

Acompaña documento.

**SRTA. DANIELA JARA SOTO, FISCAL INSTRUCTORA
PROCEDIMIENTO ROL D-245-2021**

ROLANDO FRANCO LEDESMA, abogado, en representación de **AGROPECUARIA LOS VARONES LIMITADA.**, en este procedimiento sancionatorio Rol **D-245-2021**, a la Srta. Fiscal Instructora respetuosamente digo:

Que, el 23 de diciembre de 2021, la Empresa remitió a la Superintendencia del Medio Ambiente, el Programa de Cumplimiento con sus respectivos documentos anexos, haciendo presente que quedó pendiente el “Informe de Análisis de Efectos Ambientales”, que a esa fecha se encontraba encargado y en ejecución, indicándose que sería remitido a más tardar el viernes 7 de enero de 2022.

Que, estando dentro del plazo propuesto para el envío de dicho informe, por esta presentación, acompañamos el Informe de Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales, elaborado por la empresa Gestión Ambiental y Proyectos de Ingeniería NATGREEN SpA.

POR TANTO,

RUEGO A UD., tener por acompañado el documento, como parte integrante del Programa de Cumplimiento propuesto por la Empresa.

**ROLANDO
OMAR
FRANCO
LEDESMA** Firmado
digitalmente por
ROLANDO OMAR
FRANCO LEDESMA
Fecha: 2022.01.06
11:41:30 -03'00'

GESTIÓN AMBIENTAL Y PROYECTOS DE INGENIERÍA
NATGREEN SPA.



INFORME DE ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES
EFECTOS AMBIENTALES
PROCESO SANCIONATORIO
AGROPECUARIA LOS VARONES LIMITADA

DICIEMBRE 2021

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES GENERALES	7
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
4. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	11
5. ESTUDIOS DE COMPONENTES AMBIENTALES	12
5.1. Estudio Limnológico.....	12
5.2. Hidrología	34
5.3. Edafología	44
5.4. Estudio de Impacto Olorante	66
5.5. Flora y Vegetación.....	77
5.6. Fauna	88
5.7. Estudio de emisiones acústicas	97
6. DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	104
6.1. Componente Limnológico	104
6.2. Componente Hidrológico e Hidrogeológico.....	105
6.3. Componente Edafológico.....	106
6.4. Estudio de Impacto Olorante	106
6.5. Componente Flora y Vegetación.....	108
6.6. Componente Fauna	108
6.7. Estudio de Emisiones Acústicas	109
7. CONCLUSIONES.....	110

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros medidos In Situ en el estero Curanadú.	14
Tabla 2. Referencia metodológica de los parámetros medidos en el estero Curanadú. ...	14
Tabla 3. Valores de los parámetros físicos de agua medidos In situ en las estaciones de muestreo realizadas en el estero Curanadú.	16
Tabla 4. Caracterización química y microbiológica del cuerpo de agua del estero Curanadú.	18
Tabla 5. Listado de especies capturadas en el estero Curanadú.....	22
Tabla 6. Abundancia total (número de individuos) y parámetros comunitarios de la ictiofauna colectada en el estero Curanadú.	23

Tabla 7. Fauna íctica registrada en las estaciones de monitoreo ubicadas en el estero Curanadú.	24
Tabla 8. Distribución de las especies de fauna íctica encontradas en las estaciones de monitoreo del estero Curanadú y su categoría de conservación.	26
Tabla 9. Porcentaje de cobertura de macrófitas acuáticas registradas en las estaciones de muestreo: Aguas Arriba, E1 EC, E2 EC y Aguas Abajo del estero Curanadú.	27
Tabla 10. Macroinvertebrados dulceacuícolas (Ind*m-2) registradas en las estaciones de monitoreo (Aguas arriba, E1-EC, E2-EC y aguas abajo) del estero Curanadú.	28
Tabla 11. Valores del índice Biótico de Familia (IBF) en las estaciones con presencia de macrofauna bentónica (Hauer & Lamberti, 1996, Figueroa et al., 2003). ND: No Determinado.....	29
Tabla 12. Valores del índice EPT% (porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) en las estaciones con presencia de fauna bentónica Estero Curanadú.	29
Tabla 13. Contenido de materia orgánica para las estaciones de sedimentos fluviales en el Estero Curanadú.....	30
Tabla 14. Análisis granulométrico para las estaciones de monitoreo: porcentaje de grava, arena y fango, diámetro promedio del grano, clasificación, curtosis, asimetría y características físicas (sensu Folk & Ward, 1957).....	30
Tabla 15. Atributos y características del hábitat de cada estación de monitoreo ubicadas en el Estero Curanadú	31
Tabla 16. Estimaciones de caudales medios mensuales para la estación fluviométrica Río Guaqui en Diuquín (m ³ /s)	35
Tabla 17. Áreas aportantes a cada cuenca (km ²)......	37
Tabla 18. Estimaciones de caudales medios mensuales para el estero Curanadú en Los Varones (m ³ /s)......	37
Tabla 19. Valores de recarga estimada para el período 2013-2018 (mm/mes).	38
Tabla 20. Comparación entre precipitación y recarga estimada (mm/mes).	38
Tabla 21. Pozos profundos registrados por la DGA en las cercanías del área del proyecto	40
Tabla 22. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°3)	50
Tabla 23. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°4).	52
Tabla 24. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°7).	53
Tabla 25. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°8).	55
Tabla 26. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°11).	56
Tabla 27. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°12).	58
Tabla 28. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°18).	59
Tabla 29. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°20).	60
Tabla 30. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°21).	62
Tabla 31. Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelo.....	63
Tabla 32. Límites de inmisión horaria según normativa de los Países Bajos para el percentil 98.	68
Tabla 33. Emisión de olor, fuentes difusas pasivas de área. Escenario Actual.....	70
Tabla 34. Emisión de olor, fuentes de Volumen. Escenario Actual.....	70

Tabla 35. Emisión de olor, fuentes difusas pasivas de área. Escenario Futuro.	72
Tabla 36. Emisión de olor, fuentes de Volumen, escenario Futuro.	72
Tabla 37. Codificación de la abundancia relativa de flora según metodología de Braun-Blanquet.	78
Tabla 38. Detalle de la clasificación taxonómica de cada especie encontrada, forma de crecimiento, origen fitogeográfico y categoría de conservación (CC).	80
Tabla 39. Listado de especies observadas en los muestreos de otoño y primavera de 2021.	92
Tabla 40. Valores por punto de muestreo y estación del: número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H'), equidad (J') e índice de dominancia (D). Muestreo Otoño (Ot) y Primavera (Pri) 2021.	94
Tabla 41. Listado de especies registradas en el área de estudio (primavera 2021), se indica la Clase Aves, Mamíferos y Reptiles. O: Origen (Na = Nativo, En = Endémico, e In = Introducido o Exótico); EM: Estatus Migratorio (M = Migratoria, R = Residente). RCE: Reglamento de Clasificación de Especies; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Muestreo Otoño (Ot) y Primavera (Pri) 2021.	95
Tabla 42. Niveles Máximos Permisibles de Nivel de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A).	97
Tabla 43. Descripción de usos de suelos permitidos para cada tipo de zona.	97
Tabla 44. Ubicación y descripción de los puntos de proyección en receptores cercanos.	99
Tabla 45. Ubicación puntos evaluados para fauna.	100
Tabla 46. Valores medidos y atribuidos fase situación actual (vértices-Ingeniería inversa).	101
Tabla 47. Fuentes móviles utilizadas en las actividades operacionales.	102
Tabla 48. Nivel de presión sonora Proyectado Fase Situación Actual.	102
Tabla 49. Evaluación Riesgo para la Salud de la población fase Situación actual diurno y nocturno, según D.S.38.	103
Tabla 50. Evaluación acústica del proyecto sobre la fauna del lugar, Effects of Noise on Wildlife and Other Animals, 1971, United States Environmental Protection Agency (EPA) Fase Situación actual.	103

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente informe técnico se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados al funcionamiento del Plantel Lechero y de Engorda perteneciente a la empresa Agropecuaria Los Varones Limitada, quien opera el proyecto agropecuario denominado “Criadero Los Varones” ubicado en el Fundo Los Varones s/n, sector Aguas Blancas, comuna de Los Ángeles, región del Biobío, el cual consiste en una actividad agroindustrial que incluye dos lecherías (Lechería Don René y Lechería Los Varones) y engorda de bovinos..

De acuerdo a la formulación de cargos indicados en la Res. Ex N°1/ROL D-245-2021 emitida por la Superintendencia del Medio Ambiente, Agropecuaria Los Varones opera un plantel de crianza de animales, donde se han constatado hechos, actos u omisiones que constituyen infracciones conforme al artículo 35, letra b) de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (LOSMA), las que a continuación se detallan:

1. Operar un plantel de crianza de animales donde pueden ser mantenidos en confinamiento en patios de alimentación, por más de un mes continuado, un número igual o superior a trescientas (300) unidades animales de ganado bovino de carne y doscientas (200) unidades animales de ganado bovino de leche, sin contar con Resolución de Calificación Ambiental lo cual eventualmente infringe tanto la Ley N°19.300 en su artículo 10, literal I): *“Art. 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes: (...)*

l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales”.

Así como el Decreto Supremo N°40/2012 que Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en su *Artículo 3.- Tipos de proyectos o actividades. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental son los siguientes: (...)*

l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales. Se entenderá que estos proyectos o actividades son de dimensiones industriales cuando se trate de: (...)

1.3. Planteles y establos de crianza, lechería y/o engorda de animales, donde puedan ser mantenidos en confinamiento en patios de alimentación, por más de un mes continuado, un número igual o superior a:

1.3.1 Trescientas (300) unidades animal de ganado bovino de carne.

1.3.2 Doscientas (200) unidades animal de ganado bovino de leche.

Por otro lado, ha incumplido el requerimiento efectuado por la Superintendencia del Medio Ambiente según lo previsto en la letra i) del artículo 3° de la LOSMA.

2. Incumplimiento al requerimiento de ingreso al SEIA efectuado por medio de Resolución Exenta N°18, de 09 de enero de 2019.

Artículo 3, letra i) LOSMA:

“La Superintendencia tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

i) Requerir, previo informe al Servicio de evaluación, mediante resolución fundada y bajo apercibimiento de sanción a los titulares de proyectos o actividades que conforme al artículo 10 de la ley N°19.300, debieron someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y no cuenten con una Resolución de Calificación Ambiental, para que sometan a dicho sistema el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental correspondiente”.

Resolución Exenta N°18, de 09 de enero de 2019:

“RESUELVO: PRIMERO: REUIÉRASE, BAJO APERCIBIMIENTO DE SANCIÓN, a la empresa Agropecuaria Los Varones Ltda., Rut N° 76.392.608-7, a ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por haberse configurado la causal del artículo 10 literal I) de la ley N°19.300 y los literales I.3. 1) y I.3.2) del artículo 3 del Reglamento SEIA. El titular al ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberá hacer presente la circunstancia de haber sido requerido por esta Superintendencia”.

Ambos incumplimientos planteados, corresponden a infracciones las cuales han sido clasificadas como graves, la infracción N°1 al artículo 35 letra b), en base a la letra d) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, según el cual son infracciones graves aquellas que involucren la ejecución de proyectos o actividades del artículo 10 de la Ley N°19.300 al margen del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, si no están comprendidos en los supuestos de la letra f) del numeral 1 del mismo artículo. Se constata esta hipótesis por cuanto, en el presente caso, el proyecto que se encuentra operando por la empresa titular supone la ejecución de un proyecto del artículo 10 de la ley N°19.300 al margen del SEIA. Por otra parte, en virtud de los antecedentes disponibles a la fecha por la Superintendencia del Medio Ambiente, no es posible afirmar que el proyecto Criadero Los Varones implique la producción de alguno de los efectos, características o circunstancias previstas en el artículo 11 de la Ley N°19.300.

La infracción N°2 al artículo 35 letra b) también ha sido clasificada como grave, en virtud de la letra f) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, según el cual son infracciones graves aquellas que conlleven el no acatamiento de los requerimientos efectuados por la Superintendencia. Se constata esta hipótesis en tanto la empresa titular, habiendo sido requerido por parte de la Superintendencia para ingresar su proyecto al SEIA no dio cumplimiento a este.

De acuerdo a la formulación de cargos planteada, el presente informe hará un análisis de los potenciales efectos ambientales que el plantel agropecuario podría estar generando en

la actualidad, con sus actividades operacionales y describirá en términos generales las obras y acciones destinadas a la implementación de mejoras en la operación del plantel, con la finalidad de minimizar los posibles efectos ambientales visualizados.

2. ANTECEDENTES GENERALES

De acuerdo a la formulación de cargos presentada por la Superintendencia del Medio Ambiente a Agropecuaria Los Varones Limitada, se indica que existen 3 denuncias ciudadanas:

- Con fecha 17 de octubre de 2014, denuncia presentada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en la cual informan que producto de la denuncia realizada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Los Ángeles, dicha Superintendencia realizó actividad de inspección a la Lechera Los Robles, donde se constató el manejo de purines e infiltración en terreno sin tratamiento. La denuncia remitida por el SAG, fue presentada por Sergio Antonio Albornoz Suazo, la cual consignaba “Eliminación de desechos de Lechería “Los Robles” a flujo de agua para regadío y utilización de otras propiedades”.
- Con fecha 18 de agosto de 2016, la SMA recibió una denuncia presentada por la Dirección del Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Los Ángeles, a raíz de un reclamo ingresado el 8 de abril de 2014 por Elizabeth Avello Contreras, presidenta de la Junta de vecinos Curanadú Santa Matilde N°28, por malos olores, animales muertos y proliferación de moscas producto de la actividad de engorda del Criadero Los Varones.
- Con fecha 17 de enero de 2017, la delegada provincial de la Seremi de salud del Biobío remitió a la SMA la denuncia ciudadana presentada por Isaías León Melo, de 4 de enero de 2017, por medio del cual solicita visita al sector Santa Clara, Casas Blancas de propiedad de Sociedad Robles, donde se mantiene crianza de novillos, los cuales están contaminando el río Curanadú con las heces de los animales.

A raíz de las denuncias presentadas, la SMA realizó la correspondiente inspección, ambiental, dejando constancia de toda la información recabada en la etapa investigativa en un informe de Fiscalización N° DFZ-2017-252-VIII-SRCA-IA, donde se indica que el Criadero Los Varones estaría en elusión al SEIA porque el *“titular posee dentro de la unidad fiscalizable una cantidad de unidades animal de ganado bovino de carne superior al límite máximo establecido en el D.S 40/2012 MMA para ingresar obligatoriamente al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) (300 unidades)”* y porque tiene *“una cantidad de unidades animal de ganado bovino de leche superior al límite máximo establecido en el D.S 40/2012 MMA para ingresar obligatoriamente al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) (200 unidades)”*.

Con fecha 2 de abril de 2018, mediante Ordinario N°123, el director regional del Servicio de Evaluación Ambiental emitió su pronunciamiento indicando que “(...) el proyecto se

encuentra sujeto a la obligación de ingresar al SEIA, por cuanto el titular posee dentro de sus instalaciones una cantidad de unidades de animal ganado bovino superior al límite máximo establecido en los literales I.3.1) y I.3.2) del artículo 3° del Decreto Supremo N°40/2012”.

En relación al pronunciamiento del SEA Biobío, la SMA dio inicio al procedimiento de ingreso al SEIA a través de Resolución Exenta N°442, de 16 de abril de 2018 (Expediente REQ-004-2018), con la finalidad de indagar sobre la configuración de la hipótesis levantada.

Con fecha 9 de enero de 2019, mediante Resolución Exenta N°18, la SMA requirió, bajo apercibimiento de sanción, a empresa Agropecuaria Los Varones, ingresar al SEIA por haberse configurado la causal de artículo 10 literal I) de la Ley N°19.300 y los literales I.3.1) y I.3.2) del artículo 3° del RSEIA, en rebeldía de su titular.

Con fecha 29 de noviembre de 2019, el titular del proyecto presentó un cronograma de ingreso al SEIA, señalando que dicha acción sería materializada en el plazo de 12 meses.

Con fecha 11 de marzo de 2020, mediante Resolución Exenta N°454, se aprobó el cronograma de ingreso presentado por el titular, en el cual se indica que el ingreso del proyecto al SEIA debía materializarse a más tardar en el mes de agosto de 2020, otorgando de esta manera, un plazo de 9 meses para ello.

Con fecha 8 de enero de 2021, la empresa realizó una presentación, en la cual informa a la SMA que realizó cambios en el proyecto, los cuales, a su juicio, ya no hacían meritorio su ingreso a evaluación, por lo cual presentó una consulta de pertinencia de ingreso al SEIA ante la Dirección Regional del SEA región del Biobío. Mediante R.Ex N°202108101131 de 5 de abril de 2021, la Dirección Regional del SEA Biobío, acogió una solicitud de desistimiento de la consulta presentada por el titular de fecha 22 de marzo de 2021, en consecuencia, la justificación por la empresa para no ingresar al SEIA perdió su validez, perpetuando el incumplimiento al requerimiento de ingreso al SEIA desde el mes de agosto de 2020.

Puesto que la empresa titular no había efectuado ninguna presentación referida a la ejecución de acciones destinadas a dar cumplimiento al requerimiento de ingreso al SEIA, con fecha 07 de abril de 2021, se dictó la Resolución Exenta N°794., mediante la cual se requirió bajo apercibimiento de sanción, la presentación de un nuevo cronograma de trabajo, debiendo comprometer el ingreso a más tardar el día 30 de abril de 2021.

Con fecha 15 de abril de 2021, el titular interpuso un recurso de reposición, con jerárquico en subsidio, en contra de dicha resolución, solicitando se deje sin efecto lo dispuesto en los Resuelvo Tercero y Quinto de la Resolución, y que se otorgue un nuevo plazo para ingresar al SEIA, hasta el 30 de septiembre de 2021, o el plazo que estime conveniente.

Mediante Resolución Exenta N°2104, de 24 de septiembre de 2021, la SMA rechazó el recurso de reposición atendiendo a que más allá de las imposibilidades alegadas por el titular, es indiscutible la comisión de la infracción y que el procedimiento de naturaleza correctiva iniciado con fecha 16 de abril de 2018, no ha tenido como resultado orientar la ejecución del proyecto al cumplimiento de la normativa ambiental. En cuanto al recurso

jerárquico, este fue rechazado por ser improcedente. Finalmente, la SMA resuelve dar término al procedimiento REQ-004-2018, y derivar los antecedentes al departamento de sanción y cumplimiento para que dé inicio al procedimiento sancionatorio.

Con fecha 18 de octubre de 2021 la empresa titular, ingresó al SEIA el proyecto “Regularización Plantel Lechero y Engorda Fundo Los Varones, Agropecuaria Los Varones Limitada” a través de una Declaración de Impacto Ambiental, para ser evaluado ambientalmente. Dicho proyecto fue desistido por el titular con fecha 19 de octubre de 2021, dado que faltaban algunos antecedentes que incorporar al proyecto.

Posteriormente se realizó un nuevo ingreso del proyecto a evaluación ambiental, el cual con fecha 21 de octubre de 2021 no fue admitido a trámite por el SEA Biobío, dada la falta de información mínima como es el caso de la presentación de la fase de abandono en el Capítulo, descripción del proyecto; la falta de Planes de contingencia y emergencia asociados a eventuales situaciones de riesgo o contingencias del proyecto; la presentación de un Capítulo que se refiera a la existencia de negociaciones con interesados.

Con fecha 19 de noviembre de 2021, se realiza un nuevo ingreso del proyecto al SEIA, el cual es admitido a trámite y actualmente se encuentra en proceso de calificación.

Para la presentación del proyecto en evaluación ambiental, se realizó el levantamiento de información de línea base de diferentes componentes ambientales, tales como; Flora y vegetación, Fauna terrestre; Limnología; Hidrología; Edafología; Arqueología; Paisaje; Medio Humano y sociocultural; así como estudios complementarios relacionados con emisiones atmosféricas de las actividades que desarrolla el proyecto en cuanto a material particulado y gases de efecto invernadero; emisiones de olores y estudio de impacto odorante. Con dicha información de base fue posible justificar la inexistencia de efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, que pueden dar origen a la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental.

En el presente informe, se realizará un análisis de los componentes ambientales relacionados con Hidrología, Limnología, Edafología, Emisiones de Olor, Flora y Fauna y Emisiones de Ruido, de acuerdo a la información de Línea Base presentada en la DIA en evaluación ambiental, extrapolando dicha información a las denuncias efectuadas por la ciudadanía, que dieron origen a la fiscalización por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente y posterior proceso sancionatorio por elusión al SEIA.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Regularización Plantel Lechero y Engorda Fundo Los Varones, Agropecuaria Los Varones Ltda.”, se emplaza al interior de los predios de propiedad y/o arriendos de Agropecuaria Los Varones Ltda., en el sector de Casas Blancas, localizado en la comuna de Los Ángeles, Provincia del Biobío, Región del Biobío, el cual tiene uso agrícola.

Dicha empresa se dedica a la lechería y engorda de animales, donde mantiene en ordeña 1.400 vacas y en engorda en torno 1.000 animales. Cuenta con una superficie total construida de aproximadamente 32.142 m², los cuales se encuentran emplazados en una superficie total de 618,617 ha.

En la lechería el proceso se inicia con la incorporación de vacas al proceso de alimentación, para luego ser ordeñadas dos veces al día. Las vacas en su proceso natural reproductivo generan nuevas unidades animales (terneros) los que son clasificados según su sexo (hembras y machos). Las hembras son criadas para luego volver a incorporarse al ciclo de la lechería como nuevas unidades productivas. Los machos son criados, para luego incorporarlos al proceso de engorda (hasta los 350 kg), con la finalidad de ser vendidos en la industria de la carne.

Para la crianza se utilizan galpones independientes a los destinados para la producción lechera. Estos animales reciben alimentación y manejo especial para su etapa de crecimiento hasta lograr un peso ideal donde ya pueden ser enviados a potrero o corrales de engorda para ser alimentados.

La engorda es un proceso de alimentación en base a una dieta específica para dicho proceso, donde los animales son mantenidos en corrales y alimentados en una infraestructura techada, con el fin de mantener el alimento en condiciones óptimas.

Los alimentos que se le suministran al área de la lechería y la engorda son producidos en el predio y almacenados en una cancha con hormigón y ripio cercano a los patios de alimentación de los animales, los cuales se mantienen en silos para su conservación durante el año.

Para alimentar los bovinos, tanto de lechería como de engorda, se utiliza maquinarias como tractores con carros forrajeros y cargador frontal. El alimento es dispuesto en la lechería en los patios de alimentación y en la engorda en el sector de los comederos.

Los procesos de lechería y de engorda generan residuos orgánicos. La lechería genera purín, el cual es conducido hacia pozos purineros en conjunto de restos de camas (aserrín o paja) y comida donde es acopiado para luego ser dispuesto en potreros. Con respecto a la engorda que es un proceso seco sin generación de fase líquida, las deposiciones orgánicas son dispuestas como abono a los potreros de la empresa.

El objetivo de la Declaración de impacto ambiental del proyecto que está siendo evaluado ambientalmente, es mejorar las condiciones operacionales del plantel y para ello se presentan los siguientes cambios:

- a) Construcción sistema de captación y acumulación de Riles.
- b) Construcción de un sistema de captación de aguas lluvias.
- c) Implementación de limpieza de patios de alimentación (Elaboración de procedimiento y control).
- d) Construcción cancha de compostaje.
- e) Habilitación y construcción de infraestructura techada para engorda.
- f) Habilitación y construcción de Áreas para el manejo de Residuos Peligrosos Sólidos y Líquidos (RESPEL).
- g) Habilitar y construir un área para el manejo de residuos no peligrosos o patio de salvataje.
- h) Implementación de un sistema mortuorio con servicio Rendering.
- i) Construcción de piscina para la acumulación de aguas para riego.

4. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

La operación de un plantel de crianza de animales, donde pueden ser mantenidos en confinamiento en patios de alimentación, por más de un mes continuado, un número igual o superior a trecientas (300) unidades animal de ganado bovino de carne y doscientas (200) unidades animal de ganado bovino de leche, de acuerdo a la Ley 19.300 en su artículo 10 letra I), corresponde a una actividad susceptible de causar impacto ambiental y por lo tanto debe contar con Resolución de Calificación Ambiental.

Desde el punto de vista de las actividades operacionales que Agropecuaria Los Varones se encuentra desarrollando en la actualidad, así como por las denuncias ciudadanas planteadas en el punto 2 del presente informe, es posible visualizar potenciales impactos ambientales, principalmente enfocados en la generación de residuos orgánicos (purín) los cuales, son acumulados en pozos, para su posterior disposición en los potreros de la empresa. Por un lado, estos residuos pudiesen estar afectando la calidad del suelo donde se están disponiendo, así como también dada la cercanía del plantel al estero Curanadú y el hecho que el purín no presenta un tratamiento previo a su disposición en el suelo, por efecto de las lluvias pudiese afectar la calidad limnológica del estero Curanadú, así como la biota existente en este cuerpo de agua, como también la vegetación terrestre y la fauna existente en el sector.

Por otro lado, la crianza de aproximadamente 2.400 animales, genera olores que pudiesen afectar la calidad de vida de los habitantes cercanos al predio, como también las emisiones de ruido que genera el plantel, pudiese afectar a receptores cercanos o a la fauna que habita en las cercanías.

5. ESTUDIOS DE COMPONENTES AMBIENTALES

A continuación, se presentan los estudios relacionados con Limnología, Hidrología, Suelo, Olores, Flora, Fauna y Emisiones Acústicas, que se han realizado en las cercanías al plantel lechero y de engorda Los Varones.

Con la finalidad de analizar los posibles efectos ambientales descritos en el punto 4 del presente informe.

5.1. Estudio Limnológico

El estudio de Línea Base correspondiente al componente limnológico fue realizado en el estero Curanadú, cuerpo de agua ubicado frente a la superficie de predios donde se emplaza la empresa Agropecuaria Los Varones.

Dicho estudio tiene como objetivo principal evaluar de manera inicial las condiciones del ambiente en el área de influencia del proyecto o actividad, con la finalidad de conocer el valor de los indicadores al momento de iniciar las acciones planificadas, es decir, establece el “punto de partida” del proyecto. Además, este estudio da pie para que las posteriores evaluaciones no sobrepasen los límites establecidos en su condición inicial y en la normativa vigente. Junto a lo anterior, dicho estudio debe ser capaz de entregar información oportuna sobre el comportamiento de aquellos parámetros ambientales, que puedan sufrir alteraciones como resultado de la operación de instalaciones involucradas en un proyecto o actividad, con el objetivo de detectar otras alteraciones e impactos no previstos, y así, considerar oportunamente las medidas correctivas más adecuadas durante la etapa de desarrollo del proyecto.

Dado que en la actualidad el plantel lechero y de engorda se encuentra desarrollando sus actividades sin Resolución de Calificación Ambiental, los resultados del estudio limnológico dan cuenta de la condición actual del estero Curanadú y su potencial impacto por la cercanía de las actividades operacionales del plantel.

Objetivos específicos del estudio

- Evaluar las características físicas, composición química y microbiológica del cuerpo de agua.
- Caracterizar las comunidades biológicas de ictiofauna, flora acuática, zoobentos (macroinvertebrados), asociada al cuerpo de agua.
- Evaluar las características físicas y composición de los sedimentos.

Metodología

Área de estudio

Se determinaron 4 estaciones de muestreo en el estero Curanadú, una a 500 metros aguas arriba del área de emplazamiento de los terrenos del plantel agropecuario, dos estaciones frente a la agropecuaria y otra estación a 500 metros aguas debajo de los terrenos de la agropecuaria.

En la siguiente imagen se presentan las estaciones de monitoreo indicadas.

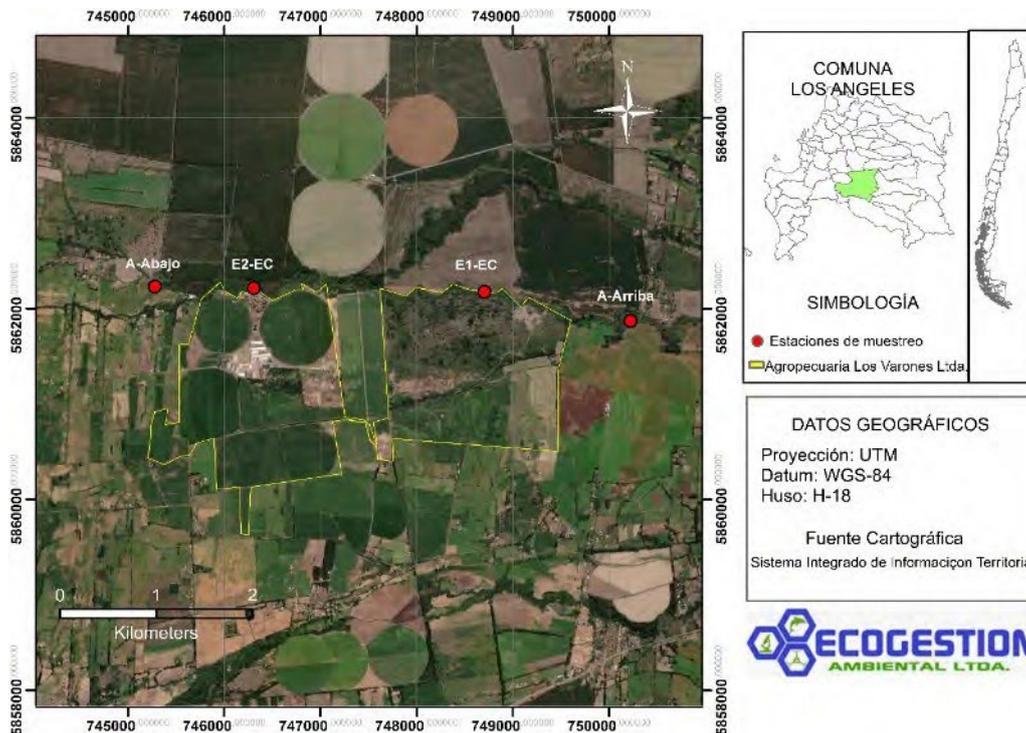


Figura 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en el estero Curanadú.

Procedimiento de muestreo

Se realizó la medición in situ de parámetros físico-químicos del cuerpo de agua, tales como; medición de temperatura, potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto y conductividad.

Por otro lado, en cada estación de monitoreo además se realizó la toma de muestras de agua para la determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos en laboratorio de análisis ambiental.

Para la fauna íctica se realizó un muestreo a través de la técnica de pesca eléctrica, considerando un tramo de 10m a la redonda, registrando el tiempo o esfuerzo de colecta, lo que correspondió a 25 minutos por estación. Para cada individuo colectado se realizó la determinación de su longitud, peso, se procedió a la toma de un registro fotográfico y su identificación hasta la menor escala taxonómica posible.

Se realizó la determinación de la flora macrófita, a través del uso de transectas de 10m, considerando una profundidad máxima por estación de 0,5m. Se estimó la abundancia relativa de las especies y se determinó el porcentaje de cobertura.

En cada estación de monitoreo, se realizó el muestreo de macroinvertebrados con una red Surber de 0,09 m² y un cedazo de 250 µm para retener todos los organismos de igual o superior tamaño, siguiendo el método de multi-hábitats de tiempo limitado. Las muestras

colectadas fueron fijadas en alcohol desnaturalizado al 70% y transportadas al laboratorio para su posterior identificación y análisis taxonómico más bajo posible.

Se realizó el muestreo de sedimento fluvial, para análisis granulométrico y determinación de materia orgánica en laboratorio. Los parámetros biogeoquímicos de temperatura, potencial de hidrógeno y potencial de óxido-reducción fueron medidos in situ.

Métodos de Análisis

Cuerpo de Agua

Las mediciones reportadas in situ fueron descargadas directamente desde los equipos de medición y tabulados para su interpretación.

Tabla 1. Parámetros medidos In Situ en el estero Curanadú.

Parámetro	Unidad
pH	Unidad
Temperatura	°C
Conductividad	uS*cm ⁻¹
Oxígeno	mg*L ⁻¹

La determinación de los parámetros de calidad ambiental de la columna de agua fue realizada bajo los siguientes métodos.

Tabla 2. Referencia metodológica de los parámetros medidos en el estero Curanadú.

