Anexo 04.

Actualización Línea Base Hidrología

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN 1
B. OBJETIVOS 3
B.1. General 3
B.2. Específicos 3
C. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 3
C.1. Área de estudio 3
C.2. Puntos de cruce 5
C.3. Áreas de Influencia 8
D. METODOLOGÍA 37
D.1. Uso de suelo y geología 37
D.2. Información hidrometereológica 38
D.3. Análisis pluviométrico 39
D.4. Análisis fluviométrico 40
D.5. Régimen hidrológico 40
D.6. Identificación y evaluación de riesgos asociados al cambio climático 40
E. RESULTADOS 42
E.1. Uso de suelo y geología 42
E.2. Información hidrometereológica 48
E.3. Análisis fluviométrico 61
E.4. Régimen hidrológico 66
E.5. Identificación y evaluación de riesgo por efectos del cambio climático y la presencia del proyecto. 68
F. CONCLUSIONES 75
G. BIBLIOGRAFÍA 77

TABLAS

Tabla 1. Cuencas, subcuencas y subsubcuencas DGA a intervenir por el Proyecto. 5
Tabla 2. Puntos de cruce o afectación de cauces del Proyecto. 5
Tabla 3. Categorías IGBP de uso de suelo. 37
Tabla 4. Funciones de distribución de probabilidades a utilizar para análisis de frecuencia. 39
Tabla 5. Usos de suelo en área de estudio. 42
Tabla 6. Geología en área en estudio. 47
Tabla 7. Estaciones DGA con información hidrometereológica. 48
Tabla 8. Resumen de precipitación anual en puntos de interés. 51
Tabla 9. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en área de estudio. 54
Tabla 10. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en Cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan. 56
Tabla 11. Precipitaciones diarias máximas anuales para distintas probabilidades de excedencia en área de estudio. 58
Tabla 12. Precipitaciones diarias máximas anuales para distintas probabilidades de excedencia en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan. 61
Tabla 13. Resumen de caudales medios anuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 61
Tabla 14. Curva de variación estacional de caudales medios mensuales para estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan (m^3/s). 63
Tabla 15. Caudales máximos anuales para distintas probabilidades de excedencia estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 64
Tabla 16. Resumen de emisiones de partículas y gases de las fases de construcción, operación y cierre del proyecto Parque Eólico El Sauzal. 72

FIGURAS

Figura 1. Ubicación general del proyecto Parque Eólico El Sauzal. 2
Figura 2. Área de estudio y cuencas a intervenir por el Proyecto. 4
Figura 3. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 1 de 3. 9
Figura 4. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 2 de 3. 10
Figura 5. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 3 de 3. 11
Figura 6. Puntos de cruce de caminos interiores del PE. 12
Figura 7. Puntos de cruce de camino de acceso. 13
Figura 8. Área de influencia, cruces LT parte 1 de 9. 14
Figura 9. Área de influencia, cruces LT parte 2 de 9. 15
Figura 10. Área de influencia, cruces LT parte 3 de 9. 16
Figura 11. Área de influencia, cruces LT parte 4 de 9. 17
Figura 12. Área de influencia, cruces LT parte 5 de 9. 18
Figura 13. Área de influencia, cruces LT parte 6 de 9. 19
Figura 14. Área de influencia, cruces LT parte 7 de 9. 20
Figura 15. Área de influencia, cruces LT parte 8 de 9. 21
Figura 16. Área de influencia, cruces LT parte 9 de 9. 22
Figura 17. Área de influencia, cruces CI parte 1 de 10. 23
Figura 18. Área de influencia, cruces CI parte 2 de 10. 24
Figura 19. Área de influencia, cruces CI parte 3 de 10. 25
Figura 20. Área de influencia, cruces CI parte 4 de 10. 26
Figura 21. Área de influencia, cruces CI parte 5 de 10. 27
Figura 22. Área de influencia, cruces CI parte 6 de 10. 28
Figura 23. Área de influencia, cruces CI parte 7 de 10. 29
Figura 24. Área de influencia, cruces CI parte 8 de 10. 30
Figura 25. Área de influencia, cruces CI parte 9 de 10. 31
Figura 26. Área de influencia, cruces CI parte 10 de 10. 32
Figura 27. Área de influencia, cruces CA parte 1 de 4. 33
Figura 28. Área de influencia, cruces CA parte 2 de 4. 34
Figura 29. Área de influencia, cruces CA parte 3 de 4. 35
Figura 30. Área de influencia, cruces CA parte 4 de 4. 36
Figura 31. Producto de reproceso CR2met (https://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/). 38
Figura 32. Usos de suelo en área de estudio – Categorías IGBP. 44
Figura 33. Usos de suelo en área de estudio – Reclasificado. 45
Figura 34. Geología en área en estudio. 46
Figura 35. Información hidrometereológica en área de estudio. 49
Figura 36. Registro de precipitación diaria. 50
Figura 37. Series de precipitación mensual. 52
Figura 38. Series de precipitación anual. 53
Figura 39. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en área de estudio. 54
Figura 40. Ajuste de funciones de probabilidad a serie de precipitaciones mensuales en Área en estudio. 55
Figura 41. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en Cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan. 56
Figura 42. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones mensuales en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan. 57

Figura 43. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones diarias máximas anuales en área de estudio. 59
Figura 44. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones diarias máximas anuales en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan. 60
Figura 45. Series de caudales diarios, mensuales y anuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 62
Figura 46. Curva de variación estacional de caudales medios mensuales para estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 64
Figura 47. Ajuste de funciones de probabilidad a series de caudales medios mensuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 65
Figura 48. Ajuste de funciones de probabilidad a series de caudales medios mensuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan. 67

A. PRESENTACIÓN

La realización del presente documento se encuentra dentro del marco del Proyecto Eólico El Sauzal y se desarrolla según lo estipulado en el artículo 18, letra e.1) del D.S. N°40/2013 que Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por el D.S N°30/2023 del Ministerio del Medio Ambiente, donde se establecen los contenidos mínimos que debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

El Proyecto Parque Eólico El Sauzal consiste en la construcción y operación de un parque eólico (PE) de 45 aerogeneradores de una potencia nominal de 360 MW, y una línea de transmisión eléctrica aérea (LT) de 220 kV y 27,91 km de longitud, cuyas obras se emplazarán entre las comunas de Cauquenes y Quirihue, correspondiente a las provincias de Cauquenes e Itata, y regiones de Maule y Ñuble, respectivamente (**Figura 1**). Para la evacuación de su energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el Proyecto contempla la conexión a la subestación en desarrollo Nueva Cauquenes propiedad de Mataquito Transmisora de Energía S.A. En adición, para la construcción del Proyecto se requerirá de la habilitación de obras complementarias de infraestructura vial, las cuales se ubicarán en las comunas de San Nicolás, San Carlos y Ninhue.

