limitantes, las perturbaciones y el clima) que regulan las tasas de los procesos.

Figura 3- 31: Relación causal entre diferentes rasgos funcionales presentes en los componentes de un ecosistema (plantas, invertebrados del suelo), y los servicios ecosistémicos. Grosor de cada flecha indica la magnitud del efecto. Fuente: de Bello et al. 2010.



Fuente: De Bello et al., 2010.

3.14.2.2 Secuencia metodológica para construir modelo conceptual

El modelo conceptual objeto de esta línea de base, se enmarca en el proceso de evaluación ambiental del Proyecto, este marco de trabajo es relevante de resaltar, puesto que tiene como finalidad en un paso posterior del EIA (Capítulo de Predicción y Evaluación de Impactos), evaluar correctamente los impactos ambientales del Proyecto en el ecosistema, por medio de la identificación en particular y agrupada de sus diferentes componentes relevantes y los objetos de protección que resguarda el SEIA. Considerando esto es que se ha construido la siguiente secuencia metodológica de trabajo (ver figura siguiente), la que diferencia desde los datos entrada, análisis y datos de salida

Figura 3- 32. Secuencia de trabajo

Datos de entrada	1. Líneas de base realizadas en el marco del proyecto (atributos de humedales)	Capítulo de línea de base (alcance del presente informe)
Análisis	2. Descripción individual de cada componente 3. Modelo conceptual ecosistémico - Identificación y descripción conceptual de relaciones entre componentes - Identificación y descripción conceptual de funciones del ecosistema 4. Identificación de SSEE	
Datos de salida	5. Entendimiento clave del ecosistema de humedales para evaluación de impactos en el marco del EIA. 6. Ajustes del área de influencia	Capítulo 2 y Capítulo 4 del EIA.

Fuente: ENVIS, 2023.

A continuación, se describe cada etapa de la secuencia metodológica, fase de Análisis.

3.14.2.2.1 Recopilación de información

- Líneas de base del EIA

Para generar una base de datos ecosistémica se usó la información levantada de las líneas base desarrolladas para el Proyecto. Estas fueron:

- Línea Base de Calidad de Aire
- Línea Base de Calidad de Agua
- Línea Base de Suelo
- Línea Base de Flora y Vegetación
- Línea Base de Fauna terrestre
- Línea Base de Ecosistemas Acuáticos Continentales
- Línea Base Medio Humano

En cada línea base generada del Proyecto, se identificaron los atributos importantes asociados a los OP a describir según las directrices dadas por la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023).

- Singularidades

De acuerdo con las exigencias que debe cumplir todo Proyecto que se someta al SEIA, y en correspondencia con lo expresado en la Guía para la Descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna de los Ecosistemas Terrestres (SEA, 2015), se analizó la presencia de singularidades ambientales asociadas al ecosistema. Se consideraron los siguientes casos, describiendo los que se asocian con este estudio:

- Presencia de suelo frágil altamente erosionable o móvil (por ejemplo, suelo de altas pendientes, dunas, suelo de borde costero, entre otros).
- Presencia de suelo degradado o con potencial presencia de contaminantes o contaminado.
- Presencia de suelo relevante para la recarga de acuíferos.
- Presencia de formaciones vegetales únicas, escasas o de baja representatividad nacional.
- Presencia de formaciones vegetales relictuales.
- Presencia de formaciones vegetales remanentes.
- Presencia de formaciones vegetales frágiles.
- Presencia de Bosque Nativo de Preservación.
- Actividad en o colindante con sitios prioritarios para la conservación de la diversidad definidos en las estrategias regionales.
- Actividad en o colindante con áreas bajo protección oficial.
- Actividad en o colindante con áreas protegidas privadas.
- Actividad en o colindante con áreas de protección (Ley N°18.378).
- Actividad en o colindante con aguas arriba de humedales.
- Presencia de ejemplares de especies clasificadas en categoría de conservación.
- Presencia de especies protegidas por regulaciones especiales.
- Presencia de especies endémicas.
- Presencia de especies de distribución restringida.
- Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.
- Localización en o cercano al límite altitudinal de la especie.

3.14.2.2.2 Modelo conceptual ecosistémico

La síntesis o modelo ecosistémicos se puede definir como la composición de un todo, el ecosistema, por medio de la reunión de sus partes y de las interacciones entre ellas (Delgado *et al.,* 2014). Una de

las metodologías empleadas para tal composición es la generación de modelos conceptuales (Marín & Delgado, 2008). Estos corresponden a expresiones simbólicas de los mecanismos que se propone regulan el sistema bajo estudio y que pueden ser clave para entender procesos complejos que de otra forma no serían aparentes (Parysow & Gertner, 1997).

La conceptualización de un modelo ecosistémico puede construirse a partir de preguntas específicas (Delgado et al., 2009) o por la aproximación clásica de sistemas dinámicos, en donde mediante la "teoría ecosistémica" se estudia el comportamiento del sistema identificando un conjunto mínimo de componentes que expliquen el "grueso de su comportamiento" (van den Belt, 2004).

El modelo conceptual generado tiene por objetivo representar el ecosistema de humedal con sus principales objetos de protección, para así poder explicar la pregunta posterior: ¿Qué impactos del proyecto sobre los OP y procesos del ecosistema se pueden identificar? Además, se utilizó la teoría clásica desarrollada por Tamsley el cual define al ecosistema como "*Complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente"* y sus evoluciones a lo largo de los años de estudio por otros autores (Armenteras et al. 2016). El modelo incluyó variables o factores forzantes (ej. actividades humanas, clima) con el objetivo de responder de mejor manera la pregunta y conceptualización del mismo. En este sentido se definieron variables de estado (OP abióticos y bióticos), parámetros abióticos que permiten la existencia de vida, procesos que las relacionan y que definen sus interacciones, así como forzantes externos al ecosistema. Las interacciones entre forzantes, procesos y componentes se implementaron por medio de flechas desde el elemento que produce el efecto a aquél que lo recibe.

Finalmente, al tener la teoría ecosistémica definida se analizó la información recopilada dentro de las líneas base relacionadas a los objetos de protección para conceptualizar el ecosistema, siguiendo las recomendaciones señaladas en la Guía del SEA (2023).

- Selección de parámetros ecosistémicos

Para el funcionamiento de un ecosistema de humedal es fundamental la existencia de biodiversidad de especies y los parámetros abióticos que permiten la existencia de vida. En este sentido, para la selección de los parámetros ecosistémicos ya sean bióticos y abióticos se revisó bibliografía relacionada a modelos ecosistémicos de ríos y humedales en Chile (Delgado *et al.,* 2014; Delgado *et al.,* 2019; Palma 2013).

Para el componente abiótico se identificaron y describieron los parámetros y funciones que interesan para la sobrevivencia del componente biótico, como por ejemplo propiedades físico-químicas y presencia de componentes esenciales (ej. N, P, materia orgánica) y perjudiciales (ej. Metales pesados) para la vida.

Por otra parte, para el componente biótico se utilizaron como parámetros base de selección ecosistémica lo dispuesto como singularidades de cada componente según lo descrito en la Guía para la descripción de los componentes Suelo, Flora y Fauna de los Ecosistemas Terrestres (SEA, 2015) y lo indicado en la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023). Este mismo protocolo para selección de parámetros y singularidades de las especies fueron asociados a la biota acuática.

- Identificación de relaciones y funciones del ecosistema

Para la realización de este objetivo el equipo consultor contó con una serie de informes de Línea Base relacionada a los OP, y criterio experto de los especialistas que forman parte del equipo.

Para identificar y priorizar las relaciones y funciones del ecosistema y sus servicios ecosistémicos asociados, y las variables esenciales para su monitoreo en el sector de AI del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

1. Se realizó un análisis crítico y actualizado de la información bibliográfica ecosistémica relacionada a humedales disponible (Delgado *et al.*, 2014; Delgado *et al*., 2019; Encina et al. 2017; Habit et al. 2019; Larned et al. 2010; Naeem et al. 2009; Palma 2013; Pizarro et al. 2010 Solis-Lufí et al. 2021; Thorp et al. 2006; Ward & Stanford 1995).

2. En forma paralela, se procedió a la búsqueda de reportes científicos técnicos disponibles y que fueran de utilidad para caracterizar el ecosistema y su funcionamiento.
3. Una vez realizada la revisión, se construyó un modelo conceptual del ecosistema resaltando los principales componentes e interacciones, así como sus servicios.

Cabe señalar que de este ejercicio resultaron dos modelos conceptuales, el primero asociado a los procesos de componentes abióticos y el segundo, identifica y describe las relaciones de los componentes bióticos del ecosistema humedal en el AI del proyecto, lo anterior según las directrices entregadas por la Guía de Humedales (SEA, 2023).

Los modelos antes señalados, son expresados a través de diagramas en los que se representan las variables, los flujos que conectan y su significancia dentro del sistema. Siempre con la finalidad de simplificar su entendimiento.

3.14.2.2.3 Servicios ecosistémicos

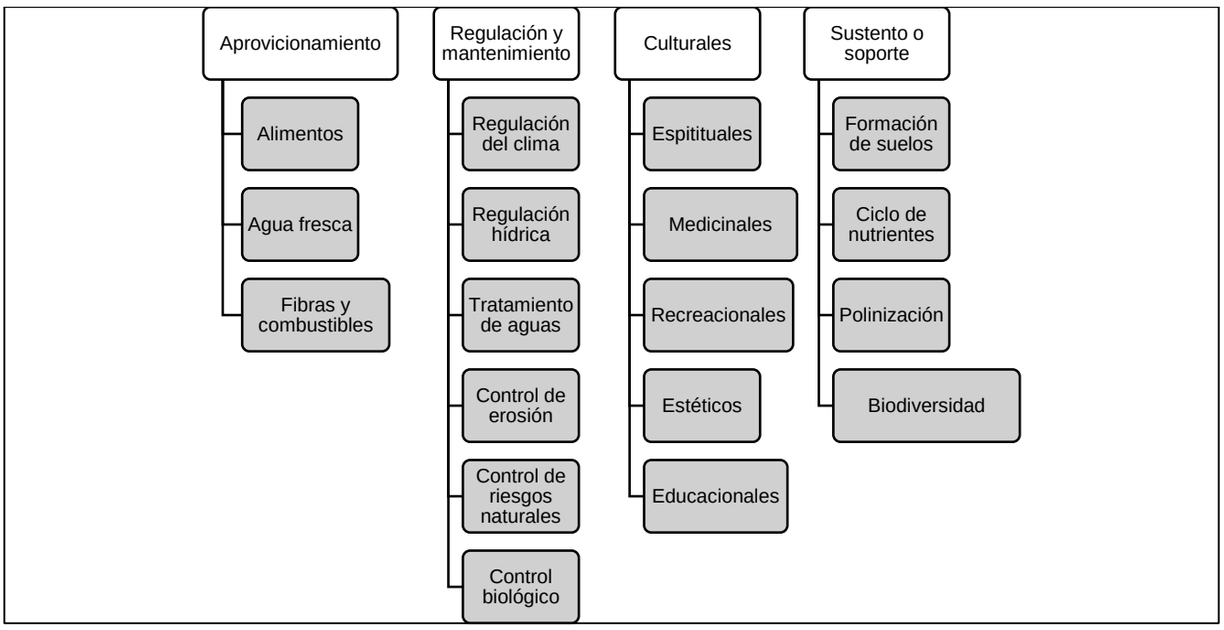
Existe una relación entre un ecosistema y el bienestar humano, la que está dada por interacciones socio-ecológicas de dependencia entre hombre y naturaleza (De la Barrera et al., 2015). El reporte Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), ha llamado a esta relación como servicio ecosistémico, los que son entendidos como los beneficios que proveen los ecosistemas a las personas y a la biodiversidad.

Para identificar y clasificar los SSEE, se ha utilizado la recomendación de la Guía de Humedales del SEA (2023), donde se utiliza como referencia la Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), la cual es utilizada por el MMA en su versión 5.1 (Haines-Young y Potschin, 2018). En esta se define a los SSEE, como las "contribuciones que los ecosistemas hacen al bienestar humano, refiriéndose a los productos finales de los sistemas ecológicos que surgen de la interacción de procesos bióticos y abióticos, los que se clasifican en tres categorías: SSEE de aprovisionamiento, regulación y culturales. Se hace presente, los SSEE de sustento o soporte se reconocen como base o sustento para la generación de los otros tres tipos de servicios".

*Según lo anterior, en e*l presente informe se ha hecho una aproximación a los servicios ecosistémicos que provee el ecosistema de humedal del AI del Proyecto. Para ello, se realizaron una serie de pasos:

1. Revisión bibliográfica, relativa a servicios ecosistémicos (Burkhard et al. 2014; Potschin & Haines-Young 2013; Díaz et al. 2007).
2. Revisión bibliográfica identificando estudios científicos llevados a cabo en humedales preferentemente de la zona geográfica del proyecto y alrededores, y que tuvieran como principal objetivo identificar, evaluar y/o cuantificar procesos y/o servicios ecosistémicos.
3. Identificación de uso de los humedales asociados al Proyecto.
4. Relación y clasificación de los usos identificados siguiendo el estándar de CICES (ver figura siguiente).

Figura 3- 33. Servicios ecosistémicos provistos por humedales



Fuente: Adaptado desde SEA, 2023.

3.14.3 RESULTADOS

3.14.3.1 Recopilación de información

3.14.3.1.1 Línea base calidad del aire

Para la descripción del componente se utilizó la Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA (SEA, 2017), para evaluar el componente ambiental calidad del aire, se determinó el uso de los datos de estaciones de medición de contaminantes más representativas de la zona de emplazamiento del Proyecto, con datos públicos y privados. Dichas fuentes de información correspondieron a:

- Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) dependiente del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (https://sinca.mma.gob.cl/index.php/).
- Proyectos cercanos con línea de base de calidad del aire ingresados al Sistema de Información Ambiental (SEIA) (https://sig.sea.gob.cl/mapaLineasBaseEIA/).

Se determinó que las caracterizaciones de la calidad del aire se fundamentarán en las categorías y variables señaladas por las normativas de calidad ambiental y de emisión aludidas por el artículo 2 de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA Nº19.300, modificada por la Ley N° 20.417/2010), compiladas por el SINCA en:

- https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/norma y en el glosario; https://sinca.mma.gob.cl/uploads/documentos/0421bb0ff871345a30af6df2a3b9a476.pdf.

Las categorías en cuestión abordan los siguientes aspectos de la calidad del aire:

- Definición de los tipos de contaminantes que afectan la salud de la población o del medio ambiente: Material particulado respirable (MP10 y MP2,5) y gases de combustión (SO2, NO2 y CO).
- Descripción de los contaminantes: Concentración (proporción masa menor/masa mayor, y/o masa/volumen) en intervalos de 1, 8, 24 horas, trimestral y anual.
- Tipificación de los contaminantes: Atmosféricos primarios y secundarios. Descripción de contaminantes registrados en cada estación de monitoreo.
- Tipificación de normas e instrumentos regulatorios: Normas primarias de calidad ambiental (umbrales de contaminación asociados a salud humana, de alcance nacional) y normas

secundarias de calidad ambiental (umbrales de contaminación asociados a salud no-humana: suelos, fauna silvestre, aguas, vegetación, etc., de alcance nacional o específico); zonas latentes (80% a 100% de concentración de un contaminante para cierto ambiente, según umbrales determinados en forma técnica) y saturadas (rebase de concentraciones permitidas de un contaminante para cierto ambiente); Planes de Prevención y Descontaminación.

Para caracterizar la calidad del aire del ecosistema en el entorno del Proyecto se realizó la revisión de bases de datos de estaciones de medición de contaminantes pertenecientes al Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA), identificando 7 estaciones (ver tabla siguiente): Purén (ubicada a 11 km), INIA Chillán (ubicada a 11,2 km), Linares (ubicada a 4,4 km), La Florida (ubicada a 32,2 km), U.C. Maule (ubicada a 30,1 km), Universidad de Talca (ubicada a 28,4 km) y San Carlos (ubicada a 3,9 km).