Parámetro	Unidad	Referencia metodológica
Fósforo	mg*L ⁻¹	SM 4500-P E(1)
Nitrógeno amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg*L ⁻¹	SM 4500 DC(1)
Nitrógeno Kjeldahl	mg*L ⁻¹	SM 4500 Norg B-C D(1)
Hidrocarburos Fijos	mg*L ⁻¹	SM 5520 F
Hidrocarburos totales	mg*L ⁻¹	Cálculo
Hidrocarburos Volátiles	mg*L ⁻¹	ISO 10301 (1997)
Aceites y Grasas (A y G)	mg*L ⁻¹	SM 5520 B-D
DBO ₅	mg*L ⁻¹	SM 5210 B(1)
DQO	mg*L ⁻¹	SM 5220D (1)
Sólidos Sedimentables	mg*L ⁻¹	SM-2540 F(1)
Sólidos flotantes visibles	m	--
Alcalinidad Total	CaCO ₃	SM 2320 B (1)
Color	U Pt/Co	SM Met. 2120 C (1)
Coliformes fecales	NMP*100 ml ⁻¹	SM 9221 E(1)
Turbiedad	NTU	ME-03-2007
Petróleo o Hidrocarburos	uS*cm ⁻¹	--

(1) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23 th Edition 2017; *suma de hidrocarburos fijos + hidrocarburos volátiles.
 (1) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012; (2) Nitrógeno total = nitrato + nitrito + nitrógeno Kjeldahl (mg*L⁻¹).

Fauna Ictica

De la información de captura e identificación de ictiofauna obtenida en terreno fueron determinados los atributos comunitarios de riqueza taxonómica (número de taxa, S) y abundancia relativa (número de individuos, N). Adicionalmente, el factor de condición (K) fue estimado a partir de las medidas de longitud y peso total de acuerdo con el modelo de relación establecidos por Lagler (1956) y Ricker (1971), el cual se describe en la siguiente expresión: $K=(PT/LT^3) *100$, donde LT = longitud total (cm.); PT = peso total (g.).

El estado de conservación y endemismo de los organismos capturados fue determinado por los procesos del RCE1 (Reglamento de Clasificación Especies).

Macrófitas

Con la información de flora acuática levantada en terreno se determinaron la riqueza de especies (número de taxa, S) y la abundancia a través de la cobertura estimada mediante el programa Coral Point Count with Excel extensions (CPCe: Kohler & Gill, 2006). Las especies que no fueron identificadas in situ, fueron determinadas en laboratorio usando los trabajos de Marticorena & Quezada (1985), Marticorena & Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005), Matthei (1995), Ramírez & San Martín (2005, 2006) y Urrutia et al. (2017).

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados obtenidos fueron separados y observados bajo una lupa estereoscópica Olympus 10X con cámara integrada e identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. A partir de los individuos identificados, la riqueza taxonómica (número de taxa, S), la abundancia relativa (número de individuos, N) y biomasa (peso húmedo en gramos, B) por taxa son determinados, y a partir de los datos de abundancia se calculan los índices comunitarios de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949), uniformidad de Pielou (Pielou, 1969), y dominancia de Simpson (Simpson, 1949). Todos los análisis fueron realizados usando el programa PRIMER-E versión 6.1.6.

Sedimentos fluviales

El análisis de materia orgánica total (MOT) fue realizado según la metodología de la RES N°3612/2009 de la SUBPESCA. Para ello, las muestras fueron secadas a 105°C hasta alcanzar peso constante. Posteriormente, fue colectada una submuestra de 10 gramos por cada estación, la que fue incinerada en una mufla a 450°C por cinco horas. La caracterización biogeoquímica del sedimento, basada en el valor de temperatura, potencial óxido-reducción (redox) y potencial de hidrógeno fueron analizados según la metodología de la RES N°3612/2009 y sus modificaciones.

Resultados

Cuerpo de Agua

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los parámetros medidos in situ, en las estaciones de muestreo del área de estudio “estero Curanadú”.

Tabla 3. Valores de los parámetros físicos de agua medidos In situ en las estaciones de muestreo realizadas en el estero Curanadú.

Estaciones		Parámetros			
		Temperatura (°C)	Potencial de hidrógeno (pH)	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/l)
A-Arriba		11,6	7,7	117	8,7
E1-EC		11,1	7,1	297	9,9
E2-EC		11,6	7,8	137	10,2
A-Abajo		10,9	7,5	106	9,6
Promedio		11,3±0,36	7,5±0,31	164,3±89,43	9,6±0,65
Clase excepcional		<0,5	6,5 - 8,5	<600	>7,5
CONAMA ¹	Clase 1	1,5	6,5 - 8,5	750	7,5
	Clase 2	1,5	6,5 - 8,5	1500	5,5
	Clase 3	3	6,5 - 8,5	2500	5
NCh1333 Of.78 ²		3*	6,0 - 9,0	-	>5,0

¹CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas; ² Norma chilena oficial. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos; *Valor considerado como el delta entre estaciones.

Temperatura

La temperatura medida en el área de estudio presentó un rango de variación comprendido entre 10,9 °C y 11,6 °C, con un valor promedio de 11,3 ± 0,36 °C. Observándose la mayor temperatura en la estación A-Arriba, ubicada 500 m aguas arriba del área de estudio y la menor temperatura fue registrada en la estación de muestreo A-Abajo ubicada 500 m aguas abajo del área de estudio. Los valores registrados se encontraron dentro del límite establecido por la NCh N° 1333/78, en cual establece que los flujos de agua no deben aumentar el valor natural en más de 3°C (Tabla 3, Figura 2).

Potencial de Hidrógeno

El pH medido en el área de estudio presentó un rango de variación comprendido entre 7,1 y 7,8, con un valor promedio de 7,53 ± 0,31. Todos los valores se encontraron dentro de los límites establecidos por la Nch 1333/78, el cual establece que el pH se debe mantener entre 6,0 - 9,0 (Tabla 3, Figura 2).

Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica medidos en el área de estudio presentaron valores comprendidos entre 106,0 µS*cm⁻¹ y 297,0 µS*cm⁻¹, con una conductividad promedio de 164,3 ± 89,4 µS*cm⁻¹. Los valores se encontraron dentro de los límites establecidos por la Nch 1333/78, el cual establece que la conductividad no debe ser mayor a 750 uS/cm para

que sea clasificada como “agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales” (Tabla 3, Figura 2).

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio presentó valores comprendidos entre 8,7 mg*l⁻¹ y 10,2 mg*l⁻¹, con una concentración promedio de 9,6 ± 0,65 mg*l⁻¹. Los valores se encontraron dentro de los límites establecidos por la Nch 1333/78, la cual establece que la concentración de oxígeno disuelto debe ser >5 mg*l⁻¹ para cumplir los estándares o requisitos para agua destinada a vida acuática (Tabla 3, Figura 2).

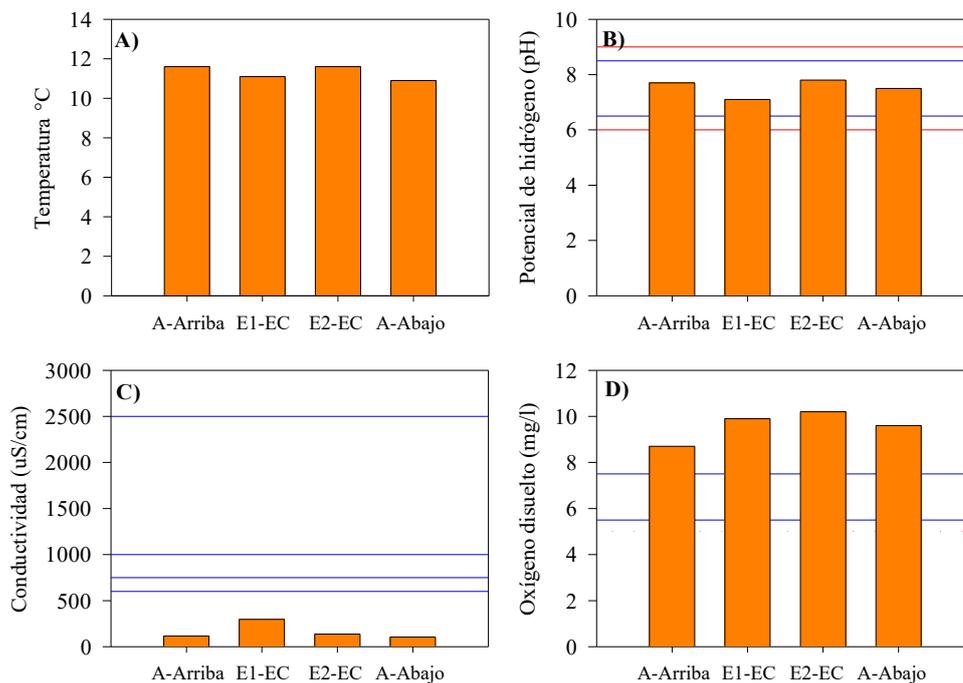


Figura 2. Representación gráfica de los parámetros medidos in situ, (A) temperatura, (B) potencial de hidrógeno, (C) conductividad y (D) oxígeno disuelto, medidos en las estaciones de monitoreo realizadas en el estero Curanadú. Proyecto “Plantel de engorda y lechero Fundo Los Varones”. La línea azul corresponde a los límites propuestos por la Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, la línea continua roja corresponde a los límites de la Norma chilena oficial NCh1333 y la línea discontinua roja a un límite propuesto por ambas normativas.

Parámetros de calidad del cuerpo de agua

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la caracterización química y microbiológica de las estaciones de muestreo analizadas para el estero Curanadú.

Tabla 4. Caracterización química y microbiológica del cuerpo de agua del estero Curanadú.

Parámetro	Unidad	Estaciones				CONAMA ¹				NCh 133 3 Of 78 ²
		A- Arriba	E1-EC	E2-EC	A- Abajo	Clase excepciona l	Clase 1	Clase 2	Clase 3	
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,09	0,10	0,08	0,10	--	--	--	--	--
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	0,071	0,084	0,065	0,080	--	--	--	--	--
Fósforo total	mg/l	0,0340	0,0330	0,0320	0,0320	--	--	--	--	--
Coliformes fecales	NMP/100 ml	23,0	130,0	350,0	20,0	<10	1000	2000	5000	1000
Aceites y grasas	mg/l	<4	<4	<4	<4	<4,0	5	5	10	--
DBO ₅	mg/l	<1	<1	<1	<1	<2,0	5	10	20	--
DQO	mg/l	1,20	<0,78	<0,78	<0,78	--	--	--	--	--
Alcalinidad	Mg CaCO ₃ /l	56	64	50	56	--	--	--	--	>20
Sólidos sedimentables	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	--	--	--	--	<V.N. ³
Turbiedad	UNT	3,6	2,8	3,4	3,9	--	--	--	--	304

CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas superficiales y marina;
²Norma Chilena Oficial. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos; V.N.³: Valor natural; 30⁴: No debe aumentar el valor natural en más de 30 unidades en escala de sílice, equivalente a 4 UNT (1 UNT=7,5 unidades de sílice). No se detectó presencia de color, sólidos flotantes visibles y espumas no naturales o hidrocarburos.

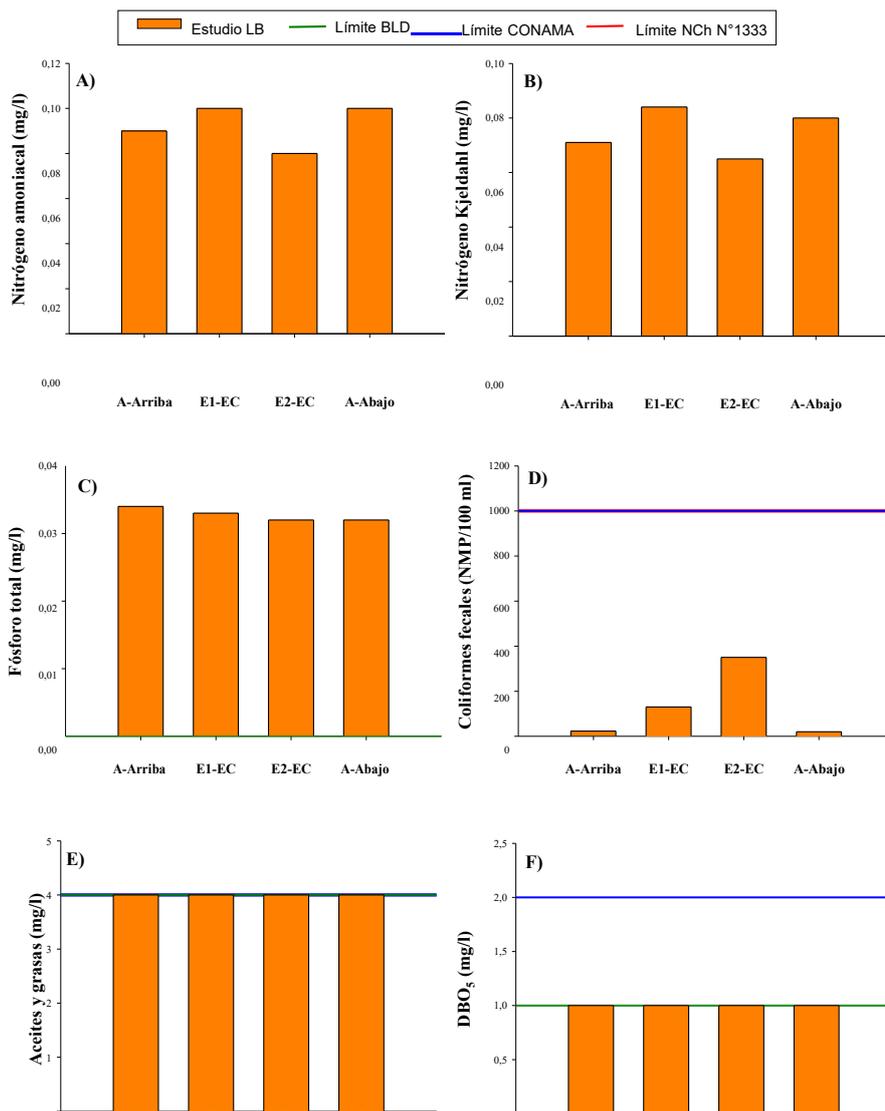


Figura 3. Representación gráfica de los parámetros de calidad nitrógeno amoniacal (A), nitrógeno Kjeldahl (B), fósforo total (C), coliformes fecales (D), aceites y grasas (E) y DBO₅ (F) evaluados en las estaciones de monitoreo del estero Curanadú.

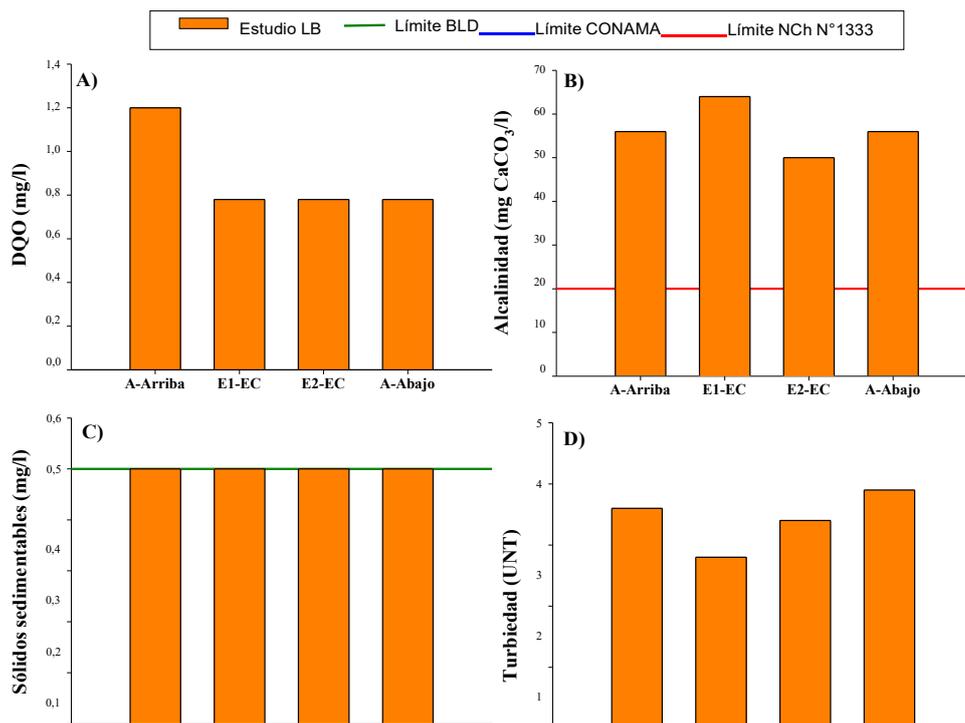


Figura 4. Representación gráfica de los parámetros de calidad DQO (A), alcalinidad (B), sólidos sedimentables (C) y turbiedad (D), evaluados en las estaciones de monitoreo del estero Curanadú.

Nitrógeno amoniacal

La concentración de Nitrógeno amoniacal presentó valores comprendidos entre 0,08 mg/l y 0,10 mg/l, con un promedio de $0,09 \pm 0,01$ mg/l. La máxima concentración fue evidenciada en las estaciones de muestreo A-Abajo y en E1 EC (Tabla 4; Figura 3A).

Nitrógeno Kjeldahl

Los niveles de Nitrógeno Kjeldahl presentaron rangos de variación comprendidos entre 0,065 mg/l y 0,084 mg/l, con una concentración promedio de $0,08 \pm 0,01$ mg/l, observando la máxima concentración en las estaciones de muestreo A-Arriba y en E1-EC (Tabla 4; Figura 3B).

Fósforo total

La concentración Fósforo, presentó rangos de variación comprendidos entre 0,0320 mg/l y 0,0340 mg/l, con una concentración promedio de $0,033 \pm 0,001$ mg/l, observando la máxima concentración en las estaciones de muestreo A-Arriba 0,034 mg/l y E1-EC 0,033 mg/l (Tabla 4; Figura 3C).

Coliformes fecales

La concentración de coliformes fecales medidas en el área de estudio presentó en una concentración promedio de $130,8 \pm 154,9$ NMP/100 ml. Las mayores concentraciones de coliformes fecales fueron observadas en las estaciones de muestreo E2-EC con 350 NMP/100 ml, y en la estación E1-EC con 130 NMP/100 ml. Mientras que las menores concentraciones de coliformes fecales, estuvieron asociadas a las estaciones de muestreo A-Abajo con 20 NMP/100 ml y en A-Arriba con 23 NMP/100 ml. De acuerdo con los valores referenciales establecidos en la Tabla N°1 de CONAMA, las estaciones del área de estudio se ubican en la clase 1 de calidad ambiental, además estos valores se encontraron dentro de los límites establecidos por la NCh N°1333 (Tabla 4; Figura 3D).

Aceites y Grasas

La concentración de Aceites y grasas medida en el área de estudio, en todas las estaciones de monitoreo, presentó concentraciones bajo el límite de detección analítica (<4 mg/l). Este nivel se ajusta a la categoría clase excepcional de los valores referenciales establecidos en la Tabla N°1 de CONAMA (Tabla 4; Figura 3E).

DBO₅

La Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) medida en el área de estudio, presentó valores bajo el límite de detección analítico (<1 mg/l). Los niveles de DBO₅ se encuentran en la categoría de "Clase excepcional" según los valores referenciales establecidos en la Tabla N°1 de CONAMA (Tabla 4; Figura 4F).

DQO

La Demanda química de oxígeno (DQO) medida en el área de estudio, presentó una concentración <0,78 mg/l en las estaciones de muestreo A-Abajo, E1-EC y en E2-EC. Mientras que en la estación de muestreo A-Arriba presentó un valor de 1,2 mg/l (Tabla 4; Figura 4A).

Alcalinidad Total

Los niveles de Alcalinidad presentaron rangos de variación comprendidos entre 50 mg CaCO₃/l y 64 mg CaCO₃/l, con un valor promedio de $56,5 \pm 5,74$ mg CaCO₃/l, observando los mayores valores en las estaciones de muestreo E1-EC 64 mg CaCO₃/l y en A-Arriba y A-Abajo, ambas con 56 mg CaCO₃/l. Las concentraciones de alcalinidad en todas las estaciones de monitoreo se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad establecidos en la Tabla N°4 de la NCh N°1333, como requisito para aguas destinadas a vida acuática (i.e., >20 mg CaCO₃/l; Tabla 4; Figura 4B).

Sólidos Sedimentables

La concentración de sólidos sedimentables en las cuatro estaciones de muestreo presentó valores bajo el límite de detección analítica (<0,5 mg/l). Los sólidos sedimentables en las estaciones de la actual campaña se ajustan a los límites de aceptabilidad de la normativa

referencial NCh N°1333 para aguas destinadas a vida acuática (i.e., menor al valor natural; Tabla 4; Figura 4C).

Turbiedad

La turbiedad medida en el área de estudio, presentó un valor promedio de $3,4 \pm 0,5$ UNT, registrándose un valor mínimo de 2,8 UNT en la estación de monitoreo E1-EC y un valor máximo de 3,9 UNT en la estación A-Abajo. Los niveles de turbiedad de la actual campaña se encuentran dentro del límite máximo de aceptabilidad establecido en la tabla N°4 de la NCh N°1333 como requisito para aguas destinadas a vida acuática (Tabla 4; Figura 4D).

Hidrocarburos Volátiles, fijos y totales

Los hidrocarburos, en todas las estaciones de monitoreo, presentaron valores bajo el límite de detección (hidrocarburos volátiles (volátiles: $<0,2$ mg/l; fijos y totales: <1 mg/l; Tabla 4).

Fauna Íctica

La ictiofauna presente en el área de estudio durante el muestreo realizado el 15 de junio de 2021, estuvo compuesta por un total de 4 especies, representantes de 4 familias (Tabla 5).

Tabla 5. Listado de especies capturadas en el estero Curanadú.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa
Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Nativa
Perciformes	Perciliidae	<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Nativa
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Exótica

La especie con mayor abundancia absoluta durante el presente muestreo fue *Galaxias maculatus* (Puye, N = 10), la cual representó el 50% de la abundancia total de peces en el área de estudio. En orden decreciente, se observaron las especies *Percilia gillissi* (Carmelita, N = 4), representando un 20 % de la abundancia; y las especies *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito, N = 3) y *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris, N = 3), las que representaron un 15% cada una (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia total (número de individuos) y parámetros comunitarios de la ictiofauna colectada en el estero Curanadú.

Clase	Familia	Nombre científico	E1 EC	E2 EC	Aguas Abajo	Aguas Arriba
Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	3	0	0	0
Actinopterygii	Perciliidae	<i>Percilia gillissi</i>	0	1	0	0
Actinopterygii	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	2
Actinopterygii	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp.	0	0	0	1
		Riqueza (N° de taxa)	1	1	0	2
		Abundancia (ind.)	3	1	0	3
		Uniformidad (J')	***	***	***	0,9
		Diversidad (H')	0	0	0	0,9
		Dominancia (λ)	1,0	1,0	***	0,6

***: Valor no determinado.

Parámetros comunitarios

Considerando la distribución espacial de las estaciones de pesca (Figura 1), se observó que la mayor abundancia numérica estuvo asociada a las estaciones de pesca E1 EC (N = 8), E2 EC (N = 6) y la estación ubicada 500 m Aguas arriba (N = 5). Mientras que en la estación de pesca ubicada 500m aguas abajo, se logró capturar sólo 1 ejemplar (N = 1) (Figura 5). Para el caso de la riqueza de especies (S), el mayor número de especies estuvo asociado a las estaciones de pesca Aguas arriba (S = 2) y E2 EC (S = 2), ambas con 2 especies, mientras que en las estaciones de pesca E1 EC (S= 1) y Aguas abajo (S = 1) se logró capturar 1 especie (Figura 5).

Los valores obtenidos para los distintos índices ecológicos, calculados en base a los datos de abundancia de peces obtenidos en cada una de las 4 estaciones de pesca realizadas en el área de estudio, se muestran en la Tabla 6. Aquí se observa principalmente que hay una riqueza total de 4 especies (S = 4), con abundancias comprendidas entre 1 y 8 ejemplares (N). Por su parte, el índice de equidad (J'), sólo fue posible calcularlo en las estaciones de pesca con más de una especie; de esta manera valores de $J' = 0,971$ en la estación Aguas arriba y $J' = 0,9183$ en la estación E2 EC, valores que sugieren que en estos puntos de muestreo hay una buena proporcionalidad de la diversidad observada en relación con la diversidad esperada. Por otro lado, el índice de Diversidad (H') presentó valores de 0,673 y 0,636 en las estaciones aguas arriba y E2 EC respectivamente. La Dominancia varió entre 0,533 y 0,6, valores que podrían sugerir una posible dominancia, en términos de abundancia, por parte de la especie más abundante en la estación de pesca asociada (Tabla 6). Respecto al estado nutricional de los peces la relación entre el peso y la longitud de los individuos expresada como Factor de Condición (K) indica que los individuos de la especie *Galaxias maculatus* presentan estado nutricional deficiente con valores de $K \leq 0,5$; los individuos de las especies *Percilia gillissi* y *Oncorhynchus mykiss* presentaron un buen estado nutricional con valores de K cercanos o superiores a uno ($K \sim 1$).

Finalmente, el análisis de conglomerados (Cluster) muestra 0% de similitud entre las distintas estaciones de muestreo (Figura 6) y la ordenación de los datos de abundancia en

un espacio multivariado a través del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) muestra cierta cercanía entre las estaciones E2EC y Aguas Abajo (Figura 5).

Tabla 7. Fauna íctica registrada en las estaciones de monitoreo ubicadas en el estero Curanadú.

Muestra	Clase	Familia	Nombre científico	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K)
E1 EC	Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	1,5	6,9	0,5
	Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	1,2	6,5	0,4
	Actinopterygii	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i>	0,7	5,5	0,4
E2 EC	Actinopterygii	Perciliidae	<i>Percilia gillissi</i>	6,4	7,9	1,3
Aguas Arriba	Actinopterygii	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1900,0	23,6	14,5
	Actinopterygii	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	21,3	13,1	0,9
	Actinopterygii	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp.	0,7	5,0	0,6

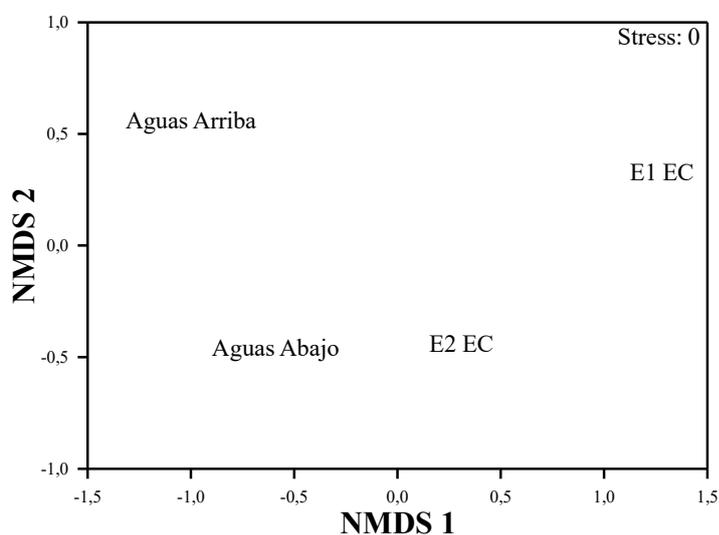


Figura 5. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis.

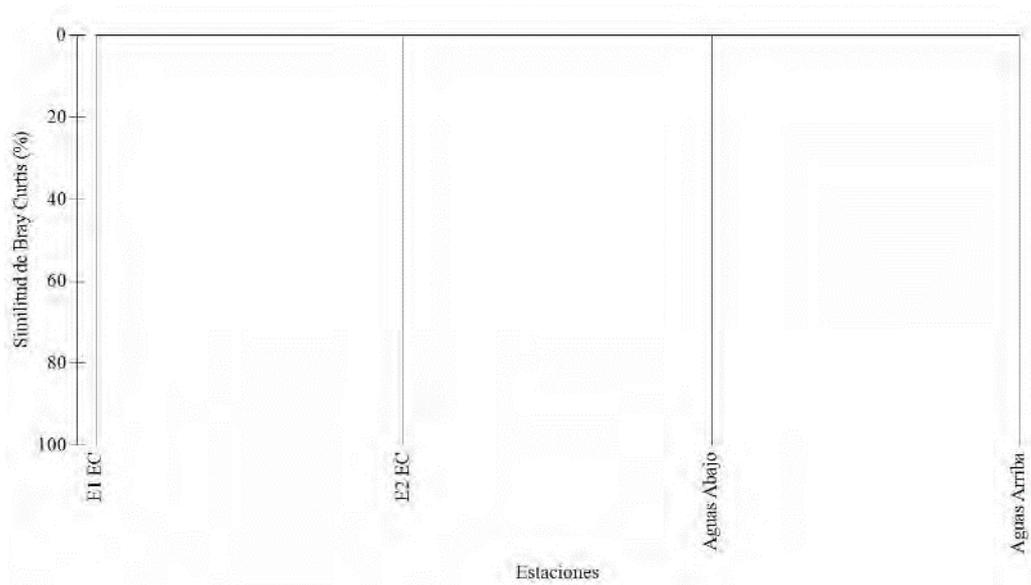


Figura 6. Análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis.

Origen geográfico

Al analizar el origen de las especies identificadas en el área de estudio, se observaron especies de origen Nativo, tales como; *Galaxias maculatus* (Puye), *Percilia gillissi* (Carmelita) y *Trichomycterus areolatus* (Bagrecito), las que representaron un 85%. Así también se encontró una especie de origen Exótico *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arcoíris), que representó un 15% del total (Figura 7).

Al analizar la presencia de especies según su origen en cada una de las estaciones de pesca, se observó que en la estación de pesca Aguas arriba, se capturaron 2 ejemplares de la especie exótica *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arcoíris) y 3 ejemplares de la especie nativa *Trichomycterus areolaus* (Bagrecito). En la estación E1 EC, sólo se evidenció la presencia de especies nativas, representada por 8 ejemplares de *Galaxias maculatus* (Puye). De igual manera, en la estación E2 EC, sólo se evidenció la presencia de especies de origen nativo, representadas por 2 ejemplares de *Galaxias maculatus* (Puye), y 4 ejemplares de *Percilia gillissi* (Carmelita). Mientras que en la estación de pesca Aguas abajo, sólo se evidenció la presencia de especies exóticas, representadas por un ejemplar de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arcoíris) (Tabla 8).



Figura 7. Ejemplares de (A) *Galaxias maculatus*, (B) *Percilia gillisi*, (C) *Trichomycterus areolatus* y (D) *Oncorhynchus mykiss* registrados en el área de estudio.

Tabla 8. Distribución de las especies de fauna íctica encontradas en las estaciones de monitoreo del estero Curanadú y su categoría de conservación.

Especie	Origen	RCE	UICN	Estaciones de muestreo			
				Aguas Arriba	E1 EC	E2 EC	Aguas Abajo
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Nativa	VU ¹	DD	3	0	0	0
<i>Galaxias maculatus</i>	Nativa	LC/NU ²	LC	0	8	2	0
<i>Percilia gillisi</i>	Nativa	EN ³	DD	0	0	4	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Exótica	S.I.	S.I.	2	0	0	1

RCE (Procesos: 1 - 16): CR = En peligro crítico, DD = Datos insuficientes, EN = En Peligro, EW = Extinta en estado silvestre, EX = Extinta, FP = Fuera de Peligro, IC = Insuficientemente Conocida, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, R = Rara, VU = Vulnerable. **UICN** (2016): EX = Extinta, EW = Extinta en estado silvestre, CR = Peligro Crítico, EN = En Peligro; VU: Vulnerable, LR: Preocupación Menor. D/D: Data Deficiente, NE = Sin Dato de clasificación.

¹ DS 51 MINSEGPRES 2008 (3er Proceso RCE); ² DS 19 MMA 2012 (8vo proceso RCE); ³ DS 33 MMA 2011 (5to proceso RCE).

Flora acuática (Macrófitas)

La prospección de la composición florística de las plantas acuáticas y de la vegetación asociada a las riberas del estero Curanadú, reveló la presencia de 4 especies: *Callitriche stagnalis*, *Nasturtium officinale*, *Mentha sp.* y *Rubus ulmifolius*, representantes de 4 familias (Tabla 9).