Como parte del proceso de evaluación ambiental y del desarrollo de la ingeniería, el Proyecto Parque Eólico El Sauzal ha incorporado una serie de ajustes técnicos y logísticos. Estas modificaciones responden a la necesidad de optimizar el diseño, mejorar la eficiencia constructiva y reducir potenciales impactos ambientales.

Entre las principales actualizaciones se incluyen:

- Reducción de la altura del buje de los aerogeneradores, pasando de 200 a 175 metros.
- Cambio en la materialidad de las torres de los aerogeneradores, las cuales serán construidas completamente en acero, eliminando el diseño híbrido (hormigón y acero).
- Eliminación de la obra temporal denominada Zona de Acopio de Dovelas (ZAD), debido a la modificación en el tipo de torre.
- Ajustes en la ubicación de las plataformas de los aerogeneradores AG-31, AG-34 y AG-35.
- Incorporación de un nuevo acceso para vehículos livianos a través de la Ruta 126 (Los Conquistadores).
- Modificación de los caminos de acceso a la Línea de Transmisión (LT).

Adicionalmente, el documento se actualizó según las observaciones realizadas en el informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, por lo que, para facilitar la comprensión de las actualizaciones realizadas, estas se presentan destacadas en color azul dentro del documento.

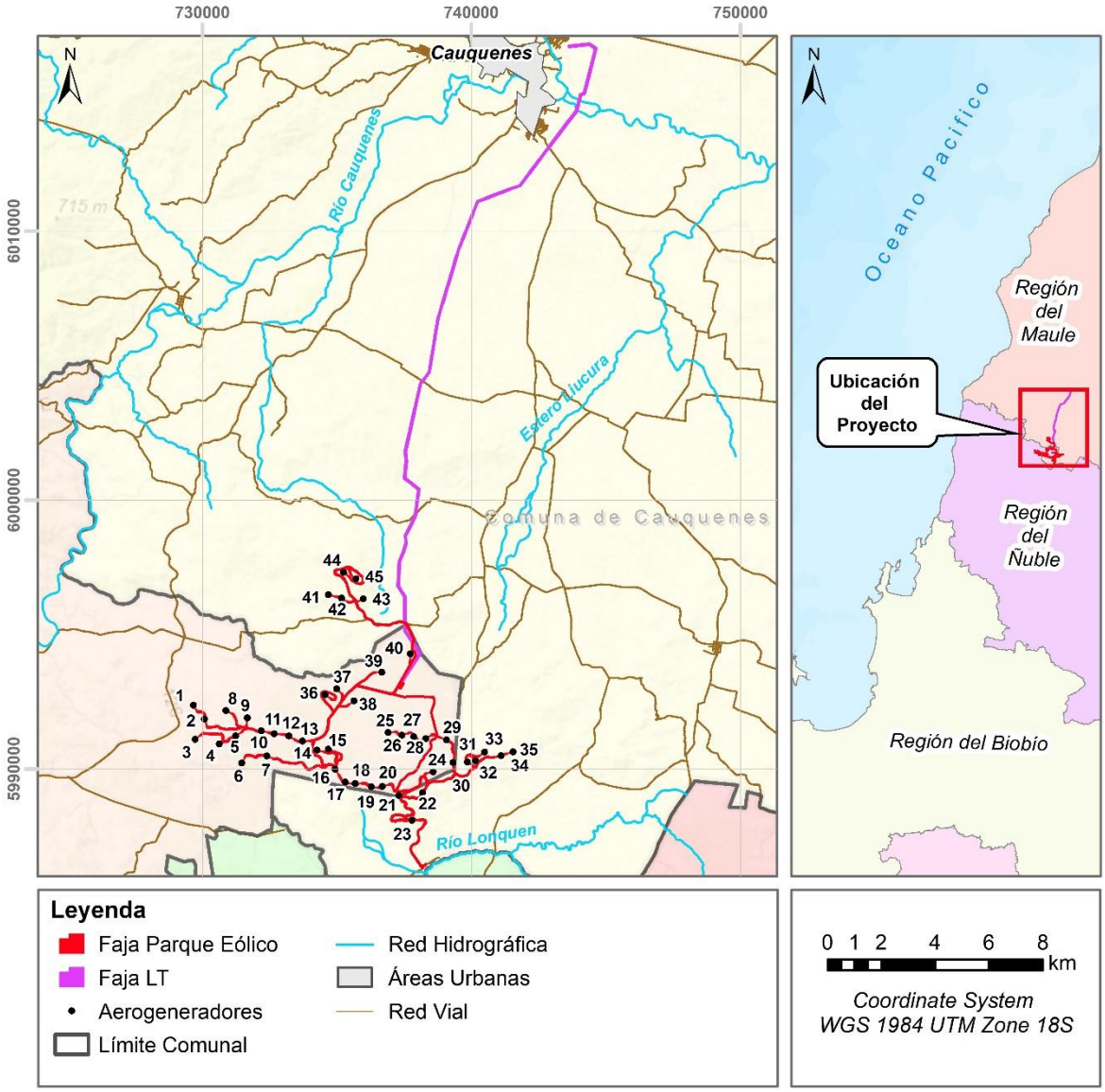

Figura 1. Ubicación general del proyecto Parque Eólico El Sauzal.

B. OBJETIVOS

B.1. General

Caracterizar la hidrología en el área de influencia del Proyecto e Identificar posibles puntos de cruce de cauces que puedan requerir la proyección de una obra de arte de cruce o protección por la ejecución de este.