Tabla 3- 151: Contaminantes disponibles en cada estación de monitoreo

Estación de monitoreo	Puente asociado al Proyecto	$MP_{2,5}$	MP_{10}	SO_2	NO_2	CO	COV
Purén	• Ñiquén oriente. • Navotavo oriente. • Lilahue CL oriente. • Lilahue CL poniente. • Ninquihue poniente. • Menelhue poniente. • Nebuco oriente. • Nebuco poniente (tercera pista y calle local)	x	x				
INIA, Chillán	• Ñiquén oriente. • Navotavo oriente. • Lilahue CL oriente. • Lilahue CL poniente. • Ninquihue poniente. • Menelhue poniente. • Nebuco oriente. • Nebuco poniente (tercera pista y calle local)	x	x				
Linares	• Cunaco oriente. • Ancoa N°1 oriente. • Ancoa N°2 oriente. • Longaví oriente. • Copihue oriente. • Copihue poniente. • Colliguay oriente. • Parral Ramal oriente. • Parral Ramal poniente. • Parral oriente	x					
La Florida	• Cunaco oriente.	x	x	x	x	x	
U.C. Maule	• Cunaco oriente.	x	x				
Universidad de Talca	• Cunaco oriente.	x	x				
San Carlos	• Menelhue Poniente. • Ninquihue Poniente. • Navotavo Oriente. • Lilahue oriente Calle Local	x					

Fuente: ENVIS, 2022.

Tras la revisión de datos e identificación de normativa de calidad ambiental aplicable al Proyecto y su área de influencia, se identificó que existe saturación y latencia de material particulado en sus

fracciones MP10 y MP2,5 en todo el entorno cercano de cada estación en evaluación. En particular, se determinó lo siguiente:

- Estación Purén: Su entorno cercano se encuentra en un estado de latencia por MP10 en su estadístico anual y saturado en su estadístico diario, y se encuentra en estado de saturación por MP2,5 en todos sus estadísticos.
- Estación INIA Chillán: Su entorno cercano se encuentra en un estado de latencia por MP2,5 en su estadístico anual y saturado en su percentil 98 diario.
- Estación Linares: Su entorno cercano se encuentra saturado por MP2,5 en todos sus estadísticos.
- Estación La Florida: Su entorno cercano se encuentra saturado por MP2,5 en todos sus estadísticos y latente por MP10 en su estadístico diario.
- Estación U.C. Maule: Su entorno cercano se encuentra en un estado de latencia por MP2,5 en su estadístico anual y saturado en su percentil 98 diario.
- Estación Universidad de Talca: Su entorno cercano se encuentra en un estado de latencia por MP2,5 en su estadístico anual y saturado en su percentil 98 diario.
- Estación San Carlos: Su entorno cercano se encuentra con una tendencia a un estado de saturación por MP2,5 en su estadístico anual y saturado en su percentil 98 diario.

Tabla 3- 152: Comportamiento de cada puente respecto a la calidad del aire

Obra asociada al Proyecto	Comuna	Descripción
Cunaco Oriente	Villa Alegre	Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado.
		De acuerdo con los resultados obtenido en el presente anexo, su entorno no presenta un estado de saturación ni latencia por ningún contaminante.
Ancoa N°1 Oriente	Linares	Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado.
		Los registros de la estación Linares indican que su entorno se encuentra saturado por MP2,5, por lo tanto, de acuerdo con lo señalado en la Guía de criterios de evaluación en el SEIA “Impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5”, los receptores humanos presentes en esta zona se encuentran bajo un escenario de riesgo preexistente.
Ancoa N°2 Oriente		Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado.
Longaví Oriente	Retiro	Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado
Copihue Oriente		De acuerdo con los resultados obtenido en el presente anexo, su entorno no presenta un estado de saturación ni latencia por ningún contaminante.
Copihue Poniente		
Colliguay Oriente		
Parral Oriente	Parral	Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado
Parral Ramal Poniente		De acuerdo con los resultados obtenido en el presente anexo, su entorno no presenta un estado de saturación ni latencia por ningún contaminante.
Parral Ramal Oriente		
Enlace Aníbal Pinto		
Ñiquén Oriente	Ñiquén	Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado
		De acuerdo con los resultados obtenido en el presente anexo, su entorno no presenta un estado de saturación ni latencia por ningún contaminante.
		Al no estar inserto en una zona declarada saturada ni latente, no posee un PDA asociado.

Obra asociada al Proyecto	Comuna	Descripción
Navotavo Oriente	San Carlos	Los registros de la estación San Carlos indican que de manera preliminar (no cumple con el numero minino de registros) su entorno posee una tendencia a la saturación por MP2,5, por lo tanto, de acuerdo con lo señalado en la Guía de criterios de evaluación en el SEIA “Impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5”, los receptores humanos presentes en esta zona podrían encontrarse bajo un escenario de riesgo preexistente.
Lilahue Oriente Calle Local		
Lilahue Poniente Calle Local		
Ninquihue Poniente		
Menelhue Poniente		
Nebuco Oriente	Chillán Viejo	De acuerdo con lo señalado en el D.S.36/13, la obra está inserta en la zona declarada saturada por MP10 y 2,5 como concentración diaria y latente por MP10 como concentración anual, y, por el D.S.48/16 posee un Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Chillan y Chillan Viejo, por lo que, en caso de superar los límites establecidos de 1 ton/año de MP en dicho plan, deberá compensar sus emisiones en un 120%.
		De acuerdo con los resultados de los registros de las estaciones pertenecientes a la misma comuna (Purén e INIA Chillan) donde está inserta la obra, se reafirma esta condición dado que el entorno de ambas estaciones presenta una condición de saturación y latencia de MP por lo tanto, de acuerdo con lo señalado en la Guía de criterios de evaluación en el SEIA “Impacto de emisiones en zonas saturadas por material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5”, los receptores humanos presentes en esta zona se encuentran bajo un escenario de riesgo preexistente.
Nebuco Poniente 3ra Pista y calle local		

Fuente: ENVIS, 2022.

3.14.3.1.2 Línea de base de calidad de agua y sedimentos

- Calidad de agua

Se caracterizó la calidad de agua en 26 puntos de muestreo que comprende el Área de influencia (AI) del Proyecto, bajo la normativa vigente NCh1333, caracterizando la calidad del agua para diferentes parámetros indicadores:

Desarrollo de vida acuática

Para los diferentes cauces que consistieron en 26 puntos de muestreo que comprenden el Área de influencia (AI) del Proyecto, los diversos cauces resultaron con buenas condiciones para el desarrollo de la vida acuática. Esto significa aguas suficientemente oxigenadas a partir de 7,3 (mg/L), por sobre lo requerido por la norma referencial (≥5 mg/L). Por otra parte, la unidad de pH reflejó ambientes acuáticos neutros entre 6,5 a 9,0 de pH, dentro de los límites que indica la norma (6,0 a 9,0 pH), y una alcalinidad por sobre 33 (mg/L CaCO3), que también satisface la norma (≥20 mg/L CaCO3).

Metales totales y biota acuática

De los metales registrados en altas concentraciones estos pueden representar contaminación y toxicidad a la biota acuática, donde el manganeso fue el metal más frecuentemente detectado, y que es abundante en la corteza terrestre similar a aluminio, pero causa problemas a la fauna íctica. Se observaron en los diferentes cauces probables condiciones físicas y químicas que favorecen presencia de metales. Son (6) los cauces afectados, rio Achibueno en puente Ancoa N°1 (E4) con alta concentración de tres (3) metales Fe, Mn, y Ag, posteriormente sólo con dos (2) metales superados en su límite permitido en los cauces río Longaví E7 (Bo y Li.cit.), estero Colliguay E11 (Mn y Al) y estero Coche Pérez E17 (Mo y Cr), seguido de estero Tornicura (E2) en puente Cunaco con sólo Ag en alta concentración y en estero carbonero E19 puente Lilahue con Mn nuevamente), los que se caracterizaron por predominio de flujos laminares a presencia de zonas estancadas, junto a una alta presencia de materia orgánica que favorecen procesos de descomposición y con ello promueven liberación de metales, junto con ello se refuerza la presencia de basuras de origen orgánico e inorgánico que originan contaminación difusa. Diversos cauces están rodeados de caseríos que vierten residuos

al cauce, zona de cultivo aledaño con uso de fertilizantes/pesticidas y riberas alteradas. Estas condiciones facilitarían fuentes de metales entre los cuales está el manganeso, aluminio, boro, hierro, plata, cromo y molibdeno. Sin embargo, una variable relevante para la biodisponibilidad de metales es el pH, donde este se presentó para todos los cuerpos de agua en condiciones neutras, con ello los metales se mantendrían a la forma de metal total, no biodisponible.

Condición de eutrofia de los cauces en base a la concentración de fósforo total y de nitrógeno total
Durante la primavera del 2022 los cauces se clasificaron en una condición de eutrofia tanto por la alta concentración de fósforo total como de nitrógeno total. Para nitrógeno total hubo dos excepciones que fueron para el estero Carbonero (puente Lilahue Oriente Calle Local, E19) por condición de mesotrofía. Esto fue resultado de un menor aporte en estos cauces de concentración de nitrato y/o nitrógeno total. Para fósforo total la situación fue similar, todos los cauces resultaron estar en condiciones de eutrofia a excepción de estero Copihue E09 en puente Copihue Oriente y estero Coche Pérez en E17, puente Navotavo Oriente que representó condiciones de oligotrofia.

Para la estación de otoño respecto a nitrógeno total, todos los cuerpos de agua presentaron condición de eutrofia (1500 mg/m^3), con el mayor aporte de nitrato en la mayoría de los cauces. Respecto a fósforo total la situación fue más variable, dos cauces registraron condición de oligotrofia (25 mg/m3), que fueron río Longaví E08 y estero Carbonero E19 puente Lilahue Oriente Calle Local; seguido de 14 en condición de mesotrofía y 11 eutróficos.

- Sedimentos

Se caracterizaron los sedimentos mediante su composición fisicoquímica, determinando los macroelementos, hidrocarburos, metales totales, materia orgánica y granulometría.
Entre los macroelementos predominaron en general para todos los puntos de muestreo el calcio seguido de magnesio, y en menor representación el sodio y potasio. El uso de suelo aledaño es un gran aporte a macroelementos, como lo son los cultivos, que ingresan a través de escurrimientos por precipitaciones los que se van acumulando en el cauce.

Se determinaron los aceites y grasas, con una amplia variedad de concentraciones, relevando en importancia las que presentaron por sobre los 6.000 (mg/Kg) en este caso fue el estero Colliguay (E11 y E12) estero Coche Pérez en puente Navotavo E17, estero Carbonero en Lilahue E19 y estero Lirutao E22 en Ninquihue. Fuentes posibles lo constituyen la contaminación difusa de materia orgánica, aguas residuales, transporte vehicular por aceites, entre otros.

Respecto a hidrocarburos también la fluctuación fue variable destacándose las concentraciones por sobre 1000 (mg/Kg), tal es el caso del estero Tornicura (E1), estero Colliguay (E11 y E12), estero Coche Pérez en puente Navotavo E17, en estero Carbonero en Lilahue E19 y estero Lirutao E22 en Ninquihue. Posibles fuentes de hidrocarburos son diversas, tales como vía aérea, lixiviados de botaderos, escurrimientos de suelo, fuente de maquinaria pesada y tráfico asociado a carreteras, derivados de combustión incompleta de materia orgánica.

Los metales que presentaron mayor abundancia fueron aluminio (entre el 12 - 46%) y hierro (entre 33-69 %), en todas lo puntos de muestreo, los cuales son muy abundantes en la corteza terrestre, seguido de sílice (0,1-25 %) y manganeso (0,7-20 %).

- *Metales y biota acuática*

Respecto a los metales con efectos tóxicos sobre la biota, se aplicó la norma referencial internacional Canadian Council Ministers of the Environmental (CCME), 2016", para cadmio, cobre, cromo, plomo, mercurio y zinc, evaluando efectos tanto poco probables ISQGs, como altamente ocurrente PEL.
El cauce más afectado fue rio Achibueno en E7 (puente Ancoa N°2), pues presentó alta concentración de Cd con efecto PEL (3,5 mg/Kg), y efecto poco probable para todos los metales a excepción de Mercurio. Se destacó el metal Cadmio que supero ISQGS (0,6 mg/kg) para un total de 17 cauces,

seguido de arsénico (ISQGS 5,9 mg/kg) en 5 tramos Achibueno (E5), Colliguay (E3), Coche Pérez (E17 y E18), y estero Carbonero (E20). Posteriormente el metal cinc (ISQGS 123 mg/kg) en 3 cauces Achibueno, Colliguay y Chillán, similar al cobre (ISQGs 35,7 mg/Kg), en Achibueno y Colliguay.

Los sedimentos se caracterizaron por no presentar tendencia a acumular materia orgánica, por el contrario, estos se presentaron de naturaleza inorgánica, de hecho, la mayor proporción orgánica fue de un 28 % en estero Tornicura (E2) y la mayoría se presentó bajo el 10 %.
La granulometría en general predominó de tamaño de arena fina a muy fina seguida de limo y luego de arena gruesa. Esto significa una tendencia más bien a retener componentes y a tener una su capacidad reactiva en el caso de tamaño de limo, lo que facilitaría un comportamiento de los sedimentos como fuente más bien que de sumidero de metales, de continuar el aporte de material contaminante orgánico a los cauces.

Las estaciones E1 a E2 serían las potencialmente más sensibles por su granulometría de características más reactiva, y presencia de Cadmio. Cabe considerar que el potencial redox se presentó negativo, lo cual indicaría una tendencia a la probabilidad de tender en el tiempo a una capacidad reductora incrementando el proceso de descomposición, y disminuyendo el pH, favoreciendo la liberación de metales, en la interfaz sedimento-agua, más aun considerando aporte de fuentes orgánicas al cauce por erosión de suelo y/o contaminación orgánica observada. Sin embargo, a pesar de ello, habría condiciones que no favorecerían la biodisponibilidad de metales biotóxicos, en primer lugar, la columna de agua se presentó de pH neutro lo cual no favorece la biodisponibilidad de metales (MOP-DGA, 2010). Hubo metales registrados bajo los límites de detección en la columna de agua tales como, cadmio, cromo y plomo; la naturaleza de los sedimentos es preferentemente inorgánica.

- Calidad del hábitat

Según la campaña de otoño 2023, de los 26 puntos evaluados cuatro fueron evaluados con buena calidad, la mayoría de regular calidad, y dos de mala calidad, por lo que el sector presenta condiciones más bien vulnerables. Para este monitoreo, se puede indicar que disminuyó la calidad de hábitat (en comparación a primavera del 2022), lo que en parte se podría atribuir que en general se presentó un menor escurrimiento superficial, dado que aumentó los sectores que presentaron aguas más bien estancadas a flujo laminar, hubo mayor cantidad de cauces con alteración de ribera lo cual se tradujo en un mayor aporte alóctono a cauces, una tendencia a mayor presencia de sedimentos. Se pudo observar mayor frecuencia de basuras respecto a primavera 2022, que aumentarían la presión sobre el ecosistema acuático, por contaminación difusa. Reflejo de ello se observaron una mayor cantidad de cauces respecto a primavera con signos de eutroficación, por una mayor presencia de macrófitos. Hubo un predominio de eutrofia para todos los cauces, por nitrógeno total, acrecentado por el ingreso de mayor cantidad de materia orgánica a los cauces. Se presentó un mayor número de cauces afectados por metales totales, lo cual podría ser atribuido a una mayor presión antrópica sobre los ecosistemas, y disminución del factor de dilución al disminuir el flujo superficial. Sigue la presencia de una buena densa y continua zona ripariana, que estaría actuando como filtro ante posibles fuentes de contaminación, como por ejemplo ante los metales pesados detectados, junto con los macrófitos que poseen efecto depurador.

3.14.3.1.3 Línea base de suelo

Considerando los antecedentes de la línea de base de Suelo, dentro del área de influencia (AI) de 34,26 ha, se definieron cinco unidades homogéneas de suelo (UHS), en base a características de propias del suelo, geoforma, uso actual y cobertura vegetacional del sitio de estudio. Estas fueron denominadas como: UH1 – Zona Intervenida, UH2 – Zona Urbana/Industrial, UH3 – Caja de Río / Curso de agua, UH4 – Misceláneo/ Bosque-Matorral y UH5 – Terraza Aluvial/Terraza Agrícola. De estas unidades, solo las unidades UH4 y UH5 adquieren relevancia en términos ecosistémicos, debido a las siguientes características:

- La UH4 – Quebrada y/o Bosque, con una superficie total de 5,87 Ha, representa el 17,12% de la superficie del área de influencia de suelo, presenta una clase de CUS VII, sub-clase e, principalmente asociado a la pendiente, correspondiendo a ecosistemas de conservación.

- La UH5 – Terraza Aluvial/ Terraza Agrícola, con una superficie total de 4,39 Ha, representando un 12,08% de la superficie del área de influencia de suelo, presentó las siguientes clases de capacidad de uso.