De ellas, las especies acuáticas corresponden a *Callitriche stagnalis*, registrada en la estación de muestreo E2-EC con una cobertura de un 30,9% del área en este punto de muestreo; y *Nasturtium officinale* registrada en la estación de muestreo Aguas Arriba, donde se observó una cobertura de un 32,9%. Por otro lado, en las Estaciones de muestreo E1-EC, no se evidenció la presencia de plantas acuáticas, sólo se registró la presencia de la especie *Mentha sp.*, con una cobertura de un 11,9%. De igual manera, en la estación de muestreo ubicada aguas abajo, no se evidenció la presencia de plantas acuáticas, observándose sólo la presencia de *Rubus ulmifolius* con una cobertura de un 33,3%. *Callitriche stagnalis* forma parte de la flora acuática nativa de Chile (Hauenstein, 2006).

Tabla 9. Porcentaje de cobertura de macrófitas acuáticas registradas en las estaciones de muestreo: Aguas Arriba, E1 EC, E2 EC y Aguas Abajo del estero Curanadú.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Muestras			
				E1 EC	Aguas Arriba	E2 EC	Aguas Abajo
Magnoliopsida	Callitrichales	Callitrichaceae	<i>Callitriche stagnalis</i>	0	0	31	0
Magnoliopsida	Capparales	Boraginaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	0	33	0	0
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	<i>Mentha sp.</i>	12	0	0	0
Magnoliopsida	Rosales	<u>Rosaceae</u>	<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	33
	-		Suelo desnudo	88	67	69	67
			Cobertura total %	100	100	100	100

Macroinvertebrados

La estructura comunitaria de macroinvertebrados presentes en el área de estudio, estuvo compuesta por 6 especies representantes de 6 familias y pertenecientes a 5 Orden (Tabla 10). La comunidad estuvo dominada por individuos de los Orden Diptera y Lumbriculida con un 33,3% de representación cada uno, seguido del Orden Decapoda con un 16 % y una baja representación de los Orden Ephemeroptera y Plecoptera con 8,3% de representación cada uno (Figura 8).

Considerando la distribución espacial de las estaciones de muestreo, se observó que la mayor abundancia de macroinvertebrados estuvo asociada a las estaciones de muestreo Aguas arriba y en E2-EC, ambas con 40 individuos/m², observándose en menor cantidad en las estaciones E1-EC y aguas abajo, ambas con 20 individuos/m². Mientras que la riqueza de especies (Nº de especies) fue mayor en E2-EC con 4 especies (S = 4), disminuyendo a 2 especies (S = 2) en E1-EC y aguas arriba; en la estación de muestreo ubicada aguas abajo, se constató la presencia de 1 especie (S = 1).

Tabla 10. Macroinvertebrados dulceacuícolas (Ind*m-2) registradas en las estaciones de monitoreo (Aguas arriba, E1-EC, E2-EC y aguas abajo) del estero Curanadú.

Orden	Familia	Nombre científico	Muestras				Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)
			E1 EC	E2 EC	Abajo	Arriba		
Decapoda	Aeglidae	<i>Aegla</i> sp.	10	10	0	0	16,67	50,0
Diptera	Chironomidae	Chironomidae indet.	10	0	0	0	8,33	25,0
Diptera	Limoniidae	Limoniidae indet.	0	0	20	10	25,00	50,0
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae indet.	0	10	0	0	8,33	25,0
Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i> sp.	0	10	0	30	33,33	50,0
Plecoptera	Gripopterygiidae	Gripopterygiidae indet.	0	10	0	0	8,33	25,0
		Riqueza (N° de taxa)	2	4	1	2		
		Abundancia (ind./m²)	20	40	20	40		
		Dominancia (λ)	0,50	0,25	1,00	0,63		
		Diversidad (H')	1,00	2,00	0,00	0,81		
		Uniformidad (J')	1,00	1,00	***	0,81		

***: Valor no determinado.

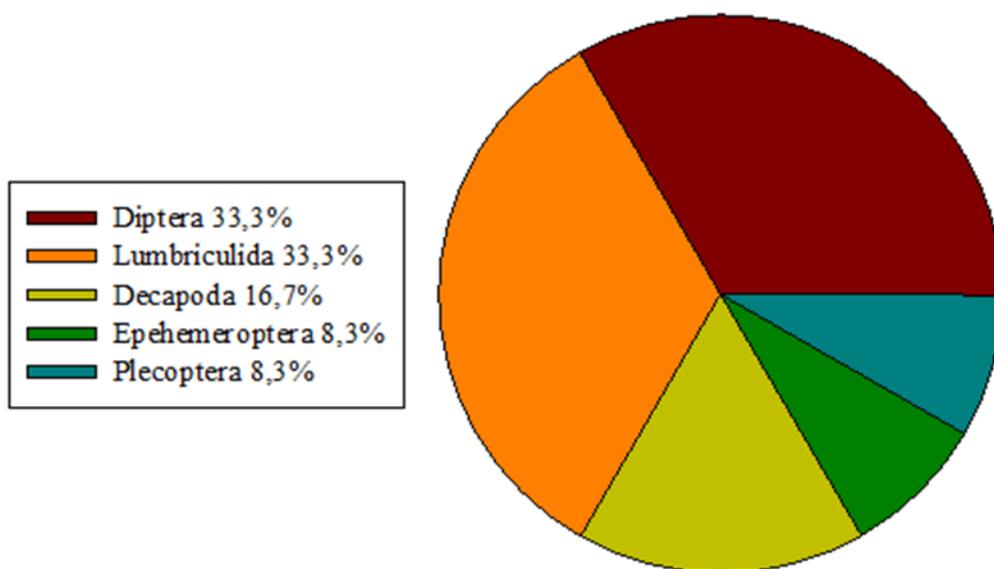


Figura 8. Abundancia relativa (%) de los Orden registrados el Estero Curanadú.

Los valores obtenidos para los distintos índices ecológicos, calculados en base a los datos de abundancia de macroinvertebrados, obtenidos en cada una de las 4 estaciones de muestreo realizadas en el área de estudio, se muestran en la Tabla 10. Aquí se observa principalmente que hay una riqueza total de 6 especies ($S = 6$), con una abundancia total de 120 individuos/m² comprendidas entre 10 y 40 individuos/m². Por su parte, el índice de

equidad (J'), sólo fue posible calcularlo en las estaciones de muestreo con más de una especie; de esta manera valores de $J' = 1$ en las estaciones E1-EC y en E2-EC; $J' = 0,8113$ en la estación A-arriba, valores que sugieren que en estos puntos de muestreo hay una buena proporcionalidad de la diversidad observada en relación a la diversidad esperada. Por otro lado, el índice de Diversidad (H') presentó valores de 0,81 en la estación aguas arriba y de 1,00 y 2,00 para las estaciones E1-EC y E2-EC respectivamente. La Dominancia varió entre 0,15 – 1,00.

De acuerdo con el índice biótico de familias (IBF) (Tabla 11) los taxa de macroinvertebrados registrados en el área de estudio presentaron valores heterogéneos que variaron entre $t_i = 1$ y $t_i = 8$, los cuales reflejaron clases de calidad que variaron de “muy mala” a “excelente”. Específicamente en la estación E2 EC se registró categorizó en clase I equivalente a una calidad “excelente”, la estación E1 EC fue categorizada en la Clase III equivalente a una calidad de agua “buena” y la estación Arriba fue categorizada en una la Clase VIII equivalente a una calidad “muy mala”. En la estación Abajo no fue posible estimar el índice debido a la ausencia de macrofauna. El índice EPT% mostró resultados similares con calidades que variaron de “buena” a “mala”. En detalle las estaciones E1 C, Abajo y Arriba fueron categorizada en la Clase 4, equivalente a la calidad “mala”. Solo estación E2 C fue categorizada en la Clase 2 equivalente a la calidad “buena” (Tabla 12).

Tabla 11. Valores del índice Biótico de Familia (IBF) en las estaciones con presencia de macrofauna bentónica (Hauer & Lamberti, 1996, Figueroa et al., 2003). ND: No Determinado

Familia	E1 EC	E2 EC	Abajo	Arriba	t_i	E1 EC	E2 EC	Abajo	Arriba
Aegliidae	10	10	0	0	3	30	30	0	0
Chironomidae	10	0	0	0	7	70	0	0	0
Limoniidae	0	0	20	10	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae	0	10	0	0	2	0	20	0	0
Lumbriculidae	0	10	0	30	8	0	80	0	240
Gripopterygiidae	0	10	0	0	1	0	10	0	0
	20	40	20	40	$t_i * n_i$	100	140	0	240
					IBF	5,00	3,50	-	8,00
					Clase	III	I	ND	VIII
					Calidad	Buena	Excelente	ND	Muy Mala

Tabla 12. Valores del índice EPT% (porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) en las estaciones con presencia de fauna bentónica Estero Curanadú.

Orden	E1 EC	E2 EC	Abajo	Arriba
Ephemeroptera	0	10	0	0
Plecoptera	0	10	0	0
EPT %	0	50	0	0
Clase	4	2	4	4
Calidad	Mala	Buena	Mala	Mala

Sedimento fluvial

El porcentaje promedio de materia orgánica total (MOT) en el sedimento fue de $0,81 \pm 0,22$ el cual varió entre 0,61% en la estación E2-EC y un 1,11% en la estación E1-EC. Al comparar estos resultados con la Res. Ex. N°3612/2009 y considerando esta normativa solo para fines referenciales, el contenido de MOT se encuentra bajo los límites máximos permitidos.

Tabla 13. Contenido de materia orgánica para las estaciones de sedimentos fluviales en el Estero Curanadú.

Muestra	Materia orgánica total (%)
E1-EC	1,11
E2-EC	0,61
Aguas Abajo	0,71
Aguas Arriba	0,82
Promedio	$0,81 \pm 0,22$
Res. Ex. N°3612/2009	$\leq 9,00\%$

Según Folk & Ward (1957), las fracciones sedimentarias más representativas en las estaciones de monitoreo fue la arena gruesa ($\phi=1$) la cual contribuyó con un 42,11% de dominancia en la estación E1-EC, un 50,16% en la estación E2-EC, un 50,59% en la estación Aguas Abajo y un 62,08% en la estación Aguas Arriba. El grado de selección en el área de estudio tipificó entre pobremente seleccionada a muy bien seleccionada (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis granulométrico para las estaciones de monitoreo: porcentaje de grava, arena y fango, diámetro promedio del grano, clasificación, curtosis, asimetría y características físicas (sensu Folk & Ward, 1957).

Fracción sedimentaria seca	Phi (ϕ)	Abertura del tamiz (mm)	Fracciones sedimentarias retenidas (%)			
			E1-EC	E2-EC	Aguas Abajo	Aguas Arriba
Grava	-1	> 2,000	6,85	0,12	6,54	1,05
Arena muy gruesa	0	1,000	22,25	2,94	33,18	14,94
Arena gruesa	1	0,500	42,11	50,16	50,59	62,08
Arena media	2	0,250	16,24	42,21	7,64	18,59
Arena fina	3	0,125	6,59	2,60	0,95	1,47
Arena muy fina	4	0,063	1,99	0,40	0,05	0,10
Fango	5	< 0,063*	3,97	1,56	1,05	1,78
Masa promedio total de la muestra húmeda (g)			100,0 0	100,0 1	100,00	100,01
Grado de selección (ϕ)			PS	MS	MS	MS

Caracterización del hábitat

El entorno de las estaciones de monitoreo fue similar entre sí, la profundidad varió entre 0,3m a 0,8m y con un hábitat dominado por ambientes del tipo lento somero, con velocidades de corriente mayores a 0,5 m/s y menores a 1,0 m/s. Además, las estaciones presentaron el sustrato dominante fueron arena, con vegetación sumergida y emergida y vegetación ribereña presente en todas las estaciones de monitoreo. Cabe señalar que solo la estación A-Arriba y E1-EC se encuentran próximas a una Lechería.

Tabla 15. Atributos y características del hábitat de cada estación de monitoreo ubicadas en el Estero Curanadú

Característica	Estaciones			
	A-Arriba	A-Abajo	E1-EC	E2-EC
Profundidad (metros)	0,3	0,8	0,6	0,3
Ancho aproximado (metros)	3	7	8	6
Velocidad aparente de la corriente	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5
Tipo de sustrato	Arena	Arena	Arena	Arena
Entorno directo (orilla a 20 m)	Pastizal	Pastizal	Pastizal	Pastizal
Entorno indirecto (orilla a más de 20 m)	Lechería	Campo	Lechería	Campo
Vegetación sumergida y emergida	Presente	Presente	Presente	Presente
Vegetación ribereña	Presente	Presente	Presente	Presente
Tipo de ambiente	Lento somero	Lento somero	Lento somero	Lento somero

Interpretación de resultados

Calidad del cuerpo de agua

En base a las mediciones in situ realizadas en las estaciones de muestreo distribuidas en el curso del estero Curanadú, se observa que el sistema acuático presentó valores que se ajustaron a límites referenciales establecidos por la Guía CONAMA para la Elaboración de Normas de Calidad Secundaria, y a los límites establecidos por la NCh N°1333/78, indicando que las aguas del estero poseen clases de calidad que varían entre las clases “Clase 1” y “Clase Excelente” (sensu CONAMA).

Los parámetros de calidad de agua analizados en laboratorio también presentaron resultados que se ajustaron a los límites referenciales establecidos por la Guía CONAMA, y a los límites establecidos por la NCh N°1333/78, los cuales confirman los resultados registrados in situ, equivalentes a las clases de calidad que variaron entre la “Clase 1” y “Excepcional” (sensu CONAMA). Finalmente, la inspección visual del área de estudio no constató la presencia de sólidos flotantes visibles ni señales de petróleo o hidrocarburos.

Calidad de Sedimentos

En general los sedimentos presentaron un bajo porcentaje de contenido de materia orgánica de acuerdo con la Res. Ex. N°3612/2009, y solo en la estación E1-EC se presentó un valor de materia orgánica total más elevado, siendo superior en un 0,29% a la estación aguas arriba. El contenido de materia orgánica en los sedimentos fluviales juega un papel crítico en la calidad de agua, debido a que son capaces de almacenar o liberar sustancias tóxicas, tales como químicos orgánicos o metales pesados (Ballinger & Mckee, 1971, Horowitz, 1991, Schorer, 1997). Por otra parte, el contenido orgánico de los sedimentos fluviales representa una fuente importante de carbono para organismos heterotrófos, y después de los procesos de mineralización, representan una fuente importante de nutrientes inorgánicos para microorganismos planctónicos y bentónicos (Boon, 1990; Sutherland 1998).

Respecto a la composición granulométrica, la fracción predominante en todas las estaciones corresponde a la arena gruesa, sustrato que se asocia con la mantención de poblaciones bacterianas (Alm et al., 2003). En general los sedimentos finos proveen condiciones favorables para el desarrollo y mantención de poblaciones bacterianas, ya que ofrecen disponibilidad de nutrientes y protección contra la predación ejercida por protozoos (Davies et al., 1995).

Biota

La biota acuática representada por la ictiofauna, macrófitas y macroinvertebrados, se asocia principalmente a sistemas acuáticos que presentan una buena condición ambiental. Respecto a la ictiofauna, esta estuvo representada por las especies nativas *Trichomycterus areolatus*, *Galaxias maculatus*, *Percilia gillissi* y por la especie introducida *Oncorhynchus mykiss*. Esta última especie representa reconocida como una amenaza para conservación de especies ícticas nativas (Habit et al., 2006).

Respecto al estado nutricional de los individuos, en general los peces presentan una buena relación entre la talla y el peso, sin embargo, los individuos de la especie *Galaxias maculatus* presentaron una condición deficiente, expresada en valores K (factor de condición) iguales o inferiores a 0,5. Este factor es un indicador sobre el estado de las poblaciones de peces, en especial, de las poblaciones de peces nativas, las cuales se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

En cuanto a la categoría de conservación de las especies nativas encontradas, *Trichomycterus areolatus* y *Galaxias maculatus* se encuentran en la categoría "Vulnerable" (DS 19/2012 MMA) y la especie *Percilia gillissi* en la categoría "En Peligro" (DS 33/2011 MMA; RCE, 2021). Estas clasificaciones son complementadas por organismos internacionales tales como IUCN, que reconoce a las especies *Trichomycterus areolatus* y *Percilia gillissi* como especies en categoría "Data Deficient" (DD, datos insuficientes), cuyas poblaciones naturales tienden al descenso. Mientras que *Galaxias maculatus* se encuentra categorizada como una especie de "Low Concern" (LC, preocupación Menor", LC) según este organismo (IUCN, 2021). La flora acuática o macrófitas presentó porcentajes de

cobertura bajas, inferiores al 50%, y dominada por flora exótica, dónde el único taxa representante de la flora acuática nativa fue la especie *Callitriche stagnalis* (Hauenstein, 2006).

Respecto a los macroinvertebrados, la comunidad estuvo dominada por taxa con altos niveles tolerancia ambiental (Dipetera y Lumbriculida), y con muy baja o nula representatividad de taxa sensibles a las perturbaciones ambientales tales como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. En base a las abundancias y niveles de tolerancia ambiental de los taxa registrados, los índices de calidad ambiental dieron cuenta una calidad ambiental heterogénea con calidades que variaron ampliamente. Al respecto el índice biótico de familias (IBF) presentó un mejor desempeño en términos de calidad de agua, la cual varió de “muy mala” a “excelente”. Esta variación se debe a la composición taxonómica de las comunidades registradas en cada estación y a las abundancias de cada taxa, las que dependen del grado de perturbación o alteración del hábitat fluvial. Al respecto, la estación E2-EC, es la estación con mejor condición ambiental, reflejada en la riqueza y abundancia de macroinvertebrados con bajo nivel de tolerancia ambiental como los Orden Ephemeroptera y Plecoptera, mientras que la estación aguas arriba presentó la peor condición ambiental, con una comunidad compuesta exclusivamente por individuos del Orden Lumbriculida. El índice EPT% mostró una tendencia similar, donde la única estación con buena calidad correspondió a E2-EC, diferenciándose de las demás estaciones de monitoreo que clasificaron en “mala” calidad. Los resultados de este índice dependen principalmente de las abundancias de los Orden Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, de los cuales solo los efemerópteros y plecópteros estuvieron presentes exclusivamente en la estación E2-EC.

5.2. Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico e hidrogeológico, plantel Los Varones se encuentra ubicada al sur del Estero Curanadú y el río Rarínco, y sobre la cabecera del estero Piltre. El Fundo Los Varones, comprende dos predios, el predio poniente se denomina los Varones y el predio oriente se denomina El Llano. El Proyecto se ubica en sector Casas Blancas a unos 15 kilómetros al nororiente de la ciudad de Los Ángeles y al Poniente de la Ruta 5 Sur.

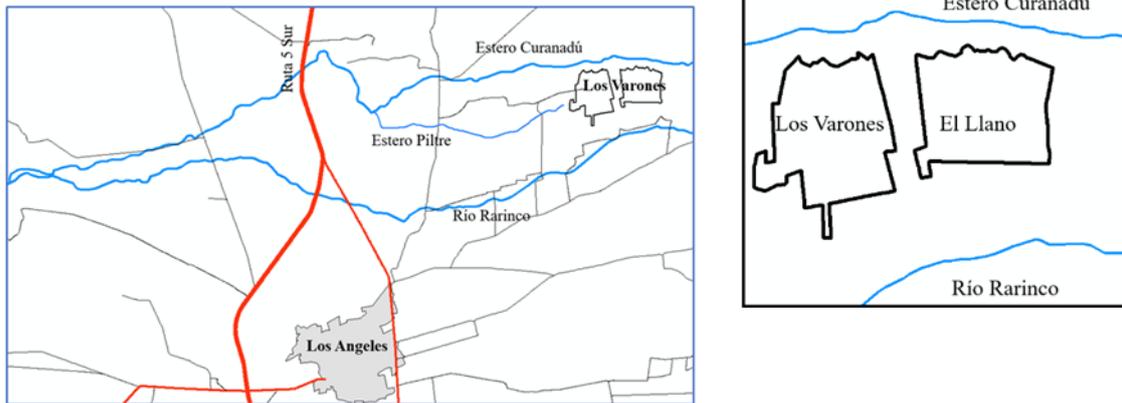


Figura 9. Ubicación de los predios que comprende Agropecuaria Los Varones, en relación a la hidrología del sector.

Hidrología superficial

Los predios del Fundo lo Varones se encuentran ubicados entre la ribera sur del Estero Curanadú y la ribera norte del Río Rarínco. El límite norte del predio colinda inmediatamente con el estero Curanadú y por su límite poniente existen drenajes de escorrentía invernal y excedentes de riego que al unirse dan origen al estero Piltre unos seis kilómetros aguas abajo del proyecto. Además de lo anterior, el área del proyecto es cruzada por canales de riego perteneciente a la red de canales del Laja.

Los tres cursos de agua mencionados en el párrafo anterior son tributarios del río Guaqui, también conocido como río Huaqui.

Características principales de los cursos de agua

Río Guaqui

El río Guaqui es un afluente del río Biobío que drena una superficie de aproximadamente 1000 km², que se desarrolla enteramente en el valle central entre las cuencas del río Laja y la cuenca del río Duqueco. Por esta razón la cuenca del río Guaqui drena la parte sur del abanico de las arenas del Laja.

Entre los años 1984 y 2003 la Dirección General de Aguas (DGA) operó la estación fluviométrica Río Guaqui en Diuquín, actualmente esta estación se utiliza como punto de monitoreo de calidad de agua, pero no existen registros de caudales desde el año 2003.

En un estudio realizado por Aquaterra para la DGA (2012), se utilizaron regresiones lineales para rellenar datos faltantes de esta estación. De acuerdo al criterio presentado en el estudio DGA (2012) se utilizaron los datos de la estación fluviométrica DGA Río Mininco en Longitudinal para completar una serie de 35 años de datos para el río Guaqui entre 1985 y 2020.

Los resultados se presentan en la Tabla 16 y en la Figura 10, donde se puede apreciar que el régimen hídrico del río Guaqui es pluvial con un caudal mínimo estable y cercano a 10 m³/s. Debido a que esta cuenca drena el abanico aluvial del Laja, es altamente probable que el caudal mínimo esté asociado al drenaje de esta formación.

Tabla 16. Estimaciones de caudales medios mensuales para la estación fluviométrica Río Guaqui en Diuquín (m³/s)

Prob. *	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0,15	11,41	12,42	18,22	27,97	26,43	51,47	63,58	81,95	40,25	30,23	21,33	16,06
0,3	10,28	11,06	15,97	23,70	23,46	37,40	50,89	61,33	35,03	25,87	18,16	13,95
0,5	9,23	9,82	13,95	19,99	20,76	26,97	40,52	45,57	30,38	22,06	15,41	12,08
0,7	8,30	8,72	12,19	16,87	18,38	19,45	32,26	33,87	26,34	18,80	13,07	10,47
0,85	7,47	7,77	10,69	14,29	16,31	14,13	25,82	25,34	22,92	16,09	11,13	9,09

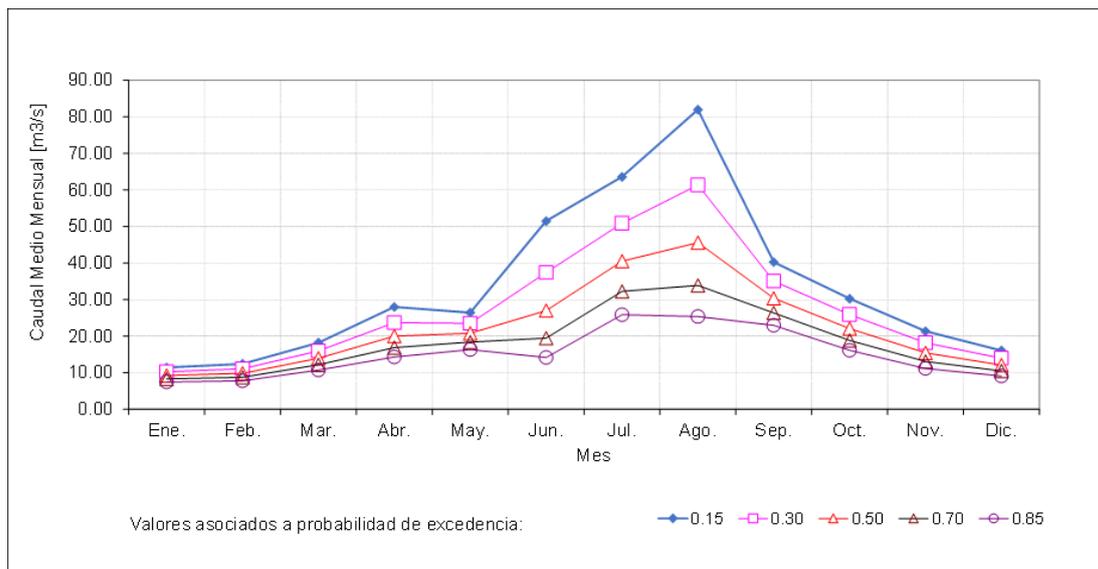


Figura 10. Caudales medios mensuales estimados para el río Guaqui en Diuquín.

Esteros Curanadú y Río Rarincó

El estero Curanadú nace inmediatamente al sur de la bocatoma del Canal Laja en Tucapel y se desarrolla al sur del río Guaqui. Como se puede observar en la Figura 11, la parte alta de la cuenca presenta un uso de suelo predominantemente forestal y la parte media y baja

un uso agrícola donde existen numerosos pivotes centrales. Un caso similar ocurre para la cuenca del río Rarínco que se nace al sur del río Laja en la localidad de Las Mercedes.

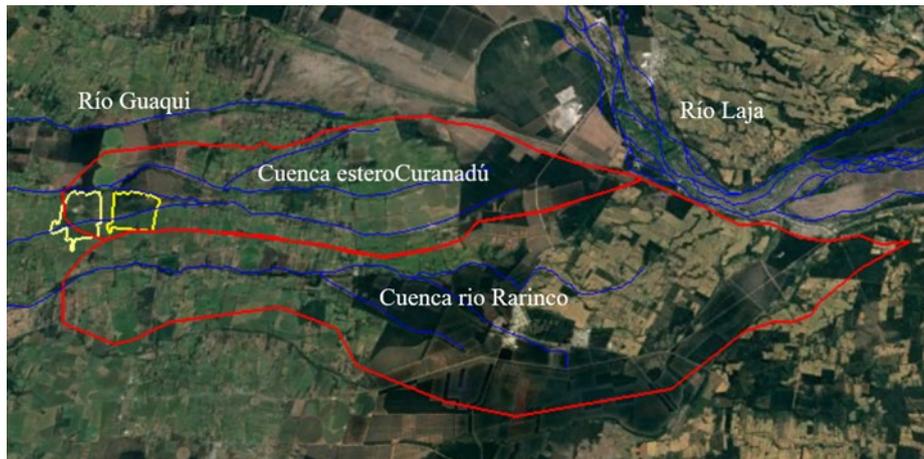


Figura 11. Cuencas del estero Curanadú y del Río Rarínco.

La definición de las cuencas aportantes para ambos cursos de agua se realizó a través de una secuencia de pasos, principalmente dificultada por el relieve plano y la existencia de canales de riego que cruzan ambas cuencas.

- Una aproximación se realizó en base al análisis de un Modelo Digital de Terreno (MDT) usando el software Global Mapper, esto permitió identificar una cuenca inicial, en forma muy deficiente debido al relieve plano.
- Posteriormente las cuencas fueron corregidas usando una secuencia de análisis de cartografía IGM, imágenes de Google Earth y la cuenca delimitada por la DGA para el río Guaqui, todo sobre la plataforma Google Earth.

Como resultado se obtiene una estimación de que las superficies de las cuencas aportantes son de 93 km² para el estero Curanadú y de 176 km² para el río Rarínco.

Para la caracterización del régimen hídrico del estero Curanadú y del río Rarínco se supondrá que es válido hacer una trasposición de caudales basada en el principio de similitud hidrológica, que consiste en aceptar el uso de datos medidos en una cuenca para estimar la disponibilidad de agua en otra cuenca en la medida que se cumplan los siguientes criterios:

- I. Que ambas cuencas tengan un clima similar (evapotranspiración y precipitación).
- II. Que ambas cuencas tengan un uso de suelo similar.
- III. Que ambas cuencas tengan una geomorfología y geología similar

En este caso como las cuencas del estero Curanadú y del Río Rarínco corresponden a la cabecera del río Guaqui y considerando que se mantienen usos de suelo similares bajo un predominio de series de suelos arenosos, se considera válido el uso de trasposición de

caudales. Para ello se consideran las áreas indicadas en la Tabla 17. Sobre la base de los anterior, se tienen los valores de caudal medio mensual que se indican en la Tabla 18.

Tabla 17. Áreas aportantes a cada cuenca (km²).

Cuenca	Area
Río Guaqui en Diuquín	1.000 km ²
Estero Curanudú en Los Varones	93 km ²
Río Rarinco en Los Varones	176 km ²

Tabla 18. Estimaciones de caudales medios mensuales para el estero Curanudú en Los Varones (m³/s).

Prob. *	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0,15	1,06	1,15	1,69	2,60	2,46	4,79	5,91	7,62	3,74	2,81	1,98	1,49
0,3	0,96	1,03	1,49	2,20	2,18	3,48	4,73	5,70	3,26	2,41	1,69	1,30
0,5	0,86	0,91	1,30	1,86	1,93	2,51	3,77	4,24	2,83	2,05	1,43	1,12
0,7	0,77	0,81	1,13	1,57	1,71	1,81	3,00	3,15	2,45	1,75	1,22	0,97
0,85	0,69	0,72	0,99	1,33	1,52	1,31	2,40	2,36	2,13	1,50	1,03	0,85

*Se refiere a la probabilidad de excedencia del caudal medio mensual.

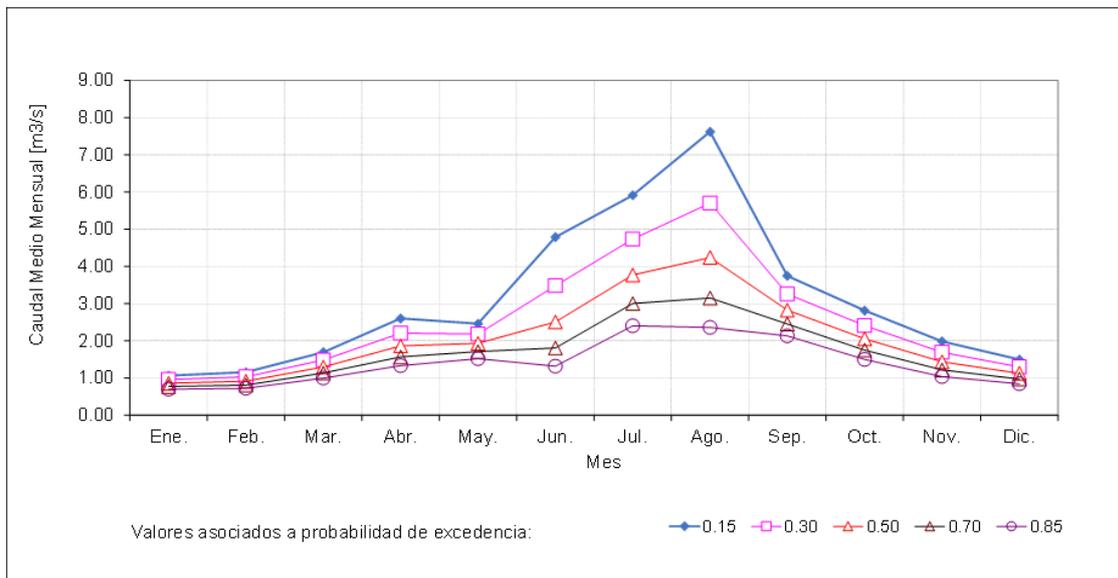


Figura 12. Caudales medios mensuales estimados para estero Curanudú en área de Fundo Los Varones (m³/s).

Balance Hídrico

Se realizó un estudio del balance hídrico en área del Proyecto Los Varones para estimar la recarga de aguas subterráneas utilizando el método del balance de Thorthwaite, que es

modelo hidrológico que considera en su estructura un parámetro que representa la retención de agua por los suelos y la capacidad de almacenamiento de la cuenca. Se utiliza este modelo porque se trata de un estudio referencial en un área pequeña que no posee datos hidrológicos.