B.2. Específicos

- Identificar posibles puntos de cruce o de afectación a cauces por parte del Proyecto.
- Definir el área de influencia para cada punto de cruce o afectación.
- Identificar información pluviométrica y fluviométrica disponible en área de estudio.
- Determinar régimen de hidrológico de los cauces en área de estudio.
- Determinar bases de cálculo para el estudio hidrológico del Proyecto.
- Identificar y evaluar riesgos del recurso hídrico superficial en relación con el cambio climático y la presencia del Proyecto.

C. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

De acuerdo con lo señalado en la letra E) del ART. 18 del Reglamento SEIA, dentro de los medios físicos a ser afectados por un proyecto, la línea base de hidrología debe definir el área de influencia sobre los recursos hídricos continentales. Delimitando el espacio de posible afectación de las obras proyectadas sobre los cauces a ser intervenidos o afectados.

Por otra parte, de acuerdo con lo señalado en la Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA, 2017), debe delimitarse el área de influencia de la obra proyectada sobre el cuerpo de agua a afectar.

C.1. Área de estudio

Previa definición del área de influencia de cada cruce proyectado, se determina un área de estudio, la cual abarca todos los cruces del Proyecto, esta se define como la zona en que se emplaza el Proyecto, la cual será caracterizada en cuanto a uso de suelo, geología, precipitaciones y caudales, proporcionando información base de utilidad para el estudio de la hidrología de los cauces a cruzar por el Proyecto. Para su delimitación, se identificaron las cuencas, subcuencas y subsubcuencas DGA (de mapoteca digital de la Dirección General de Aguas) a ser intervenidas por el Proyecto (**Tabla 1**).

Finalmente, se definió como área de estudio la sumatoria de las subsubcuencas identificadas por la DGA en donde se emplaza la iniciativa (**Figura 2**).

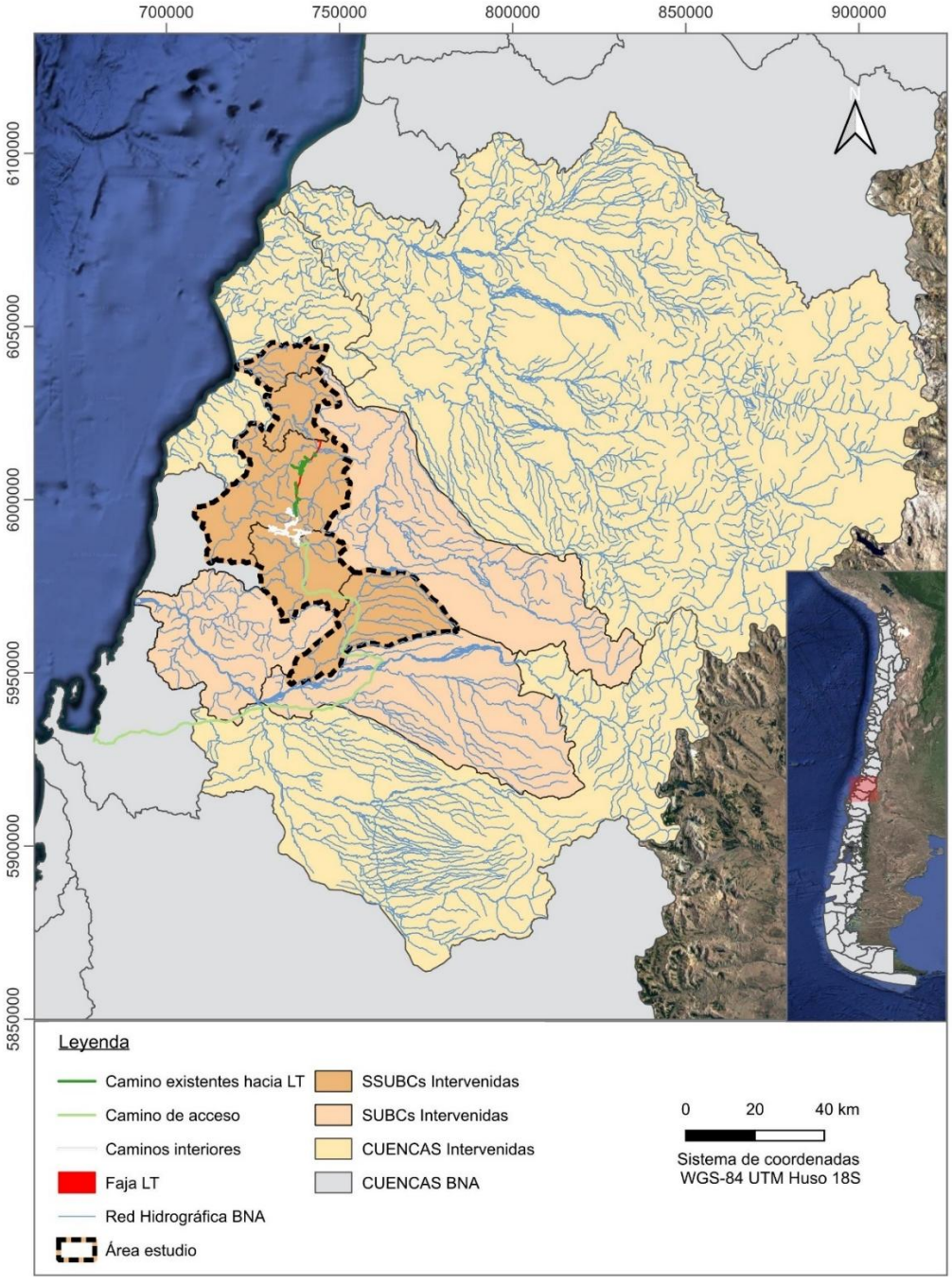

Figura 2. Área de estudio y cuencas a intervenir por el Proyecto.

Tabla 1. Cuencas, subcuencas y subsubcuencas DGA a intervenir por el Proyecto.