- Suelo en humedales

Siguiendo las directrices de la Guía de Campo para la Delimitación y Caracterización de los Humedales Urbanos en Chile (2022), se obtuvieron los siguientes rasgos que se aprecian en la tabla a continuación, los que permitieron definir las características de un suelo hídrico en el AI consolidada de suelo.

Tabla 3- 153: Rasgos de suelos hídricos identificados en el AI consolidada de suelo.

N°	Características de suelos hídricos
Rasgo 2	El sustrato es predominantemente suelo hídrico (con mal drenaje o sin drenaje).
Rasgo 3	El sustrato está saturado con agua o cubierto con aguas superficiales en algún momento durante la temporada de crecimiento vegetacional anual.
Rasgo 4	El suelo está dentro del área definida por el Inventario Nacional de Humedales.
Rasgo 6	Si hay rasgos redoximórficos o moteados presentes (generalmente anaranjado, amarillento o pardo rojizo), colores dominantes en la matriz de suelo mineral de croma de 2 o menos (ver Anexo 2 Tabla de matrices típicas de suelos hídricos).
Rasgo 7	Si no hay moteados presentes, colores dominantes en la matriz de suelo mineral de croma 1 o menos.

Fuente: ENVIS, 2022.

En tanto y de acuerdo con el inventario Nacional de Humedades, se observó que en el AI de suelo confluye en los siguientes humedales, los cuales se aprecian en la tabla siguiente. Estos sitios y su ecosistema representan susceptibilidad a impactos ambientales por parte del Proyecto, ya que alberga vida que se sostiene producto del ecosistema, por lo que corresponderían a objetos de conservación.

Tabla 3- 154: Humedales que pertenecen al Inventario Nacional de Humedales.

Nombre de humedad	Código inventario	Puente
Río Achibueno	HPU-07-16	Puentes Ancoa n°1 Oriente y n°2 Oriente
Río Longaví	HUR-07-03	Puente Longaví Oriente
Estero Parral,	HUR-07-12	Puentes Parral Oriente, Parral ramal Poniente y Parral ramal oriente
Estero Navotavo	HUR-16-16	Puente Navotavo Oriente
Río Chillán	HUR-16-33, HUR-16-30	Puentes Nebuco Oriente y Nebuco Poniente

Fuente: ENVIS, 2022.

Respecto de la caracterización de suelos en los puentes donde confluyó el catastro del Inventario Nacional de Humedales, se observó que en los siguientes puentes hay suelo hídrico.

Tabla 3- 155: Puentes con presencia de suelo hídrico.

Puentes Ancoa n°2 Oriente
Puentes Parral Oriente
Puente Copihue Oriente, Puente Copihue Poniente
Puente Lilahue Oriente, Puente Lilahue Poniente
Puentes Nebuco Oriente y Nebuco Poniente

Fuente: ENVIS, 2022.

- Caracterización de la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad

De acuerdo con la siguiente tabla, se sostiene que la CSB Alta corresponde al 22,60% de la superficie de la AI consolidada de suelo, la CSB Baja comprende una superficie de 0,90 Ha equivalentes al 2,68% y la CSB Media al 4,02% correspondiente a 1,35 Ha.

Tabla 3- 156: Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) en el AI de suelo.

CSB	Superficie (Ha)	Representación en el AI de suelo (%)	UHS	Superficie (Ha)	Representación en el AI de suelo (%)
CSB Alto	7,59	22,60	UHS 4	4,77	14,20
			UHS 5	2,82	8,40
CSB Medio	1,35	4,02	UHS 4	0,56	1,66
			UHS 5	0,79	2,34
CSB Bajo	0,90	2,68	UHS 4	0,12	0,36
			UHS 5	0,78	2,32
n.a.	23,74	70,70	UHS 1	18,07	53,83
			UHS 2	2,33	6,94
			UHS 3	3,34	9,94
Total	33,85	100,0		33,58	100,0

Fuente: ENVIS, 2022.

Por su parte, en la siguiente tabla, se observa que, de los puentes proyectados, el Puente Longaví Oriente y Navotavo Oriente, fueron los únicos que presentaron una superficie donde no aplicó la estimación de la CSB, debido a las alteraciones del medio. El resto de los puentes presentaron al menos de una categoría de CSB. Los que presentaron las mayores CSB correspondieron a los Puente Ancoa N°1 y N°2 Oriente y Puente Nebuco. Además, el Puente Menelhue presentó los tres niveles de CSB, Puente Colliguay Oriente presentó dos niveles, alto y medios de CSB, al igual que Puente Ancoa N°1 y N°2 Oriente que presentó CSB alto y bajo, tal como como puente Copihue y Puente Nebuco, y finalmente el Puente Parral Oriente y Ramal parral Poniente sólo presentó una CSB medio.

Tabla 3- 157: Capacidad de Sustentar Biodiversidad por Puente Proyectado

N°	Puente	CSB				
		CSB Bajo	CSB Medio	CSB Alto	n.a.	Total
1	Puente Cunaco Oriente			1,05	0,95	2,00
2	Puente Ancoa N°1 y N°2 Oriente	0,20	0,02	1,58	2,89	4,69
3	Puente Longaví Oriente				4,68	4,68
4	Puente Copihue Oriente y Poniente			1,09	1,12	2,21
5	Puente Colliguay Oriente		0,13	0,65	1,03	1,81
6	Puente Parral Oriente y Ramal parral Poniente		0,43		3,50	3,93
7	Puente Ñiquén Oriente		0,77	0,18	1,01	1,96
8	Puente Navotavo Oriente				2,01	2,01

N°	Puente	CSB				
		CSB Bajo	CSB Medio	CSB Alto	n.a.	Total
9	Puente Lilahue Oriente y Poniente Calle Local			0,82	1,48	2,30
10	Puente Ninquihue Poniente			0,16	1,71	1,87
11	Puente Menelhue Poniente	0,12		0,54	1,28	1,94
12	Puente Nebuco Oriente y Poniente (tercera pista y calle local)	0,58		1,52	2,09	4,19
	Total	**0,90**	**1,34**	**7,59**	**23,74**	**33,58**
	Representación en el AI (%)	**2,68**	**4,00**	**22,60**	**70,71**	**100,00**

Fuente: ENVIS, 2022.

A continuación, se presenta los criterios utilizados para establecer los niveles de CSB en las unidades UH4: Misceláneo/ Bosque -Matorral y UH5: Terraza Aluvial /Terraza Agrícola.

Tabla 3- 158: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-5.

Parámetros abióticos y bióticos	Puntos de muestreo (C0)								
	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	PO29	PO119
Estructura de suelo	CBS Medio	CBS Medio	CBS Medio	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Medio
Agua aprovechable	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Medio	CBS Medio	CBS Alto	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Medio	CBS Bajo
Pedregosidad	CBS Alto	CBS Medio	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Bajo	CBS Medio	CBS Bajo
CE	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto
pH	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto
Abundancia y profundidad de raíces	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Medio	CBS Medio	CBS Medio	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto
Materia Orgánica	CBS Bajo	CBS Bajo	CBS Medio	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto
Animales y salud edáfica	CBS Bajo	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Medio	CBS Alto
Uso de suelo	Agrícola	Silvestre	Silvestre	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Silvestre	Silvestre	Silvestre
Moda	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Alto	CBS Bajo	CBS Alto	CBS Alto

Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 159: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-4.

Parámetros abióticos y bióticos	Puntos de observación (PO)							
	PO02	**PO08**	**PO10**	**PO26**	**PO27**	**PO41**	**PO42**	**PO48**
Estructura de suelo	Alto	Alto	Alto	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto
Agua aprovechable	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
Pedregosidad	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo
CE	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
pH	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Abundancia y profundidad de raíces	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto
Materia Orgánica	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Animales y salud edáfica	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto
Uso de suelo	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre
Moda	CSB Alto	CSB Alto	CSB Alto	CSB Bajo	CSB Alto	CSB Alto	CSB Alto	CSB Alto

Fuente: ENVIS, 2022.

Tabla 3- 160: Capacidad del suelo para Sustentar Biodiversidad, en puntos de observación de la unidad de suelo UHS-4.

Parámetros abióticos y bióticos	Puntos de observación (PO)							
	PO51	PO62	PO75	PO101	PO104	PO109	PO113	PO115
Estructura de suelo	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio
Agua aprovechable	Medio	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Pedregosidad	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Medio	Alto	Alto
CE	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
pH	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Abundancia y profundidad de raíces	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Materia Orgánica	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto
Animales y salud edáfica	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto
Uso de suelo	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre	Silvestre
Moda	CSB Medio	CSB Medio	CSB Alto	CSB Alto	CSB Bajo	CSB Medio	CSB Alto	CSB Alto

Fuente: ENVIS, 2022.

En base a los hallazgos, el Proyecto presenta un factor de sensibilidad en términos del componente Suelo, debido a la presencia de dos unidades homogéneas de suelo denominadas: UH4 – Quebrada y o Bosque y UH5 – Terraza Aluvial/Terraza Agrícola, el primero corresponde a ecosistemas altamente susceptibles a la activación de procesos erosivos del suelo, principalmente por la pendiente del sitio y las clases texturales, y por presentar una alta capacidad de sustentar biodiversidad; y el segundo, comprende suelos agrícolas con clases de Capacidad de Uso de Suelo (CUS) que van entre II a IV, siendo suelos utilizados para la agricultura. Además, se identificaron objetos de protección asociados a suelos hídricos de los Puentes Ancoa N°2 Oriente, Puentes Parral Oriente, Puente Copihue Oriente - Poniente, Puente Lilahue Oriente – Poniente y Puentes Nebuco Oriente -Poniente, representando 1,06 Ha de superficie, equivalente al 3,1% del AI consolidada de suelo.

3.14.3.1.4 Línea de base de flora y vegetación

- Identificación de especies

Para describir el Ecosistema ripario del proyecto dentro del punto de vista de la flora y vegetación se identificaron todas las especies nativas presentes (ver tabla siguiente). Debido a que el ecosistema se encuentra altamente intervenido y con gran cantidad de especies alóctonas y exóticas invasoras se seleccionaron las especies nativas como OP y sus singularidades dentro del ecosistema.

Tabla 3- 161: Identificación y presencia de especie en cada puente según campaña de muestreo

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas		
Cunaco	*Verbena litoralis*	*Acacia caven*	*Cyperus eragrostis*
	Muehlenbeckia hastulata	*Oenothera stricta*	*Baccharis sp.*
	Salix humboldtiana	*Tristerix corymbosus*	*Blechnum hastatum*
	Juncus effusus		
Ancoa N°1	*Verbena litoralis*	*Acacia caven*	*Cyperus eragrostis*
	Cestrum parqui	*Oenothera stricta*	*Ludwigia peploides*

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas		
	Erythranthe glabrata	*Otholobium glandulosum*	*Lobelia tupa*
	Solanum americanum	*Baccharis salicifolia*	*Ludwigia grandiflora*
	Myriophyllum aquaticum	*Eleocharis macrostachya*	*Isolepis cernua*
Ancoa N°2	*Ludwigia grandiflora*	*Cyperus eragrostis*	*Erythranthe glabrata*
	Baccharis sp.	*Ludwigia peploides*	*Verbena litoralis*
	Acacia caven	*Oenothera stricta*	*Stemodia durantifolia*
	Isolepis cernua	*Cestrum parqui*	*Juncus effusus*
Longaví	*Equisetum bogotense*	*Ludwigia peploides*	*Verbena litoralis*
	Juncus effusus	*Otholobium glandulosum*	*Acacia caven*
	Cuscuta chilensis	*Tessaria absinthioides*	*Oenothera stricta*
	Baccharis salicifolia	*Galinsoga parviflora*	*Schinus polygamus*
	Stemodia durantifolia	*Cyperus eragrostis*	*Lemna minuta*
	Cuscuta chilensis	*Isolepis cernua*	
Copihue	*Oenothera stricta*	*Ludwigia peploides*	*Cyperus eragrostis*
	Muehlenbeckia hastulata	*Verbena litoralis*	*Equisetum bogotense*
	Otholobium glandulosum	*Tristerix corymbosus*	*Erythranthe glabrata*
	Lemna minuta	*Carex excelsa*	
Colliguay	*Cyperus eragrostis*	*Muehlenbeckia hastulata*	*Carex excelsa*
	Erythranthe glabrata	*Cyperus eragrostis*	*Ludwigia grandiflora*
	Salix humboldtiana	*Verbena litoralis*	*Juncus effusus*
	Tessaria absinthioides	*Aristotelia chilensis*	*Cissus striata*
Parral	*Cyperus eragrostis*	*Muehlenbeckia hastulata*	*Baccharis salicifolia*
	Erythranthe glabrata	*Ludwigia peploides*	*Cyperus eragrostis*
	Otholobium glandulosum	*Aristotelia chilensis*	*Tristerix corymbosus*

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas		
Ñiquén	*Cyperus eragrostis*	*Blechnum hastatum*	*Oenothera stricta*
	Ludwigia peploides	*Verbena litoralis*	*Maytenus boaria*
	Muehlenbeckia hastulata	*Erythranthe glabrata*	
Novatavo	*Verbena litoralis*	*Cestrum parqui*	*Cyperus eragrostis*
	Oenothera stricta	*Baccharis salicifolia*	*Lemna minuta*
	Muehlenbeckia hastulata	*Solanum americanum*	*Maytenus boaria*
	Hydrocotyle ranunculoides	*Ludwigia peploides*	*Erythranthe glabrata*
	Tessaria absinthioides	*Salix humboldtiana*	
Lilahue	*Cyperus eragrostis*	*Salix humboldtiana*	*Quillaja saponaria*
	Muehlenbeckia hastulata	*Oenothera stricta*	*Erythranthe glabrata*
	Schoenoplectus californicus	*Equisetum pyramidale*	*Verbena litoralis*
	Juncus effusus		
Ninquihue	*Otholobium glandulosum*	*Ludwigia peploides*	*Cyperus eragrostis*
	Ludwigia grandiflora	*Juncus effusus*	*Erythranthe glabrata*
	Isolepis cernua	*Amsinckia calycina*	*Verbena litoralis*
	Madia sativa	*Isolepis cernua*	
Menelhue	*Muehlenbeckia hastulata*	*Cyperus eragrostis*	*Ludwigia peploides*
	Erythranthe glabrata	*Juncus effusus*	*Callitriche lechleri*
Nebuco	*Acacia caven*	*Cyperus eragrostis*	*Ludwigia peploides*
	Hydrocotyle ranunculoides	*Otholobium glandulosum*	*Isolepis cernua*
	Equisetum bogotense	*Ludwigia grandiflora*	*Myriophyllum aquaticum*
	Myriophyllum aquaticum	*Verbena litoralis*	*Cuscuta chilensis*
	Lemna minuta	*Oenothera stricta*	*Baccharis racemosa*
	Juncus effusus		

Fuente: ENVIS, 2022.

- Singularidades

En la siguiente tabla se muestra el análisis de singularidades en las categorías propuestas por CONAF (2020) y SEA (2015) para flora y vegetación.

Tabla 3- 162: Análisis de las singularidades ambientales.