Para evaluar el balance hídrico el modelo necesitó datos de precipitación, que se obtuvieron desde la serie de datos medidos en la estación pluviométrica Las Achiras, y se utilizó el índice de Evaporación Potencial correspondiente al Agroclima de Coihueco.

Los parámetros del modelo fueron estimados en base a aplicaciones anteriores realizadas por este consultor en la Región del Biobío. Para el coeficiente de almacenamiento de la cuenca se considera un valor promedio del parámetro $k=0,5$; para el valor de humedad máxima (H_{max}), se consideró un valor de 250 mm que corresponde a los suelos arenosos que cubren la mayor área del predio en estudio.

La recarga estimada se presenta en la Tabla 19, considerando un período de análisis de 10 años. En la Tabla 20, se presenta una comparación entre la precipitación y la recarga estimada, que corresponde a un promedio del 17%. Este valor es consistente con el valor estimado para la cuenca del Biobío en el Plan estratégico de Recursos Hídricos.

Tabla 19. Valores de recarga estimada para el período 2013-2018 (mm/mes).

	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	11,0	253,5	28,5	44,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	0,0	0,0	169,8	61,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	13,5	82,5	101,4	156,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	151,5	83,4	166,0	30,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	133,9	81,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	0,0	0,0	0,0	226,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	0,0	0,0	19,5	0,0	43,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 20. Comparación entre precipitación y recarga estimada (mm/mes).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio
Precipitación	772,3	1029,6	1068,9	603,5	1055,0	1321,3	1036,5	1022,8	870,3	605,0	938,5
Recarga	0,0	337,0	230,8	0,0	353,9	431,8	214,9	226,7	62,5	0,0	185,8
Porcentaje recarga/prec.	0,00	0,33	0,22	0,00	0,34	0,33	0,21	0,22	0,07	0,00	0,17

Aguas subterráneas

La hidrogeología del área ha sido abordada en el estudio que la empresa Aquaterra Ingenieros Ltda., desarrolló para la DGA (2012), la cual otorga una visión de carácter regional para la hoya hidrográfica del río Biobío, y que resulta en la revisión más completa y actualizada en materia hidrogeológica dentro del área de estudio.

Administrativamente, el Proyecto se encuentra ubicado en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) Biobío Medio. Desde el punto de vista hidrogeológico, el estudio DGA (2012) distingue tres unidades hidrogeológicas calificadas como acuíferos, de las cuales la unidad denomina acuífero 3, cubre íntegramente el área del Proyecto Los Varones. El Acuífero 3 abarca la unidad geológica denominada Formación La Montaña (Pleistoceno-Holoceno), formada por una serie de depósitos morrénicos y aluviales de composición relativamente uniforme, más bancos de arcillas y arenas, todos ellos con baja compactación y sin cementación. Regionalmente, esta formación se extiende en la zona central y meridional de la Depresión Central, desde el río Laja hacia el sur. Localmente, estas rocas se encuentran a lo largo de la ribera norte del río Duqueco.

El flujo regional de aguas subterráneas tiende a escurrir hacia los ríos Laja y Caliboro, tal como se describe en la Figura 13, situación que es consistente con la existencia de múltiples vertientes que afloran en las riberas de ambos ríos y con la tendencia general del drenaje subterráneo regional (DGA, 2012)

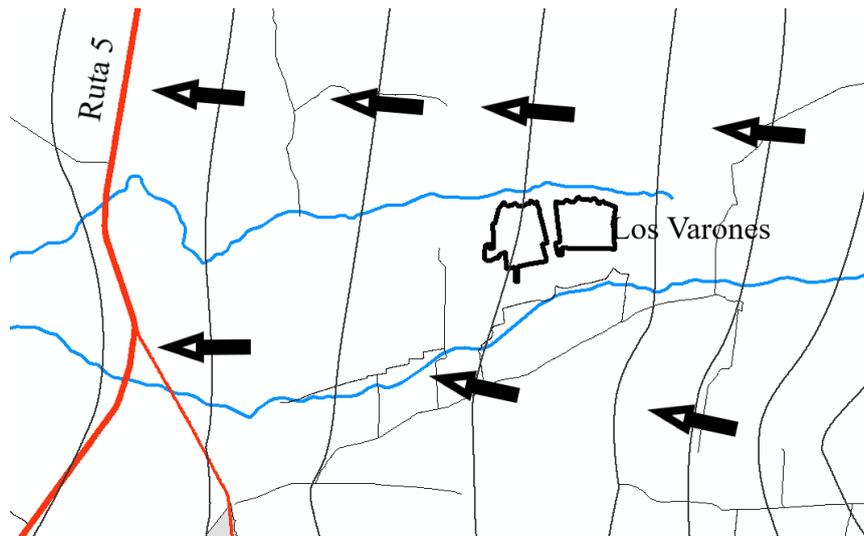


Figura 13. Estimación del flujo regional de aguas subterráneas en el entorno del predio correspondiente a Agropecuaria Los Varones.

Antecedentes de captaciones de agua subterránea y niveles estáticos.

De acuerdo a la información obtenida desde el Observatorio Georeferenciado de la DGA, en los alrededores de la zona del proyecto existen varios pozos registrados (Figura 14), sin embargo, al revisar las carpetas correspondientes, la mayoría consiste en pozos noria cuya profundidad no aporta mayor información sobre la estratigrafía del sistema de aguas

subterráneas. Del análisis anterior, se identificaron cuatro pozos profundos de los que se dispone los antecedentes técnicos que se resumen en la Tabla 21 y Figura 14.

Considerando los tres pozos que poseen profundidades 63 y 100 metros fue posible estimar el perfil estratigráfico que se presenta en la Figura 15. De acuerdo a los datos históricos de niveles de aguas subterránea monitoreados por la DGA, el nivel freático se ha mantenido estable en los últimos cinco años (Figura 16).

De acuerdo a la información obtenida desde los pozos y a la observación directa en terreno realizada durante la prospección de seis calicatas distribuidas en los dos predios que componen el Fundo Los Varones (Figuras 17 y 18), el nivel freático en el área del proyecto se ubica a un rango de profundidades de 2 a 5 metros.



Figura 14. Pozos profundos registrados por la DGA, en las cercanías del área correspondiente a terrenos del fundo Los Varones.

Tabla 21. Pozos profundos registrados por la DGA en las cercanías del área del proyecto

Coordenadas UTM		Expediente DGA	Profundidad Metros	Caudal l/s	Nivel estático metros	N. dinámico metros
Norte	Norte					
5.862.604	742.965	ND-0802-6578	78	52	-4,7	-28,6
5.859.352	746.861	ND-0802-6561	14,8	2,5	-4,4	-6,2
5.858.932	746.716	ND-0802-6523	100	40,2	-5,5	-42
5.861.004	751.361	ND-0802-6544	63	37,5	-13	-37,5

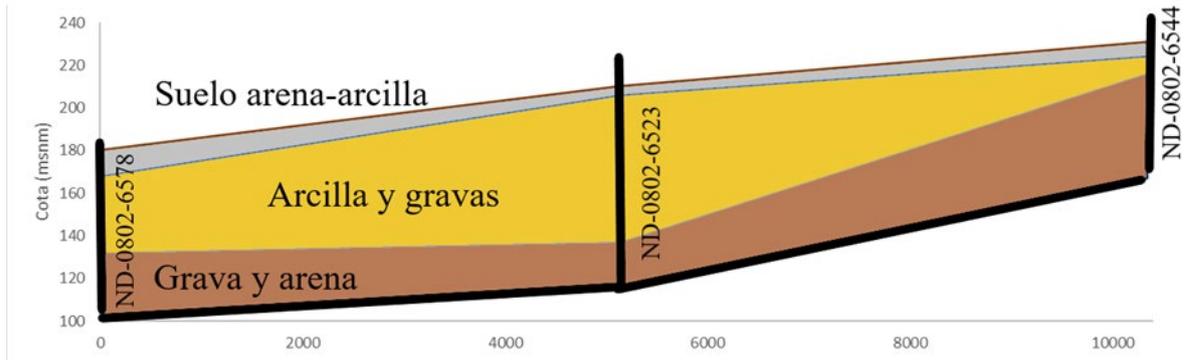


Figura 15. Perfil estratigráfico característico del área de estudio.

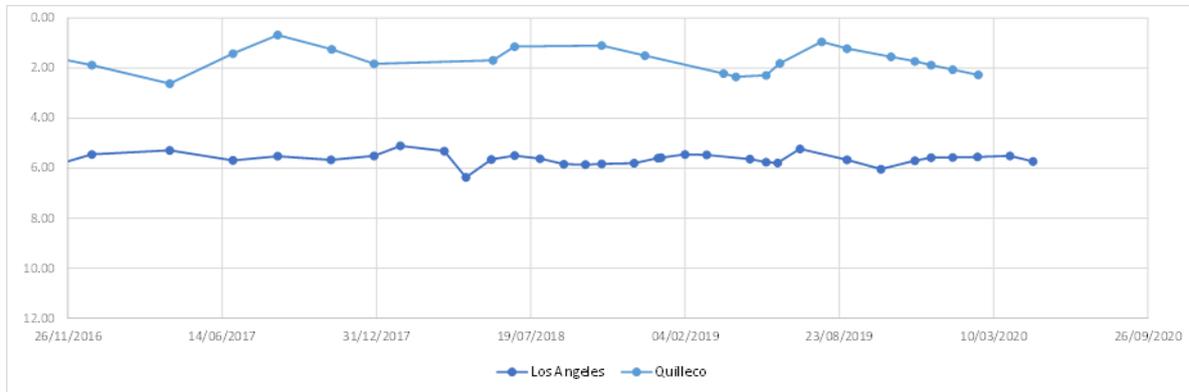


Figura 16. Niveles de agua subterráneas monitoreados por la DGA en las ciudades de Quilleco y Los Ángeles.



Figura 17. Calicatas donde afloró agua subterránea (4, 8, 11, 20 y 21).



Figura 18. Ubicación de las calicatas donde se observaron afloramientos de aguas subterráneas.

Análisis en pozos de agua

Con fecha 30 de julio de 2021 se realizó el análisis químico, físico y microbiológico a dos muestras de agua subterránea, una obtenida desde el Pozo N°1 ubicado en el área del plantel lechero y de un pozo denominado N°2, ubicado a las afueras del predio correspondiente a Agropecuaria Los Varones, aguas abajo del sentido de la escorrentía de flujo subterráneo presentado en la figura N°13 de este informe.

En la siguiente tabla, se indican los resultados de los análisis realizados y los límites permitidos de acuerdo a la NCh1333 Requisitos del agua para riego.

Para mayor información se adjuntan al presente informe, los informes de análisis emitidos por el laboratorio ANAM.

Análisis	Pozo N°1		Pozo N°2		Límite según NC1333
	Resultado	Unidad	Resultado	Unidad	
Aceites y Grasas	<4	mg/L	<4	mg/L	-
Aluminio Total (Al)	0,0292	mg/L	0,0091	mg/L	5,00
Arsénico total (As)	0,00016	mg/L	0,00237	mg/L	0,10
Benceno	<2	µg/L	<2	µg/L	-
Boro total (B)	0,032	mg/L	<0,021	mg/L	0,75
Cadmio total (Cd)	0,00012	mg/L	<0,00004	mg/L	0,010
Cianuro (CN)	<0,001	mg/L	<0,001	mg/L	0,20
Cloruro (Cl)	4,7	mg/L	4,7	mg/L	200,00
Cobre total (Cu)	0,02280	mg/L	<0,00031	mg/L	0,20
Coliformes fecales	<1,8	NMP/100mL	<1,8	NMP/100mL	≤1000
Compuestos fenólicos	<0,0007	mg/L	<0,0007	mg/L	-
Cromo Hexavalente	<0,001	mg/L	<0,001	mg/L	0,10
Cromo Total	0,00161	mg/L	0,00210	mg/L	0,10

DBO	<1	mg/L	<1	mg/L	-
DQO	1,7	mg/L	6,7	mg/L	-
Detergentes Aniónicos	<0,036	mg/L	<0,036	mg/L	-
Estaño total	<0,05000	mg/L	<0,05000	mg/L	-
Fluoruro	0,037	mg/L	0,104	mg/L	1,00
Fósforo	0,0080	mg/L	0,0600	mg/L	-
Hidrocarburos Fijos	<1	mg/L	<1	mg/L	-
Hidrocarburos totales	<1	mg/L	<1	mg/L	-
Hidrocarburos Volátiles.	<0,1	mg/L	<0,10	mg/L	-
Hierro total	0,033	mg/L	0,038	mg/L	5,00
Manganeso total	0,00182	mg/L	0,00368	mg/L	0,20
Mercurio total	<0,00013	mg/L	<0,00013	mg/L	0,001
Molibdeno total	<0,00026	mg/L	0,000985	mg/L	0,010
Niquel total	0,0013	mg/L	0,000436	mg/L	0,20
Nitrato	1,300	mg/L	<0,203	mg/L	-
Nitrito	<0,039	mg/L	<0,039	mg/L	-
NKT	0,010	mg/L	0,048	mg/L	-
Pentaclorofenol	<1	µg/L	<1	µg/L	-
pH	7,07	Unidad de pH	7,45	Unidad de pH	5,5-9,0
Plomo total	0,00294	mg/L	0,00047	mg/L	5,00
Razón Nitrato + Nitrito	<0,029	-	<0,029	-	-
Selenio total	<0,00031	mg/L	0,00038	mg/L	0,020
Sólidos sedimentables	<0,5	mL/L/H	<0,5	mL/L/H	-
Sólidos suspendidos totales	<1	mg/L	<1	mg/L	-
Sulfato	1,74	mg/L	1,79	mg/L	250,00
Sulfuro	<0,03	mg/L	<0,03	mg/L	-
Temperatura	13,5	°C	10,1	°C	-
Tetracloroetano	<0,92	µg/L	<0,92	µg/L	-
Tolueno	<2	µg/L	<2	µg/L	-
Triclorometano (Cloroformo)	<0,00066	mg/L	<0,00066	mg/L	-
Xilenos totales	<5	µg/L	<5	µg/L	-
Zinc total	0,01685	mg/L	<0,00198	mg/L	2,00

Interpretación de Resultados

De acuerdo a los resultados de las aguas subterráneas extraídas desde los dos pozos ubicados en el área donde se desarrollan las actividades del plantel lechero, así como a las afuera de este sector, se puede apreciar que tanto los parámetros químicos, físicos y biológicos (coliformes fecales) presentan valores bajo los límites establecidos por la NCh 1333 referida a los requisitos de calidad para aguas destinadas a riego.

5.3. Edafología

Para la caracterización del componente edafológico del área donde se encuentran ubicados los terrenos correspondientes a Agropecuaria Los Varones, se realizó una revisión de antecedentes bibliográficos y de información levantada en el área de estudio, enfocándose en recabar los datos necesarios y afines para una caracterización adecuada del área, tanto en su dimensión edafológica, sus características químicas, como también para establecer la capacidad de uso actual existente. Para ello se aplicaron metodologías oficiales definidas por la Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA 2015).

La superficie de suelo que comprende las actividades operacionales de Agropecuaria Los Varones y que tienen relación con patios, corrales, salas de ordeña, galpones y caminos internos, equivale a 614,66 hectáreas.

Metodología

Identificación de las Unidades Homogéneas de suelo

La identificación y delimitación de las Unidades Homogéneas de Suelos (UHS), se realizó sobre la base de las Series de suelos presentes en el área de estudio según la información contenida en las Cartas Agrológicas (Ortofotografía), elaboradas por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) durante el año 1999 a una escala 1:20.000.

Para el presente estudio se determinó que el nivel de detalle que se utilizará será Moderado (semi-detallado), por lo cual se realizaron 21 muestras en el área de proyecto. Esto se debe a que la superficie del área de estudio es de 614,66 ha aproximadamente.

Levantamiento de Información de Terreno

La descripción agrológica se realizó en base a 21 calicatas (Figura 19), distribuidas a lo largo del área de estudio en sectores representativos del suelo y de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) presentes, esto quiere decir que las calicatas fueron ubicadas de forma que se logre cubrir la mayor parte de las series de suelos presentes en el área de estudio, de esta forma la descripción de los suelos cobra mayor representatividad, reduciendo el margen de variación de los suelos al mínimo dentro del nivel de detalle del presente estudio (nivel de detalle moderadamente alto (detallado), con 1 calicata cada 29,27 ha).

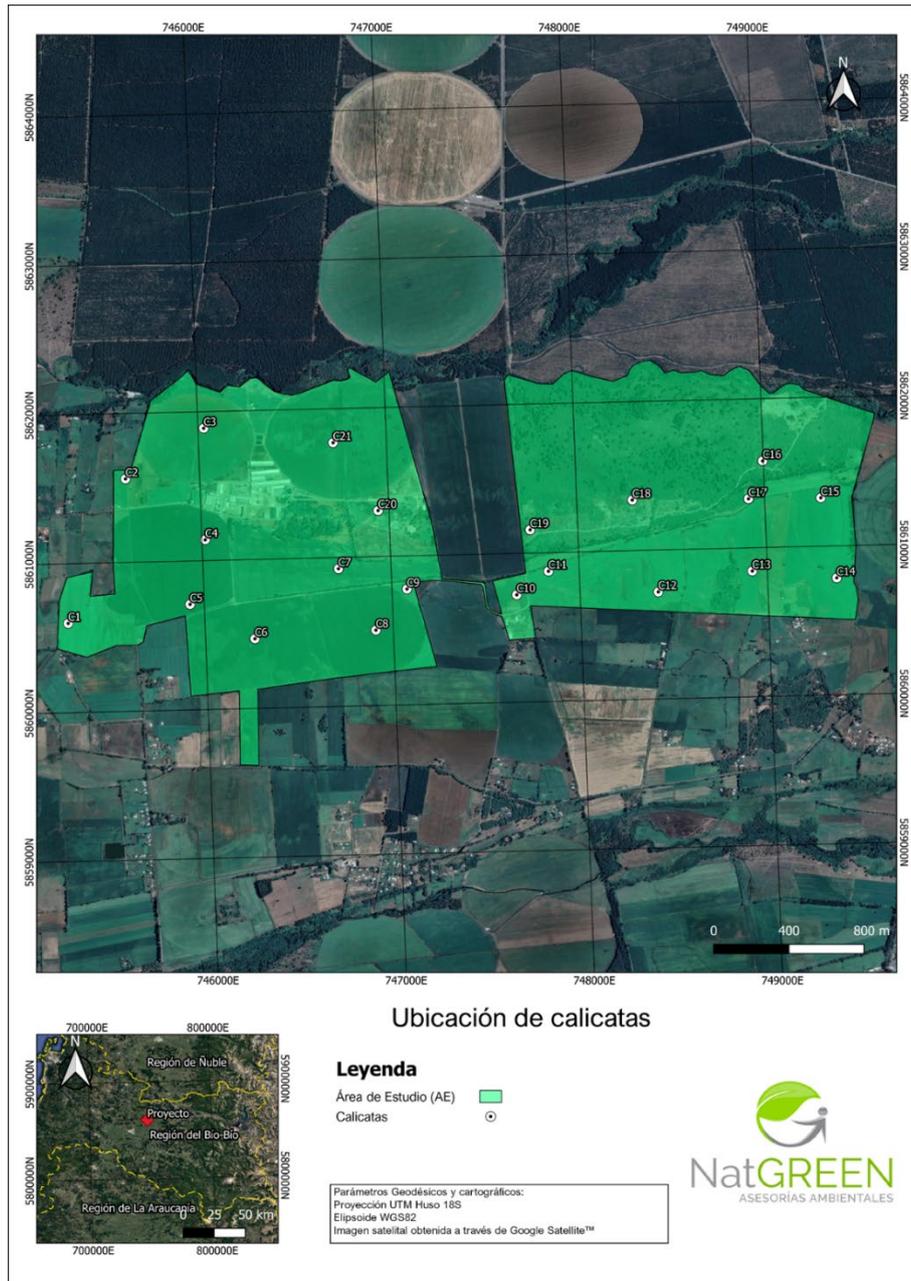


Figura 19. Ubicación calicatas dentro del AE del Plantel Lechero Agropecuaria Los Varones Ltda.

En cada calicata, se realizó una caracterización física y morfológica del perfil del suelo en base a las “Pautas para Estudios de Suelos desarrolladas por el Servicio Agrícola y Ganadero” (SAG, 2001 y 2011), el “Manual de Reconocimiento de Suelos” (USDA, 2017), la “Guía de Evaluación Ambiental del Recurso Natural Suelo” (SAG, 2011) y la “Guía para la descripción de los componentes Suelos, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA” (SEA, 2015), adoptado por las instituciones y especialistas que realizan estudios en el país.

Dentro de las variables a evaluar, en base a la guía “Pautas para Estudios de Suelos desarrolladas por el Servicio Agrícola y Ganadero”, se consideraron los siguientes parámetros:

- Categoría de viento (V1).
- Clase de pendiente (%).
- Clase de drenaje (W).
- Descripción del material parental y vegetal asociado.
- Descripción del perfil y horizontes.
- Grado y tipo de erosión.
- Pedregosidad superficial.
- Pedregosidad subsuperficial.
- Periodo libre de heladas.
- Posición Geomorfológica.
- Profundidad efectiva del suelo.
- Capacidad de Uso del Suelo (CCU) (suelos arables Categorías I a la IV; suelos no arables Categorías V a la VIII).

Resultados

Caracterización del suelo en el área de estudio

Los suelos del proyecto se encuentran insertos en la zona precordillerana en la región del Biobío, estos se presentan en terrazas aluviales. El material parental, según Luzio corresponde a material volcánico (Luzio, 2010). Los perfiles del suelo muestran una alta presencia de arenas y presentan una baja pedregosidad subsuperficial. Los suelos del proyecto son suelos poco profundos que presentan erosión no aparente o en algunos casos baja, ya que son utilizados para plantaciones de gramíneas.

Clasificación taxonómica

Los suelos presentes en el área de estudio se pueden agrupar según la USDA (2017) en diferentes clases taxonómicas, las cuales dependen de una distribución paisajística y parámetros de formación. De esta manera se ha identificado para el área, la orden de suelo Andisol, Entisol e Inceptisols.

Los Andisoles son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones.

Los Entisoles son los suelos más jóvenes según la Soil Taxonomy; no tienen, o de tenerlas son escasas, evidencias de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Sus propiedades están por ello fuertemente determinadas (heredadas) por el material original. De los horizontes diagnósticos únicamente presentan aquéllos que se originan con facilidad y rapidez; por tanto, muchos Entisoles tienen un epipedión óchrico o antrópico, y sólo unos pocos tienen álbico (los desarrollados a partir de arenas) (Ibáñez et al. 2011).

Los suelos **Inceptisols**, poseen una amplia gama de propiedades y se presentan en casi todos los tipos de climas (menos sectores áridos) y pueden evolucionar hacia cualquier otro Orden, se identifican por tener disponibilidad de agua para las plantas por más de la mitad del año o por más de tres meses durante la estación cálida y por presentar uno o más horizontes pedogénicos de alteración o de concentración con escasa o nula acumulación de traslocados que no sean carbonatos o sílice amorfa. En Chile se les encuentra en casi todos los climas y con diferentes tipos de vegetación desde el paralelo 30° hacia el sur (Ibáñez et al., 2011).

Clasificación según Unidad homogénea de suelo (UHS)

En base a las Cartas Agrológicas del CIREN (2003) se identificó que el área de estudio se encuentra inserta sobre siete series de suelos (Figura 20).

- Serie Arenales (ARN): Es un suelo aluvial, reciente, profundo, de escaso desarrollo, derivado de arenas volcánicas de color negro, de origen andesítico y basáltico; texturas gruesas en todo el perfil, aunque la superficie puede presentar texturas moderadamente gruesas en el 20% de los casos.
- Serie Arrayan (AYN): Son suelos formados sobre cenizas volcánicas recientes (post glaciales: 8.000 - 10.000 BP) depositadas sobre un substrato no relacionado, constituidos por tobas, materiales fluviales, materiales fluvio-glaciales, etc. Que se presentan compactados, pero no cementados y que son lentamente permeables, pero no impermeables.
- Serie Caillihue (CAH): Suelo derivado de cenizas volcánicas recientes, descansando sobre un substrato arcilloso. Profundo, de textura franca en superficie y franco arcillo limosa y arcillo limosa en profundidad. Ocupa una posición de plano depositacional a un nivel bajo dentro del paisaje general, siendo su topografía plana a casi plana. Drenaje imperfecto y permeabilidad moderada.
- Serie Coigüe (CGE): Suelo aluvial, de desarrollo incipiente, estratificado, derivado de arenas andesítico-basálticas, descansando sobre un substrato de arena gruesa o ripio fresco cuando ocupa posición de terraza aluvial. Moderadamente profundo y texturas gruesas en todo el perfil, siendo su topografía dominante ligeramente inclinada a casi plana, con ondulación suave.
- Serie Chacaico (CHY): Suelo aluvial, de desarrollo incipiente y formado a partir de arenas volcánicas andesítico-basálticas, que descansan sobre un substrato de cenizas recientes, en mezcla con arenas muy finas de la misma composición. Moderadamente profundo a profundo y textura moderadamente gruesa en superficie y gruesa en profundidad. Ocupa una posición de plano depositacional, presentando una topografía plana y suavemente ondulada.
- Serie las Vegas (LVG): Suelo reciente, estratificado, formado a partir de ceniza volcánica con mezcla de arenas finas de tipo andesítico-basáltico. Ocupa una posición de plano depositacional bajo y de topografía plana.
- Serie Mirador (MDR): Suelo sedimentario, profundo y desarrollado bajo condiciones de humedad moderada. Descansa sobre un substrato fluvio-glacial parcialmente

meteorizado (saprolito), en posición de terraza remanente, con topografía suavemente ondulada a ondulada. Presenta textura franco arcillosa de color pardo rojizo oscuro en la superficie y texturas arcillosas de colores pardo rojizo oscuro a pardo rojizo en profundidad.

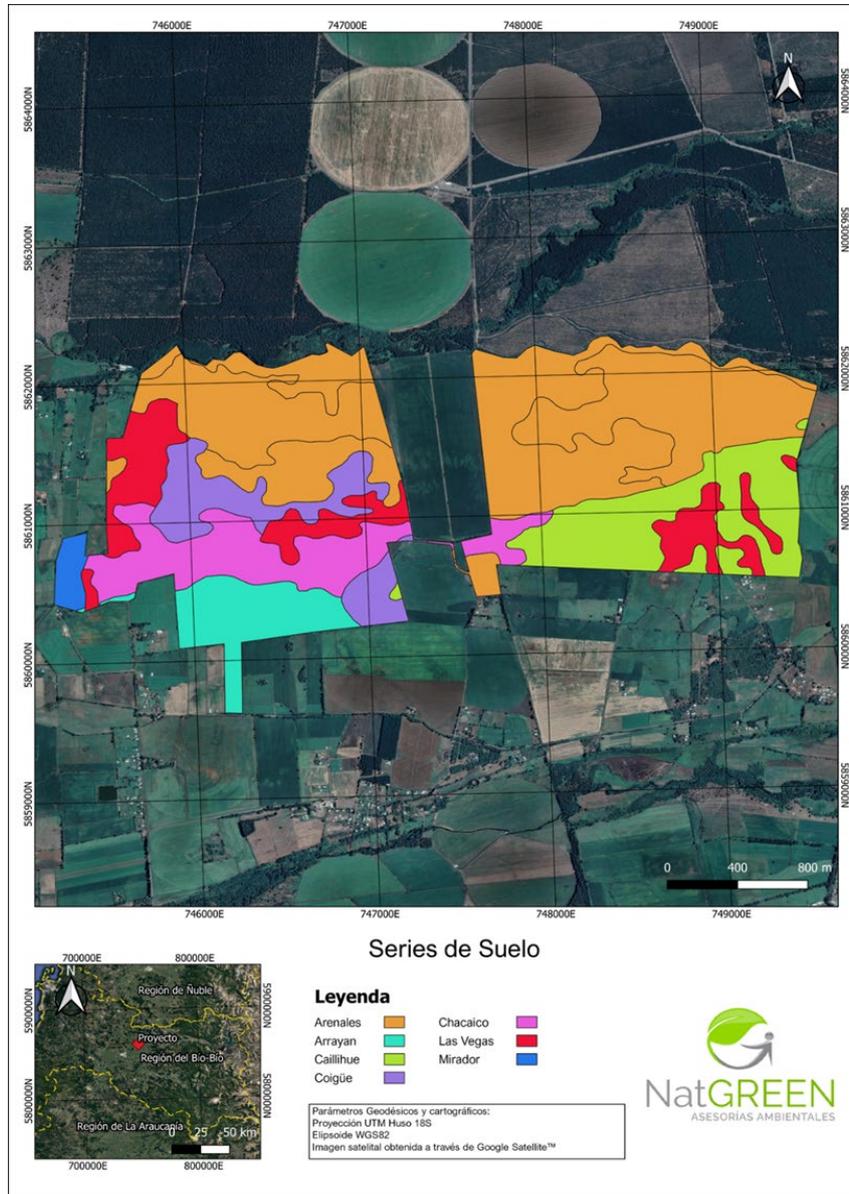


Figura 20. Series de suelos presentes en el área de estudio.

Clasificación según Clase de Capacidad de Uso (CCU)

Acorde al Estudio Agrológico del CIREN (2014) y según el levantamiento de información realizado in situ; la Clase de Capacidad de Uso más representativa es la Clase IV con un 48,69%, seguido por los suelos clase VII, con un 37,18%, los cuales, ambos presentan amplias limitaciones agronómicas para cultivos.



Figura 21. Capacidad de uso de suelo identificada en los predios de Agropecuaria Los Varones.

Caracterización fisicomorfológica del suelo

La descripción morfológica y estructural del suelo en estudio, corresponde a la identificación de los atributos observables a campo dentro de los distintos horizontes que conforman el suelo. A continuación, se detallan las principales propiedades observadas para 8 de las 21 calicatas realizadas dentro del AI del Proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que el área en estudio se encuentra caracterizada por CIREN como Asociación de Series de Suelo.

Calicata N°3. Serie Arenales (ARN)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Sin pedregosidad.
- Pedregosidad Subsuperficial: Sin pedregosidad.
- Profundidad efectiva: 30 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Fuertemente Sódico
- Clase de suelo: VI.
- Atributo crítico de la clase: Sodicidad.

Tabla 22. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°3)

Profundidad (cm)	Características
0-10 A ₁	Pardo grisáceo claro, no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Raíces finas muy escasas. Límite lineal, difuso.
10-35 C ₁	Pardo, arenoso; plástico y adhesivo; suelto; grano simple. Raíces finas muy escasas. Límite lineal, difuso.
35 - 100 C ₂	Pardo oscuro, arenosa, plástico y adhesivo, suelto; grano simple. Límite lineal, claro.
100 y más C ₃	Pardo oscuro plástico y adhesivo; muy friable; grano simple. Presenta parches de color amarillento atribuibles a la presencia de minerales en el perfil. Límite lineal, abrupto.