Cuenca DGA			Subcuenca DGA			Subsubcuenca DGA		
Código BNA	**Nombre**	**Área (km²)**	**Código BNA**	**Nombre**	**Área (km²)**	**Código BNA**	**Nombre**	**Área (km²)**
74	Costeras Maule y Limite Región	1,995	743	Rio Curanilahue	197	7,430	Rio Curanilahue	197
73	Rio Maule	21,052	733	Perquilauquen Alto	4,163	7,337	Rio Tutuven	287
						7,336	Rio Cauquenes hasta junta Rio Tutuven	1,031
81	Rio Itata	11,326	814	Itata Bajo	1,932	8,142	Rio Lonquén Hasta Estero Itrinque	539
			811	Ñuble Bajo	2,964	8,118	Rio Changaral	684

C.2. Puntos de cruce

Los puntos de cruce se determinaron mediante el mapeo de la estructura proyectada y los cauces declarados en las cartas IGM esc. 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar F0066 - Cauquenes y F077 – Coronel de Maule. Los cauces declarados en las cartas fueron replanteados considerando la topografía del área de estudio, imágenes satelitales y levantamientos realizados en terreno. Se identificaron 69 puntos de cruce o afectación de cauces en el Proyecto, de los cuales 67 son cruces de cauce natural, 1 es cruce de canal y 1 es un bypass con defensa fluvial los que se especifican en la **Tabla 2 y** en las **Figura 3**, **Figura 6** y **Figura 7.**

Tabla 2. Puntos de cruce o afectación de cauces del Proyecto.

N° de cruce	Nombre del cruce	Coordenadas (UTM WGS84 H18S)		Comuna	Camino / Estructura	Tipo de cauce	Tipo de cruce	Cauce
		Este (m)	Norte (m)					
1	LT_R_01	744.006	6.014.889	Cauquenes	LT	Río o estero	Aéreo	Río Cauquenes
2	LT_R_02	742.932	6.013.201	Cauquenes	LT	Río o estero	Aéreo	Estero Taqueral
3	LT_R_03	742.112	6.012.109	Cauquenes	LT	Río o estero	Aéreo	Estero Taqueral
4	LT_Q_01	744.346	6.016.953	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
5	LT_Q_02	744.040	6.015.029	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
6	LT_Q_03	744.032	6.014.997	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N

N° de cruce	Nombre del cruce	Coordenadas (UTM WGS84 H18S)		Comuna	Camino / Estructura	Tipo de cauce	Tipo de cruce	Cauce
		Este (m)	Norte (m)					
7	LT_Q_04	741.536	6.011.605	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
8	LT_Q_05	740.329	6.011.146	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
9	LT_Q_06	740.210	6.011.069	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
10	LT_Q_07	739.630	6.009.604	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
11	LT_Q_08	739.413	6.008.956	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
12	LT_Q_09	739.212	6.008.293	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
13	LT_Q_10	738.717	6.006.541	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
14	LT_Q_11	738.537	6.005.435	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
15	LT_Q_12	738.078	6.004.223	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
16	LT_Q_13	737.849	6.003.201	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
17	LT_Q_14	737.609	6.002.125	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
18	LT_Q_15	737.585	6.002.020	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
19	LT_Q_16	737.706	6.000.662	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
20	LT_Q_17	738.018	6.000.250	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
21	LT_Q_18	737.922	5.999.526	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
22	LT_Q_19	737.672	5.998.930	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
23	LT_Q_20	737.517	5.998.237	Cauquenes	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
24	LT_Q_21	737.689	5.994.890	Quirihue	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
25	LT_Q_22	737.486	5.993.376	Quirihue	LT	Canal o quebrada	Aéreo	Quebrada S/N
26	LTCE_Q_01	739.189	6.008.263	Cauquenes	LTCE	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
27	LTCE_Q_02	737.621	6.002.119	Cauquenes	LTCE	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
28	LTCE_Q_03	737.568	6.001.998	Cauquenes	LTCE	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
29	LTCE_Q_04	738.088	6.000.326	Cauquenes	LTCE	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
30	LTCP_Q_01	744.373	6.016.978	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
31	LTCP_Q_02	741.537	6.011.591	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N

N° de cruce	Nombre del cruce	Coordenadas (UTM WGS84 H18S)		Comuna	Camino / Estructura	Tipo de cauce	Tipo de cruce	Cauce
		Este (m)	Norte (m)					
32	LTCP_Q_03	740.217	6.011.061	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
33	LTCP_Q_04	739.806	6.010.016	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
34	LTCP_Q_05	738.722	6.006.542	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
35	LTCP_Q_06	738.532	6.005.442	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
36	LTCP_Q_07	738.087	6.004.213	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
37	LTCP_Q_08	737.840	6.003.203	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
38	LTCP_Q_09	737.917	5.999.530	Cauquenes	LTCP	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
39	CI_R_01	734.713	5.991.898	Quirihue	CI	Río o estero	Camino	Estero La Raya Sur
40	CI_Q_01	737.732	5.988.922	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
41	CI_Q_02	738.255	5.989.230	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
42	CI_Q_03	738.348	5.989.472	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
43	CI_Q_04	737.760	5.989.223	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
44	CI_Q_05	737.920	5.989.298	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
45	CI_Q_06	738.093	5.989.463	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
46	CI_Q_07	738.098	5.989.546	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
47	CI_Q_08	737.480	5.989.629	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
48	CI_Q_09	737.658	5.989.802	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
49	CI_Q_10	737.836	5.989.862	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
50	CI_Q_11	738.391	5.990.636	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
51	CI_Q_12	738.484	5.990.768	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
52	CI_Q_13	739.353	5.990.562	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
53	CI_Q_15	740.272	5.990.475	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
54	CI_Q_17	734.997	5.990.238	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
55	CI_Q_18	734.938	5.990.345	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
56	CI_Q_19	732.792	5.990.378	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N

N° de cruce	Nombre del cruce	Coordenadas (UTM WGS84 H18S)		Comuna	Camino / Estructura	Tipo de cauce	Tipo de cruce	Cauce
		Este (m)	Norte (m)					
57	CI_Q_20	731.659	5.990.502	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
58	CI_Q_21	731.165	5.991.478	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
59	CI_Q_22	730.908	5.991.464	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
60	CI_Q_23	736.136	5.993.408	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
61	CI_Q_24	737.448	5.993.409	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
62	CI_Q_25	737.829	5.994.894	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
63	CI_Q_26	735.442	5.996.576	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
64	CI_Q_27	735.695	5.997.357	Cauquenes	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
65	CI_Q_28	739.338	5.990.154	Quirihue	CI	Canal o quebrada	Camino	Quebrada S/N
66	CA_R_01	754.898	5.964.757	San Nicolás	CA	Río o estero	Camino	Estero Las Mercedes
67	CA_R_02	755.764	5.968.598	San Nicolás	CA	Canal o quebrada	Camino	Canal Changaral
68	CA_R_03	740.862	5.986.811	Ninhue	CA	Río o estero	Camino	Río Lonquén
69	CA_R_04	750.766	5.956.087	San Nicolás	CA	Río o estero	Camino	Estero Lirutao