SINGULARIDAD	ESTADO
Presencia de formaciones vegetales remanentes.	De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017) ambos pisos vegetacionales sobre los cuales se encuentra emplazado el Proyecto, el piso denominado Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* y el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica,*
Presencia de formaciones vegetales frágiles cuya existencia se ve amenazada por escasez de recursos o fenómenos poblacionales que restringen su crecimiento y mantención en el tiempo.	De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017) ambos pisos vegetacionales el piso denominado Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithraea caustica* y *Peumus boldus* y el piso Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica,* se encontrarían con un nivel de amenaza alto En peligro crítico y En peligro respectivamente. Además, en el AI y específicamente en el lado oriental del puente Colliguay oriente se registran bosques higrófilos de *Myrceugenia exsucca* (llamados pitranto o hualve) con ejemplares de grandes dimensiones con su típica configuración plurifustal y acompañada por chequén (*Luma chequen*) en donde fue usual el registro de la especie endémica *Crinodendron patagua*. Fueron registrados en parches o fragmentos de tamaño variable. Estos bosques se pueden considerar como frágiles puesto que dependen de un gran aporte hídrico y condiciones puntuales del sistema edáfico, principalmente el exceso de humedad y anegamiento estacional (Ramírez *et al*., 1997) el que se ha visto reducido por la sequía y localmente por la extracción de aguas de napas subterráneas, además de la intervención extractiva de la masa vegetal. Son considerados un tipo de bosque pantanoso o humedal boscoso,
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a humedales de zonas áridas, semiáridas o subhúmedas.	Efectivamente el Proyecto cruza o está próximo de tres (3) humedales, a saber, (i) humedal Estero Parral ubicado en la comuna de Parral, (ii) humedal Estero Navotavo (identificado como Estero Cochepérez) ubicado en la comuna de San Carlos y, (iii) humedal Estero Rio Chillan-Esteros Las Toscas y Maipo ubicado en la comuna de Chillán Viejo. Estos humedales no han sido declarados, pero se encuentran en los límites urbanos señalados. Al amparo de la Ley 21202 “respecto de Humedales Urbanos”, que modificó el artículo 10 de la Ley 19.300 en donde se señala que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental sobre estos sistemas.
Presencia de ejemplares de especies vegetales clasificadas en categoría de conservación.	Se registró una especie de helecho *Blechnum hastatum* en categoría de “Preocupación menor” (DS 19/2012 MMA) en el AI del Proyecto bajo la estructura del Puente Ñiquén.
Presencia de especies vegetales protegidas por regulaciones especiales.	En el AI del Proyecto se detectaron algunos ejemplares aislados de Quillay (*Quillaja saponaria*) en el borde de la ruta y de formaciones de Bosque de alóctonas asilvestradas. Se registró en el puente proyectado Lilahue. De acuerdo con el Decreto 366/1944 el que “REGLAMENTA EXPLOTACION DE QUILLAY Y OTRAS ESPECIES FORESTALES” que prohíbe la corta del quillay y la explotación de este producto. Ante su eventual corta se deberá solicitar y tramitar un permiso en oficinas y sitio web del SAG.
Presencia de especies endémicas.	Se registraron 9 especies endémicas las que presentan amplios márgenes de distribución en el país. Por otro lado, respecto de estas especies también se tuvo el registro de una especie herbácea geófita endémica *Alstroemeria ligtu,* que, aunque no está indicada en ninguna categoría de conservación, la presencia de estas geófitas representa una singularidad a considerar en el estudio por ser plantas con un hábitat muy reducido o puntual, muchas de ellas con problemas de conservación. También, en el área del puente Colliguay Oriente y dentro de formaciones de bosque nativo y matorrales se registró con recurrencia la especie endémica patagua (*Crinodendron patagua*), en categoría Vulnerable según el 18° proceso de clasificación de especies. Los fragmentos nativos que se encuentran en ese puente conforman Bosque nativo de preservación, dado que cuando se trata de Bosque Nativo de Preservación las dimensiones del fragmento no se consideran una limitante de acuerdo con la Ley 20.283.

SINGULARIDAD	ESTADO
Localización en o cercano al límite de distribución geográfica de la especie.	El Proyecto se mueve en un rango latitudinal desde la VII a XVI Región. En tal rango no hay especies en esta situación.

Fuente: ENVIS, 2022.

A continuación, se presentan estas mismas singularidades por puente:

Tabla 3- 163: Tabla resumen con la situación del componente Flora y Vegetación en cada Puente

Flora y vegetación		
1	**Puente Cunaco oriente**	--
2	**Puente Ancoa Nº1 oriente**	--
3	**Puente Ancoa Nº2 oriente**	En el área destaca, aunque fuera del AI consolidada, la presencia de Formaciones de Bosque Nativo
4	**Puente Longaví oriente**	--
5	**Puente Copihue**	--
6	**Puente Colliguay Oriente**	En el área destaca, aunque fuera del AI consolidada, la presencia en este puente de Formaciones de Bosque Nativo, los llamados “Pitrantos". Presencia de Crinodendron patagua, en categoría Vulnerable.
7	**Puente Parral Ramal**	Humedal asociado a un límite urbano
8	**Puente Ñiquén oriente**	Presencia del helecho Blechnum hastatum en categoría de conservación “Preocupación menor”
9	**Puente Navotavo oriente**	Humedal asociado a un límite urbano
10	**Puente Lilahue**	--
11	**Puente Ninquihue poniente**	--
12	**Puente Menelhue poniente**	--
13	**Puente Nebuco Oriente**	Humedal asociado a un límite urbano

Fuente: ENVIS, 2022.

3.14.3.1.5 Línea de base de fauna terrestre

- Identificación de especies

Para describir el Ecosistema ripario del proyecto dentro del punto de vista de la fauna terrestre se identificaron todas las especies nativas presentes en la tabla a continuación. Se identificaron las especies nativas como OP y sus singularidades dentro del ecosistema para formar el modelo conceptual.

Tabla 3- 164: Descripción de especies registradas durante 4 campañas de terreno en los puntos de muestreo

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas			
Cunaco	*Elaenia albiceps*	*Columbina picui*	*Curaeus curaeus*	*Troglodytes aedon*

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas			
	Turdus falcklandii	*Sephanoides sephanoides*	*Elaenia albiceps*	*Columba livia*
	Falco sparverius	*Parabuteo unicinctus*	*Cathartes aura*	*Passer domesticus*
	Spinus barbatus	*Tyto alba*	*Glaucidium nana*	
	L. chiliensis	*L. tenuis*		
	Myocastor coipus			
Ancoa N°1	*Vanellus chilensis*	*Zenaida auriculata*	*Pseudasthenes humicola*	*Tachycineta leucopyga*
	Troglodytes aedon	*Turdus falcklandii*	*Zonotrichia capensis*	*Cathartes aura*
	Columbina picui	*Anairetes parulus*	*Elaenia albiceps*	*Passer domesticus*
	Sicalis luteola	*Cinclodes patagonicus*	*Troglodytes aedon*	*Ardea alba*
	Coragyps atratus	*Pardirallus sanguinolentus*	*Turdus falcklandii*	*Scytalopus fuscus*
	Dryobates lignarius	*Egretta thula*	*Leistes loyca*	*Spinus barbatus*
	Collaptes pitius	*Glaucidium nana*		
	L. chiliensis	*L. tenuis*	*L. cyanogaster*	*C. gayi*
	Myotis chiloensis	*Tadarida brasiliensis*	*Histiotus montanus*	
Ancoa N°2	*Columbina picui*	*Callipepla californica*	*Agelasticus thilius*	*Cinclodes patagonicus*
	Elaenia albiceps	*Passer domesticus*	*Vanellus chilensis*	*Zenaida auriculata*
	Milvago chimango	*Agelasticus thilius*	*Curaeus curaeus*	*Elaenia albiceps*
	Spinus barbatus	*Troglodytes aedon*	*Turdus falcklandii*	*Coragyps atratus*
	Leistes loyca	*Podilymbus podiceps*	*Ardea alba*	*Nycticorax nycticorax*
	Parabuteo unicinctus	*Aphrastura spinicauda*	*Pardirallus sanguinolentus*	*Podilymbus podiceps*
	Porphyriops melanops	*Phalacrocorax brasilianus*	*Fulica armillata*	
	L. tenuis	*C. gayi*	*P. thaul*	
	Abrothrix olivaceus	*Oligoryzomys longicaudatus*	*Myotis chiloensis*	*Tadarida brasiliensis*
	Lasiurus villosissimus			
Longaví	*Vanellus chilensis*	*Cinclodes patagonicus*	*Cistothorus platensis*	*Pygochelidon cyanoleuca*
	Columba livia	*Elaenia albiceps*	*Agelasticus thilius*	*Tachycineta leucopyga*
	Columbina picui	*Lessonia ruffa*	*Passer domesticus*	*Turdus falcklandii*
	Anairetes parulus	*Zenaida auriculata*	*Milvago chimango*	*Pardirallus sanguinolentus*
	Curaeus curaeus	*Elaenia albiceps*	*Leptasthenura aegithaloides*	*Sicalis luteola*
	Spinus barbatus	*Turdus falcklandii*	*Nycticorax nycticorax*	*Pardirallus sanguinolentus*
	Porphyriops melanops	*Ardea alba*	*Ardea cocoi*	*Egretta thula*
	Fulica armillata	*Fulica leucoptera*	*Podilymbus podiceps*	*Porphyriops melanops*
	Phalacrocorax brasilianus			
	L. tenuis	*P. thaul*	*R. arunco*	
	Abrothrix olivaceus	*Abrothrix longipilis*	*Oligoryzomys longicaudatus*	
	Histiotus montanus	*Tadarida brasiliensis*		
Copihue	*Falco sparverius*	*Elaenia albiceps*	*Passer domesticus*	*Troglodytes aedon*
	Turdus falcklandii	*Anairetes parulus*	*Elaenia albiceps*	*Sicalis luteola*

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas			
	Spinus barbatus	*Vanellus chilensis*	*Zenaida auriculata*	*Milvago chimango*
	Geranoaetus polyosoma	*Cathartes aura*	*Cinclodes patagonicus*	
	L. chiliensis	*L. tenuis*		
	P. thaul	*R. arunco*	*B. taeniata*	
	Lasiurus varius	*Myotis chiloensis*	*Tadarida brasiliensis*	*Lasiurus villosissimus*
Colliguay	*Cinclodes patagonicus*	*Elaenia albiceps*	*Turdus falcklandii*	*Passer domesticus*
	Coragyps atratus	*Columbina picui*	*Anairetes parulus*	*Elaenia albiceps*
	Cathartes aura	*Spinus barbatus*	*Troglodytes aedon*	*Anairetes parulus*
	Callipepla californica	*Pardirallus sanguinolentus*	*Tyto alba*	
	P. chamissonis	*L. chiliensis*	*L. tenuis*	*B. taeniata*
	Abrothrix olivaceus	*Oligoryzomys longicaudatus*		
	Tadarida brasiliensis	*Myotis chiloensis*		
Parral	*Falco sparverius*	*Cinclodes patagonicus*	*Troglodytes aedon*	*Turdus falcklandii*
	Columbina picui	*Zenaida auriculata*	*Anairetes parulus*	*Passer domesticus*
	Parabuteo unicinctus	*Sephanoides sephanoides*	*Columba livia*	*Cinclodes oustaleti*
	Spinus barbatus	*Sephanoides sephanoides*	*Vanellus chilensis*	*Aphrastura spinicauda*
	Cinclodes patagonicus	*Colorhamphus parvirostris*	*Pyrope pyrope*	*Sicalis luteola*
	L. tenuis			
Ñiquén	*Columbina picui*	*Anairetes parulus*	*Cinclodes patagonicus*	*Curaeus curaeus*
	Elaenia albiceps	*Spinus barbatus*	*Turdus falcklandii*	*Zonotrichia capensis*
	Vanellus chilensis	*Zenaida auriculata*	*Milvago chimango*	*Pyrope pyrope*
	Passer domesticus	*Sephanoides sephanoides*	*Pardirallus sanguinolentus*	*Leistes loyca*
	Geranoaetus polyosoma	*Anas georgica*	*Milvago chimango*	
	Tyto alba	*Glaucidium nana*	*Ardea alba*	*Phalacrocorax brasilianus*
	L. chiliensis	*L. tenuis*	*P. thaul*	
	Myotis chiloensis	*Tadarida brasiliensis*	*Histiotus montanus*	
Novatavo	*Elaenia albiceps*	*Passer domesticus*	*Troglodytes aedon*	*Zonotrichia capensis*
	Cathartes aura	*Columba livia*	*Zenaida auriculata*	*Milvago chimango*
	Spinus barbatus	*Sephanoides sephanoides*	*Columbina picui*	*Pyrope pyrope*
	Turdus falcklandii	*Vanellus chilensis*	*Agelasticus thilius*	*Anairetes parulus*
	Aphrastura spinicauda			
	L. chiliensis	*L. cyanogaster*	*L. tenuis*	
Lilahue	*Cathartes aura*	*Gallinago magellanica*	*Zenaida auriculata*	*Falco sparverius*
	Milvago chimango	*Pardirallus sanguinolentus*	*Cinclodes patagonicus*	*Passer domesticus*
	Sicalis luteola	*Spinus barbatus*	*Tachycineta leucopyga*	*Elaenia albiceps*
	Columbina picui	*Zenaida auriculata*	*Pardirallus sanguinolentus*	*Anairetes parulus*
	Turdus falcklandii	*Sephanoides sephanoides*	*Coragyps atratus*	*Milvago chimango*

Puentes ID	Especies encontradas todas las campañas			
	Anairetes parulus	*Troglodytes aedon*	*Anas georgica*	*Larus dominicanus*
	Vanellus chilensis	*Columba livia*	*Columbina picui*	*Pyrope pyrope*
	Tyto alba			
	L. chiliensis	*L. cyanogaster*	*L. tenuis*	*P. chamissonis*
	P. thaul	*B. taeniata*		
	Tadarida brasiliensis			
Ninquihue	*Milvago chimango*	*Passer domesticus*	*Spinus barbatus*	*Turdus falcklandii*
	Nothoprocta perdicaria	*Geranoaetus polyosoma*	*Coragyps atratus*	*Columbina picui*
	Zenaida auriculata	*Anairetes parulus*	*Elaenia albiceps*	*Spinus barbatus*
	Troglodytes aedon	*Sephanoides sephanoides*	*Cathartes aura*	*Vanellus chilensis*
	Columbina picui	*Zenaida auriculata*	*Cinclodes patagonicus*	*Spinus barbatus*
	L. chiliensis	*L. tenuis*	*C. gayi*	*P. thaul*
	Tadarida brasiliensis			
Menelhue	*Coragyps atratus*	*Milvago chimango*	*Cinclodes patagonicus*	*Elaenia albiceps*
	Passer domesticus	*Turdus falcklandii*	*Zonotrichia capensis*	*Milvago chimango*
	Vanellus chilensis	*Pardirallus sanguinolentus*	*Elaenia albiceps*	*Ardea cocoi*
	Parabuteo unicinctus	*Sephanoides sephanoides*	*Columba livia*	*Columbina picui*
	Anairetes parulus	*Turdus falcklandii*	*Ardea alba*	*Spinus barbatus*
	Leistes loyca	*Pyrope pyrope*		
	L. chiliensis	*L. cyanogaster*	*L. tenuis*	*P. chamissonis*
	Abrothrix olivaceus	*Tadarida brasiliensis*		
Nebuco	*Columba livia*	*Milvago chimango*	*Pardirallus sanguinolentus*	*Anairetes parulus*
	Cinclodes patagonicus	*Elaenia albiceps*	*Leistes loyca*	*Passer domesticus*
	Spinus barbatus	*Troglodytes aedon*	*Turdus falcklandii*	*Ardea cocoi*
	Phalacrocorax brasilianus	*Nothoprocta perdicaria*	*Dryobates lignarius*	*Columba livia*
	Coragyps atratus	*Vanellus chilensis*	*Elaenia albiceps*	*Cinclodes patagonicus*
	Pyrope pyrope	*Larus dominicanus*	*Columbina picui*	*Ardea cocoi*
	Tyto alba	*Glaucidium nana*	*Ardea alba*	*Fulica armillata*
	Podilymbus podiceps			
	L. chiliensis	*L. cyanogaster*	*L. tenuis*	
	C. gayi	*P. thaul*		
	Abrothrix olivaceus			
	Histiotus montanus	*Lasiurus villosissimus*	*Myotis chiloensis*	*Tadarida brasiliensis*

Fuente: ENVIS, 2022.

- Singularidades

De acuerdo con los resultados de línea de base, el anfibio *C. gayi* (rana chilena) se presenta en el área de influencia como una especie altamente sensible al reunir 6 condiciones de singularidad ambiental: especie vulnerable, endémica, restringida a la presencia de hábitat acuático, con poblaciones reducidas, de baja movilidad y por presentar hábitat reproductivo. Otras especies que reúnen al menos

la mitad de las singularidades señaladas son *R. arunco* (especie vulnerable, endémica, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva), *P. thaul* (especie casi amenazada, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva), *B. taeniata* (especie casi amenazada, de distribución localmente restringida, de baja movilidad y en actividad reproductiva) y *L. tenuis* (especie endémica, con poblaciones reducidas y de baja movilidad).

Tabla 3- 165: Resumen de especies con condición de singularidad ambiental

Especie	Amenazada	Endémica	Distribución restringida	Poblaciones reducidas	Baja movilidad	Presenta hábitat relevante	Total
Tringa melanoleuca				X			1
Pseudasthenes humicola		X					1
Nothoprocta perdicaria		X					1
Gallinula melanops				X		X	2
Cistothorus platensis				X			1
Dryobates lignarius				X			1
Ardea cocoi				X			1
Podilymbus podiceps				X		X	2
Liolaemus chiliensis					X		1
Liolaemus cyanogaster					X		1
Liolaemus tenuis		X		X	X		3
Philodryas chamissonis		X			X		2
Calyptocephalella gayi	X	X	X	X	X	X	6
Pleurodema thaul	X		X		X	X	4
Rhinella arunco	X	X	X		X	X	5
Batrachyla taeniata	X		X		X	X	4
Abrothrix olivaceus					X		1
Abrothrix longipilis					X		1
O. longicaudatus					X		1
Myocastor coipus			X	X			2

Fuente: ENVIS, 2022.