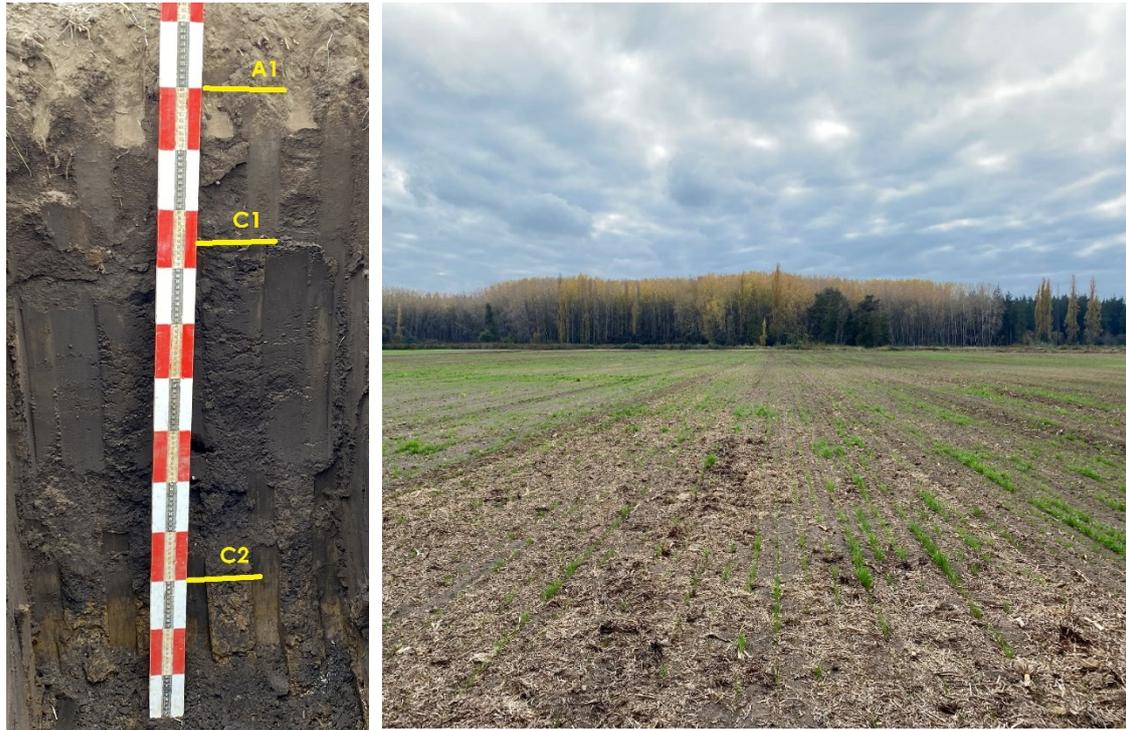


Figura 22. Vista del perfil del suelo C3.

Calicata N°4. Serie Coigüe (CGE)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera.
- Pedregosidad Subsuperficial: Ligera.
- Profundidad efectiva: 30 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Plantación de gramíneas.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: IV.
- Atributo crítico de la clase: Profundidad efectiva.

Tabla 23. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°4).

Profundidad (cm)	Características
0-20 Ap	Pardo muy oscuro, plástico y adhesivo, suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en grano simple. Raíces finas abundantes. Límite lineal, difuso.
20-70 A ₁₂	Pardo muy oscuro, plástico y adhesivo, suelto, friable, estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en grano simple. Presenta una ligera compactación en relación al horizonte anterior. Límite lineal, claro.
70 y más B ₁	Pardo claro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en bloques subangulares finos y grano simple. Presencia de humedad después de los 80cm y de agua después de los 110cm. Límite lineal, gradual.



Figura 23. Vista del perfil del suelo C4.

Calicata N°7. Serie Las Vegas (LVG)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 1%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera.
- Pedregosidad Subsuperficial: Ligera.
- Profundidad efectiva: 38 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: IV.
- Atributo crítico de la clase: Profundidad efectiva.

Tabla 24. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°7).

Profundidad (cm)	Características
0 – 35 Ap	Pardo grisáceo claro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares gruesos y medios, débiles, que se parten en bloques subangulares medios y finos con algo de granular. Raíces finas comunes. Límite lineal, claro.
35 – 85 A ₁₂	Pardo grisáceo oscuro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares y angulares gruesos y medios, débiles, que se parten en bloques subangulares medios y finos con algo de granular. Moteados finos difusos, comunes. Límite lineal, gradual.
23 y más B ₁	Pardo oscuro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; macizo, que se parte en bloques subangulares finos y medios. Límite lineal, gradual.



Figura 24. Vista del perfil del suelo C7.

Calicata N°8. Serie Coigüe (CGE)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera.
- Pedregosidad Subsuperficial: Ligera.
- Profundidad efectiva: 10 cm; Muy delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: VII.
- Atributo crítico de la clase: Profundidad efectiva.

Tabla 25. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°8).

Profundidad (cm)	Características
0-15 Ap	Pardo grisáceo muy oscuro, plástico y adhesivo, muy friable; estructura grumosa fina que forma pedones medios que se parten en grano simple. Raíces finas escasas. Límite lineal, difuso.
15-95 A ₁₂	Pardo grisáceo muy oscuro plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en grano simple. Presenta una ligera compactación en relación al horizonte anterior. Límite lineal, claro.
95 y más B ₁	Pardo grisáceo muy oscuro, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, posee estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en bloques subangulares finos y grano simple. Presencia de abundante agua después de los 130 cm. Límite lineal, gradual.



Figura 25. Vsita del perfil del suelo C8.

Calicata N°11. Serie Chacaico (CHY)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera.
- Pedregosidad Subsuperficial: Ligera.
- Profundidad efectiva: 15 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: IV.
- Atributo crítico de la clase: Profundidad efectiva.

Tabla 26. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°11).

Profundidad (cm)	Características
0-32 Ap	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, plástico y adhesivo. suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares finos y grano simple. Raíces finas escasas, medias comunes; poros finos y muy finos abundantes. Buena actividad biológica. Horizonte que se ha separado por presentar el mayor volumen de raíces. Límite lineal, gradual.
32-80 A ₁₂	Pardo grisáceo muy oscuro con parches pardo oscuros. Estructura de bloques subangulares finos y grano simple. Horizonte que se presenta ligeramente compactado. Límite lineal, gradual.
80 y más AC	Gris oscuro en húmedo; arenosa muy fina; no plástico y no adhesivo; muy friable; grano simple. Presencia de abundante agua después de los 125 centímetros. Límite lineal, abrupto.



Figura 26. Vista del perfil del suelo C11.

Calicata N°12. Serie Caillihue (CAH)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera, 5% de piedras y 15% de gravas.
- Pedregosidad Subsuperficial: Abundante, 40% de fragmentos gruesos.
- Profundidad efectiva: 80 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: III.
- Atributo crítico de la clase: Sodicidad.

Tabla 27. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°12).

Profundidad (cm)	Características
0 - 37 Ap	Pardo grisáceo claro, ligeramente plástico y adhesivo, friable; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en bloques subangulares finos y granular. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y muy finos abundantes. Límite lineal, gradual.
37 - 77 A ₁₂	Pardo oscuro, ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y grano simple. Raíces finas escasas. Límite lineal, gradual.
77 y más B ₁	Pardo grisáceo muy oscuro, ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares y angulares gruesos y medios, débiles, que se parten en bloques subangulares medios y finos. Límite lineal, gradual.



Figura 27. Vista del perfil del suelo C12.

Calicata N°18. Serie Arenales (ARN)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera, 5% de piedras y 15% de gravas.
- Pedregosidad Subsuperficial: Abundante, 40% de fragmentos gruesos.

- Profundidad efectiva: 30 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Muy Fuertemente Sódico
- Clase de suelo: VII.
- Atributo crítico de la clase: Sodicidad.

Tabla 28. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°18).

Profundidad (cm)	Características
0-35 A ₁	Pardo grisáceo claro, no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Raíces finas escasas; poros finos abundantes. Límite ondulado, abrupto.
35 y más C ₁	Pardo grisáceo oscuro, no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Estructura granular fina, firme y friable. Límite lineal, claro.



Figura 28. Vista del perfil del suelo C18.

Calicata N°20. Serie Coigüe (CGE)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Sin pedregosidad.
- Pedregosidad Subsuperficial: Sin pedregosidad.
- Profundidad efectiva: 20 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Sin uso.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Ligeramente Sódico.
- Clase de suelo: IV.
- Atributo crítico de la clase: Profundidad efectiva.

Tabla 29. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°20).

Profundidad (cm)	Características
0-35 Ap	Pardo oscuro con parches pardo grisáceo muy oscuro. Plástico y adhesivo; suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en grano simple. Raíces finas muy escasas. Límite lineal, claro.
35-90 A12	Pardo grisáceo muy oscuro, plástico y adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles, que se parten en grano simple. Buena actividad biológica. Presenta una ligera compactación en relación al horizonte anterior. Límite lineal, claro.
90 y más B1	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en bloques subangulares finos y grano simple. Presencia de abundante agua después de los 130 cm. Límite lineal, gradual.



Figura 29. Vista del perfil del suelo C20.

Calicata N°21. Serie Arenales (ARN)

- Posición Geomorfológica: Terrazas aluviales.
- Pendiente: 2%; Ligeramente inclinado.
- Tipo y Grado de Erosión: No Aparente.
- Pedregosidad superficial: Ligera.
- Pedregosidad Subsuperficial: Ligera.
- Profundidad efectiva: 25 cm; Delgado.
- Drenaje: Bien Drenado.
- Uso Actual: Plantación de gramíneas.
- Cobertura vegetal: 100% gramíneas.
- Periodo Libre de Heladas: F1.
- Viento: Ausente.
- Clase de Inundación: I1.
- Sodicidad: Muy Fuertemente Sódico
- Clase de suelo: VII.
- Atributo crítico de la clase: Sodicidad.

Tabla 30. Características físicas y morfológicas del pedón (Calicata N°21).

Profundidad (cm)	Características
0-30 A ₁	Pardo rojizo oscuro, no plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Raíces finas escasas; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.
30 y más C1	Pardo grisáceo oscuro, con manchas pardo rojizo. No plástico y no adhesivo; suelto; grano simple. Presencia de abundante agua en el horizonte después de los 135 cm. Límite lineal, claro.



Figura 30. Vista del perfil del suelo C21.

Análisis Físicoquímico del suelo

Los resultados del análisis químico de las muestras de suelo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 31. Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelo.

rámetros	Calicatas																				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18C	C19	C20	C21
Materia orgánica [%]	3,3	1,3	2,3	2,1	10,8	4,8	1,0	0,5	1,7	0,7	0,4	0,8	0,9	1,5	2,5	3,3	0,7	0,3	0,8	1,1	1,2
pH en agua	6,29	6,86	6,60	6,81	5,87	6,54	6,59	6,72	6,53	7,01	6,8	6,9	7,03	6,99	7,02	6,52	7,16	6,74	6,73	6,81	7,01
N disponible [mg/Kg]	10	4	81	21	114	20	13	7	14	2	5	2	3	4	5	28	2	30	10	4	15
P Disponible [mg/Kg]	11	4	47	3	5	12	6	4	4	3	4	3	10	10	1	14	6	2	5	6	5
K Disponible [mg/Kg]	101	81	359	16	56	51	42	64	57	93	66	53	58	155	17	138	19	113	125	96	102
S disponible [mg/Kg]	29	8	21	23	9	16	2	10	12	1	2	1	1	5	1	1	1	5	5	1	19
Ca intercambiable [cmol+/Kg]	10,38	7,0	6,43	6,50	9,87	11,58	2,29	3,41	2,80	2,84	2,58	1,56	6,78	8,98	5,55	5,78	3,09	1,19	4,64	1,83	2,7
Mg intercambiable [cmol+/Kg]	5,76	3,41	4,12	4,49	1,51	4,70	1,09	3,89	0,41	1,52	1,16	0,38	3,28	3,99	2,66	1,72	1,94	0,30	3,71	2,31	3,36
K intercambiable [mg/Kg]	0,26	0,21	0,92	0,04	0,14	0,13	0,11	0,16	0,15	0,24	0,17	0,14	0,15	0,40	0,04	0,35	0,05	0,29	0,32	0,25	0,26
Na intercambiable [cmol+/Kg]	0,21	0,81	0,47	0,27	0,28	0,35	0,15	0,15	0,12	0,05	0,17	0,09	0,19	0,27	0,20	0,01	0,20	0,34	0,25	0,07	0,75
Suma de Bases [cmol+/Kg]	16,6	11,43	11,93	11,31	11,81	16,76	3,64	7,61	3,47	4,66	4,07	2,16	10,40	13,64	8,45	7,87	5,28	2,11	8,92	4,45	7,08
Al intercambiable [cmol+/Kg]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CICE [cmol+/Kg]	16,61	11,44	11,94	11,32	11,84	16,77	3,65	7,62	3,48	4,67	4,08	2,17	10,41	13,65	8,46	7,88	5,29	2,12	8,93	4,46	7,09

Saturación de Al [%]	0,06	0,09	0,08	0,09	0,24	0,06	0,27	0,13	0,29	0,21	0,24	0,46	0,10	0,07	0,12	0,13	0,19	0,47	0,11	0,22	0,14
Boro [mg/Kg]	0,33	0,25	0,58	0,10	0,47	0,81	0,17	0,27	0,37	0,16	0,61	0,2	0,32	0,24	0,10	0,57	0,19	0,17	0,44	0,26	0,25
Cobre [mg/Kg]	3,62	2,30	5,73	0,21	0,60	2,65	0,79	1,87	0,84	0,76	1,30	0,48	1,85	1,97	0,19	0,35	1,05	0,28	4,50	2,54	2,25
Cinc [mg/Kg]	1,06	1,33	3,0	0,17	0,40	1,10	0,33	0,38	0,20	0,31	0,44	0,15	0,52	1,13	0,09	1,31	0,36	0,17	0,74	0,56	0,56
Hierro [mg/Kg]	183,8	54,4	88,6	26,9	64,9	100,7	48,4	36,1	46,4	32,6	45,1	23,0	50,8	63,7	36,00	32,0	39,5	12,3	133,1	60,9	60,7
Manganeso [mg/Kg]	60,7	10,7	14,9	3,7	2,7	5,2	0,9	9,4	0,7	2,8	0,8	0,7	1,7	2,2	1,0	3,5	0,7	0,4	43,2	5,3	4,7

Los niveles utilizados para determinar la presencia o saturación de los compuestos fueron proporcionados por el Laboratorio de Diagnóstico Nutricional de Suelo y Plantas del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) en base a los estudios de Hirzel, J. (2008 y 2011) y Alcantar et al. (2007).

En base a los resultados de los análisis químicos obtenidos de los suelos en estudio, a través de 21 calicatas realizadas en terreno, podemos indicar que el medio edáfico presenta un pH moderadamente ácido a neutro, estando en un rango de 5,87-7,03.

Por otro lado, el porcentaje de materia orgánica (M.O.) resultó bajo en las muestras obtenidas, siendo la muestra de la calicata C5 la que mostró un mayor nivel de materia orgánica con un 10,8%, seguido por C6 con 4,8%.

En cuanto a la fertilidad (macronutrientes), los suelos presentaron una muy baja concentración de Nitrógeno (N) y Potasio (K) disponible (mg/Kg) en todas las muestras, excepto en C3, donde se encontró una saturación de macronutrientes.

La concentración de Aluminio (Al) Intercambiable y Saturación de Aluminio (Al) mostró niveles muy bajos en todas las muestras.

Por otro lado, en las muestras se encontró una tendencia a la saturación Magnesio (Mg) intercambiable, mientras que las concentraciones de Calcio (Ca) intercambiable y Potasio (K) intercambiable, la tendencia es hacia la insaturación. Las concentraciones de Sodio (Na) intercambiable fueron muy altas en C2, C3 y C21, mientras que en el resto de las muestras fueron óptimas y muy bajas. Las concentraciones de Boro (B) y Zinc (Zn), oscilan entre valores bajos y muy bajos, a excepción de algunas muestras que tienen valores óptimos. Por último, los niveles de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) se encontraron en niveles altos en casi todas las muestras. Estas concentraciones afectan directamente la fertilidad del suelo, ya que la saturación por metales aparte de la toxicidad inherente a la presencia de estos compuestos, genera una inhibición en los procesos nitrificantes (Serrano et al. 2004).

Los resultados expuestos en la Tabla 31, demuestran que las propiedades químicas que poseen las muestras de suelo resultan en una fertilidad del suelo muy débil y que para lograr el óptimo desarrollo de cualquier cultivo o plantación es necesario realizar un plan de mejoramiento de la calidad del suelo.

Interpretación de los resultados.

En general, los suelos presentaron una profundidad efectiva muy delgada a moderadamente profundo (10 cm a 85 cm). Poseen una pedregosidad superficial ligera, buen drenaje y una cobertura vegetal alta.

Se identificaron 7 Unidades homogéneas de suelos (UHS) principales, de las cuales la serie Arenales (ARN) presentó la mayor frecuencia en las muestras realizadas (7 muestras).

La clase de suelo con mayor representatividad en el área de estudio fue la clase IV, con un 48,69% de la superficie, seguido por la clase VII, con un 37,18%, indicando que el suelo presenta limitaciones importantes para su uso en la agricultura.

Los análisis químicos de las muestras evidenciaron una importante deficiencia de macronutrientes NPK, sumado a una saturación de metales, en específico, Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn). Esto, sumado al pH encontrado en todas las muestras denota que los suelos poseen limitaciones importantes para sustentar eficientemente cualquier tipo de cultivo agrícola de alta demanda, debido a que, el Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) en saturación inhiben los procesos nitrificantes en el suelo. Sin embargo, el proyecto actualmente utiliza gran parte de su superficie en actividades agrícolas de baja demanda de nutrientes, como lo son las plantaciones de gramíneas para alimento en las actividades agropecuarias desarrolladas por la empresa.

Los resultados obtenidos en este estudio de condición basal, permiten la identificación de las zonas que poseen suelos con calidad agrícola y que se verían expuestos a sufrir cambios o efectos por alguna de las acciones u obras proyectadas, la cual corresponde al área de influencia. Sin embargo, no existen pérdida efectiva de suelo con capacidad agrícola, ya que las actividades que desarrolla Agropecuaria Los Varones Ltda., en el Fundo Los Varones tienen directa relación a actividades agrícolas, por ser una empresa del rubro agroindustrial.

5.4. Estudio de Impacto Odorante

Agropecuaria Los Varones, realizó un estudio de impacto odorante con la finalidad de conocer el potencial impacto odorante de las actividades desarrolladas en el plantel lechero y de engorda. En dicho estudio se incorpora la modelación de dispersión atmosférica de la situación actual y futura, con el objetivo de determinar las emisiones de olor, su dispersión y concentraciones de inmisión en receptores discretos, los cuales serán comparados con un límite de referencia internacional propuesto en la norma de los Países Bajos.

Metodología

Caracterización de las fuentes de emisión de olor

- Verificación en terreno, para identificar la ubicación de las fuentes generadoras de olor.
- Detección satelital, mediante Google Earth Pro, se identificaron las superficies de las fuentes generadoras de olor y la distancia de los receptores con respecto a las instalaciones.
- Especificación de las dimensiones y emplazamiento de las fuentes.

En el estudio se consideraron como fuentes generadoras de olor en el escenario actual; Pabellones de animales, Fosos de purines, Acopio de purín sólido, Riego de purín líquido y Aplicación de abono.

Para un escenario futuro, dado que el plantel agropecuario realizará modificaciones a sus instalaciones, las cuales están siendo evaluadas ambientalmente. Se consideraron como fuentes generadoras de olor; Pabellones de animales, Acopio de purín sólido, Riego de purín líquido y Aplicación de abono.

Estimación de concentración y emisiones de olor

En las fuentes seleccionadas en el Criadero Los Varones, se realizó un muestreo estático bajo la NCh N°3386 Of.2015 y NCh N°3431 Of.2020 para posteriormente realizar un análisis olfatométrico bajo la NCh N°3190 Of.2010, el que se llevó a cabo en el laboratorio de Proterm, entre el 13 de mayo y el 02 de agosto de 2021.

Evaluación de la dispersión de las emisiones de olor

Se consideró un modelo tipo Puff, el cual es una combinación entre los modelos Gaussiano y Lagrangiano, en el sentido que esencialmente calculan la dispersión de gases provenientes de una emisión instantánea, llamada "Puff", a lo largo de una trayectoria. Su aproximación matemática consiste en estimar la dispersión en forma Gaussiana en cada punto de una trayectoria. Es decir, a diferencia de los modelos Lagrangianos que necesitan el cálculo de un gran número de trayectorias para una fuente, los modelos tipo "Puff" sólo requieren una trayectoria por "Puff", lo que hace su cálculo mucho más rápido.

Para la modelación se utilizó el software Calpuff versión 7.2.1 junto a los módulos CALPOST 7.1.0. y CALRANK 7.0.0. Además, para efectos de la interacción gráfica de los módulos, se usó el software interactivo CALPUFF View 8.5.0.

Recopilación de los antecedentes para la modelación

Para conocer la dispersión que tendrán los gases en un área determinada es preciso incorporar en el modelo seleccionando distintos parámetros de manera que la simulación sea lo más parecida a las condiciones reales. Las variables o entradas que requirió el modelo fueron:

- Meteorológicas.
- Geofísicas.
- Características de la fuente.

Evaluación de los resultados

Debido a que en Chile no existe normativa que regule la emisión ni la inmisión de olores por parte de una planta de estas características, se utilizan como referencias normativas internacionales.

Los criterios de selección de la norma fueron:

- Tipo de actividad: se seleccionaron los límites de inmisión de la norma de los Países Bajos artículo N°1 punto 19, la que regula los malos olores debido a las fincas que poseen animales.

- Se consideraron normas reguladas bajo el percentil 98, debido a que este percentil tiene una relación directa con la molestia producida por olor.

A continuación, se presentan los límites de la norma de los Países Bajos, artículo N°3 punto 1. Esta normativa define cuatro límites dependiendo del uso de suelo del área de estudio.

Tabla 32. Límites de inmisión horaria según normativa de los Países Bajos para el percentil 98.

Límite de inmisión (OU _E /m ³)	Descripción	Rubro
2	Zona Urbana sin ganadería	Ganadería
3	Zona Urbana con ganadería	
8	Fuera de la zona urbana	
14	Zona Ganadera	

Es por lo anteriormente señalado, que las concentraciones de olor resultantes del modelo, para cada receptor discreto en OU_E/m³, fueron comparados con el límite de inmisión de 8 OU_E/m³ para el percentil 98, propuesto en la norma de los Países Bajos para el rubro ganadero fuera de la zona urbana.

Junto a los resultados de concentración de olor, se identificará el área de influencia de la operación del criadero. Tal como lo indica la guía, el área de Influencia se circunscribe en el espacio contenido por la isodora de 1 OU_E/m³, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto.

Área de influencia y receptores de interés

Una vez ejecutado el modelo de dispersión de olor, se realiza el análisis de post-proceso obteniendo las curvas iso-concentración de la dispersión anual. Tal como lo indica la guía, el Área de Influencia se circunscribe en el espacio contenido por la isodora de 1 OU_E/m³, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto.

Una vez determinada el área de influencia, se realizará una descripción general y significativa del área de influencia, para cada elemento del medio ambiente, considerando los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300 como población, población protegida, grupos humanos y visitantes o turistas.

Resultados

Ubicación de las fuentes generadoras de olor

Escenario Actual

A continuación, se presenta la ubicación referencial de las fuentes evaluadas en el modelo del escenario actual.

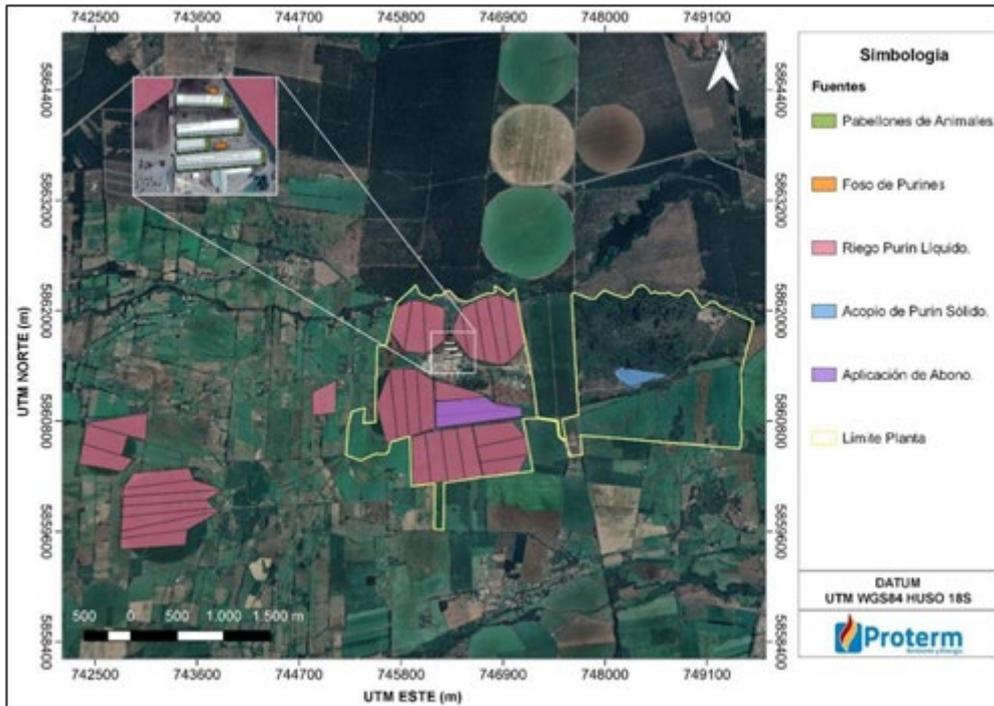


Figura 31. Fuentes consideradas en el escenario actual.

Escenario Futuro

A continuación, se presenta la ubicación referencial de las fuentes evaluadas en el modelo del escenario futuro.

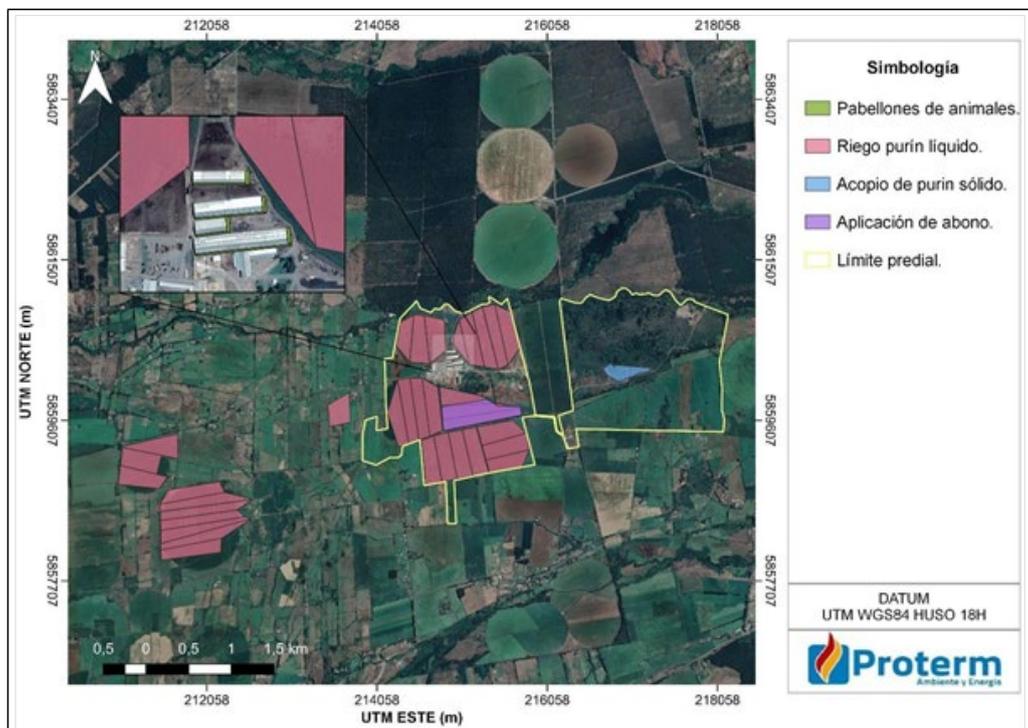


Figura 32. Fuentes consideradas en el escenario futuro.

Emisiones de olor

Emisiones actuales

En la siguiente tabla, se presentan las emisiones de olor de las fuentes que fueron muestreadas bajo la NCh N° 3386 Of.2015, NCh N°3431 Of.2020 y su posterior análisis olfatómico acorde a la NCh 3190 Of.2010, cabe destacar que el terreno se realizó entre el 13 de mayo y el 02 de agosto de 2021.

A continuación, se detallan las emisiones de las fuentes muestreadas en terreno y aquellas que fueron homologadas:

Tabla 33. Emisión de olor, fuentes difusas pasivas de área. Escenario Actual.

Fuente	Condición	Concentración de olor (OUE/m ³)	Superficie (m ²)	Emisión por área ²³ (OUE/m ² /s)	Emisión de olor (OUE/s)
Foso de purines 1	Muestreada	3.198	350	26,65	9.328
Foso de purines 2	Homologada	3.198	250	26,65	6.663
Riego purín líquido	Muestreada	55	100.000	0,46	46.000
Aplicación de abono	Muestreada	59	205.171	0,49	100.534
Acopio purín sólido	Muestreada	42	63.616	0,35	22.266

Tabla 34. Emisión de olor, fuentes de Volumen. Escenario Actual.

Abertura	Fuente	Concentración de olor (OUE/m ³)	Superficie abertura (m ²)	Velocidad promedio (m/s)	Flujo (m ³ /s)	Emisión por área (OUE/m ² /s)	Emisión de olor (OUE/s)
Lateral	Pabellón de animales 1	33	206	2,55	525	84	17.310
	Pabellón de animales 2	33	257	2,55	655	84	21.601
	Pabellón de animales 3	33	39	2,55	100	84	3.309
	Pabellón de animales 4	33	352	2,55	897	84	29.612
Frontal	Pabellón de animales 1	33	244	2,55	622	84	20.533
	Pabellón de animales 2	33	244	2,55	622	84	20.533
	Pabellón de animales 3	33	244	2,55	622	84	20.533
	Pabellón de animales 4	33	244	2,55	622	84	20.533
	Pabellón de animales 1	33	-	-	47,22	-	1.558
	Pabellón de animales 2	33	-	-	47,22	-	1.558

Ventiladores	Pabellón de animales 3	33	-	-	47,22	-	1.558
	Pabellón de animales 4	33	-	-	47,22	-	1.558

Es importante señalar que el valor de concentración considerado en cada fuente, es el resultado del promedio de las 3 muestras obtenidas y analizadas entre el 13 de mayo y el 02 de agosto de 2021. Por otro lado, los datos de flujo de las fuentes de volumen fueron calculados a partir de la velocidad medida en las aberturas durante el horario de la tarde; es importante señalar que se realizaron mediciones de caudal en las aberturas de los pabellones de animales, en tres horarios distintos, con la finalidad de representar de mejor forma durante la mañana, tarde y noche.

Los pabellones de animales cuentan con 10 ventiladores que tienen un flujo de 17.000 m³/h cada uno, considerando una concentración de olor de 33 OU_E/m³, se concluye que la emisión de olor generada cuando los ventiladores están encendidos es de 1.558 OU_E/s adicionales a la abertura de los pabellones (los ventiladores se encienden entre octubre y febrero 3 horas al día, específicamente a las 12:00 hrs, 14:00 hrs y 16:00 hrs.).

A continuación, se presenta un gráfico con la distribución porcentual de las fuentes consideradas en la modelación del criadero Los Varones, específicamente de la planta Los Ángeles.

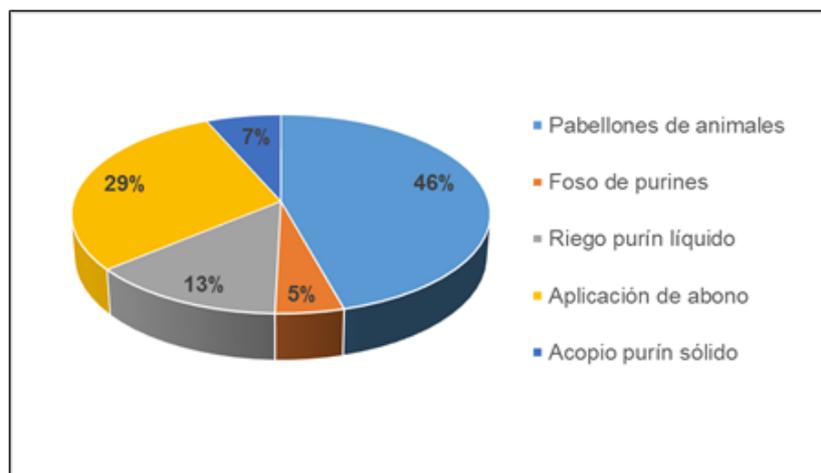


Figura 33. Distribución porcentual de las emisiones generadas en Criadero Los Varones, Los Ángeles.

A partir de las tablas y del gráfico anterior, se puede concluir que las mayores emisiones provienen desde los pabellones de animales con 160.196 OU_E/s (46%), la aplicación de abono genera una emisión de 100.534 OU_E/s (29%), el riego de purín líquido genera 46.000 OU_E/s (13%), acopio de purín sólido con 22.266 OU_E/s (7%) y foso de purines con 15.991 OU_E/s (5%). Finalmente, las emisiones totales del criadero Los Varones se cuantifican en 340.313 OU_E/s.