LT: Línea de Transmisión / LTCE: Caminos existentes hacia LT / LTCP: Caminos proyectados hacia LT / CI: Caminos interiores / CA: Ruta de acceso

C.3. Áreas de Influencia

Como área de influencia se definió el área que abarca un largo de 200 m de cauce, 100 m hacia aguas arriba y 100 m hacia aguas abajo del punto de cruce, y un ancho de 50 m y 100 m con respecto al eje del cauce para el caso de cruces de quebradas o canales, o de ríos o esteros, respectivamente. Desde las **Figura 8** a la **Figura 30** se muestra el área de influencia delimitado para cada cruce identificado, cuya superficie corresponde a 156 ha**.** El criterio de definición del área de influencia se explica con más detalle en el **Anexo 02. Actualización Determinación y justificación del área de influencia** de la **Adenda.**

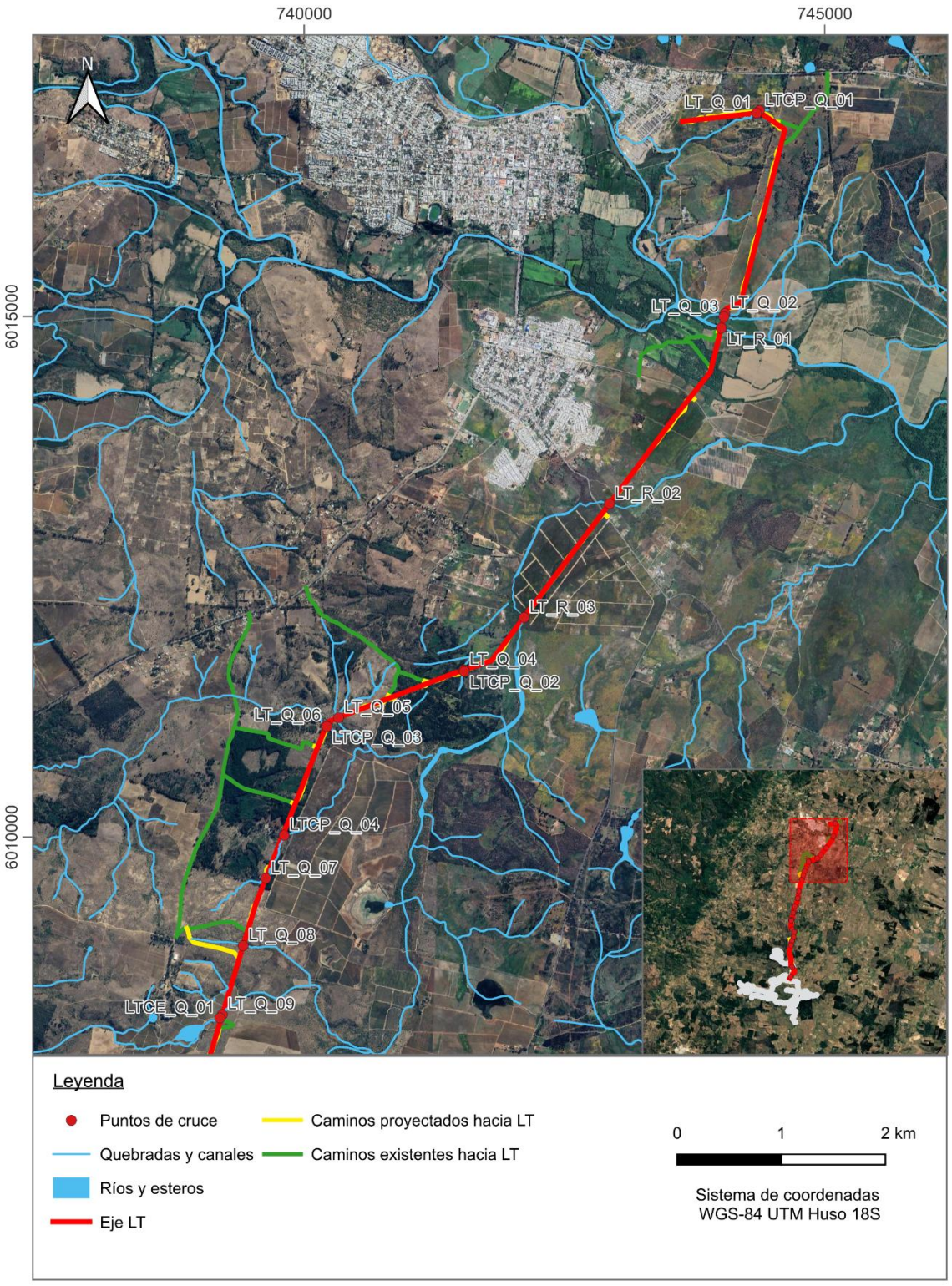

Figura 3. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 1 de 3.