A continuación, se presentan los sectores del Proyecto donde se determinó presencia de hábitats relevantes al observarse actividad reproductiva. Estos corresponden a los hábitats de ribera y de vega donde se observaron larvas y/o se oyeron vocalizaciones de anfibios amenazados, incluyendo aquellos clasificados como especie Casi Amenazada, y también en las riberas donde se determinó que había reproducción de avifauna acuática al observarse grupos familiares con sus polluelos.

Tabla 3- 166: Hábitats relevantes para fauna en el área de influencia

Estación	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14
Hábitat	R	R	R	R	R	R	V	R	R	R	V	R	R	R
Actividad reproductiva anfibios	-	-	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	-	X
Actividad reproductiva aves acuáticas	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: R= Ribera, V: Vega**. Fuente:** ENVIS, 2023.

3.14.3.1.6 Línea de base biota acuática

Se describieron y caracterizaron distintos componentes de la biota acuática del AI del proyecto, como:

- Fauna íctica
- Macroinvertebrados
- Fitobentos
- Fitoplancton
- Zoobentos
- Macrófitas y Algas

- Fauna íctica

En la campaña de primavera 2022, la riqueza de fauna íctica presente en el área de estudio estuvo constituida por 7 especies, de las cuales fueron dos (2) introducidas y cinco (5) nativas. Las especies introducidas fueron *Gambussia holbrooki* (Gambusia) *y Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arco Iris). Estas especies son consideradas invasivas, por poner en riesgo la conservación de especies nativas, siendo uno de los impactos el declive de poblaciones de fauna nativa por depredación directa de sus huevos o individuos. Estas especies han sido ampliamente introducidas, por un lado, la Trucha arco iris, fue con propósitos recreacionales de pesca deportiva y acuicultura, mientras que, la Gambusia fue ingresada como agente biológico de control de poblaciones de mosquitos. Ambas especies ocupan una diversidad de hábitats diferentes, y de amplia tolerancia a distintas condiciones ambientales.

El área de estudio cobra valor en diversidad por las cinco especies de fauna íctica nativa registrada que poseen categoría de conservación de acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente, que fueron las siguientes: *Percichthys trucha* “Casi Amenazada”, trucha negra, *Trichomycterus aerolatus* “Vulnerable” Bagrecito, *Basilichthys australis*: “Vulnerable” pejerrey chileno, *Cheirodon galusdae*: “Vulnerable” Pocha de los Lagos y *Percilia gillissi* “En Peligro”, Carmelita.

En otoño 2023 por su parte, la riqueza de fauna íctica aumentó a nueve (9) especies, de las cuales fueron tres (3) introducidas y seis (6) nativas. Las tres especies introducidas fueron similar a primavera la *Gambussia holbrooki* (Gambusia), *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arco Iris) y se sumó *Australoheros facetus* (Chanchita). Respecto a las especies nativas con categoría de conservación, de acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente fueron similar a primavera, *Percichthys trucha*: “Casi Amenazada”, *Trichomycterus aerolatus*: “Vulnerable”, *Basilichthys australis*: “Vulnerable”, *Cheirodon galusdae*: “Vulnerable”, *Percilia gillissi*: “En Peligro” y además *Brachygalaxias bullocki*: “Vulnerable” Puye.

Tabla 3- 167: Descripción de especies por punto de muestreo

Puentes ID	Cuenca/Subcuenca	Especies todas las campañas	
Ancoa Nº2, E5	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Cheirodon galusdae*
Ancoa Nº2, E6	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
		Percilia gillissi	*Basilichthys australis*
		Cheirodon galusdae	
Longaví E08	Río Maule/ Río Loncomilla	*Trichomycterus areolatus*	
Copihue E10	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Basilichthys australis*
Copihue E10	Río Maule/ Río Loncomilla	*Cheirodon galusdae*	
Parral E14	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Parral E14	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*
Ñiquén E15	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Ñiquén E16	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Ñiquén E16	Río Maule/ Río Loncomilla	*Percilia gillissi*	
Navotavo E17	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Navotavo E18	Río Itata/Río Ñuble	*Trichomycterus areolatus*	
Ninquihue E21	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Brachygalaxias bullocki*
Ninquihue E21	Río Itata/Río Ñuble	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*
Ninquihue E21	Río Itata/Río Ñuble	*Basilichthys australis*	*Cheirodon galusdae*
Ninquihue E21	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Ninquihue E21	Río Itata/Río Ñuble	*Percilia gillissi*	*Basilichthys australis*
Menelhue E23	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Menelhue E23	Río Itata/Río Ñuble	*Cheirodon galusdae*	*Percilia gillissi*
Menelhue E24	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Brachygalaxias bullocki*
Menelhue E24	Río Itata/Río Ñuble	*Trichomycterus areolatus*	*Basilichthys australis*
Menelhue E24	Río Itata/Río Ñuble	*Percilia gillissi*	*Cheirodon galusdae*
Nebuco E25	Río Itata/Río Ñuble	*Percichthys trucha*	*Trichomycterus areolatus*
Nebuco E25	Río Itata/Río Ñuble	*Percilia gillissi*	
Nebuco E26	Río Itata/Río Ñuble	*Trichomycterus areolatus*	*Percilia gillissi*

Fuente: ENVIS, 2023.

- Macroinvertebrados

En las siguientes tablas, se muestra la determinación taxonómica de los distintos taxones de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo. En general, fueron identificados 6 Phyllum; Arthropoda, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta, Nematoda y Mollusca.

Destacó el taxón Chironomidae por presentar altas abundancias, siendo la máxima de 730 ind/m^2, en la estación Nebuco E25. Al respecto, Chironomidae, pertenece al phyllum Artropoda, y se encuentra en diversos ambientes siendo característica su abundancia en zonas de calidad de agua “malas o muy perturbados” (Figueroa *et al.*, 2007). En el siguiente gráfico, se muestra la abundancia de cada familia por cauce y se observa que la mayor abundancia y distribución corresponde a la familia Chironomidae e Hydropsychidae, y phyllum Nematoda, típicos representantes de organismos tolerantes a la contaminación orgánica.

Tabla 3- 168: Descripción Phyllum por punto de muestreo.

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Taxones todas las campañas		
Cunaco E1 Río Maule/ Río Loncomilla	Tipulidae	Ostracoda	Chironomidae
	Trombidiformes	Nematoda	
Cunaco E2 Río Maule/ Río Loncomilla	Ostracoda	Chironomidae	Tipulidae
	Nematoda		
Ancoa N° 1 E3 Río Maule/ Río Loncomilla	Chilina	Nematoda	*Hyalella*
	Oligochaeta	Physa	Ostracoda
Ancoa N° 1 E4 Río Maule/ Río Loncomilla	*Hyalella*	Chironomidae	Nematoda
	Oligochaeta	Elmidae	Calopterygidae
	Dugesia	Leptophlebiidae	*Metrichia*
	Sphaerium	Baetidae	Physa
	Pisidium	Trombidiformes	Chilina
	Ostracoda		
Ancoa N° 2 E5 Río Maule/ Río Loncomilla	Nematoda	Oligochaeta	Tipulidae
Ancoa Nº2 E6 Río Maule/ Río Loncomilla	Smicridea	Chironomidae	Tipulidae
	Nematoda	Ephydridae	Elmidae
	Oligochaeta	Simuliidae	*Metrichia*
	Physa	Gripopterygidae	Leptoceridae
	Chilina	aff Littoridina	*Aegla sp1*
	Hyalella	Trombidiformes	Baetidae
	Zygoptera		
Longaví E7 Río Maule/ Río Loncomilla	Hyalella	Chironomidae	Nematoda
	Oligochaeta	Corixidae	Baetidae
	Smicridea	Zygoptera	Trombidiformes
	Sphaerium	*Metrichia*	Dugesia
	Physa		
Longaví E8 Río Maule/ Río Loncomilla	Leptoceridae	Chironomidae	Dugesia
	Ostracoda	Caenidae	Tipulidae
	Nematoda	*Metrichia*	Simuliidae
	Aegla sp1	*Oxyethira*	Elmidae
	Oligochaeta	*Hyalella*	Trombidiformes
	Physa	*aff Littoridina*	
Copihue E09 Río Maule/ Río Loncomilla	Aegla sp1	Chironomidae	Nematoda
	Oligochaeta	Leptophlebiidae	Chilina
	Ostracoda	Trombidiformes	
Copihue E10 Río Maule/ Río Loncomilla	Nematoda	Chironomidae	Oligochaeta
	Pisidium	Corydalidae	Corixidae
	Aegla sp1	Elmidae	*Aegla sp2*
	Sphaerium	Leptophlebiidae	*Samastacus spinifrons*
Colliguay E11 Río Maule/ Río Loncomilla	Nematoda	*Hyalella*	Ostracoda

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Taxones todas las campañas		
Colliguay E12 Río Maule/ Río Loncomilla	Elmidae	Chironomidae	Nematoda
	aff Littoridina	Metrichia	Hyalella
Parral E13 Río Maule/ Río Loncomilla	*aff Littoridina*	Smicridea	Elmidae
	Nematoda	Oligochaeta	
Parral E14 Río Maule/ Río Loncomilla	Oligochaeta	Chironomidae	*Aegla sp1*
	aff Littoridina	Elmidae	*Chilina*
	Ostracoda	Leptophlebiidae	*Sphaerium*
	Smicridea	Baetidae	
Ñiquén E15 Río Maule/ Río Loncomilla	Mastigoptila	Chironomidae	Nematoda
	Oligochaeta	Tabaniidae	Elmidae
	Sphaerium	Glossiphoniidae	Trombidiformes
	Chilina	Leptophlebiidae	Ostracoda
	aff Littoridina	Baetidae	Hyalella
	Aegla sp2	*Metrichia*	*Sphaerium*
	Nematoda	*Smicridea*	
Ñiquén E16 Río Maule/ Río Loncomilla	Aegla sp1	Chironomidae	Nematoda
	Glossiphoniidae	Elmidae	Tabaniidae
	aff Littoridina	Leptophlebiidae	*Smicridea*
	Sphaerium	Baetidae	*Physa*
	Hyalella	Trombidiformes	
Navotavo E17 Río Itata/Río Ñuble	*Smicridea*	Chironomidae	*aff Littoridina*
	Oligochaeta	Leptophlebiidae	*Physa*
	aff Littoridina	Baetidae	Nematoda
	Mastigoptila		
Navotavo E18 Río Itata/Río Ñuble	Aegla sp1	Chironomidae	Simuliidae
	Dugesia	Caenidae	Sialidae
	Mastigoptila	Leptophlebiidae	*Metrichia*
	Nematoda	Oligochaeta	*Smicridea*
	Chilina	Hyalella	Trombidiformes
Lilahue E20 Río Itata/Río Ñuble	Mastigoptila	Chironomidae	Tipulidae
	Oligochaeta	Elmidae	*Hyalella*
	aff Littoridina	Leptophlebiidae	Nematoda
	Ostracoda	Baetidae	Hyalella
	Aegla sp1	*Smicridea*	Trombidiformes
Ninquihue E21 Río Itata/Río Ñuble	Oligochaeta	Chironomidae	Sphaerium
	aff Littoridina	Corixidae	Corydalidae
	Ostracoda	Elmidae	Trombidiformes
	Samastacus spinifrons	Leptophlebiidae	*Hyalella*
	Aegla sp1	Zygoptera	*Dugesia*
	Nematoda	*Metrichia*	
Ninquihue E22 Río Itata/Río Ñuble	*Oxyethira*	Chironomidae	Sphaerium
	Hyalella	Elmidae	Corixidae
	Samastacus spinifrons	Leptophlebiidae	Baetidae
	Nematoda	Oligochaeta	*Samastacus spinifrons*
	Dugesia	*Metrichia*	Ostracoda
	Aegla sp2		
Menelhue E23 Río Itata/Río Ñuble	Smicridea	Chironomidae	Calopterygidae
	Nematoda	Tabaniidae	*Samastacus spinifrons*
	Dugesia	Elmidae	*Sphaerium*
	aff Littoridina	Leptophlebiidae	*Dugesia*
	Ostracoda	Baetidae	Oligochaeta
	Mastigoptila	*Metrichia*	Hyalella
Menelhue E24 Río Itata/Río Ñuble	Smicridea	Chironomidae	Nematoda
	Oligochaeta	Empididae	Tipulidae
	Dugesia	Tabaniidae	*Samastacus spinifrons*
	Glossiphoniidae	Simuliidae	*Hyalella*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Taxones todas las campañas		
	Sphaerium	Elmidae	*aff Littoridina*
	Biomphalaria	Leptophlebiidae	*Chilina*
	Ostracoda	Baetidae	*Physa*
	Mastigoptila	*Metrichia*	*Pisidium*
	Trombidiformes	*Oxyethira*	
Nebuco E25 Río Itata/Río Ñuble	Oligochaeta	Chironomidae	Glossiphoniidae
	Nematoda	Corixidae	Simuliidae
	Physa	*Dugesia*	Corydalidae
Nebuco E26 Río Itata/Río Ñuble	Zygoptera	Chironomidae	Nematoda
	Dugesia	Corixidae	Oligochaeta

Fuente: ENVIS, 2023.

- Fitoplancton

En todas las estaciones se encontró el componente de fitoplancton. Se identificaron 44 especies pertenecientes a un total de 6 phyllum, los cuales corresponden a: Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria y Euglenophyta. Entre el nivel taxonómico de Género destaco *Melosira* por su mayor abundancia (111,86 Ind/mL) en la estación Parral E14, perteneciente a Bacillariophyta.

Tabla 3- 169: Descripción de Phyllums identificados por punto de muestreo.