Emisiones Futuras

En la siguiente tabla se detallan las emisiones de olor de las fuentes consideradas en el escenario futuro.

Tabla 35. Emisión de olor, fuentes difusas pasivas de área. Escenario Futuro.

Fuente	Condición	Concentración de olor (OU _E /m ³)	Superficie (m ²)	Emisión por área (OU _E /m ² /s)	Emisión de olor (OU _E /s)
Riego purín líquido	Muestreada	55	100.000	0,46	46.000
Aplicación de abono	Muestreada	59	205.171	0,49	100.534
Acopio purín sólido	Muestreada	42	63.616	0,35	22.266

Es importante señalar que como los pabellones de animales permanecerán la mayor parte del tiempo con las cortinas cerradas, se aplicó un factor 1,728 en los periodos en que las cortinas permanezcan abiertas, lo anterior porque el olor se podría encontrar más concentrado al disminuir la ventilación.

Tabla 36. Emisión de olor, fuentes de Volumen, escenario Futuro.

Abertura	Fuente	Superficie abertura (m ²)	Velocidad promedio (m/s)	Flujo (m ³ /s)	Emisión por área (OU _E /m ² /s)	Emisión de olor (OU _E /s)	Emisión de olor con factor (OU _E /s)
Lateral	Pabellón de animales 1	152,46	2,55	388,77	84	12.829	21.809
	Pabellón de animales 2	190,26	2,55	485,16	84	16.010	27.217
	Pabellón de animales 3	13,76	2,55	35,09	84	1.158	1.969
	Pabellón de animales 4	260,82	2,55	665,09	84	21.948	37.312
Frontal	Pabellón de animales 1	85,4	2,55	217,8	84	7.187	12.218
	Pabellón de animales 2	85,4	2,55	217,8	84	7.187	12.218
	Pabellón de animales 3	85,4	2,55	217,8	84	7.187	12.218
	Pabellón de animales 4	85,4	2,55	217,8	84	7.187	12.218
Ventiladores	Pabellón de animales 1	-	-	47,22	-	1.558	2.649

Es importante señalar que el valor de concentración considerado en cada fuente, es el resultado del promedio de las 3 muestras obtenidas y analizadas entre el 13 de mayo y el 02 de agosto de 2021. Por otro lado, los datos de flujo de las fuentes de volumen fueron calculados a partir de la velocidad medida en las aberturas durante el horario de la tarde; es importante señalar que se realizaron mediciones de caudal en las aberturas de los pabellones de animales, en tres horarios distintos, con la finalidad de representar de mejor forma durante la mañana, tarde y noche.

Es importante señalar que los pabellones de animales cuentan con 10 ventiladores que tienen un flujo de 17.000 m³/h cada uno, considerando una concentración de olor de 33 OU_E/m³, se concluye que la emisión de olor generada cuando los ventiladores están encendidos es de 1.558 OU_E/s (los ventiladores se encienden entre octubre y febrero 3 horas al día, específicamente a las 12:00 hrs, 14:00 hrs y 16:00 hrs.)

A continuación, se presenta un gráfico con la distribución porcentual de las fuentes consideradas en la modelación del criadero Los Varones, específicamente de la planta Los Ángeles.

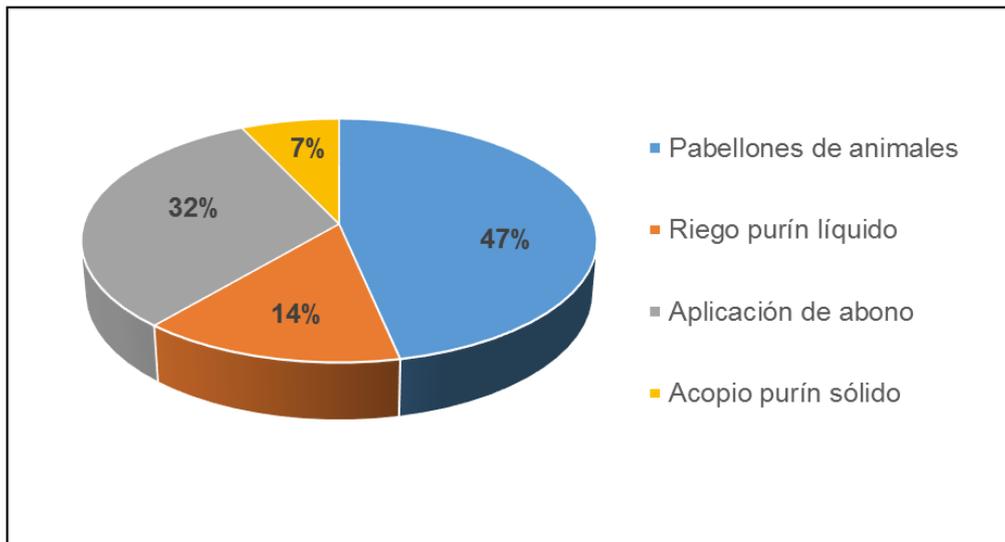


Figura 34. Distribución porcentual de las emisiones generadas en Criadero Los Varones, Los Ángeles – Escenario Futuro.

A partir de las tablas anteriores y del gráfico, se puede concluir que, en el escenario futuro, las mayores emisiones provienen desde los pabellones de animales con 147.773 OU_E/s (47%), aplicación de abono 100.534 OU_E/s (32%), riego purín líquido con 46.000 OU_E/s (14%) y acopio purín sólido con 22.266 OU_E/s (7%). A partir de las mejoras implementadas, las emisiones de olor en el plantel Los Varones se cuantifican en 316.573 OU_E/s.

Dispersión de emisiones

Escenario Actual

En la siguiente figura, se muestra la dispersión de olor desde el criadero Los Varones. La imagen presenta las máximas concentraciones de olor en las zonas aledañas a la planta, considerando una excedencia de un 2%, lo que es comparado con la norma de referencia. El análisis presente indica que durante el 98% de las horas del año se presentarán concentraciones igual o menor al valor indicado en la cartografía.

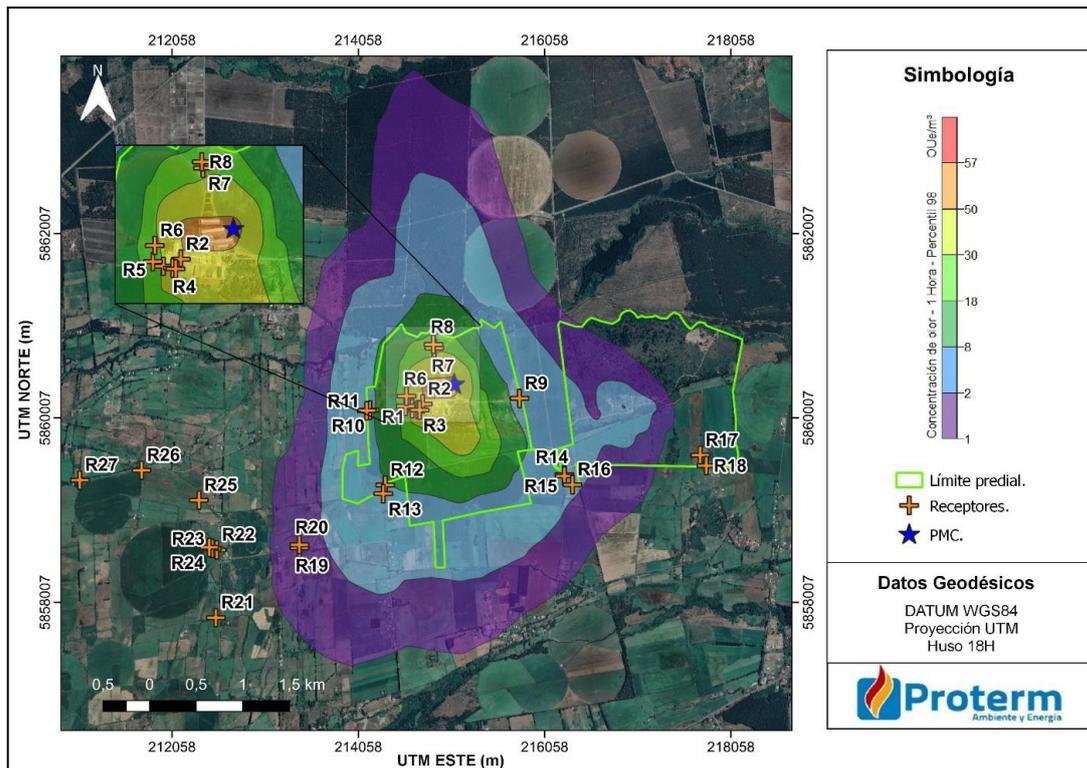


Figura 35. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión. Promedio horario, percentil 98. Escenario Actual.

De la figura, se puede observar que las concentraciones fuera de la planta varían entre 1 y 50 OU_E/m^3 , con una distribución levemente ovalada con tendencia norte y sur, abarcando un área total de 16,7 km^2 para la isodora de 1 OU_E/m^3 y de 2,7 km^2 para la isodora de 8 OU_E/m^3 . En la imagen podemos observar que fuera del límite predial existe superación del límite de inmisión de 8 OU_E/m^3 ; establecido en la norma de los Países Bajos, presentándose una superación del límite de inmisión en ocho receptores: R1 con 29,76 OU_E/m^3 , R2 con 47,03 OU_E/m^3 , R3 con 38,31 OU_E/m^3 , R4 con 40,22 OU_E/m^3 , R5 con 23,30 OU_E/m^3 , R6 con 25,91 OU_E/m^3 , R7 con 29,17 OU_E/m^3 y R8 con 26,21 OU_E/m^3 . Es importante señalar que todos estos receptores corresponden a casas o construcciones de propiedad de la empresa que se encontraban en proceso de demolición o readecuación como bodegas.

El límite de referencia establece un valor de 8 OU_E/m^3 , para periodos horarios con percentil 98, que aplica para el rubro ganadero fuera del área urbana.

El punto de máxima concentración se produce al este de los pabellones de animales, alcanzando una concentración de 57,36 OU_E/m^3 .

Escenario Futuro

En la siguiente figura se muestra la dispersión de odorantes desde el criadero Los Varones. La imagen presenta las máximas concentraciones de olor en las zonas aledañas a la planta, considerando una excedencia de un 2%, lo que es comparado con la norma de referencia. El análisis presente indica que durante el 98% de las horas del año se presentarán concentraciones igual o menor al valor indicado en la cartografía.

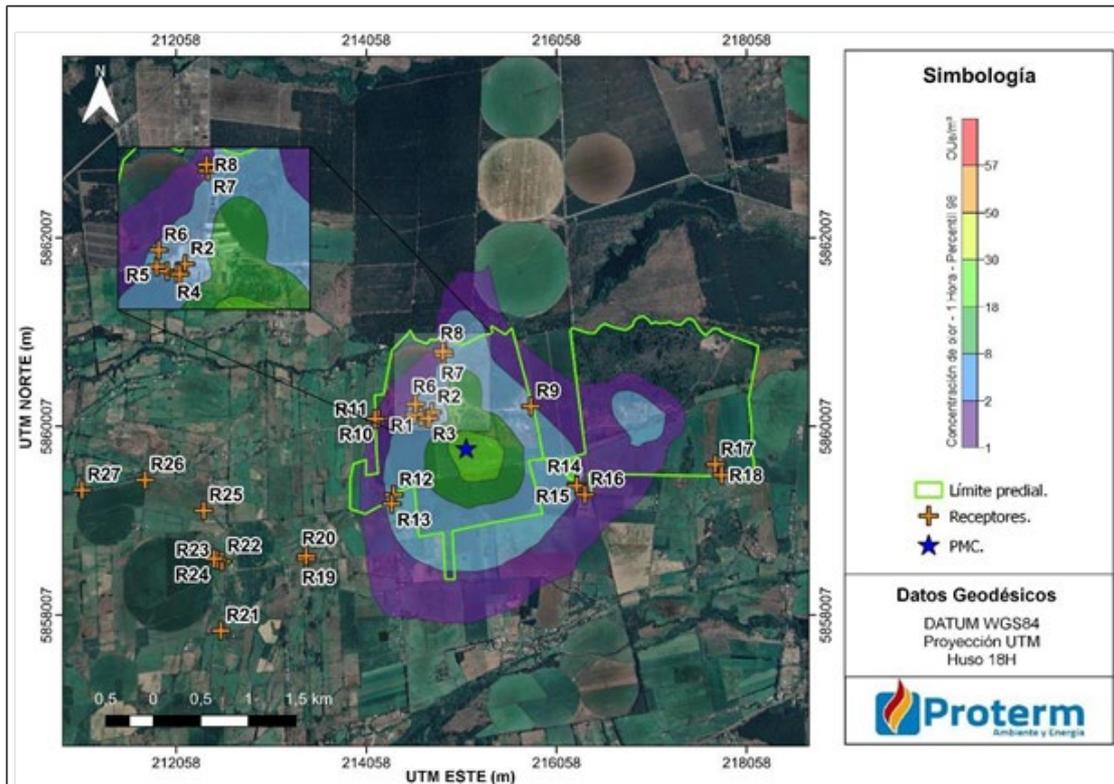


Figura 36. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión. Promedio horario, percentil 98. Escenario Futuro.

De la figura, se puede observar que las concentraciones fuera de la planta varían entre 1 y 8 OU_E/m^3 , con una distribución levemente ovalada con tendencia norte y sur, abarcando un área total de 7,7 km^2 para la isodora de 1 OU_E/m^3 y de 0,99 km^2 para la isodora de 8 OU_E/m^3 . En la imagen podemos observar que fuera del límite predial no existe superación del límite de inmisión de 8 OU_E/m^3 ; establecido en la norma de los Países Bajos.

El límite de referencia establece un valor de 8 OU_E/m^3 , para periodos horarios con percentil 98, que aplica para el rubro ganadero fuera del área urbana.

El punto de máxima concentración se produce al sur de los pabellones de animales, alcanzando una concentración de 31,4 OU_E/m^3 .

Interpretación de los resultados

Escenario Actual:

1. Las mayores emisiones se presentan en los pabellones de animales con 160.196 OU_E/s , aplicación de abono con 100.534 OU_E/s , riego de purín líquido con 46.000 OU_E/s y en acopio de purín sólido con 22.266 OU_E/s , lo que representa un 46%, 29%, 13% y un 7%, respectivamente de las emisiones totales.
2. Las curvas de isoconcentración del percentil 98, indican que las concentraciones de olor producidas por las fuentes del Criadero Los Varones, varían entre 1 y 50 OU_E/m^3 , concentraciones que se dispersan en forma ovalada con dirección norte-sur. Dicha dispersión abarca un área total de 16,7 km^2 para la isodora de 1 OU_E/m^3 y de 2,7 km^2 para la isodora de 8 OU_E/m^3 . La máxima concentración se presenta al este de los pabellones de animales, alcanzando las 57,36 OU_E/m^3 .
3. El área de influencia correspondiente a la curva de 1 OU_E/m^3 , bajo percentil 98, circunscribe a 18 receptores, alcanzando la mayor concentración de olor en R2 con 47,03 OU_E/m^3 , es importante señalar que el receptor corresponde a una vivienda en demolición.
4. Finalmente, se puede concluir que ocho receptores (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 y R8) superan el límite de inmisión de 8 OU_E/m^3 , establecido en la norma de los Países Bajos. Es importante señalar que todos estos receptores corresponden a casas o construcciones de propiedad de la empresa que se encontraban en proceso de demolición o readecuación como bodegas.

Escenario Futuro:

1. Las mayores emisiones se presentan en los pabellones de animales con 147.773 OU_E/s , aplicación de abono con 100.534 OU_E/s , riego purín líquido con 46.000 OU_E/s y acopio purín sólido con 22.266 OU_E/s , lo que representa un 47%, 32%, 14% y 7%, respectivamente de las emisiones totales.
2. Las curvas de isoconcentración del percentil 98, indican que las concentraciones de olor producidas por las fuentes del Criadero Los Varones, varían entre 1 y 8 OU_E/m^3 , concentraciones que se dispersan en forma ovalada con dirección norte-sur. Dicha dispersión abarca un área total de 7,7 km^2 para la isodora de 1 OU_E/m^3 y de 0,99 km^2 para la isodora de 8 OU_E/m^3 . La máxima concentración se presenta al sur de los pabellones de animales, alcanzando 31,4 OU_E/m^3 .
3. El área de influencia correspondiente a la curva de 1 OU_E/m^3 , bajo percentil 98, circunscribe a 16 receptores, alcanzando la mayor concentración de olor en R4 con 3,81 OU_E/m^3 .
4. Bajo las consideraciones realizadas, durante la operación del escenario futuro, no se superaría el límite de inmisión establecido en la norma de los Países Bajos (8 OU_E/m^3).

5.5. Flora y Vegetación

La zona de estudio correspondiente a los terrenos donde desarrolla sus actividades Agropecuaria Los Varones, se encuentra inserta en un sector agrícola-forestal y algunos parches aislados de escasas especies arbóreas nativas y dominantes especies introducidas. La zona en específico donde se realizó el muestreo corresponde a un sector de relicto de bosque esclerófilo, y zona de ribera de un pequeño curso de agua, denominado estero Curundú. Actualmente el sitio está condicionado a las labores de la producción de leche, y los otros sectores de bosque, hoy están destinados para los potreros de producción de forraje para los animales y para la acumulación de desechos orgánicos de animales vacunos, tales como restos de alimento, estiércol y purines. En algunos sectores, se encuentra intensamente alterado por la actividad agrícola, remoción del sustrato y el paso de vehículos. Y en otros, aún permanece un relicto de bosque esclerófilo nativo.

El estudio tuvo por objetivo caracterizar la flora y vegetación presente en el área donde se emplaza la empresa agropecuaria, considerando la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies presentes en el ecosistema terrestre. Además, de identificar aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.

Metodología

Riqueza y cobertura de especies

El muestreo se realizó centrándose en las formaciones vegetales dominantes y aquellas con particularidades en su conformación. Se estimó un esfuerzo de muestreo de 3 parcelas por cada formación. La caracterización se hizo en la época de otoño, lo que causa una falta de muestreo, ya que es la época de dormancia de muchas especies.

De acuerdo al tamaño y conformación de la zona de estudio, se realizaron 15 parcelas con un radio de 50 mts cada una, ubicadas de forma aleatoria.

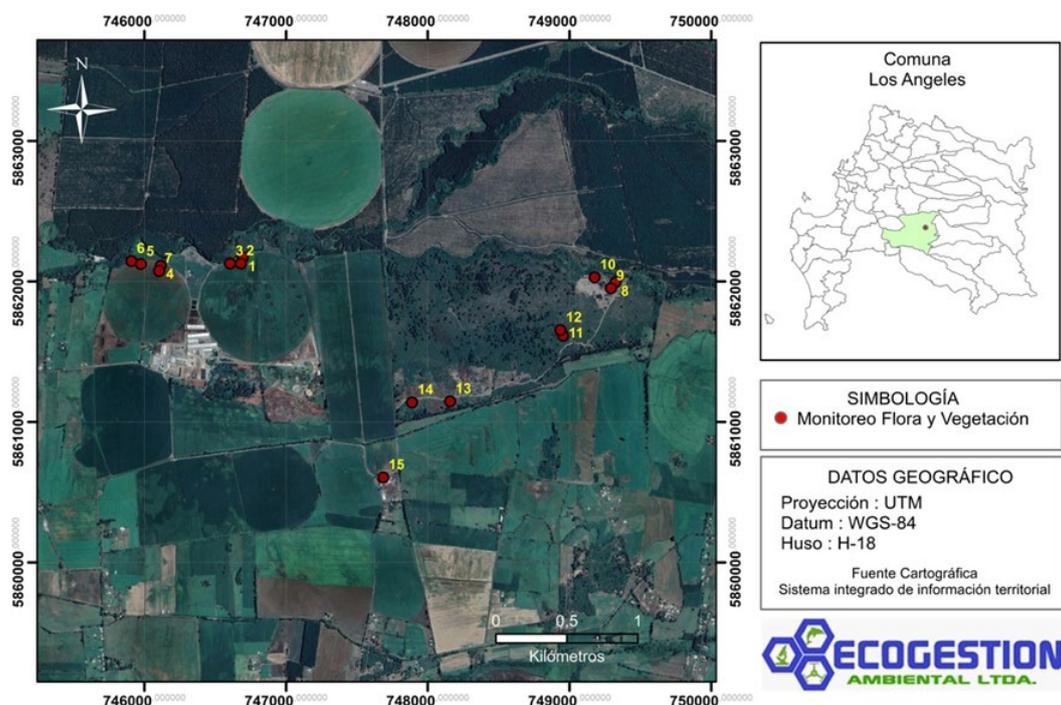


Figura 37. Sitios de muestreo establecidos en el área de estudio.

En cada uno de las parcelas se registró la presencia de cada especie y se estimó la cobertura de las especies mediante observación directa (% de área muestreada) según la escala modificada de Braun-Blanquet. Si la cobertura de la parcela excede el 100%, indica que existe más de un estrato los cuales se superponen en planos paralelos al suelo. Adicionalmente se realizaron prospecciones fotográficas y visuales en los sitios de interés.

Tabla 37. Codificación de la abundancia relativa de flora según metodología de Braun-Blanquet.

Código	Abundancia	% Cobertura
<i>R</i>	Rara	1 o 2 individuos
1	Ocasional	Individuos aislados
2	Escasa	1 – 10%
3	Frecuente	11 – 50%
4	Abundante	51 – 70%
5	Muy abundante (dominante)	71 – 100%

Cada parcela se caracterizó según su ubicación (latitud, longitud y altitud), contexto de la perturbación (e.g. pastoreo, madereo, fuego, etc.), intensidad de la perturbación, especie dominante, especie acompañante u ocasional, formación vegetal-uso de suelo, cobertura de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (medida como porcentaje) y altura media de

los estratos. Los estratos serán clasificados según su forma de crecimiento y/o tipos biológicos:

- Árbol (leñoso alto).
- Arbusto (leñoso bajo).
- Trepadoras.
- Subarbusto.
- Parásitas.

La recolección de especímenes se realizó de forma convencional, registrando la ubicación geográfica con un GPS (Garmin Gpsmap 62s) de los puntos de muestreo y recolectando, en el caso que lo ameritó, un ejemplar de cada especie para su posterior identificación.

Resultados

Flora (Riqueza)

Se encontraron en el total de las parcelas 72 especies, y una de ellas sólo fue posible identificarla hasta el nivel de familia, seis hasta el nivel de género y cuatro quedaron (hasta el momento) como especies indeterminadas, puesto que no presentaban caracteres vegetativos y florales, por encontrarse en una temprana etapa de madurez, que permitiera su identificación específica.

No se encontró ninguna especie bajo alguna categoría de conservación. El 40% de las especies encontradas son de origen introducido, un 38% de origen nativo, un 7% endémico y un 11% no especificado por no conocer la identidad de la especie. La especie *Poa sp.* corresponde a la especie con mayor proporción de cultivo.

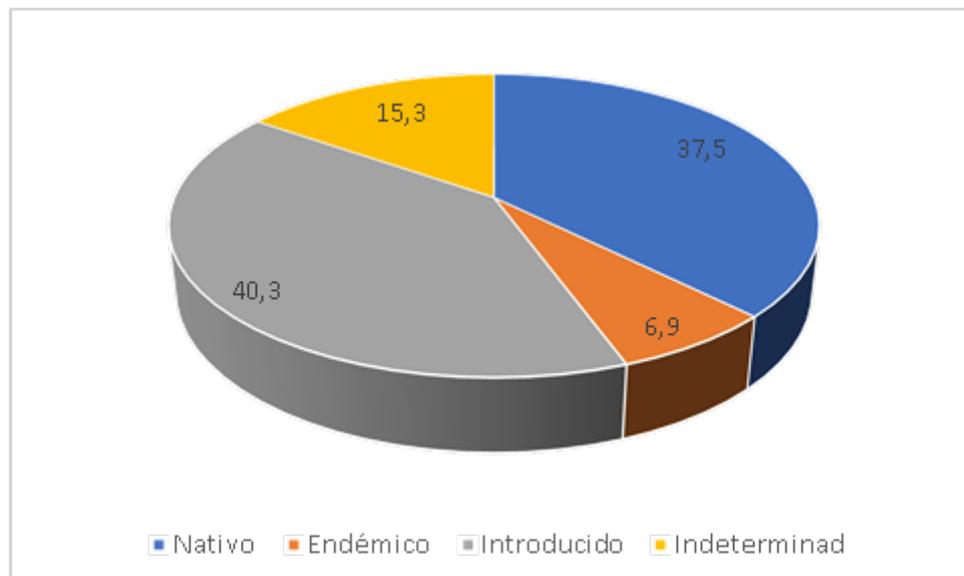


Figura 38. Porcentaje de presencia de flora según origen fitogeográfico.

El mayor número de especies presenta la forma de vida herbácea, 54 especies, (entre hierba perenne, hierba anual, hierba bienal o hierba anual o bienal), seguido por 13 especies de árboles y 17 arbustos (arbusto, arbusto o árbol pequeño, arbusto trepador y subarbusto).

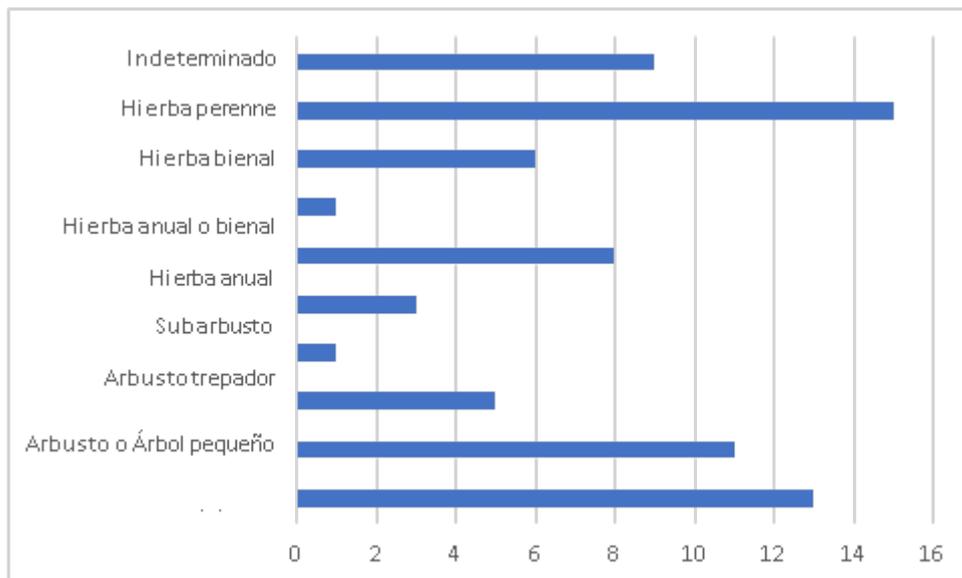


Figura 39. Número de especies encontradas, según la forma de vida.

Tabla 38. Detalle de la clasificación taxonómica de cada especie encontrada, forma de crecimiento, origen fitogeográfico y categoría de conservación (CC).

Especie	Nombre común	Familia	Forma de vida	Origen	CC
<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Fabaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo australiano	Fabaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Aira sp.</i>		Poaceae	Hierba anual		
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Elaocarpaceae	Árbol	Nativa	-
<i>Azara dentata</i>	Corcolén	Salicaceae	Arbusto	Endémica	-
<i>Azara integrifolia</i>	Corcolén	Salicaceae	Arbusto	Endémica	
<i>Azorella trifurcata</i>	Llaretta	Apiaceae	Subarbusto	Nativa	-
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Asteraceae	Arbusto	Nativa	-
<i>Berberis actinacantha</i>	Michay	Berberidaceae	Arbusto	Endémica	-
<i>Bidens aurea</i>	Falso té	Asteraceae	Hierba perenne	Introducida	-
<i>Blechnum chilense</i>	Costilla de vaca	Blechnaceae	Subarbusto	Nativa	-
<i>Blechnum hastatum</i>	Quilquil	Blechnaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Chenopodium album</i>		Chenopodiaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo	Asteraceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Cissus striata</i>	Pilpilvoqui	Vitaceae	Arbusto trepador	Nativa	-

Especie	Nombre común	Familia	Forma de vida	Origen	CC
<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Apiaceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Crinodendron patagua</i>	Patagua	Elaocarpaceae	Árbol	Endémica	-
<i>Cyperus eragrostis</i>		Cyperaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Cyperus xantostachyus</i>	Cortadera, ñocha	Cyperaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Dipsacus sativus</i>		Caprifoliaceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Discaria articulata</i>	Crucero	Rhamnaceae	Arbusto o árbol pequeño	Nativa	-
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Paico	Chenopodiaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Echinochloa crusgalli</i>		Poaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Echium vulgare</i>	Lengua de gato	Boraginaceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Equisetum bogotense</i>	Limpia plata	Echicetaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Fabiana imbricata</i>	Pichi	Solanaceae	Arbusto	Nativa	-
<i>Festuca sp.</i>		Poaceae	Hierba perenne		-
<i>Galium hypocarpium</i>	Relbún	Rubiaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Geranium sp</i>		Geraniaceae			
<i>Holcus lanatus</i>	Pasto miel	Poaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Hypericum perforatum</i>	Hierba de San Juan	Hypericaceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Juncus procerus</i>	Junquillo	Juncaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	Proteaceae	Árbol	Nativa	-
<i>Lotus corniculatus</i>	Alfalfa chilota	Fabaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Myrtaceae	Árbol	Nativa	-
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Celastraceae	Árbol	Nativa	-
<i>Modiola caroliniana</i>		Malvaceae	Hierba perenne	Introducida	-
<i>Muhlenbeckia hastulata</i>	Quilo	Polygonaceae	Arbusto	Nativa	-
<i>Mutisia sp.</i>		Asteraceae			-
<i>Myrceugenia planipes</i>	Pitra	Myrtaceae	Árbol	Nativa	-
<i>Myoschilos oblongum</i>	Orocoi	Santalaceae	Arbusto	Nativa	-
<i>Orchideaceae</i>		Orchidaceae			
<i>Otholobium glandulosum</i>	Culén	Fabaceae	Arbusto o árbol pequeño	Nativa	-
<i>Phacelia secunda</i>		Boraginaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Pinus radiata</i>	Pino	Pinaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Poa sp.</i>		Poaceae			
<i>Populus nigra</i>	Álamo	Salicaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Quillajaceae	Árbol	Nativa	-
<i>Rhaphanus sativus</i>	Rábano	Brassicaceae	Hierba anual o bienal	Introducida	-

Especie	Nombre común	Familia	Forma de vida	Origen	CC
<i>Rosa rubiginosa</i>	Mosqueta	Rosaceae	Arbusto	Introducida	-
<i>Rubus ulmifolius</i>	Mora	Rosaceae	Arbusto	Introducida	-
<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Polygonaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Rumex crispus</i>	Gualtata	Polygonaceae	Hierba perenne	Introducida	-
<i>Salix babylonica</i>	Sauce	Salicaceae	Árbol	Introducida	-
<i>Salix viminalis</i>	Sauce amargo	Salicaceae	Arbusto o árbol pequeño	Introducida	-
<i>Schinus polygama</i>	Huingán	Anacardiaceae	Arbusto o árbol pequeño	Nativa	-
<i>Senecio lineariifolius</i>		Asteraceae	Subarbusto	Nativa	-
<i>Senecio sylvaticus</i>		Asteraceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Sophora macrocarpha</i>	Mayu	Fabaceae	Arbusto o árbol pequeño	Endémica	-
<i>Sp1</i>					
<i>Sp2</i>					
<i>Sp3</i>					
<i>Sp4</i>					
<i>Teline monspessulana</i>	Retamilla	Fabaceae	Arbusto	Introducida	-
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	Fabaceae	Hierba anual	Introducida	-
<i>Urtiga dioica</i>	Ortiga	Urticaceae	Arbusto	Introducida	-
<i>Valeriana sp.</i>		Caprifoliaceae			
<i>Verbascum thapsus</i>	Hierba del paño	Scrophulariaceae	Hierba bienal	Introducida	-
<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	Verbenaceae	Hierba perenne	Nativa	-
<i>Vinca major</i>	Azuleja	Apocynaceae	Hierba perenne	Introducida	-
<i>Viola reiche</i>		Violaceae	Hierba perenne	Nativa	-

Vegetación

Dentro de las zonas recorridas y los puntos de muestreo, es posible distinguir sectores vegetacionales con flora y vegetación característica, es así como podemos agruparlos en cuatro sectores:

1. Zonas de Cultivo, sector Los Varones
2. Zonas ribereñas aledañas a zonas de cultivo, en sector Los Varones
3. Zonas de Cultivo, sector El Llano
4. Zonas sin intervención y ribera, en sector El Llano

A continuación, se describirá la conformación florística y vegetal de cada una de estas cuatro zonas.