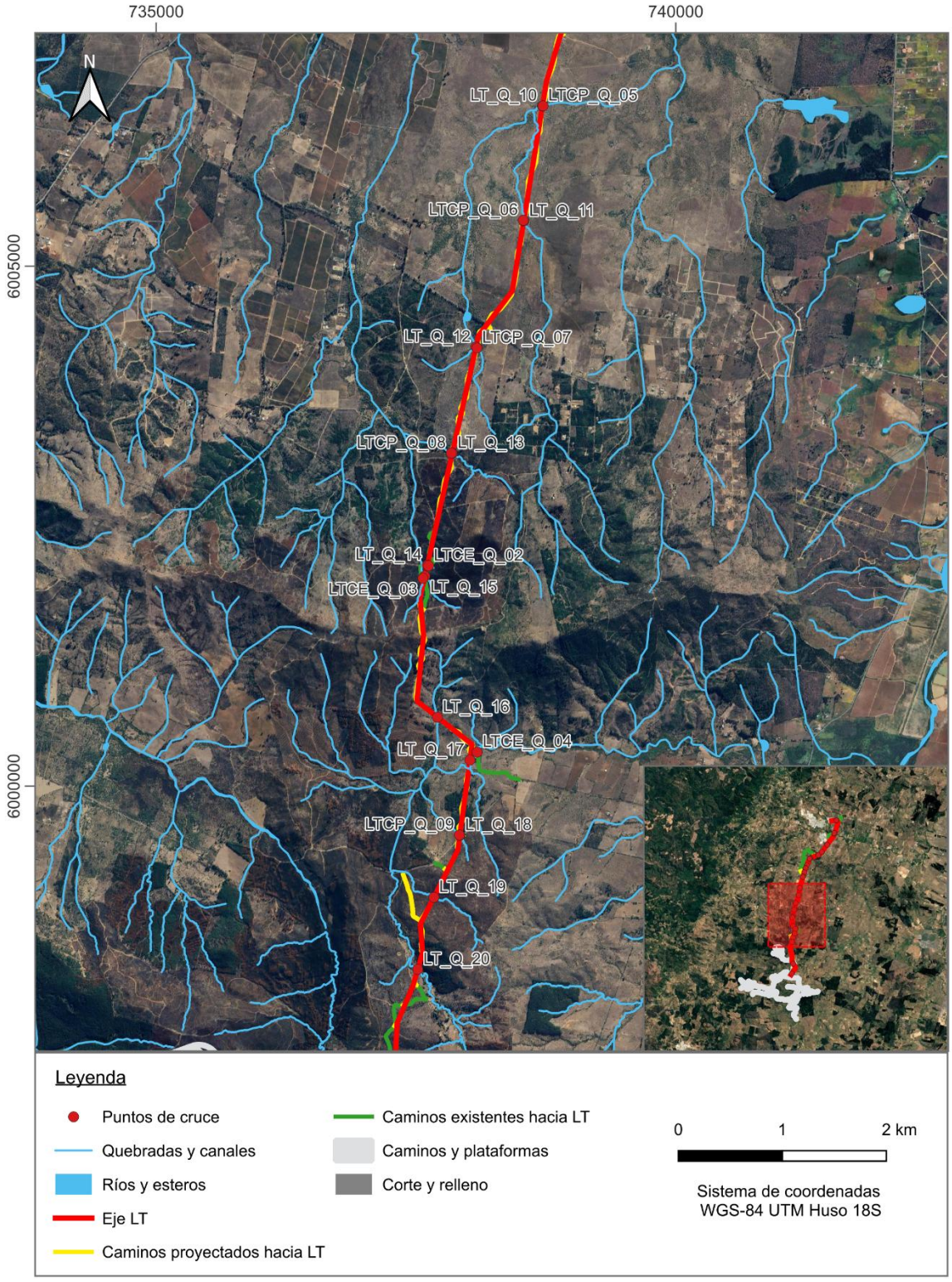

Figura 4. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 2 de 3.

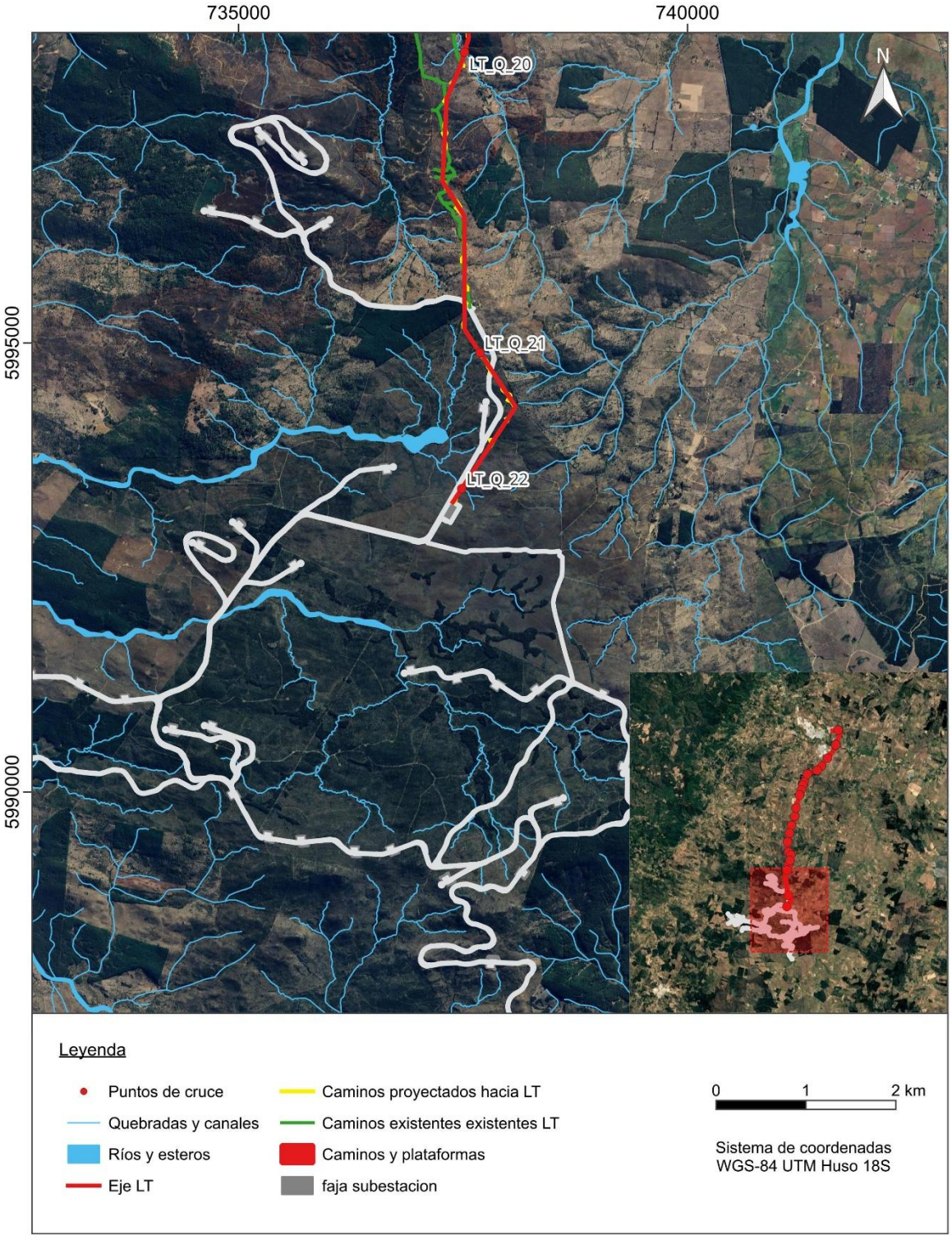

Figura 5. Puntos de cruce de línea de transmisión parte 3 de 3.