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums identificados en todas las campañas.		
Cunaco E1 Río Maule/ Río Loncomilla	Gyrosigma	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Sellaphora	Gomphonema	*Cocconeis*
	Ulnaria	Cocconeis	*Cyclotella*
	Melosira	Nitzschia	*Cymbella*
	Asterionella	Rhoicosphenia	*Fragilaria*
	Fragilariales	Navicula	*Gomphoneis*
Cunaco E2 Río Maule/ Río Loncomilla	Navicula	Cyclotella	*Achnanthes*
	Tryblionella	Melosira	*Amphipleura*
	Ulnaria	Cocconeis	*Amphora*
	Asterionella	Amphora	*Anomoeoneis*
	Sellaphora	Nitzschia	*Cocconeis*
	Rhoicosphenia	Gomphonema	*Cyclotella*
	Cymatopleura	Anomoeoneis	*Diatoma*
	Fragilaria	Gyrosigma	*Eunotia*
Ancoa N° 1 E3 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilariales	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Spirogyra	Melosira	*Amphora*
	Gonatozygon	Achnanthidium	*Brachysira*
	Sellaphora	Cocconeis	*Cocconeis*
	Rhoicosphenia	Denticula	*Cyclotella*
	Pseudanabaena filamento	Gomphonema	*Cymbella*
	Pinnularia	Navicula	*Eunotia*
	Coelastrum colonia	Eunotia	*Fragilaria*
	Desmodesmus colonia	Rhopalodia	*Gomphoneis*
	Nitzschia	Ulnaria	*Gomphonema*
	Melosira		
Ancoa N° 1 E4 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilariales	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Euglena	Lemnicola	*Amphora*
	Gonatozygon	Amphora	*Cyclotella*
	Ulothrix	Nitzschia	*Cymbella*
	Oscillatoria filamento	Gomphonema	*Encyonema*
	Desmodesmus colonia	Navicula	*Ephitemia*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums identificados en todas las campañas.		
	Ulnaria	Pinnularia	*Eunotia*
	Ulothrix filamento	Eunotia	Melosira
	Nitzschia	Fragilaria	*Gomphonema*
Ancoa N° 2 E5 Río Maule/ Río Loncomilla	Navicula	Achnanthidium	Fragilaria
	Staurastrum	Cocconeis	Melosira
	Gonatozygon	Nitzschia	*Cyclotella*
	Pinnularia	Gomphonema	*Cymbella*
	Ulothrix	*Desmodesmus*	*Encyonema*
	Ulnaria	*Eunotia*	*Ephitemia*
	Fragilariales		
Ancoa Nº2 E6 Río Maule/ Río Loncomilla	*Fragilaria*	Melosira	*Achnanthidium*
	Ulnaria	*Fragilariales*	*Cocconeis*
	Desmodesmus	*Navicula*	*Cymbella*
	Gomphonema	Nitzschia	
Longaví E7 Río Maule/ Río Loncomilla	*Fragilaria*	Melosira	*Achnanthidium*
	Fragilariales	Cocconeis	Asterionella
	Ulnaria	Nitzschia	*Cymbella*
	Sellaphora	Denticula	Rhoicosphenia
	Rhopaloda	Gomphonema	*Diatoma*
	Melosira	Gomphoneis	*Ephitemia*
	Desmodesmus	*Navicula*	
Longaví E08 Río Maule/ Río Loncomilla	Navicula	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Pseudanabaena filamento	Melosira	*Fragilaria*
	Fragilariales	*Coelastrum colonia*	*Gomphonema*
	Desmodesmus colonia	Cocconeis	Ulnaria
	Rhopalodia	Denticula	*Nitzschia*
	Desmodesmus	Gomphonema	*Rhoicosphenia*
	Eunotia		
Copihue E09 Río Maule/ Río Loncomilla	*Fragilaria*	Achnanthidium	Cymbella
	Fragilariales	Nitzschia	*Cymbella*
	Ulnaria	Denticula	Surirella
	Sellaphora	Gomphonema	*Encyonema*
	Navicula		
Copihue E10 Río Maule/ Río Loncomilla	Navicula	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Spirogyra filamento	Melosira	*Cyclotella*
	Audouinella filamento	*Cymatopleura*	*Eunotia*
	Ulnaria	Nitzschia	*Fragilaria*
	Rhopalodia	Gomphonema	Pinnularia
	Surirella	Rhoicosphenia	*Lemnicola*
	Sellaphora		
Colliguay E11 Río Maule/ Río Loncomilla	Ulnaria	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Oocystis	Cocconeis	Scenedesmus
	Monoraphidium	Nitzschia	*Cyclotella*
	Kirchneriella	Gomphonema	*Ephitemia*
	Desmodesmus	Navicula	*Eunotia*
	Coelastrum	*Melosira*	*Fragilaria*
	Pseudanabaena filamento	*Desmodesmus colonia*	*Gomphonema*
Colliguay E12 Río Maule/ Río Loncomilla	Pinnularia	Cyclotella	*Achnanthes*
	Oocystis	Melosira	*Achnanthidium*
	Scenedesmus	*Monoraphidium*	*Cyclotella*
	Kirchneriella	*Navicula*	*Fragilaria*
	Desmodesmus	Nitzschia	*Gomphonema*
	Desmodesmus colonia	*Coelastrum*	Ulnaria
Parral E13 Río Maule/ Río Loncomilla	Gomphonema	Cyclotella	*Achnanthes*
	Euglena	Melosira	*Achnanthidium*
	Monoraphidium	*Diploneis*	*Amphora*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums identificados en todas las campañas.		
	Ulnaria	*Navicula*	*Cocconeis*
	Fragilaria	Nitzschia	Gyrosigma
	Rhoicosphenia	Gomphonema	*Diatoma*
Parral E14 Río Maule/ Río Loncomilla	Pinnularia	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Closterium	Melosira	*Cocconeis*
	Oocystis	*Audouinella filamento*	Tetraedron
	Ulnaria	Nitzschia	*Denticula*
	Fragilariales	*Sellaphora*	*Diatoma*
	Fragilaria	Gomphonema	Rhoicosphenia
	Pinnularia	Navicula	*Gomphonema*
	Surirella		
Ñiquén E15 Río Maule/ Río Loncomilla	*Rhoicosphenia*	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Cymatopleura	Melosira	*Cocconeis*
	Eunotia	Cocconeis	*Cyclotella*
	Navicula	Nitzschia	*Cymbella*
	Fragilaria	Gomphonema	*Diatoma*
	Gyrosigma	Encyonema	*Encyonema*
	Eunotia	Cymbella	Ulnaria
	Pseudanabaena filamento		
Ñiquén E16 Río Maule/ Río Loncomilla	Encyonema	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Staurastrum	Melosira	*Cocconeis*
	Rhoicosphenia	*Ulnaria*	Navicula
	Gyrosigma	Nitzschia	*Encyonema*
	Cymbella	Gomphonema	*Fragilaria*
Navotavo E17 Río Itata/Río Ñuble	*Fragilaria*	Cocconeis	*Achnanthidium*
	Ulnaria	Denticula	Rhoicosphenia
	Nitzschia	Gomphonema	Pinnularia
	Diatoma	Gomphoneis	Navicula
	Melosira	Rhoicosphenia	*Encyonema*
	Fragilariales	Encyonema	
Navotavo E18 Río Itata/Río Ñuble	Gomphonema	Melosira	*Achnanthidium*
	Ulnaria	*Fragilaria*	*Cocconeis*
	Hannaea	Amphora	*Diatoma*
	Sellaphora	Nitzschia	*Encyonema*
	Navicula		
Lilahue E20 Río Itata/Río Ñuble	Navicula	Cocconeis	*Achnanthidium*
	Surirella	Nitzschia	*Amphora*
	Euglena	Gomphonema	Scenedesmus colonia
	Ulnaria	Encyonema	*Cyclotella*
	Gyrosigma	Cymbella	Melosira
	Sellaphora	Gyrosigma	Eunotia
	Fragilaria		
Ninquihue E21 Río Itata/Río Ñuble	*Fragilariales*	Melosira	*Achnanthidium*
	Ulothrix	*Surirella*	*Amphipleura*
	Ulnaria	Cocconeis	*Amphora*
	Pinnularia	*Fragilaria*	Gomphoneis
	Eunotia	Nitzschia	*Cyclotella*
	Melosira	*Navicula*	*Diatoma*
	Cymbella	*Encyonema*	Rhoicosphenia
	Gomphonema		
Ninquihue E22 Río Itata/Río Ñuble	Meridion	Melosira	*Achnanthidium*
	Oscillatoria	Nitzschia	*Cocconeis*
	Rhoicosphenia	Gomphonema	*Cyclotella*
	Pinnularia	*Gyrosigma*	*Cymbella*
	Navicula	*Ulnaria*	*Fragilaria*
Menelhue E23 Río Itata/Río Ñuble	*Gyrosigma*	Cyclotella	*Cocconeis*
	Dolichospermum sp	Melosira	Ulnaria
	Oscillatoria filamento	Cocconeis	*Cymbella*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums identificados en todas las campañas.		
	Monoraphidium	Nitzschia	*Diatoma*
	Sellaphora	Gomphonema	*Fragilaria*
	Navicula	Gomphoneis	Pinnularia
	Gyrosigma	Rhoicosphenia	
Menelhue E24 Río Itata/Río Ñuble	Cymbella	Cyclotella	*Amphipleura*
	Rhoicosphenia	Melosira	*Cocconeis*
	Ulnaria	*Sellaphora*	*Cyclotella*
	Navicula	Nitzschia	*Cymbella*
	Gyrosigma	Gomphonema	*Diatoma*
	Fragilaria		
Nebuco E25 Río Itata/Río Ñuble	*Fragilaria*	Melosira	*Achnanthidium*
	Desmodesmus	Gomphonema	*Amphora*
	Nitzschia	Rhoicosphenia	*Cymbella*
	Ulnaria	Navicula	
Nebuco E26 Río Itata/Río Ñuble	Encyonema	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Desmodesmus colonia	Melosira	*Cocconeis*
	Desmodesmus	Nitzschia	Ulnaria
	Eunotia	Tryblionella	*Diatoma*
	Pinnularia	Gomphonema	*Encyonema*
	Navicula	Rhoicosphenia	*Fragilaria*
	Gyrosigma		

Fuente: ENVIS, 2023.

- Fitobentos

Se define perifiton o fitobentos a la capa viscosa (“biofilm” o “tapete”) formada principalmente por una comunidad de microalgas bentónicas y bacterias que crecen sobre un sustrato sumergido en agua, donde penetra suficiente luz para su desarrollo (Biggs y Kilroy, 2000).

Se registraron 6 phyllum que fueron los siguientes: Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteria y Cryptophyta, con un total de 50 especies. Destacó el género *Navicula* en la estación Copihue Estación El Membrillo E10 por presentar el valor más alto de abundancia (2113,71 Ind/ml).

Tabla 3- 170: Descripción Phyllums descritos en el AI del proyecto.

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums descritos en las campañas		
Cunaco E1 Río Maule/ Río Loncomilla	Navicula	Melosira	*Cocconeis*
	Audouinella filamento	Ulnaria	*Encyonema*
	Diatoma	Nitzschia	*Fragilaria*
	Fragilariales	Gomphonema	*Gomphonema*
	Stauroneis	Rhoicosphenia	*Gyrosigma*
	Rhoicosphenia	Gyrosigma	*Melosira*
Cunaco E2 Río Maule/ Río Loncomilla	Gyrosigma	Melosira	Audouinella
	Pseudanabaena filamento	Cocconeis	*Diatoma*
	Diatoma	Nitzschia	*Encyonema*
	Surirella	Tryblionella	*Gomphonema*
	Navicula	Rhoicosphenia	*Melosira*
	Navicula		
Ancoa N° 1 E3 Río Maule/ Río Loncomilla	*Gomphonema*	Ulothrix	*Achnanthidium*
	Tetraedron	Ulnaria	*Cocconeis*
	Rhoicosphenia	Reimeria	*Cyclotella*
	Navicula	Melosira	
Ancoa N° 1 E4 Río Maule/ Río Loncomilla	Melosira	Melosira	*Achnanthidium*
	Oedogonium filamento	Desmodesmus colonia	*Cocconeis*
	Cosmarium	Tabellaria	*Denticula*
	Oedogonium	Nitzschia	*Diatoma*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums descritos en las campañas		
	Desmodesmus	Gomphonema	*Diploneis*
	Ulnaria	Rhoicosphenia	*Encyonema*
	Diatoma	Cymbella	*Eunotia*
	Fragilariales	Navicula	*Fragilaria*
	Eunotia	Sellaphora	*Gomphonema*
Ancoa N° 2 E5 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilaria	Achnanthidium	Melosira
	Audouinella	Cocconeis	*Caloneis*
	Cosmarium	Nitzschia	Ulnaria
	Ulothrix	Gomphonema	*Cyclotella*
	Desmodesmus	Navicula	*Eunotia*
	Tetraedronv		
Ancoa Nº2 E6 Río Maule/ Río Loncomilla	Diatoma	Melosira	*Achnanthidium*
	Pseudanabaena filamento	Spirogyra filamento	*Cocconeis*
	Stigeoclonium filamento	Nitzschia	*Cymbella*
	Oedogonium filamento	Gomphonema	*Eunotia*
	Ulothrix filamento	Reimeria	*Fragilaria*
	Audouinella filamento	Rhoicosphenia	*Gomphonema*
	Monoraphidium	Encyonema	*Navicula*
	Scenedesmus	Navicula	Tetraedron
	Audouinella	Eunotia	Desmodesmus
	Oocystis	Fragilaria	Ulnaria
Longaví E7 Río Maule/ Río Loncomilla	*Eunotia*	Melosira	*Achnanthidium*
	Scenedesmus colonia	Navicula	*Amphora*
	Ulothrix filamento	Fragilariales	*Cyclotella*
	Ulnaria	Denticula	*Cymbella*
	Melosira	Gomphonema	*Diatoma*
	Navicula	Gomphoneis	*Encyonema*
	Frustulia	Fragilaria	
Longaví E08 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilaria	Cosmarium	*Achnanthidium*
	Navicula	Melosira	*Cymbella*
	Gyrosigma	Gomphonema	*Diatoma*
Copihue E09 Río Maule/ Río Loncomilla	Sellaphora	Achnanthes	Calothrix filamento
	Lyngbya filamento	Amphora	*Cymbella*
	Oscillatoria filamento	Nitzschia	*Diatoma*
	Pseudanabaena filamento	Denticula	Ulnaria
	Audouinella filamento	Gomphonema	Kirchneriella
	Audouinella	Rhoicosphenia	Scenedesmus
	Tetraedron	Navicula	Oocystis
	Fragilaria		
Copihue E10 Río Maule/ Río Loncomilla	Audouinella	Melosira	*Cocconeis*
	Oscillatoria filamento	Achnanthes	*Cyclotella*
	Calothrix filamento	Tetraedron	*Cymbella*
	Lyngbya filamento	Nitzschia	*Diatoma*
	Scenedesmus	Gomphonema	*Encyonema*
	Surirella	Gomphoneis	*Fragilaria*
	Cymatopleura	Rhoicosphenia	Ulnaria
	Neidium	Navicula	
Colliguay E11 Río Maule/ Río Loncomilla	Gomphoneis	Cocconeis	*Achnanthidium*
	Tetraedron	Nitzschia	*Amphipleura*
	Pinnularia	Gomphonema	*Caloneis*
	Melosira	Rhoicosphenia	Nitzschia
	Ulnaria	Navicula	*Ephitemia*
	Fragilariales	Eunotia	Fragilaria
	Gyrosigma		
Colliguay E12 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilaria	Nitzschia	*Achnanthidium*
	Audouinella	Gomphonema	*Caloneis*
	Gyrosigma	Rhoicosphenia	*Cocconeis*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums descritos en las campañas		
	Melosira	Navicula	*Cymbella*
	Navicula	Eunotia	*Diatoma*
	Pinnularia	Epithemia	Scenedesmus
Parral E13 Río Maule/ Río Loncomilla	Fragilaria	Melosira	*Cocconeis*
	Audouinella	Sellaphora	*Cymbella*
	Rhoicosphenia	Nitzschia	*Diatoma*
	Sellaphora	Gomphonema	*Diploneis*
	Melosira	Navicula	*Encyonema*
	Audouinella filamento	Gyrosigma	*Eunotia*
Parral E14 Río Maule/ Río Loncomilla	Gyrosigma	Melosira	*Achnanthidium*
	Audouinella	Amphora	*Amphora*
	Tetraedron	Nitzschia	*Cocconeis*
	Scenedesmus	Gomphonema	*Cymbella*
	Calothrix filamento	Rhoicosphenia	*Diatoma*
	Oscillatoria filamento	Cymbella	*Eunotia*
	Audouinella filamento	Navicula	*Fragilaria*
Ñiquén E15 Río Maule/ Río Loncomilla	Encyonema	Achnanthidium	Audouinella
	Oocystis	Achnanthes	
	Pseudanabaena filamento	Nitzschia	*Caloneis*
	Audouinella filamento	Gomphonema	*Cymbella*
	Fragilaria	Rhoicosphenia	*Denticula*
	Navicula		
Ñiquén E16 Río Maule/ Río Loncomilla	Encyonema	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Rhodomonas	Cocconeis	*Caloneis*
	Audouinella filamento	Amphora	Navicula
	Pinnularia	Nitzschia	*Cymbella*
	Gyrosigma	Gomphonema	*Fragilaria*
	Navicula	Rhoicosphenia	*Gomphoneis*
Navotavo E17 Río Itata/Río Ñuble	*Cymbella*	Achnanthes	Rhoicosphenia
	Gyrosigma	Cocconeis	*Achnanthidium*
	Pseudanabaena filamento	Nitzschia	*Amphipleura*
	Frustulia	Gomphonema	*Caloneis*
	Fragilaria	Gomphoneis	Navicula
	Encyonema	Rhoicosphenia	
Navotavo E18 Río Itata/Río Ñuble	Navicula	Cocconeis	*Achnanthidium*
	Audouinella	Nitzschia	Gyrosigma
	Euastrum	Gomphonema	*Diploneis*
	Ulnaria	Reimeria	*Encyonema*
	Melosira	Rhoicosphenia	*Fragilaria*
	Audouinella filamento	Encyonema	*Gomphonema*
	Diploneis		
Lilahue E20 Río Itata/Río Ñuble	Audouinella filamento	Melosira	*Achnanthidium*
	Audouinella	Cocconeis	Pinnularia
	Oocystis	Nitzschia	*Fragilaria*
	Tetraedron	Gomphonema	*Gomphoneis*
	Ulnaria	Rhoicosphenia	Monoraphidium
	Oscillatoria filamento	Navicula	*Gyrosigma*
	Pseudanabaena filamento		
Ninquihue E21 Río Itata/Río Ñuble	Gomphonema	Melosira	*Achnanthidium*
	Oedogonium filamento	Cocconeis	Ulnaria
	Navicula	Amphora	*Encyonema*
	Rhoicosphenia	Nitzschia	*Eunotia*
	Gyrosigma	Tryblionella	*Fragilaria*
Ninquihue E22 Río Itata/Río Ñuble	Rhoicosphenia	Melosira	*Achnanthidium*
	Audouinella	Nitzschia	*Cocconeis*
	Ulnaria	Tryblionella	*Diatoma*

Puentes ID Cuenca/Subcuenca	Phyllums descritos en las campañas		
	Tetraedron	Rhoicosphenia	*Encyonema*
	Cymatopleura	Frustulia	*Fragilaria*
	Navicula	Gyrosigma	*Gomphonema*
Menelhue E23 Río Itata/Río Ñuble	Cymbella	Melosira	*Achnanthidium*
	Oscillatoria filamento	Achnanthes	*Amphipleura*
	Spirogyra filamento	Cocconeis	*Cocconeis*
	Audouinella filamento	Nitzschia	*Fragilaria*
	Pseudopediastrum	Gomphonema	*Gomphoneis*
	Tetraedron	Coelastrum	Ulnaria
	Surirella	Rhoicosphenia	Navicula
	Gyrosigma		
Menelhue E24 Río Itata/Río Ñuble	Navicula	Melosira	*Achnanthidium*
	Oscillatoria filamento	Audouinella filamento	*Cocconeis*
	Pseudanabaena filamento	Cocconeis	*Diatoma*
	Tetraedron	Nitzschia	*Fragilaria*
	Monoraphidium	Gomphonema	Rhoicosphenia
	Ulnaria	Gomphoneis	*Gyrosigma*
	Chamaesiphon		
Nebuco E25 Río Itata/Río Ñuble	Tetraedron	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Audouinella	Cosmarium	*Cocconeis*
	Ulothrix	Nitzschia	Fragilaria
	Oedogonium	Gomphonema	*Diatoma*
	Ulnaria	Rhoicosphenia	*Diploneis*
	Scenedesmus colonia	Encyonema	*Encyonema*
	Fragilariales	Navicula	*Eunotia*
	Eunotia		
Nebuco E26 Río Itata/Río Ñuble	Navicula	Cyclotella	*Achnanthidium*
	Audouinella	Reimeria	*Cocconeis*
	Melosira	Nitzschia	*Diploneis*
	Desmodesmus colonia	Gomphoneis	*Eunotia*
	Ulnaria	Rhoicosphenia	*Fragilaria*
	Eunotia	Encyonema	*Gomphonema*
	Pinnularia		

Fuente: ENVIS, 2023.