Zonas de cultivo

Se encuentra ubicada en el sector Los Varones, y ocupa alrededor del 73% de la superficie. Al momento del estudio las plantas están en su primera etapa de crecimiento, la conformación de estos potreros de cultivo es homogénea, con predominancia de una sola especie por potrero, es así que se identificaron potreros probablemente de *Poa sp.* y de *Medicago sativa* (alfalfa), que se encontraban muy inmaduros vegetativamente. Esta conformación se denomina pradera artificial, conformada por especies herbáceas, que no superan los 20 cm de altura.



Fotografía 1. Detalle de la pradera artificial, plantación en potrero *Poa sp.*

Zonas ribereñas aledañas a zonas de cultivo, en sector Los Varones

En estas zonas cercanas al estero Curundú en el sector Los Varones, es posible encontrar especies arbóreas y arbustivas, además de varias herbáceas perennes.

En general, es una zona con alta intervención, producto de los procesos de cultivo, remoción de suelo, llegada de propágulos, etc., presenta una baja riqueza de especies y son en su mayoría de origen introducido. Acá encontramos un sector de bosque abierto, altamente degradado, conformado principalmente por especies introducidas y un sector de matorral, también en una alta proporción con especies introducidas. Encontramos especies nativas, pero de forma ocasional.



Fotografía 2. Zona de bosque y matorral ribereño, se distingue la alteración del suelo.

Zonas de Cultivo, sector El Llano

Esta zona está destinada a la remoción del suelo para fertilización mediante desechos orgánicos producidos en el proceso productivo de los animales (el guano y orina), estos son utilizados para el mejoramiento nutritivo y textura del suelo, para un mejor comportamiento de los nuevos cultivos. Cubre aproximadamente el 35% de la superficie del sector El Llano. En la mayoría de estos sitios la vegetación predominante es del tipo herbácea, de origen introducido, con predominancia de la especie *Chenopodium album* de unos 100 cm de altura y del arbusto *Rubus ulmifolius* (mora). Además, en esta zona se observan pequeños sectores aislados con relictos de flora nativa, con especies arbóreas tales como Quillay (*Quillaja saponaria*), Maitén (*Maytenus boaria*), Arrayán (*Luma apiculata*) y Huingán (*Schinus polygama*), entre los más abundantes.



Fotografía 3. Zona intervenida, dominada por plantas herbáceas, principalmente del tipo anual.



Fotografía 4. Muestra de un parche de bosque nativo, se observa la presencia predominante de árboles de Quillay.

Zonas sin intervención y ribera, en sector El Llano

Estas áreas denominadas “áreas inutilizadas” en el Fundo Los Varones, ocupan aproximadamente el 60% de la superficie del sector El Llano y corresponden a los sitios mejor conservados en lo que respecta a composición de flora y vegetación. Su conformación es de un bosque del tipo esclerófilo, conformado por especies de origen nativo, donde predominan especies arbóreas que promedian los 6mt de altura, las especies dominantes son: *Azara integrifolia* (corcolón), *Myrceugenia planipes* (Pitra), *Sophora macrocarpha* (Mayu), *Schinus polygama* (Huingán), *Quillaja saponaria* (Quillay), *Luma*

apiculata (Arrayán) y *Lomatia hirsuta* (Radal). Dentro de las especies arbustivas, se encuentran los característicos arbustos de esta conformación biogeográfica como lo son; *Fabiana imbricata* (pichi), *Berberis actinacantha* (Michay) y *Discaria articulata* (Crucero), que pueden llegar a los 150cm de altura aproximadamente. En los sitios donde el bosque es más abierto y hay un grado mayor de intervención se encuentran *Rubus ulmifolius* (Mora), *Rosa rubiginosa* (Mosqueta) e *Hypericum perforatum* (Hierba de San Juan), en compañía de los anteriormente citados.



Fotografía 5. Sector de bosque esclerófilo, con poca intervención y baja presencia de especies introducidas.



Fotografía 6. Sector intervenido y bosque abierto, donde se observa la presencia de *Rubus ulmifolius* (Mora), *Rosa rubiginosa* (Mosqueta) e *Hypericum perforatum* (Hierba de San Juan).

Interpretación de los resultados

La zona de estudio, corresponde a un área altamente intervenida, donde existía un bosque esclerófilo mediterráneo dominado por *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricata*. Este bosque se desarrollaba sobre condiciones de sustrato arenoso o pedregoso con escasa capacidad de retención, generando condiciones de déficit hídrico en el suelo y una fisonomía vegetacional xeromórfica y pobre en especies. A pesar de que no existen mayores antecedentes sobre la dinámica de este tipo de vegetación, es posible suponer que la principal fuente de alteración es el reemplazo por plantaciones de *Pinus radiata* y cultivos agrícolas, y que las áreas remanentes actúan como receptoras de plantas introducidas provenientes de las mismas. Al mismo tiempo, perturbaciones antropogénicas como fuego o tala podrían generar procesos sucesionales secundarios que permiten la instalación de los componentes originales de la vegetación. (Luebert & Pliscoff 2006).

En la actualidad se encuentran presentes allí grandes extensiones de plantaciones de variedades de *Poa sp*, *Triticum aestivum* (Trigo) y de *Pinus radiata*, entre otros nuevos cultivos, por lo que la flora y vegetación que se encuentra en la zona corresponde a relictuales confinados a los límites de los predios agrícolas o forestales o en lugares de pequeñas quebradas.

La flora encontrada en la zona de estudio corresponde en un 40% a especies de origen introducido, consideradas malezas, muchas de ellas con un alto potencial invasor (Fuentes et al. 2014) y cuya fuente de origen es principalmente como especies contaminante de semillas de cultivo o especies forrajeras. Estas especies introducidas se concentran

principalmente en las zonas de cultivo (potreros y sectores de desechos de purines) y muy pocas de ellas, principalmente las más características e invasoras como *Rubus ulmifolius* (mora) *Rosa rubiginosa* (mosqueta), *Hypericum perforatum* (hierba de San Juan), *Verbascum thapsus* (hierba del paño) y *Echium vulgare* (lengua de gato) entre otras, es posible encontrarlas en los sitios de bosque esclerófilo.

Un importante 38% de las especies es de origen nativo y un 7% es endémico, lo que demuestra la capacidad de resiliencia del bosque esclerófilo en estos lugares de cultivo y plantaciones.

Finalmente, se puede concluir que la flora encontrada en la temporada otoño 2021 no presenta ningún tipo de categorización según su estado de conservación. Hay una alta proporción de especies de flora de origen introducido con un alto potencial invasor, principalmente relegadas a las zonas de intervención como lo son los potreros y los sectores de desechos de purines. El bosque esclerófilo que se encuentra en el predio presenta una buena muestra del bosque esclerófilo de la zona, presentando un buen estado de conservación general en aquellos sectores que no ha sido intervenido.

5.6. Fauna

En el área de estudio del proyecto, durante otoño y primavera de 2021 fue realizada una “caracterización ambiental de fauna vertebrada terrestre” con la finalidad de realizar una adecuada descripción del componente biótico en el área de influencia de los terrenos donde Agropecuaria Los Varones desarrolla sus actividades, esto mediante un correcto y preciso estudio del ensamble de este grupo de animales, contribuyendo así con la conservación de la biodiversidad local.

Se realizó un estudio de Línea de Base Ambiental para la componente Fauna Silvestre, contemplando estudios específicos para la “fauna silvestre” en los periodos otoño y primavera 2021, orientando el estudio a describir (desde el punto de vista de su importancia a nivel regional y nacional), la riqueza, abundancia y estado de conservación de las especies presentes en el medio terrestre.

El área de estudio para el componente fauna silvestre, fue definida como la superficie de los predios donde se emplazan las actividades de Agropecuaria Los Varones.

En la siguiente figura se muestra el área de estudio considerada para este componente.

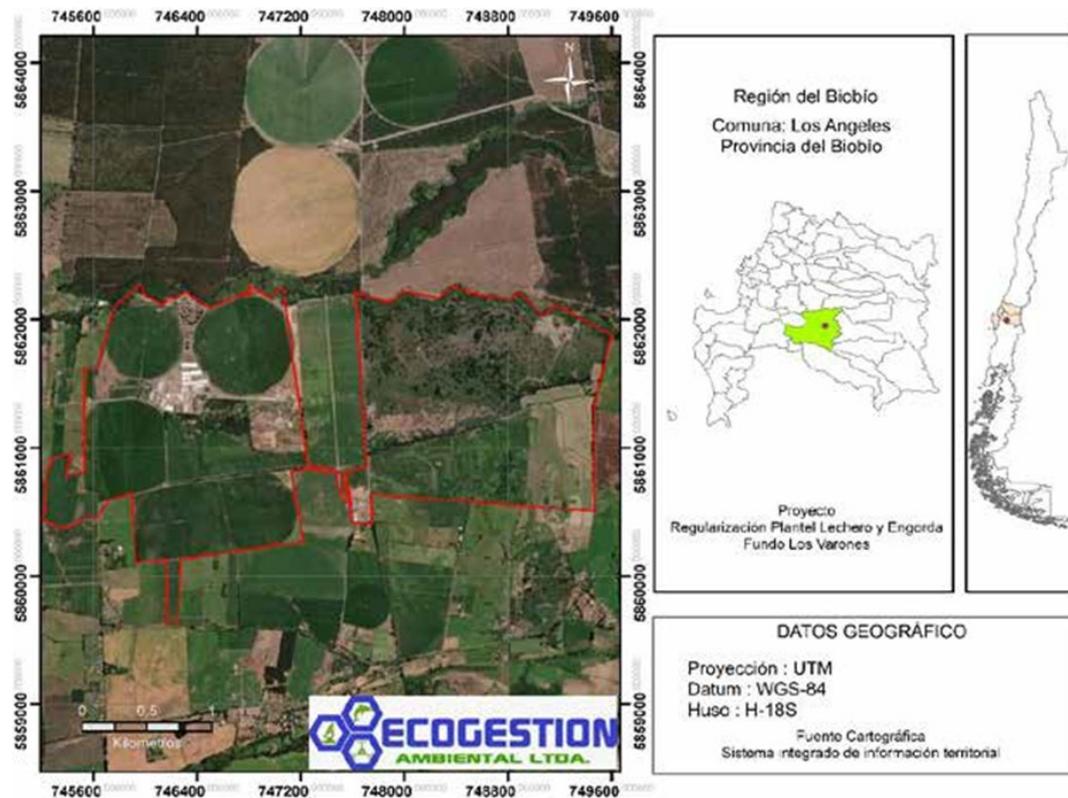


Figura 40. Área de estudio, componente fauna.

Metodología

La caracterización de la fauna, presente en el área de estudio, se realizó en otoño y en primavera del año 2021, con la finalidad de observar la componente fauna silvestre presente en el área de estudio. En cada una de las campañas de muestreo, las actividades de terreno consideraron una duración de 10 horas cronológicas por día de trabajo.

El diseño de muestreo contempló la caracterización de la fauna presente en 13 puntos de muestreo, los cuales fueron definidos a priori, con la finalidad de abarcar la totalidad de tipos de ambiente para fauna en el área de estudio.

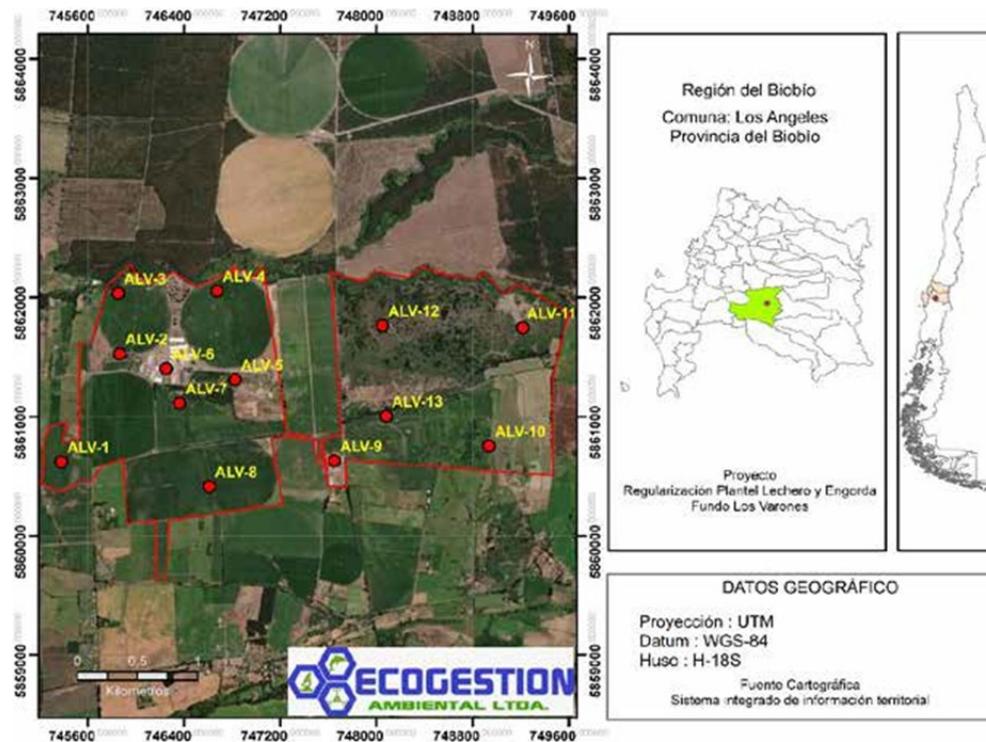


Figura 41. Ubicación de los puntos de muestreo para anfibios, reptiles, mamíferos y aves.

Anfibios

El muestreo de los anfibios fue realizado mediante transectos con búsqueda activa en todos los potenciales refugios como son: bajo piedras, troncos caídos, sectores húmedos, pozas temporales. Además, se consideraron estaciones auditivas. Para determinar las especies de anfibios, se utilizó apoyo de literatura especializada (Cej, 1962; Vidal & Labra, 2008; Rabanal & Núñez, 2008).

Reptiles

La evaluación de los reptiles se realizó mediante el método de transectos/parches con búsqueda activa bajo piedras y troncos bajo el criterio del investigador especialista, y la observación a distancia de individuos en actividad (Sutherland, 1996). Además, en el caso de encontrar evidencias indirectas (huevos, mudas, egagrópilas de aves rapaces con restos de reptiles, etc.), se consideró el hallazgo de mudas que evidenciaran la presencia de culebras. Para identificar las especies de reptiles se consultó literatura especializada (Donoso-Barros, 1966; Mella, 2004; Vidal & Labra, 2008).

Aves

La avifauna presente en el área de estudio fue observada mediante puntos fijos de radio mínimo 50 metros, donde se contabilizaron las aves mediante observación directa y/o registro auditivo, además de los registros informales (Sutherland, 1996). La determinación taxonómica se verificó mediante el uso de guías de campo (Araya & Millie, 2000; Figueroa et al., 2001, Couve & Vidal 2003, Jaramillo 2005, Martínez & González 2004).

Mamíferos

Para evaluar la presencia de micromamíferos en el área de estudio, se procedió a muestrear mediante el método de trampeo¹². La disposición espacial de las trampas “Sherman” fue realizada sobre ocho transectos principales con dos a tres trampas cada uno, utilizando un total de 20 trampas Sherman.

Las trampas Sherman, permanecieron activa durante la noche y fueron revisadas a primera hora en la mañana (por un total de 10 horas).

Para determinar las especies de micromamíferos se consultó literatura especializada que aborda al grupo (e.g. Osgood 1943, Mann, 1978; Campos, 1996; Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2000; Figueroa et al. 2001, Iriarte 2008).

Análisis de la información

Los resultados provenientes de la identificación de la fauna silvestre (anfibios, aves reptiles y micromamíferos) identificada y observada en el área de estudio, fueron almacenados en formularios de terreno, para posteriormente ser transcritas a bases de datos digitales en Microsoft Excel. Luego, se procedió a realizar cálculos de abundancia de especies para el área de estudio. Se evaluó además la clasificación taxonómica, el origen (endémico, nativo e introducido), el estatus migratorio (para las aves: Migratoria y Residente) y la categoría de conservación.

Origen

El origen de las especies presentes en el área de estudio fue establecido según lo indicado en el portal web Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente, utilizando las siguientes categorías de clasificación: Endémico, Nativo e Introducido.

Abundancia de especies

La abundancia fue calculada como el número total de individuos para cada especie en el área de estudio, identificados mediante evidencias directas (observados, escuchados y capturados) y evidencias indirectas (huellas, plumas, heces, pelos, huesos, etc.).

Riqueza total de especies

La riqueza total se estimó en base al número acumulado de especies en el área de estudio, incluyendo tanto las especies identificadas por evidencias directas como por evidencias indirectas.

Con los datos de abundancia, se realizaron los análisis estadísticos y ecológicos pertinentes, los que consistieron principalmente en estimaciones de índices univariados de riqueza de especies (DMG) (Margalef, 1958), índice de diversidad de Shannon (H'), índice de equidad de Pielou (J'), y dominancia específica de Simpson (D).

Categoría de conservación

Para establecer el estado de conservación de la fauna potencial y de la fauna identificada en el área de estudio, se utilizaron las categorías incluidas en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D.S 29/2011) con los decretos supremos asociados; estos son: D.S.151/2006, D.S.50/2008, D.S.51/2008, D.S.23/2009, D.S.33/2011, D.S.41/2011, D.S.42/2011, D.S.19/2012, D.S.13/2013, D.S.52/2014, D.S.38/2015, D.S.16/2016, D.S.6/2017, D.S.79/2018, D.S.23/2019, D.S.16/2020 y la Ley de Caza y su Reglamento (Ley 19.473). Además, se consideró como referencia, las categorías de conservación establecidas por UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (www.uicn.org).

Resultados Fauna presente en el área de estudio

Riqueza y abundancia de especies

La fauna silvestre presente en el área de estudio, considerando ambos periodos de muestreo, se logró evidenciar la presencia de 19 especies representantes de la Clase Aves, Reptilia y Mammalia. No observándose representantes de la Clase Amphibia.

Para el muestreo de otoño 2021, en el área de estudio se registró un total de 88 individuos pertenecientes a las clases Aves y Mammalia. De éstas, las aves agruparon 82 individuos en siete especies, siendo la especie nativa *Cyanoliseus patagonus* (loro Tricahue) la más abundante con 22 especímenes. Entre los mamíferos, las únicas dos especies capturadas correspondieron a los roedores exóticos: *Rattus rattus* (rata negra) y *Ratus norvegicus* (guaren), siendo la primera la más abundante.

En primavera 2021, se registró un total de 1157 ejemplares pertenecientes a las Clase Aves, Mammalia y Reptilia. De éstas, las aves agruparon 128 ejemplares representantes de 11 especies, siendo la especie Exótica *Passer domesticus* (Gorrión) la más abundante con 35 individuos contabilizados. Los mamíferos, estuvieron representados por 4 especies, observándose 1 ejemplar de la especie Nativa *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo); y un ejemplar para cada una de las especies de origen Exótico *Rattus norvegicus* (Guaren), *Rattus rattus* (Rata negra), *Oryctolagus cuniculus* (Conejo).

Tabla 39. Listado de especies observadas en los muestreos de otoño y primavera de 2021.

Clase	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (N)	
			Primavera	Otoño
Aves	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	29	12
Aves	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	8	
Aves	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	6	
Aves	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	11	
Aves	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica	16	12
Aves	<i>Phalcoboenus chimango</i>	Tiuque	6	

Aves	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	35	12
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	1	5
Aves	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	4	10
Aves	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	5	
Aves	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	7	
Aves	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo		8
Aves	<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Tricahue		22
Mammalia	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	1	1
Mammalia	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	1	
Mammalia	<i>Rattus rattus</i>	Rata Negra	1	5
Mammalia	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	1	
Reptilia	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija de Colores	15	
Reptilia	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	10	

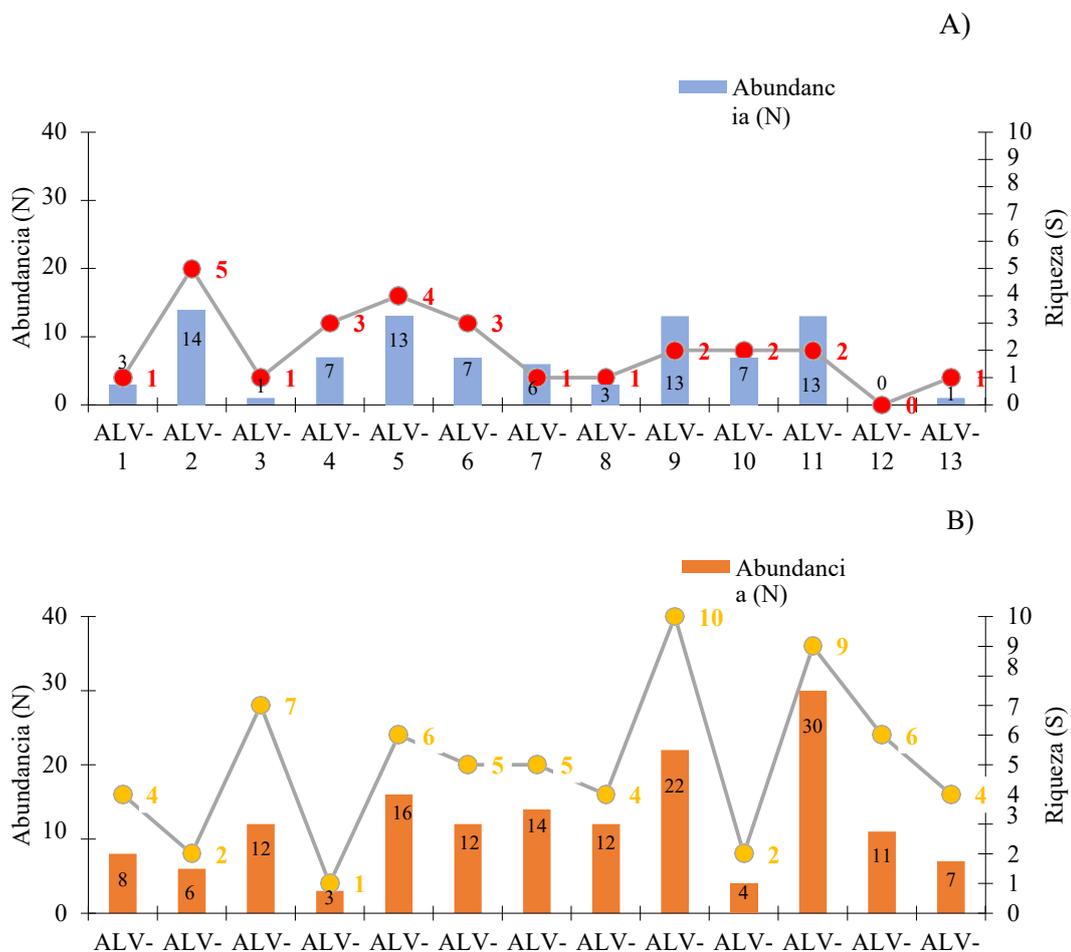


Figura 42. Riqueza (S) y Abundancia (N) específica de vertebrados por clases en el área de estudio. A) muestreo otoño 2021; B) muestreo Primavera 2021.

En otoño 2021 se observó que la mayor abundancia numérica (N), la cual estuvo asociada a los puntos de muestreo ALV-2 (N = 14) y en los puntos de muestreo ALV-5 (N = 13), ALV-9 (N= 13) y en ALV-11 (N = 13), disminuyendo en los puntos de muestreo ALV-4 (N =7), ALV- 6 (N = 7), ALV-10 (N = 7), ALV-7 (N = 6), ALV-1 (N = 3), ALV-8 (N = 3), y observándose sólo 1 ejemplar en los puntos de muestreo ALV-3 (N = 1), ALV-13 (N = 1) (Figura 42A).

Por otro lado, en primavera 2021, las mayores abundancias fueron observadas en los puntos de muestreo ALV-11 (N = 30), ALV-9 (N = 22), ALV-5 (N = 16), ALV-7 (N = 14), ALV-6 (N= 12), ALV-8 (N = 12), ALV-3 (N = 12), ALV-12 (N = 11), observándose menores abundancias en los puntos ALV-1 (N = 8), ALV-13 (N = 7), ALV-2 (N = 6), ALV-10 (N = 4) y en ALV-4 (N = 3) (Figura 42B).

Para el caso de la riqueza o número de especies (S), en otoño 2021, el mayor número de especies estuvo asociado a los puntos de muestreo ALV-2 (S = 5), ALV-5 (S = 4), ALV- 4 (S = 3), ALV-6 (S = 3), ALV-9 (S = 2), y en ALV-10 (S = 2), ALV-11 (S = 2); observándose solo una especie en ALV-13 (S = 1) (Figura 42A).

Mientras que en primavera el mayor número de especies (S) fue evidenciado en los puntos de muestreo ALV-9 (S = 10), ALV-11 (S = 9), ALV-3 (S = 7), ALV-5 (S = 6), ALV-12 (S = 6), ALV-6 (S = 5), ALV-7 (S = 5), ALV-1S =4), ALV-8 (S = 4), ALV-13 (S = 4), ALV-2 (S = 2), ALV-10 (S = 2) y en ALV-4 (S =1)(Figura 42B).

Los valores obtenidos para los distintos índices ecológicos, calculados en base a los datos de abundancia de fauna obtenidos en cada uno de los 6 puntos de muestreo realizados en el área de estudio, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 40. Valores por punto de muestreo y estación del: número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H'), equidad (J') e índice de dominancia (D). Muestreo Otoño (Ot) y Primavera (Pri) 2021.

Punto Muestreo	Riqueza (S)		Abundancia (N)		Equidad (J')		Diversidad (H')		Dominancia (D)	
	Pri	Ot	Pri	Ot	Pri	Ot	Pri	Ot	Pri	Ot
ALV-1	4	1	8	3	0,9528	****	1,321	0	0,8214	0
ALV-2	2	5	6	14	0,9183	0,855	0,6365	1,376	0,5333	0,7582
ALV-3	7	1	12	1	0,9208	****	1,792	0	0,8788	****
ALV-4	1	3	3	7	****	0,8699	0	0,9557	0	0,6667
ALV-5	6	4	16	13	0,9489	0,8346	1,7	1,157	0,8583	0,6795
ALV-6	5	3	12	7	0,8849	0,7248	1,424	0,7963	0,7879	0,5238
ALV-7	5	1	14	6	0,978	****	1,574	0	0,8462	0
ALV-8	4	1	12	3	0,8921	****	1,237	0	0,7424	0
ALV-9	10	2	22	13	0,944	0,9957	2,174	0,6902	0,9134	0,5385
ALV-10	2	2	4	7	1	0,9852	0,6931	0,6829	0,6667	0,5714
ALV-11	9	2	30	13	0,7801	0,6194	1,714	0,4293	0,777	0,2821
ALV-12	6	0	11	0	0,9163	****	1,642	0	0,8545	****
ALV-13	4	1	7	1	0,9751	****	1,352	0	0,8571	****

Estados de conservación

De las 19 especies presentes en el área de estudio, podemos indicar que la Ley de Caza, reconoce a las especies *Cyanoliseus patagonus* (Trichahue) como en Peligro de extinción (P), *Liolaemus tenuis* (Lagartija de Colores) como Vulnerable (V), *Liolaemus lemniscatus* (Lagartija lemniscata) como Fuera de Peligro (F) y a *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) como Inadecuadamente conocida.

Por su parte, la RCE, reconoce a las especies *Cyanoliseus patagonus* (Trichahue) como En Peligro (EN) y la especie *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) como Vulnerable (VU). Mientras que la UICN, reconoce a las especies *Cyanoliseus patagonus* (Trichahue) y a *Oryctolagus cuniculus* (Conejo) como En Peligro (EN), y a la especie *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) como Vulnerable (VU). Mientras que las restantes 16 especies, la UICN las categoriza como Preocupación Menor (LC).

Tabla 41. Listado de especies registradas en el área de estudio (primavera 2021), se indica la Clase Aves, Mamíferos y Reptiles. O: Origen (Na = Nativo, En = Endémico, e In = Introducido o Exótico); EM: Estatus Migratorio (M = Migratoria, R = Residente). RCE: Reglamento de Clasificación de Especies; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Muestreo Otoño (Ot) y Primavera (Pri) 2021.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	O	E M	Ley de Caza	RCE ²	UICN ³
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	N	R	-		LC
	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	N	R	-		LC
	Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	N	R			LC
	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	N	R	-		LC
	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	In	R	-		LC
	Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus chimango</i>	Tiuque	N	R	-		LC
	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion	In	R			LC
	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	N	R	-		LC
	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	N	R			LC
	Passeriformes	Muscicapidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	N	R			LC
	Passeriformes	Emberizidae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	N	R			LC
	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	N	R	-		LC
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Trichahue	N	R	P	EN	EN

Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	In	R	-		LC
	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Na	R	I	VU	VU
	Rodentia	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata Negra	In	R	-		LC
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	In	R			EN
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija de Colores	Na	R	V		LC
	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	Na	R	F		LC

Interpretación de Resultados

Los registros indicados anteriormente como resultados, son concordante con especies presentes en zonas donde se desarrollan procesos agropecuarios y que, además, esta inserta en un área con una diversa población rural. Lo anterior tiene como resultado que los ecosistemas nativos y/o pocos intervenidos son más bien una excepción y representados (no es el caso) por pequeños fragmentos muy deteriorados y con una pobre cobertura de lo que fue la vegetación nativa (Ortiz et al. 1994; Gajardo 1994). Por lo tanto, dado que la zona no es Prístina, no es de esperar una alta riqueza y abundancia de especies nativas por las condiciones actuales de área.

Respecto de las especies registradas destacan la especie Nativa *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo), con categoría de conservación Vulnerable (RCE), además la presencia de dos especies de aves nativas: el trichahue (*Cyanoliseus patgonus*) y la bandurria (*Theristicus melanopsis*) las cuales son especies que realizan migraciones estacionales durante la temporada de invierno y que, además, prefieren zonas agrícolas (Jaramillo et al. 2003). En consecuencia, ambas aves no son residentes de la zona si no que solo la visitan esporádicamente.

El queltchue (*Vanellus chilensis*) y la garza boyera (*Bubulcus ibis*) son aves más bien residentes en la zona, sobre todo el queltchue que presenta una amplia distribución en Chile mientras que la segunda es un ave típicamente asociada al ganado.

A excepción de la categoría “En Peligro” del loro trichahue (*Cyanoliseus patgonus*), y “Vulnerable” del Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y la Lagartija de Colores (*Liolaemus tenuis*), todas las demás especies reportadas en este informe no presentan problemas de conservación. Finalmente, la diversidad general del área de estudio es demasiado pobre si se contrasta con los antecedentes bibliográficos sobre la fauna potencial de la zona.

5.7. Estudio de emisiones acústicas

El presente estudio tuvo por finalidad realizar una medición de los niveles de ruido provenientes del plantel lechero y de engorda de Agropecuaria Los Varones, para así proyectar acústicamente la operación actual, operación actual + construcción de ampliación, operación futura y cierre. Cuyos resultados fueron evaluados según los niveles máximos permitidos por el D.S N°38/2012.

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Decreto, dependen del horario y de la Zona en que se ubica el receptor. La Tabla 42, presenta los LMP, mientras que en la Tabla 43 se indican las definiciones correspondientes para cada Zona, las cuales están relacionadas con los Usos de Suelo establecidos por el Instrumento de Planificación Territorial correspondiente.

Tabla 42. Niveles Máximos Permisibles de Nivel de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A).

Tipo Zona	7 a 21 horas	21 a 7 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

Tabla 43. Descripción de usos de suelos permitidos para cada tipo de zona.