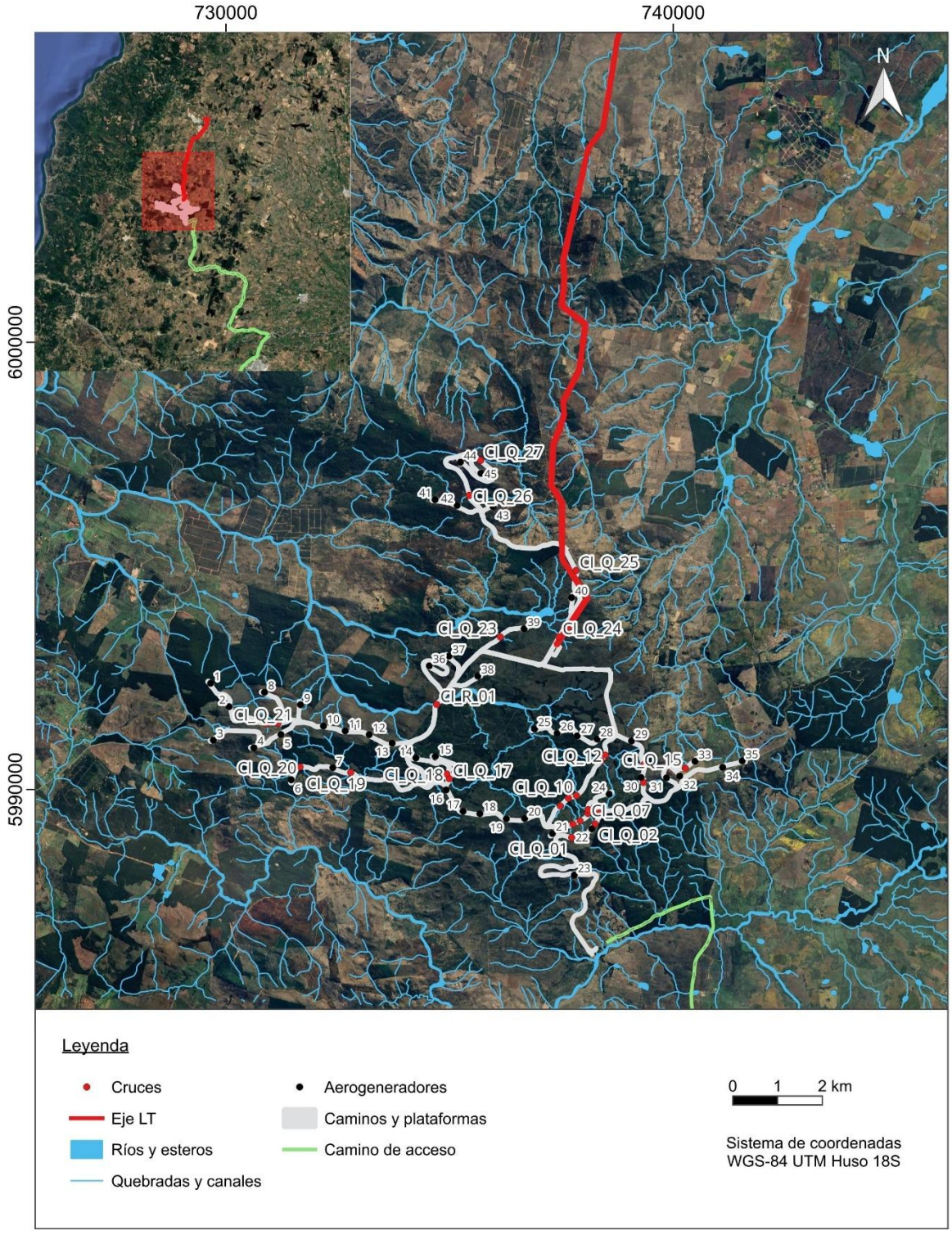

Figura 6. Puntos de cruce de caminos interiores del PE.