- Zooplancton

Se registró sólo 1 phyllum; Arthropoda, con un total de 8 especies. Destacó el género *Macrothrix* con el valor más alto de abundancia (0,40 Ind/ml) en Longaví E9.

Tabla 3- 171: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E1 a E12

Phylum/sub phylum	Clase/subclase	Orden	Familia	Taxon	E-1	E-4	E-7	E-11	E 12
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoide	Cyclopidae	*Eucyclops serrulatus*	0,10	0,00	0,00	0,3	0,00
				Nauplio	0,00	0,10	0,00	0,3	0,00
	Branchiopoda	Anomopoda	Macrothrocidae	Macrothrix cf oviforme	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
			Chydoridae	*Chydorus sphaericus*	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
				Ovalona sp	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
		Anomopoda	Iliocryptidae	*Iliocryptus* s	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00

Fuente: ENVIS, 2023

Tabla 3- 172: Abundancia por taxón del componente de zooplancton desde el punto de muestreo E17 a E23

Phylum/sub phylum	Clase/subclase	Orden	Familia	Taxon	E-17	E-20	E-21	E-22	E-23
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoide	Cyclopidae	*Eucyclops serrulatus*	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
				Copepoditos	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10
			Eucercidae	*Alonella excisa*	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: ENVIS, 2023.

- Macrófitas

En terreno se determinó la cobertura (%) de macrófitas especificando las formas de vida indicada en la siguiente tabla, por punto de muestreo. En general se registró una abundancia de macrófitas, distribuidas en forma parchosa, asociadas preferencialmente a la zona ribereña. Destacó el río Achibueno en puente Ancoa N° 1, E3 por presentar un 100% de cobertura, es un sector anegado cubierto de macrófitas y vegetación terrestre, sin escurrimiento. En varios cauces no se registraron macrófitas, que fueron en estero Tornicura en puente Cunaco E1 y E2, en río Achibueno Ancoa N°1 en E y estero Carbonero en puente Lilahue en E19. En el resto de los puntos de muestreo se registró la presencia de macrófitas preferentemente de tres formas de vida flotante, sumergida y emergente.

Tabla 3- 173: Cobertura de macrófitos y formas de vida por punto de muestreo

Cauce	Punto muestreo	Campaña	Formas de vida macrófitas			Algas	Cobertura (%)
			Flotantes	Sumergida	Emergida		
Estero Tornicura	E1 Cunaco	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia
	E2 Cunaco	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia
rio Achibueno	E3 Ancoa N° 1	Primavera			x		100
		Otoño		x	x		60
	E4 Ancoa N° 1	Primavera	x	x	x		80
		Otoño	x	x	x		100
	E5 Ancoa Nº2	Primavera	-	-	-	-	Ausencia
		Otoño	-	-	-	-	Ausencia
	E6 Ancoa Nº2	Primavera	x	x	x	x	20
		Otoño	x	x	x	x	30
río Longaví	E7 Longaví	Primavera		x	x	x	15
		Otoño	x	x	x	x	30
	E08 Longaví	Primavera		x	x	x	10
		Otoño	x	x	x	x	30
Estero Membrillo	E09 Copihue	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x	x	80
	E10 Copihue	Primavera	x	x	x	x	25
		Otoño	x	x	x	x	40
Estero Colliguay	E11 Colliguay	Primavera		x	x		15
		Otoño		x	x		35
	E12 Colliguay	Primavera	x	x	x		10
		Otoño		x	x		25
Estero Parral	E13 Parral	Primavera	x	x	x		20
		Otoño		x	x		25
	E14 Parral	Primavera			x		25
		Otoño			x		25
río Ñiquén	E15 Ñiquén	Primavera		x	x		10
		Otoño		x	x		25

Cauce	Punto muestreo	Campaña	Formas de vida macrófitas			Algas	Cobertura (%)
			Flotantes	Sumergida	Emergida		
	E16 Ñiquén	Primavera			x		15
		Otoño		x	x		25
Estero Coche Pérez	E17 Navotavo	Primavera			x		20
		Otoño		x	x	x	25
	E18 Navotavo	Primavera			x		10
		Otoño		x	x	x	25
Estero Carbonero	E19 Lilahue	Primavera					Ausencia
		Otoño		x	x	x	15
	E20 Lilahue	Primavera		x	x		5
		Otoño		x	x		15
Estero Lirutao	E21 Ninquihue	Primavera			x		10
		Otoño	x	x	x		80
	E22 Ninquihue	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x		80
Estero Rauco	E23 Menelhue	Primavera		x	x		10
		Otoño			x	x	15
	E24 Menelhue	Primavera		x	x		8
		Otoño		x	x	x	20
río Chillán	E25 Nebuco	Primavera	x	x	x		10
		Otoño	x	x	x		35
	E26 Nebuco	Primavera	x	x	x		5
		Otoño		x	x		15

Fuente: ENVIS, 2023

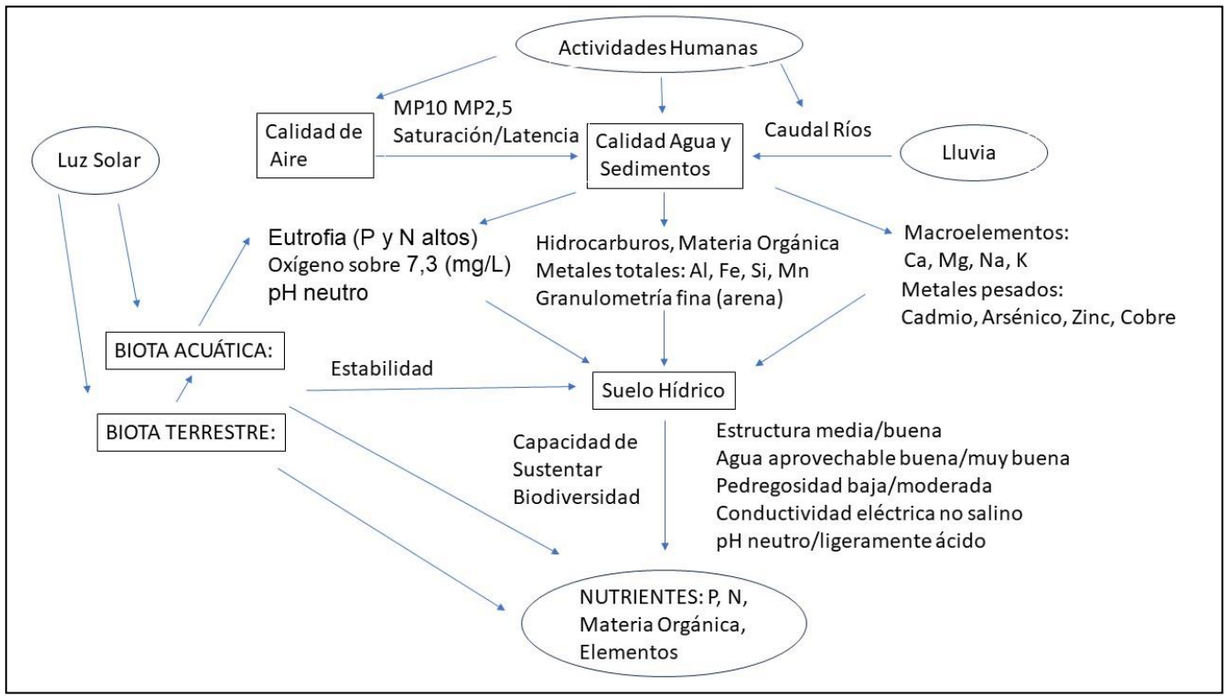
3.14.3.2 Modelo teórico ecosistémico

Se realizó un modelo conceptual ecosistémico basado en la recopilación y análisis de información dada por los Objetos de Protección del Ecosistema Humedal Ripario. El primer modelo (ver Figura 26) identifica y describe principalmente los procesos asociados a los componentes abióticos del ecosistema. El segundo modelo (ver Figura 27) identifica y describe las relaciones de los componentes bióticos del ecosistema humedal en el AI del proyecto.

La Figura 26 sintetiza y conceptualiza los OP abióticos del ecosistema humedal. Se describen las variables forzantes más importantes teóricamente (actividades humanas, clima). Las actividades humanas (silvoagropecuarias y de desarrollo) y clima (Sol, lluvia) se sitúan al inicio del modelo como fuentes de cambio importantes en los demás componentes y sus funciones. Estas variables forzantes pueden provocar importantes efectos en componentes abióticos como “aire” y “agua” principalmente afectando su calidad y funciones que permiten al componente abiótico “suelo”, sustentar el ecosistema.

Se describe al componente aire con sus parámetros MP10 y MP2,5 como variables que tendrán efecto en la calidad del agua, sedimentos y suelo, lo que incidiría en los organismos del ecosistema. Por otro lado, la calidad del agua y sus sedimentos, están representados por las variables más importantes que inciden en la sobrevivencia de las especies como la cantidad de Nitrógeno (N) y Fosforo (P), el nivel de pH y disponibilidad de oxígeno, como también la presencia de elementos y metales pesados. En este sentido y dirección, el componente suelo recibe la influencia de estos 2 componentes abióticos y sus parámetros, lo cual afecta proporcionalmente su capacidad para sustentar biodiversidad (CSB). Se describe también, la función de estabilidad del suelo y ecosistémica que genera la biota por medio de su estructura y funciones.

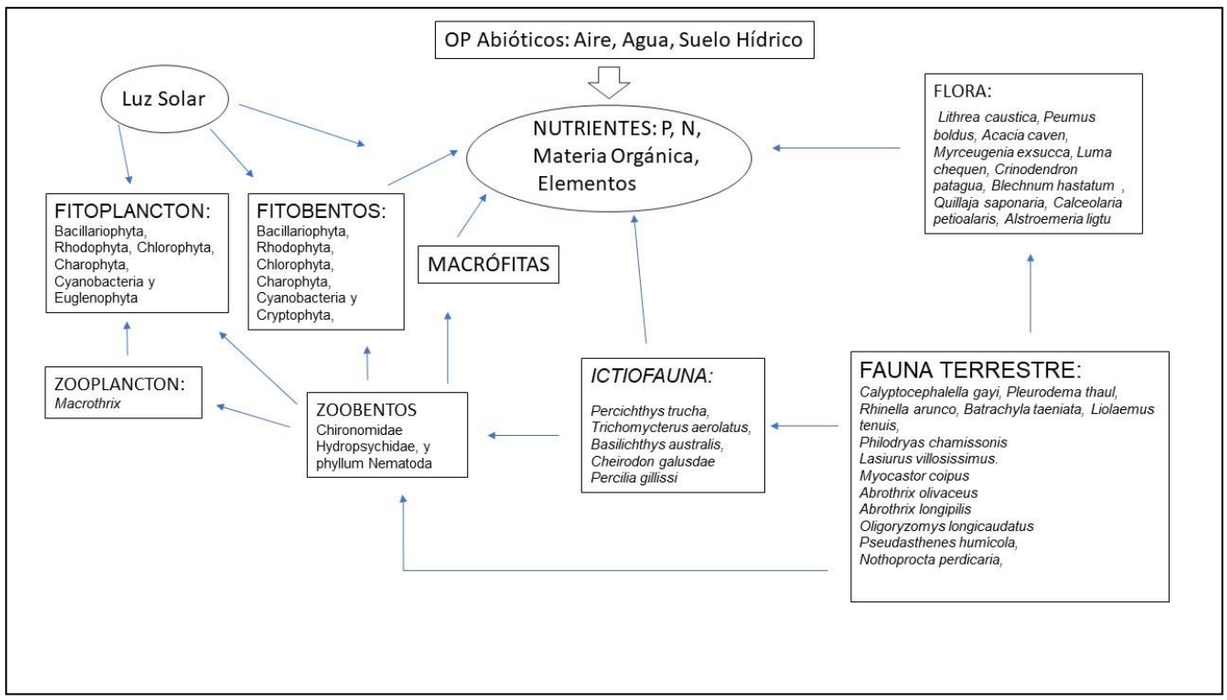
Figura 3- 34: Modelo conceptual ecosistémico humedal relacionado al AI del Proyecto y sus componentes abióticos identificados como OP. Las formas rectangulares indican los OP, las figuras ovaladas indican variables forzantes o claves en el funcionamiento ecosistémico. Las flechas indican interacciones entre los OP y variables del modelo, las cuales han sido especificadas de acuerdo con parámetros medidos.



Fuente: ENVIS, 2023.

La Figura 27 por su parte, muestra mayormente la relación trófica que sustenta un ecosistema de humedal, en donde los productores primarios (fitoplancton, fitobentos, macrófitas) requieren de la luz solar para generar su energía, la cual es consumida como biomasa por los consumidores primarios (zooplancton, zoobentos), secundarios (zoobentos, ictiofauna) y terciarios (fauna terrestre). Estos últimos, también son consumidores de la flora terrestre, la cual también contribuye al ecosistema como fuente de nutrientes y como se dijo anteriormente en la estabilidad y resiliencia del mismo.

Figura 3- 35: Modelo conceptual ecosistémico humedal relacionado al AI proyecto y sus componentes bióticos relacionados a OP. Las formas rectangulares indican los OP, las figuras ovaladas indican variables forzantes o claves en el funcionamiento ecosistémico. Las flechas indican interacciones entre los OP y variables.



Fuente: ENVIS, 2023.

3.14.3.3 Servicios ecosistémicos

Desde la revisión bibliográfica, se reconocieron 18 SSEE posibles de ser entregados por los humedales del AI del Proyecto (cada río y puente asociado es potencial de entregarlos), considerando la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos (CICES) (Potschin *et al.* 2013) y el trabajo de Burkhard *et al.* (2014). La oferta potencial de servicios ecosistémicos puede definirse como el *"rendimiento máximo hipotético de una cubierta terrestre determinada para suministrar un servicio ecosistémico específico"* (Burkhard *et al.* (2014). De los 18 SS. EE. identificados, seis se asignaron al grupo de servicios de regulación, ocho al de servicios de aprovisionamiento y cuatro al de servicios culturales (ver tabla siguiente).

Tabla 3- 174: Servicios ecosistémicos identificados en humedales.