Tipo Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
Zona II	Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.
Zona III	Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona IV	Aquella zona definida en el instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

Para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre: Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A) ó NPC para Zona III de la Tabla 43. Utilizando el más restrictivo entre ambos. Este criterio se aplicará tanto para el período diurno como nocturno, de forma separada.

La evaluación de las fuentes emisoras de ruido que se emplazan en un lugar fijo, se realiza en el o los receptores vulnerables a la actividad, mediante un descriptor llamado nivel de presión sonora corregido (NPC).

Fauna asociada a los hábitats de relevancia

Según lo establecido en la letra e) del artículo 6° del reglamento del SEIA, para evaluar si se genera o no impacto sobre la fauna nativa se debe considerar “la diferencia entre los niveles estimados de ruido con proyecto o actividad y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre la fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación”. Cabe destacar, que ambos niveles deben obtenerse sin ponderación de frecuencia (lineales) y en banda de octava o tercio de frecuencia, de no generarse impactos significativos en la fauna nativa, se debe identificar y establecer los antecedentes que justifican la inexistencia de estos ECC.

Modelo acústico para fuentes reguladas por el D.S N°38/11. Y no reguladas

Dado que, al realizar mediciones en los receptores más cercanos, se obtienen valores ajenos a la planta en estudio, se llevarán a cabo mediciones acústicas en los vértices de la planta, considerando que todo el ruido medido, es atribuible al plantel, de esta forma obteniendo puntos de calibración, para insertarlos en el software de simulación acústica SoundPLAN v 8.1. Y así obtener el área de emisión de ruido de la planta y obtener mapas de ruido. Para posteriormente adicionar los ruidos atribuibles a la planta en fase de operación y cierre.

Modelo de Cálculo para evaluación de la fauna

Se calculó la distancia en la cual los niveles proyectados se igualan al menor de los niveles que caracterizan la situación basal, esta debe ser definida de acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental aplicable o la de referencia, según corresponda tipo de fuente. Con estos antecedentes se deben indicar las coordenadas que definen el polígono georreferenciado del Área de Influencia del elemento afectado. Realizándolo mediante el software SoundPLAN V 8.1

Determinación de los puntos sensibles

Para la determinación de los puntos sensibles se efectuó una inspección inicial mediante una imagen aérea identificando potenciales receptores, los que luego fueron corroborados en una visita inspectiva en terreno bajo el concepto descrito por el D.S. N° 38/11 MMA, entendiéndose receptor como a “toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa”.

Los receptores se encuentran identificados, en la siguiente imagen.



Figura 43. Ubicación del plantel y los receptores cercanos.

Receptores evaluados en ruido

Se consideró los receptores más cercanos al proyecto, a fin de establecer los niveles de inmisión en estos, los cuales principalmente corresponden a Industrias del sector. Los receptores y el proyecto se encuentran emplazados en una zona determinada como zona rural.

Tabla 44. Ubicación y descripción de los puntos de proyección en receptores cercanos.

ID Recept.	Coordenadas UTM WSG 84 (Este, Norte)		Distancia al Proyecto (m)	Altura estimada receptor	Zonificación según D.S.38	Zonificación según plan regulador Comunal
N°12	747173.80	5861396.10	712 mts	1,5 mts	RURAL	RURAL
N°13	745562.18	5861371.42	453 mts	1,5 mts	RURAL	RURAL
N°15	745675.38	5860551.05	866 mts	1,5 mts	RURAL	RURAL
N°17	747601.42	5860541.96	1300 mts	1,5 mts	RURAL	RURAL



Figura 44. Puntos evaluados para fauna.

Tabla 45. Ubicación puntos evaluados para fauna.

ID Recept.	Coordenadas UTM WSG 84 (Este, Norte)		Distancia al Proyecto (m)	Altura estimada receptor
F12	747173.80	5861396.10	712 mts	0,3 mts
F13	745562.18	5861371.42	453 mts	0,3 mts
F15	745675.38	5860551.05	866 mts	0,3 mts
F17	747601.42	5860541.96	1300 mts	0,3 mts

Ruido de Fondo

Dado que no puede ser detenido el proceso de la planta, se considerará que todo el ruido es proveniente de la planta, no realizando la corrección, que indica el D.S. N°38/11, para ruido de fondo. Y se consideran los valores indicados en la guía para la predicción de impactos de ruido y vibración del SEIA, 2019. Estableciendo como nivel de ruido de fondo 35 db(A) como nivel máximo permitido.

Emisiones acústicas

Fases: Las Fases a modelar y considerar son:

- **Situación Actual (diurno- nocturno)**
- Situación actual+ construcción (Horario diurno)
- Situación actual+ Operación futura (Horario diurno- nocturno)
- Situación actual+ Cierre o abandono (Horario diurno)

Para efectos del presente informe, nos basaremos exclusivamente en la situación actual del plantel.

Fuentes: Las fuentes emisoras de ruido reguladas por el D.S. 38 a considerar son:

Tabla 46. Valores medidos y atribuidos fase situación actual (vértices-Ingeniería inversa).

ACTIVIDAD: Construcción						FASE: Única					
Tipo de maquinaria	Cantidad	Lw db(A)								LWA	Referencia del dato
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
Situación actual	1	78	82	74	76	79	83	64	82	86	Ingeniería inversa mediciones



Figura 45. Ruta fuentes móviles en color verde y en rojo las fuentes fijas, asociadas a las operaciones actuales del plantel.

Tabla 47. Fuentes móviles utilizadas en las actividades operacionales.

Lugar	Tipo de Vehículo	Cantidad horario diurno	Cantidad horario nocturno	Norma ref alemana RLS-90 SoundPLAN 8. db(A). LME
Caminos Acceso	Liviano	0	0	58,92
	Pesado	16	0	

Se considera en LAeq día, los ligeros 50 km/h, pesados 30 Km/h, pesados sobre 2,8 T, Tal como lo indica la norma alemana RLS90.

Resultados emisiones acústicas

En la figura 45 y tabla 46, se presentan los resultados de los niveles de ruido medidos en torno al proyecto. Las fuentes de ruido corresponden a las involucradas en la Fase de Situación actual. Los resultados se presentan a través de un mapa de ruido y valores tabulados. Se debe señalar que las curvas de propagación isonivel están referidas a una altura de 1,5 m del suelo, mientras que el valor en cada receptor corresponde al de mayor imisión en la misma altura.

Tabla 48. Nivel de presión sonora Proyecto Fase Situación Actual

Punto (Receptor)	NPC dB(A) Proyecto	Niveles Máximos Permisibles (7 a 21 horas) db(A)	Niveles Máximos Permisibles (21 a 7 horas) db(A)	Evaluación según D.S 38 Diurno	Evaluación según D.S 38 Nocturno
N°12	11,6	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°13	11,5	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°15	8,5	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°17	3,9	35	35	CUMPLE	CUMPLE

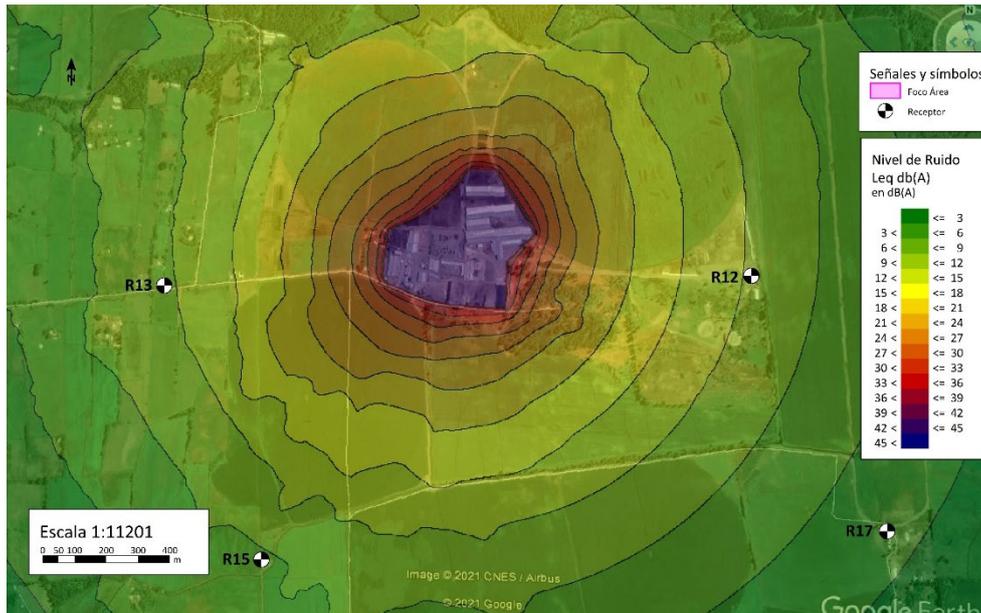


Figura 46. Mapa de Propagación sonora fase Situación actual realizado con SoundPLAN 8.1

Evaluación acústica

A fin de poder evaluar los máximos permitidos según el elemento, se expone en la siguiente tabla, los máximos permitidos y su evaluación.

Tabla 49. Evaluación Riesgo para la Salud de la población fase Situación actual diurno y nocturno, según D.S.38

Receptor	Horario	NPC dB(A)	Máx. permitido en dB(A) diurno	Máx. permitido en dB(A) Nocturno	Evaluación de cumplimiento diurno	Evaluación de cumplimiento Nocturno.
N°12	Diurno Nocturno	11,6	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°13	Diurno Nocturno	11,5	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°15	Diurno Nocturno	8,5	35	35	CUMPLE	CUMPLE
N°17	Diurno Nocturno	3,9	35	35	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 50. Evaluación acústica del proyecto sobre la fauna del lugar, Effects of Noise on Wildlife and Other Animals, 1971, United States Environmental Protection Agency (EPA) Fase Situación actual

Punto (Receptor)	NPC db Situación actual	Niveles Máximos Permisibles Según EPA	Cumple en todas las Fases
F12	14,0	85 dB	CUMPLE
F13	13,9	85 dB	CUMPLE
F14	11,2	85 dB	CUMPLE
F15	7,5	85 dB	CUMPLE

Interpretación de los resultados

Según los resultados obtenidos para el componente ruido, las actividades que desarrolla actualmente Agropecuaria Los Varones, no genera afectación a la salud de población. Según evaluación del D.S. 38. MMA.

Por otro lado, los niveles de ruido máximos permisibles para fauna silvestre de acuerdo a la Guía de Evaluación Ambiental de Fauna Silvestre del SAG indican una consideración de 85 dB, no obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación del impacto acústico, no se contempla la superación de este nivel de ruido en relación a la fauna.

6. DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Con la información proporcionada por los estudios realizados a los diferentes componentes ambientales presentados en los acápite anteriores, es posible evidenciar la existencia o no de efectos ambientales sobre dichos componentes, en relación a las actividades que desarrolla Agropecuaria los Varones.

6.1. Componente Limnológico

El estudio realizado al componente limnológico, pudo concluir que el estero Curanadú ubicado al Norte de los predios que comprende Agropecuaria Los Varones, presenta aguas que varían de buena a excelente calidad. En general los parámetros de calidad de agua analizados se ajustaron a los límites referenciales establecidos por la Guía CONAMA y a los límites establecidos por la NChN°1333/78.

Los sedimentos fluviales presentan una baja concentración de materia orgánica total, lo cual es muy importante, dado que el contenido de materia orgánica en los sedimentos fluviales juega un papel crítico en la calidad de agua, debido a que son capaces de almacenar o liberar sustancias tóxicas, tales como químicos orgánicos o metales pesados (Ballinger & Mckee, 1971, Horowitz, 1991, Schorer, 1997).

La ictiofauna estuvo dominada por las especies nativas y *Trichomycterus areolatus*, *Galaxias maculatus*, *Percilia gillissi*, y con una baja representación de ictiofauna introducida representada solo por *Oncorhynchus mykiss*. Lo cual se relaciona con la buena calidad de las aguas del estero.

Por otro lado, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo dominada por taxa con alto grado de tolerancia ambiental, es decir con baja sensibilidad a las perturbaciones del hábitat, tales como los Orden Diptera y Lumbriculida. Los índices de calidad ambiental dieron cuenta de una calidad de agua que varió de Muy Mala a Excelente según el índice biótico de familias (IBF) y de Buena a Mala según el índice EPT%.

En términos generales, las actividades que actualmente desarrolla Agropecuaria Los Varones no evidencian un efecto ambiental negativo sobre la calidad de agua y la biota que habita el estero Curanadú.

6.2. Componente Hidrológico e Hidrogeológico

Los predios que comprende Agroindustria Los Varones se ubican entre la ribera sur del Estero Curanadú y la ribera norte del Río Rarínco, siendo el cuerpo de agua más cercano el Estero Curanadú. Dicho estero nace inmediatamente al sur de la bocatoma del Canal Laja en Tucapel y se desarrolla al sur del río Guaqui. La parte alta de la cuenca donde se ubican estos cuerpos fluviales, presenta un uso de suelo predominantemente forestal y la parte media y baja un uso agrícola donde existen numerosos pivotes centrales, entre ellos los correspondientes a los predios de Agroindustria Los Varones.

El estero Curanadú presenta sus máximos caudales entre los meses de junio y septiembre.

En cuanto a las aguas subterráneas presentes en el área del proyecto, este se encuentra ubicado en el Sector Hidrogeológico de e Aprovechamiento Común (SHAC) Biobío Medio. Desde el punto de vista hidrogeológico, el estudio DGA (2012) distingue tres unidades hidrogeológicas calificadas como acuíferos, de las cuales la unidad denominada acuífero 3, cubre íntegramente el área del Proyecto Los Varones. El Acuífero 3 abarca la unidad geológica denominada Formación La Montaña (Pleistoceno-Holoceno), formada por una serie de depósitos morrénicos y aluviales de composición relativamente uniforme, más bancos de arcillas y arenas, todos ellos con baja compactación y sin cementación.

El flujo regional de aguas subterráneas tiende a escurrir hacia los ríos Laja y Caliboro, situación que es consistente con la existencia de múltiples vertientes que afloran en las riberas de ambos ríos y con la tendencia general del drenaje subterráneo regional

De acuerdo a la información obtenida desde los pozos y a la observación directa en terreno realizada durante la prospección de seis calicatas distribuidas en los dos predios que componen el Fundo Los Varones, el nivel freático en el área del proyecto se ubica a un rango de profundidades de 2 a 5 metros, lo cual se relaciona con el tipo de suelo presente en el área del proyecto, predominando un estrato de suelo arena-arcilla, seguido con arcilla y gravas.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de parámetros químicos, físicos y microbiológicos al agua subterránea extraída desde dos pozos para su monitoreo, se pudo evidenciar que las aguas presentan valores bajo los límites exigidos en la Nch 1333, relacionada con requisitos para aguas destinadas a riego. Lo cual lleva a inferir que la aplicación de purines al suelo, actividad que actualmente realiza Agropecuaria Los Varones, no estaría generando un efecto ambiental negativo sobre las aguas subterráneas del sector.

Por otro lado, si existe escurrimiento superficial de aguas lluvias desde los sectores de los predios donde se han dispuesto purines, estas aguas serían aportadas al estero Curanadú, el cual presenta un agua de buena calidad, por lo tanto, de manera indirecta se puede concluir que no existe un efecto ambiental negativo tanto para aguas fluviales como subterráneas.

6.3. Componente Edafológico

Los suelos del proyecto se encuentran insertos en la zona precordillerana en la región del Biobío, estos se presentan en terrazas aluviales.

Los perfiles del suelo muestran una alta presencia de arenas y presentan una baja pedregosidad subsuperficial. Los suelos del proyecto son suelos poco profundos que presentan erosión no aparente o en algunos casos baja, ya que son utilizados para plantaciones de gramíneas.

Acorde al Estudio Agrológico del CIREN (2014) y según el levantamiento de información realizado in situ; la Clase de Capacidad de Uso más representativa es la Clase IV con un 48,69%, seguido por los suelos clase VII, con un 37,18%, los cuales, ambos presentan amplias limitaciones agronómicas para cultivos.

En cuanto a la fertilidad (macronutrientes), los suelos presentaron una muy baja concentración de Nitrógeno (N) y Potasio (K) disponible (mg/Kg) en todas las muestras, excepto en C3, donde se encontró una saturación de macronutrientes.

Por otro lado, el porcentaje de materia orgánica (M.O.) resultó bajo en las muestras obtenidas, siendo la muestra de la calicata C5 la que mostró un mayor nivel de materia orgánica con un 10,8%, seguido por C6 con 4,8%.

La concentración de Aluminio (Al) Intercambiable y Saturación de Aluminio (Al) mostró niveles muy bajos en todas las muestras.

Los análisis químicos de las muestras evidenciaron una importante deficiencia de macronutrientes NPK, sumado a una saturación de metales, en específico, Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn). Esto, sumado al pH encontrado en todas las muestras denota que los suelos poseen limitaciones importantes para sustentar eficientemente cualquier tipo de cultivo agrícola de alta demanda, debido a que, el Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) en saturación inhiben los procesos nitrificantes en el suelo. Sin embargo, el proyecto actualmente utiliza gran parte de su superficie en actividades agrícolas de baja demanda de nutrientes, como lo son las plantaciones de gramíneas para alimento en las actividades agropecuarias desarrolladas por la empresa.

De acuerdo a los antecedentes edafológicos expuestos, no es posible evidenciar efectos ambientales negativos de las actividades que desarrolla Agroindustria Los Varones, sobre la calidad del suelo, específicamente por la aplicación de purín, lo cual se demuestra en el bajo porcentaje de materia orgánica encontrado en las muestras de suelo y una baja concentración de nitrógeno.

6.4. Estudio de Impacto Odorante

A través del estudio de impacto odorante se pudo analizar la emisión de olor generada por el plantel lechero y de engorda de Agropecuaria Los Varones, tanto en su situación actual, como futura. La situación actual se refiere a instalaciones donde se están llevando a cabo actividades para la crianza de animales y extracción de leche, las que han sido

consideradas para este estudio como fuentes emisoras de olor y que corresponden a: a) Pabellones de animales, b) Fosos de purines (2), c) Riego de Purín líquido, d) Aplicación de abono y e) Acopio de purín sólido.

Por otro lado, se consideró para la situación futura, fuentes de emisión de olor tales como; a) Pabellones de animales, b) Acopio de Purín sólido, c) Riego de purín líquido y d) Aplicación de abono.

Es importante señalar que durante el escenario futuro se considerarán algunas buenas prácticas como: (a) aplicación de bacterias en el proceso con la finalidad de que disminuyan los olores en la operación, (b) aplicación de cal agrícola en las instalaciones del plantel, (c) limpieza periódica del plantel, (d) manejo de aguas lluvias mediante canalización, (e) canalización de aguas de lavado, proceso y líquidos percolados, mediante tuberías herméticas y (f) limpieza en patios/pabellones en seco.

Las mediciones de olor obtenidas desde cada fuente emisora fueron ingresadas al modelo de dispersión atmosférica Calpuff, lo cual permitió conocer la dispersión y concentración de los olores, tanto en el área de estudio como en los receptores discretos cercanos al plantel Los Varones.

Debido a que en Chile no existe normativa que regule la emisión ni la inmisión de olores por parte de una planta de estas características, se utilizan como referencia normativa internacionales. Por lo que las concentraciones de olor (OU_E/m^3), resultantes del modelo, para cada receptor discreto, fueron comparados con el límite de inmisión propuesto en la norma de los Países Bajos donde se establece un límite de $8 \text{OU}_E/\text{m}^3$ para el rubro ganadero fuera de la zona urbana.

Para el escenario actual, la dispersión de las emisiones de olor del Criadero Los Varones, indican que en los alrededores de la planta se producen concentraciones que van entre 1 y $50 \text{OU}_E/\text{m}^3$ durante el 98% del año, distribuyéndose en forma ovalada con dirección nortesur, abarcando un área total de $16,7 \text{ km}^2$ para la isodora de $1 \text{OU}_E/\text{m}^3$, mientras que la isodora de $8 \text{OU}_E/\text{m}^3$ abarca una superficie de $2,7 \text{ km}^2$. Por otro lado, se pudo observar que, en el escenario futuro, las concentraciones alrededor de la planta alcanzan entre 1 y $8 \text{OU}_E/\text{m}^3$ durante el 98% del año, manteniéndose la misma tendencia de distribución del olor, mientras que la isodora de $1 \text{OU}_E/\text{m}^3$ abarca un área de $7,7 \text{ km}^2$ y una superficie de $0,99 \text{ km}^2$ para la isodora de $3 \text{OU}_E/\text{m}^3$.

A partir de lo anteriormente señalado, se puede concluir que en el escenario actual existe superación del límite de inmisión establecido en la norma de los Países Bajos ($8 \text{OU}_E/\text{m}^3$, percentil 98), en ocho receptores R1 con $29,76 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R2 con $47,03 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R3 con $38,31 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R4 con $40,22 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R5 con $23,30 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R6 con $25,91 \text{OU}_E/\text{m}^3$, R7 con $29,17 \text{OU}_E/\text{m}^3$ y R8 con $26,21 \text{OU}_E/\text{m}^3$. Es importante señalar que todos estos receptores corresponden a casas o construcciones de propiedad de la empresa que se encontraban en proceso de demolición o readecuación como bodegas. Por otro lado, en el escenario futuro no existiría superación del límite de inmisión ya que los receptores R1, R2, R3 y R4 presentan una concentración de $3,01 \text{OU}_E/\text{m}^3$, $3,56 \text{OU}_E/\text{m}^3$, $3,66 \text{OU}_E/\text{m}^3$ y $3,81 \text{OU}_E/\text{m}^3$,

concentraciones que se encuentran bajo el límite de inmisión definido en la norma de referencia.

De acuerdo al estudio de impacto odorante, es posible concluir que en la actualidad existe un efecto ambiental relacionado con las emisiones de olor que genera el Plantel, pero estas se encuentran acotadas y circunscritas a una superficie de 2,7Km² donde se ubica la isodora de 8 OU_e/m³ correspondiendo al límite que establece la normativa de los Países Bajos en emisiones de olores. Dentro de la superficie señalada se ubican las instalaciones del plantel, consideradas como fuentes emisoras de olor, no existiendo receptores cercanos que se vean afectados por estas emisiones.

6.5. Componente Flora y Vegetación

La zona donde se emplazan los terrenos de Agroindustria Los Varones, corresponde a un sector agrícola-forestal, donde existe la presencia de algunos parches aislados de escasas especies arbóreas nativas y dominantes especies introducidas. La zona en específico donde se realizó el muestreo corresponde a un sector de relicto de bosque esclerófilo, y zona de ribera del estero Curundú. Actualmente el sitio está condicionado a las labores de producción de leche, y los otros sectores de bosque, hoy están destinados para los potreros de producción de forraje para los animales y para la acumulación de desechos orgánicos de animales vacunos, tales como restos de alimento, estiércol y purines. En algunos sectores, se encuentra intensamente alterado por la actividad agrícola, remoción del sustrato y el paso de vehículos y en otros sectores aún permanece un relicto de bosque esclerófilo nativo.

La flora encontrada en el estudio no presentó ningún tipo de categorización según su estado de conservación. Hay una alta proporción de especies de flora de origen introducido con un alto potencial invasor, principalmente relegadas a las zonas de intervención como lo son los potreros y los sectores de desechos de purines. El bosque esclerófilo que se encuentra en el predio presenta una buena muestra del bosque esclerófilo de la zona, presentando un buen estado de conservación general en aquellos sectores que no ha sido intervenido.

De acuerdo a los antecedentes expuestos en el estudio realizado para la componente Flora y vegetación, se puede constatar que no existe un efecto ambiental negativo de las actividades que desarrolla Agropecuaria Los Varones sobre este componente, dado que el sector en sí se encuentra intervenido tanto por la actividad agrícola como forestal y que los sectores donde no se interviene con estas actividades, mantiene parte de vegetación nativa coexistiendo con especies introducidas, compartiendo un hábitat común.

6.6. Componente Fauna

La región del Biobío concentra una alta riqueza de vertebrados descritas para el país, donde aproximadamente el 43% de los mamíferos, el 38% de los anfibios y aproximadamente el 56% de la diversidad de aves se encuentran en el Biobío (e.g. Araya & Millie 2000; Jaramillo et al. 2005; Iriarte 2008). Paralelamente aquí reside una alta densidad poblacional (INE 2017) que convive con una fuerte industrialización relacionada con extensas plantaciones forestales de monocultivos (pino y eucaliptus), y actividades agropecuarias entre otras, lo

cual implica una constante intervención a los ecosistemas naturales que en el pasado se componían por coberturas vegetales del tipo caducifolio, laurifolio y esclerófilo (Heilmayr et al. 2016; Benöhr et al. 2017). Sumado a lo anterior, la introducción de especies alóctonas o invasoras (ejemplo el castor, la rata negra, etc.) que compiten y depredan especies nativas (nidos de aves, reptiles, etc.) han diezmando los ensambles faunísticos, lo que sumado a la pérdida de hábitats con sus respectivas interrupciones (e.g. ciclos de nutrientes y/o la dispersión de semillas), representan grandes amenazas para nuestra región y obviamente para la biodiversidad del planeta (Shepherd & Ditgen 2005).

Dicho escenario, no se aleja de la realidad que presenta la zona donde se emplaza el plantel de Agropecuaria Los Varones, que de acuerdo al estudio de Fauna realizado se pudo evidenciar la presencia de 12 especies de aves de origen Nativo y dos aves de origen Exótico (*Passer domesticus* y *Columba livia*) especies exóticas y/o introducidas representadas por las aves cosmopolitas, paloma común (*Columba livia*) y el gorrión (*Passer domesticus*). Para el caso de la Clase Mammalia, se observó la presencia de la especie Nativa *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) y por los también mundialmente distribuidos *Oryctolagus cuniculus* (Conejo) y los roedores: guaren (*Rattus norvegicus*) y rata negra (*Rattus rattus*). La Clase Reptilia, en época de primavera estuvo representada por las especies de origen Nativo *Liolaemus tenuis* (Lagartija de Colores) y *Liolaemus lemniscatus* (Lagartija lemniscata). Los registros indicados anteriormente, son concordante con especies presentes en zonas donde se desarrollan procesos agropecuarios y que, además, esta inserta en un área con una diversa población rural.

Lo anterior tiene como resultado que los ecosistemas nativos y/o pocos intervenidos son más bien una excepción y representados (no es el caso) por pequeños fragmentos muy deteriorados y con una pobre cobertura de lo que fue la vegetación nativa (Ortiz et al. 1994; Gajardo 1994). Por lo tanto, dado que la zona no es Prístina, no es de esperar una alta riqueza y abundancia de especies nativas por las condiciones actuales del área, lo cual no implica que en específico las actividades que desarrolla Agroindustria Los Varones estén impactando sobre la fauna, dado que en general la fauna encontrada forma parte de la biodiversidad propia de la zona, por las actividades que se desarrollan tanto en la comuna de Los Ángeles y en general en la Región del Biobío.

6.7. Estudio de Emisiones Acústicas

El estudio de emisiones acústicas fue realizado para evaluar el ruido que genera las actividades que desarrolla Agroindustria Los Varones específicamente en el plantel lechero y de engorda y si estas emisiones acústicas producen un impacto en la salud de los receptores cercanos de acuerdo a lo límites establecidos en el D.SN°38/2012, así como también un impacto sobre la fauna que habita en el sector (Effects of Noise on Wildlife and Other Animals, 1971, United States Environmental Protection Agency (EPA)).

De acuerdo a las mediciones y modelaciones de dispersión de las emisiones acústicas, las actividades que desarrolla el plantel agropecuario no excede los límites máximos de presión sonora que exige el D.S N°38, por lo tanto no existe un riesgo para la salud de la población cercana, así también las emisiones acústicas determinadas como posible efecto para la

fauna, tampoco exceden el límite establecido por la United States Environmental Protection Agency (EPA), exigencia normada también por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Lo anterior indica que las actividades que desarrolla Agropecuaria Los Varones, no generan efectos ambientales negativos en el componente Ruido.

7. CONCLUSIONES

En conformidad de la información expuesta en el presente informe, es importante indicar que el plantel lechero y de engorda ha ingresado al Servicio de Evaluación Ambiental el proyecto denominado “Regularización Plantel Lechero y Engorda Fundo Los Varones-Agropecuaria Los Varones Limitada”, el cual se encuentra en calificación ambiental desde el 19 de noviembre de 2021.

Que en relación a las denuncias ciudadanas realizadas, primero referida al manejo de purines e infiltración en terreno sin tratamiento, el estudio edafológico pudo constatar que el suelo presenta en general baja concentración de materia orgánica y de Nitrógeno. En términos generales los análisis químicos de las muestras evidenciaron una importante deficiencia de macronutrientes NPK, lo que además se relaciona con la Clase de suelo existente, principalmente conformada por texturas tipo franco arcillosas, siendo este tipo de suelo mayormente utilizado para plantaciones forestales, ya que posee características favorables para plantaciones de bosques de monocultivos.

Otro punto importante a destacar, es la calidad de las aguas subterráneas presentes en la zona donde se emplaza el plantel lechero y de engorda, cuyos análisis en pozos ubicados tanto dentro como en las afueras de los terrenos de la empresa, evidencian que los parámetros químicos, físicos, como microbiológicos se encuentran dentro de los límites establecidos en la NCh 1333/78 la cual establece los requisitos para aguas destinadas a riego.

De acuerdo a la denuncia sobre emisiones de olores, el estudio de impacto odorante pudo determinar las emisiones de olores generadas por las diferentes actividades del plantel y su dispersión, obtenida a través de modelación Calpuff, donde la mayor concentración de olores (superior a 8 OUE/m³) se circunscribe al área donde se desarrollan las actividades de crianza de animales, abarcando una superficie aproximada de 2,7Km², dentro de los cuales no se ubican receptores cercanos. Esto no quiere decir que pueden suceder eventos puntuales de emisiones de olor, los cuales no fueron medidos en su momento, pero para evitar futuros eventos de esta índole, es que a través del proyecto en evaluación ambiental se están considerando medidas para minimizar estas emisiones.

En relación a la denuncia de la posible contaminación del Estero Curanadú con las heces de los animales del plantel, a través del estudio limnológico se puede evidenciar que el cuerpo de agua presenta una Buena Calidad, en cuanto a los parámetros Físico-químicos analizados, estos se ajustaron a los límites referenciales establecidos por la Guía CONAMA y a los límites establecidos por la NChN°1333/78, específicamente indicar que los valores de Coliformes fecales (indicador de contaminación por heces) en las 4 estaciones del estero

Curanadú monitoreadas, presentaron concentraciones menores a los límites establecidos por la normativa indicada.

Además, en cuanto a la Biota existente se evidenció una mayor abundancia de fauna íctica nativa que introducida, lo cual se relaciona con la buena calidad de las aguas del estero Curanadú.

Tanto para el componente Flora como para el componente Fauna terrestre, la zona donde se emplazan los terrenos de Agropecuaria Los Varones, corresponden a un área que ha sido intervenida desde hace décadas, tanto por la actividad forestal, agrícola, ganadera y por el asentamiento de grupos humanos. Esta intervención generalizada ha implicado la disminución de la vegetación nativa original y de la fauna asociada a esta, destacándose la presencia de flora introducida, específicamente con monocultivos forestales de pino y eucaliptus, así como la intervención con cultivos agrícolas. En cuanto a la fauna se destaca la presencia de aves de origen exótico, con menor presencia de especies nativas, de éstas últimas solo algunas migratorias; así también en cuanto a los mamíferos también abundan las especies introducidas (conejos y ratas). Estos registros son concordantes con especies presentes en zonas donde se desarrollan procesos agropecuarios y que, además, esta inserta en un área con una diversa población rural.

En cuanto al estudio de impacto acústico realizado para las actividades que desarrolla Agropecuaria Los Varones, pudo constatar que las emisiones registradas se encuentran dentro de los límites establecidos por el D.SN°38/2012 para el impacto sobre la salud de la población, así también las emisiones de ruido no afectan a la fauna presente en la zona.

Para finalizar, es importante dejar constancia que el plantel lechero y de engorda de Agropecuaria Los Varones, a través de su proyecto “Regularización Plantel Lechero y Engorda Fundo Los Varones” el cual se encuentra siendo evaluado ambientalmente a través del SEIA, plantea mejoras en sus instalaciones y las actividades que desarrolla, con la finalidad de no generar impactos significativos al ambiente.