Servicios de regulación: Capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos que generan directa o indirectamente bienestar en las personas y las comunidades
Filtración, secuestro y depuración de contaminantes del agua y el aire
Regulación o función amortiguadora de eventos catastróficos de la naturaleza
Estabilización natural de suelos para prevenir remociones en masa y controlar la erosión
Secuestro de carbono (regulación del ciclo de carbono)
Regulación del ciclo hidrológico y mantención del flujo de agua superficial y subterránea para consumo humano, agricultura y uso industrial
Polinización, dispersión de propágulos y permanencia de poblaciones para mantenimiento del ciclo de vida, hábitat y protección del material genético

Servicios de regulación: Capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos que generan directa o indirectamente bienestar en las personas y las comunidades
Servicios de provisión: Capacidad de los ecosistemas para crear biomasa que pueda usarse como alimentos, tejidos, productos.
Producción de servicios de turismo
Producción de alimentos y sus derivados a través de cultivos en suelos aptos
Producción de alimentos y sus derivados a través de cría de animales mediante técnicas intensivas y extensivas
Provisión de plantas que crecen en forma silvestre, para uso alimenticio o medicinal
Provisión de hábitat para especies amenazadas
Provisión de sustancias minerales usadas para propósitos nutricionales
Provisión de plantas que crecen en forma silvestre para nutrición, materiales y energía
Provisión de animales silvestres para nutrición, materiales y energía
Servicios culturales: Beneficios intangibles o no materiales que la gente obtiene a través de las experiencias con la naturaleza
Uso vivencial y experimental de plantas, animales y paisajes para prácticas culturales
Uso vivencial e intelectual de plantas, animales y paisajes para prácticas científicas y educacionales
Uso vivencial de plantas, animales y paisaje para prácticas recreativas y turísticas
Existencia de plantas, animales y paisajes para interacciones espirituales y simbólicas, con fines culturales o religiosos

Fuente: ENVIS, 2023.

Una vez identificado los SSEE, se estableció su relación con los usos territoriales que realiza la comunidad en el ecosistema humedal. Para esto, se tomaron en cuenta los antecedentes levantados en la línea de base de Medio Humano, donde se realizaron 40 entrevistas presenciales y telefónicas a funcionarios municipales, habitantes locales y representantes de Organizaciones Comunitarias. En base a esta información se pudo inferir y detectar los servicios que entrega el ecosistema humedal y que son identificados por la comunidad en los diferentes ríos del AI del Proyecto. Estos servicios corresponden a aprovisionamiento como el uso de aguas para riego y consumo, y culturales asociados a la recreación por medio de balnearios. Sin embargo, la información recopilada en terreno registra elementos y actividades que la gente no reconoce como servicios (ej. Extracción de áridos).

Tabla 3- 175: Servicios ecosistémicos identificados por las comunidades a lo largo del proyecto y elementos antrópicos asociados a cada puente.

Puente	Servicios Ecosistémicos	Elementos antrópicos del entorno
Cunaco Oriente	Provisión, por la producción de alimentos.	Predios de cultivo sin uso residencial.
Puente Ancoa 1 y 2	No se identifica.	Viviendas irregulares de material ligero en riberas del Río Ancoa.
Puente Longaví	Cultural, uso recreativo del río como Balneario.	Viviendas irregulares y actividad de extracción de áridos en ribera.

Puente Copihue Oriente y Poniente	No se identifica.	Infraestructura vial
Puente Colliguay Oriente	No se identifica.	Predios industriales
Puente Parral Oriente; Parral Ramal Oriente y Parral Ramal Poniente	Provisión, por uso de cauce para riego en predios agrícolas.	Predios agrícolas, industriales y conjuntos habitacionales.
Puente Ñiquén Oriente	Provisión, para la producción de alimentos.	Predios agrícolas
Puente Navotavo	Provisión, por la producción de alimentos.	Predios agrícolas y conjuntos habitacionales.
Puente Lilahue Oriente y Poniente	Provisión, por uso de cauce para riego en predios agrícolas.	Predios agrícolas y viviendas.
Puente Ninquihue	No se identifica.	Viviendas.
Puente Menelhue	Provisión, para la producción de alimentos.	Predios agrícolas
Puente Nebuco Oriente y Poniente CL	Provisión, para la producción de alimentos. Cultural, por uso del río como balneario.	Predios agrícolas

Fuente: ENVIS, 2023.

3.14.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La convención Ramsar aplica un concepto amplio para lo que se define como humedal, abarcando todos los ríos continentales. La legislación chilena ratifica esta conceptualización en el Decreto Supremo N° 771 (1981) y en la “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030” la cual identifica los humedales presentes en el país y sus atributos únicos en cuanto a biodiversidad y la amenaza que presenta el cambio climático hacia ellos.

Dentro del AI del proyecto se identificaron 5 humedales de acuerdo con el catastro nacional los cuales son asociados a las cuencas de Río Achibueno, Río Longaví, Estero Parral, Estero Navotavo, y Río Chillán. Los cuales corresponde a los puentes Ancoa N°1 Oriente y N°2 Oriente, Puente Longaví Oriente, Puentes Parral Oriente, Parral ramal Poniente y Parral ramal oriente, Puente Navotavo Oriente, Puentes Nebuco Oriente y Nebuco Poniente respectivamente.[3]

La conceptualización y modelado de variables ecosistémicas permite un entendimiento complejo de todos los componentes y sus funciones en un área determinada. En este sentido, la línea base ecosistémica se enfocó en lo “remanente”, en este caso en los componentes resilientes de un ecosistema sumamente intervenido y degradado. El ecosistema descrito en este estudio se define como humedal ripariano debido a la ya dispuesto por la convención Ramsar y por la metodología de toma de datos, los cuales se enfocaron en este tipo de hábitat de transición entre lo terrestre y lo acuático.

El modelo conceptual del Ecosistema Humedal Ripario representa una síntesis, dada por la información recopilada de líneas base, respecto de los componentes y procesos que regulan las interacciones del humedal, incluyendo los forzantes externos importantes (actividad humana, lluvias, luz solar). Los componentes abióticos (Aire, Agua, y Suelo) generan los parámetros y los nutrientes que permiten la

[3] Humedales urbanos, sin protección oficial, a saber, (i) humedal Estero Parral ubicado en la comuna de Parral, (ii) humedal Estero Navotavo (identificado como Estero Cochepérez) ubicado en la comuna de San Carlos y, (iii) humedal Estero Rio Chillan-Esteros Las Toscas y Maipo ubicado en la comuna de Chillán Viejo.

sobrevivencia de los componentes bióticos. Los componentes bióticos por otra parte se relacionan mediante la cadena trófica, la cual comprende como productores primarios el fitoplancton, fitobentos y macrófitas, los cuales generan la energía necesaria para los siguientes estratos o consumidores (zooplancton, zoobentos, ictiofauna y fauna terrestre). Los procesos abióticos más importantes son los relacionados a la calidad de agua y sedimentación de los sólidos en suspensión desde la columna de agua al humedal, lo cual también influye en la eutroficación debido a la carga de nutrientes de los sedimentos entregados también por la biota acuática.

Dentro de las singularidades más importantes del ecosistema, se encuentra la biota acuática la cual presenta en términos de fauna íctica un alto valor por la diversidad de especies nativas que es necesario conservar. Se registró *Percichthys trucha*, *Trichomycterus aerolatus*, *Basilichthys australis, Cheirodon galusdae, Percilia gillissi* y *Brachygalaxias bullocki*, las que se encuentran en categoría de conservación, de acuerdo con los distintos procesos de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente: *Percichthys trucha*: “Casi Amenazada”, *Trichomycterus aerolatus*: “Vulnerable”, *Basilichthys australis*: “Vulnerable” y *Cheirodon galusdae*: “Vulnerable”, *Percilia gillissi* “En Peligro*” y Brachygalaxias bullocki*: “Vulnerable” Puye.

La biota terrestre descrita se identifica con singularidades correspondientes a categorías de conservación, siendo la rana chilena (*Calyptocephalella gayi*) la especie de fauna terrestre más sensible del ecosistema. Además, cobran valor las especies de movilidad reducida como anfibios, reptiles, y micromamíferos las cuales pueden ser receptoras de impactos por parte del Proyecto.

Los macroinvertebrados bentónicos identificados (Phyllum; Arthropoda, Annellida, Platyhelminthes, Oligochaeta, Nematoda y Mollusca), son útiles como bioindicadores biológicos de salud ecosistémica, Según estos y de acuerdo con el índice biótico aplicado *Ch* IBF (Figueroa *et al*. 2007), los puntos de muestreo resultaron con condiciones ambientales de calidad de agua preferentemente de “regular perturbado”, seguido de “malo, muy perturbado” y algunos de “muy malo, fuertemente perturbado”.

Por otra parte, el índice IHF que da cuenta de la heterogeneidad de hábitat para albergar diversidad de biota resultó en su mayoría de clase regular, a excepción de seis cauces con buena calidad, rio Achibueno (Ancoa 2, E6), estero Parral (E14), río Ñiquén (E15) y río Chillán (E24 y E25).

El componente abiótico aire y sus parámetros se encuentra en valores no favorables para el humano, lo cual puede ser asociado a la biota, como también sus efectos en otros componentes abióticos como suelo y agua. Se identificó que existe saturación y latencia de material particulado en sus fracciones MP10 y MP2,5. Esta condición es atribuible al uso de combustibles destinado a la calefacción de los hogares (leña húmeda, leña seca, pellets, etc.) lo genera un empobrecimiento en la calidad del aire en los meses más fríos.

El componente agua se describió en términos generales con condiciones favorables para la biota. Sin embargo, se encontró una alta concentración de hierro y manganeso en algunos cauces lo que genera problemas de sobrevivencia para la fauna íctica (Cortes & Montalvo, 2010). También, se debe mencionar la condición de eutrofia, encontrada en todos los cauces y la cual puede afectar la sobrevivencia de las especies. La alta condición de trofía ha sido atribuida a cambios de uso de suelo con incremento erosivo y descargas por actividades antrópicas (Pizarro *et al.,* 2010). Se observó en los diferentes tramos diversos aportes por emisiones directas como difusas que son fuente de nutrientes, por ejemplo, ganadería, basuras, descargas de aguas residuales, cultivos aledaños a la ribera. Una de las mayores fuentes de nitrógeno por nitratos, son los abonos inorgánicos y descargas de aguas servidas.

Se encontraron suelos objeto de protección, pertenecientes a suelos hídricos IV, V y VII, que representan 3,1% de la superficie del AI consolidada de suelo, correspondiendo a suelos que presentan un alto potencial ecosistémico. El componente suelo dentro del modelo se describe como suelo hídrico mayormente debido a que representa el ecosistema remanente y al ser un OP característico para sustentar biodiversidad dentro de un ecosistema.

A pesar de que bibliográfica y teóricamente se pueden identificar una variedad de servicios ecosistémicos, esto no se condice con la identificación de estos por parte de la comunidad humana receptora. La línea base de medio humano indica pocos servicios ecosistémicos usados por la

comunidad en los sectores asociados al AI ecosistémico o los puentes. Se describen mayormente usos como balneario y regadío, sin describir usos espirituales, o asociados a regulación ecosistémica.

Los ecosistemas de humedales ribereños existentes en el AI del proyecto indican complejas relaciones ecosistémicas que propician la existencia de vida en ambientes fuertemente antropizados. El ecosistema humedal presente en el Proyecto refleja la resiliencia de la biodiversidad y sus componentes, por eso mismo se debe tener especial cuidado en los efectos e impactos que podría generar el proyecto, y con un especial cuidado en las obras correspondientes a cambios de cauces naturales.

A la luz de los resultados antes presentado, se puede señalar que la presente línea de base permite relacionar los distintos componentes levantados en el área de influencia, esta da un marco conceptual que permite identificar de forma global la sensibilidad del sistema, así como también las funciones y servicios que provee. El objetivo de este análisis es dar la base para determinar en el capítulo de evaluación y predicción de impactos, el alcance que tendrán los factores de impacto del proyecto sobre cada componente analizado, y por lo tanto los efectos que tendrán sobre las relaciones con otros componentes, funciones y servicios de un sistema mayor. Cabe señalar que, en la evaluación de impacto, se evaluará caso a caso por puente y curso de agua, los efectos que tendrá el proyecto, sus acciones y obras, sobre el ecosistema y, por tanto, sobre sus OP.

3.14.5 BIBLIOGRAFÍA

Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*,*25*(1), 83-89.

Burkhard et al. 2014; Potschin & Haines-Young 2013; Díaz et al. 2007

Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., & Müller, F. (2014). Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape online*, 34-34.

Cortes y Montalvo, (2010). Aguas: Calidad y contaminación. Un enfoque Químico Ambiental. pp:328.

Delgado, L. E., Pérez-Orellana, D. C., & Marín, V. H. (2019). Simplifying the complexity of social-ecological systems with conceptual models. *Social-ecological Systems of Latin America: Complexities and Challenges*, 15-32.

Delgado, L. E., Tironi, A., Vila, I., Verardi, G., Ibáñez, C., Agüero, B., & Marín, V. H. (2014). El humedal del Río Cruces, Valdivia, Chile: una síntesis ecosistémica. *Latin american journal of aquatic research*, *42*(5), 937-949.

Delgado, L. E., Tironi-Silva, A., & Marín, V. H. (2019). Sistemas socioecológicos y servicios ecosistémicos: modelos conceptuales para el humedal del Río Cruces (Valdivia, Chile). *Naturaleza en sociedad: Una mirada a la dimensión humana de la conservación de la biodiversidad*, 177-205.

Díaz S, Lavorel S, de Bello F, Quétier F, Grigulis K, Robson M (2007) Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. Proc Natl Acad Sci USA 104:20684–20689.

Edson, R. 2008. Systems thinking. Applied. A primer. ASysT Institute, Analytic Services Inc. 66 pp. [http://www.anser.org/docs/systems_thinking_applied.pdf] Reviewed: 6 June 2014.

Encina, F., Vega, R., Lara, G., & De Los Ríos-Escalante, P. (2017). Ecological role of benthic crustaceans in Chilean North Patagonian lakes and rivers (Araucania region, 39 S). *Crustaceana*, *90*(4), 437-447.

Habit, E., García, A., Díaz, G., Arriagada, P., Link, O., Parra, O., & Thoms, M. (2019). River science and management issues in Chile: Hydropower development and native fish communities. *River Research and Applications*, *35*(5), 489-499.

Hounslow, A (1995). Water quality data: analysis and interpretation. Lewis Publishers, Boca Ratón. Cap. 16. 6: 21-27

Karrasch, B., Parra, O., Cid, H., Mehrens, M., Pacheco, P., Urrutia, R., ... & Zaror, C. (2006). Effects of pulp and paper mill effluents on the microplankton and microbial self-purification capabilities of the Biobio River, Chile. *Science of the Total Environment*, *359*(1-3), 194-208.

Larned, S. T., Datry, T., Arscott, D. B., & Tockner, K. (2010). Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, *55*(4), 717-738.

Ministerio de Medio Ambiente (SEA). 2022. Guía de campo para la determinación y caracterización de Humedales urbanos de Chile. Chile. 32p.

Naeem, S., D. E. Bunker, A. Hector, M. Loreau, y C. Perrings (Ed.). (2009). *Biodiversity, ecosystem functioning, and human wellbeing: an ecological and economic perspective*. Oxford University Press.

PALMA, A., GONZÁLEZ-BARRIENTOS, J. A. V. I. E. R., REYES, C. A., & RAMOS-JILIBERTO, R. O. D. R. I. G. O. (2013). Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. *Revista chilena de historia natural*, *86*(1), 1-14.

Pizarro J., P Vergara, J. Rodriguez, P. Sanhueza & S. Castro. (2010). Nutrients dynamics in the main river basins of the centre-southern región of Chile. Journal of Hazardous Materials 175:608-613.

Potschin, M., & Haines-Young, R. (2013). Landscapes, sustainability, and the place-based analysis of ecosystem services. *Landscape Ecology*, *28*, 1053-1065.

Servicio de Evaluación ambiental (SEA). 2017. Guía para la descripción del área de influencia, Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Chile. 98p.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2017. Guía para la determinación del área de influencia en el SEIA. Chile. 50p.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023. Guía para la determinación del área de influencia en Humedales en el SEIA. Chile. 147p.

Smith, V. H, Tilman G.D, J.C., Nekola. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems (pp. 179-196).

Solis-Lufí, K., Suazo, M. J., Avila-Salem, M. E., Maldonado-Murúa, C., Aponte, H., Farias, J., & Rios-Escalante, P. (2021). Community structure of benthic invertebrates in the Allipén River basin, North Patagonia, Araucania region (38º S, Chile). *Brazilian Journal of Biology*, *82*.

Thorp, J. H., Thoms, M. C., & Delong, M. D. (2006). The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Research and Applications*, *22*(2), 123-147.

Von Bertalanffy, L. 1976. Teoría general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica de España, Madrid, 312 pp.

Ward, J. V., & Stanford, J. A. (1995). The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated rivers: research & management*, *10*(2-4), 159-168.