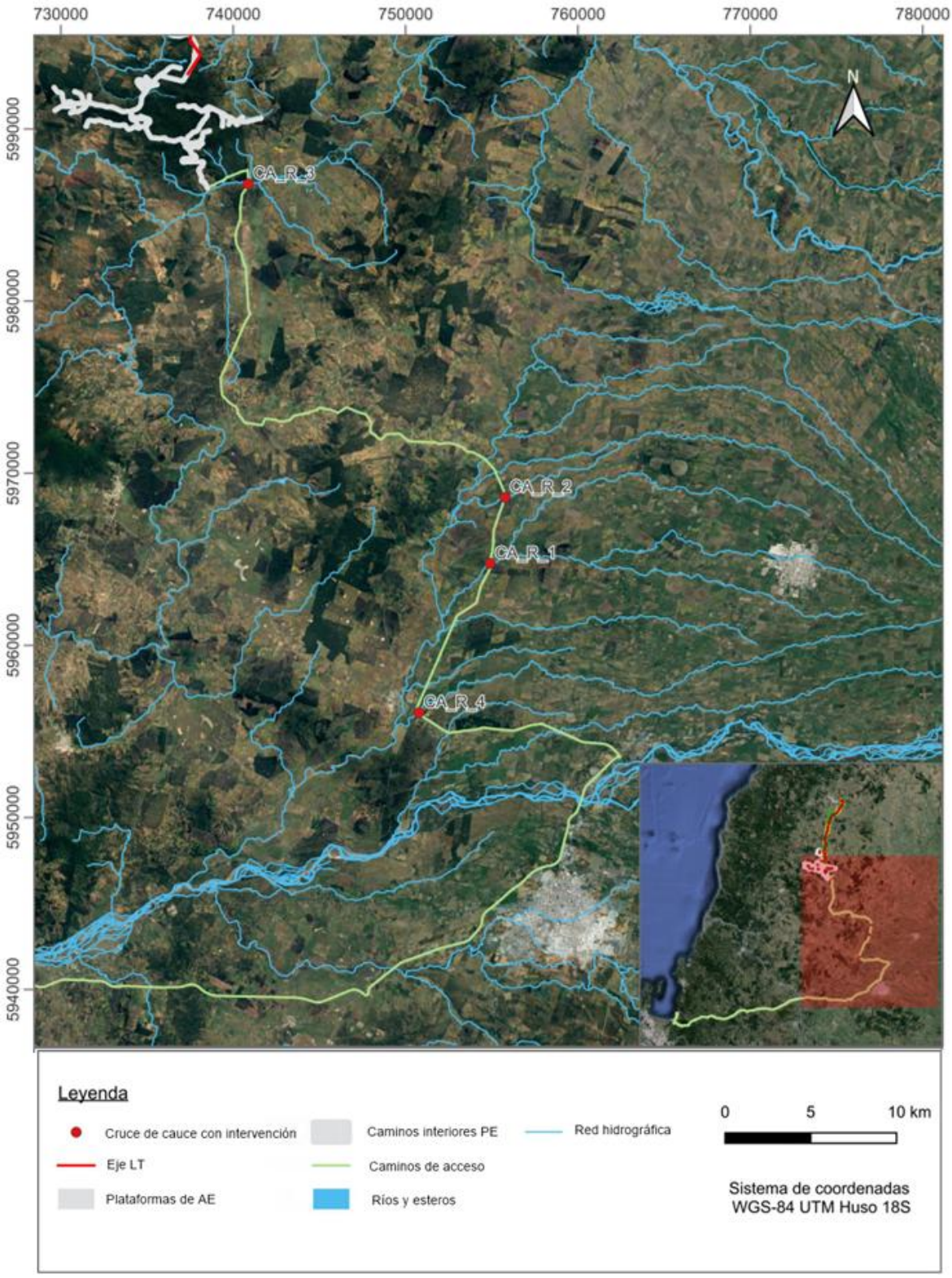

Figura 7. Puntos de cruce de camino de acceso.

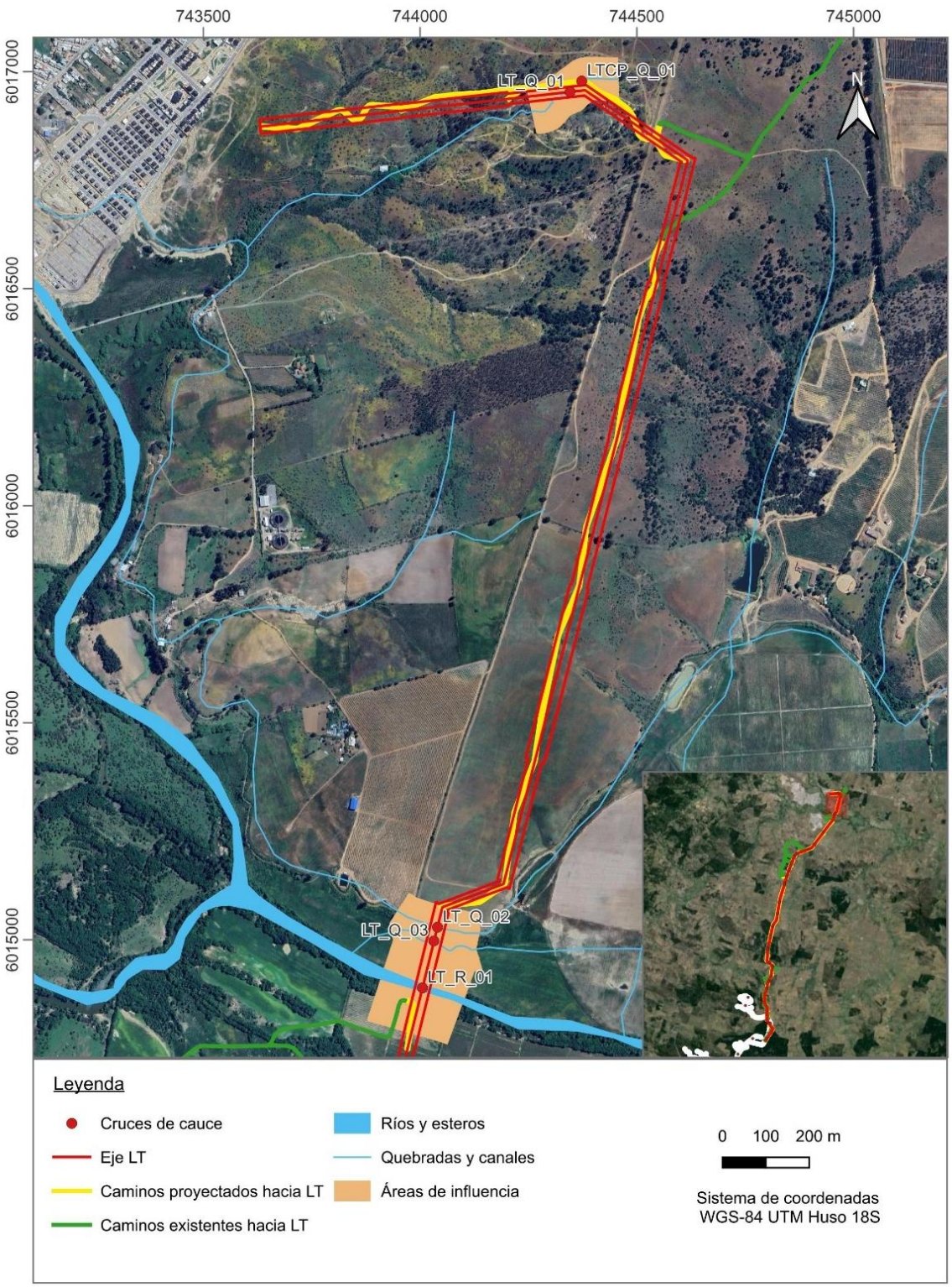

Figura 8. Área de influencia, cruces LT parte 1 de 9.



Figura 9. Área de influencia, cruces LT parte 2 de 9.

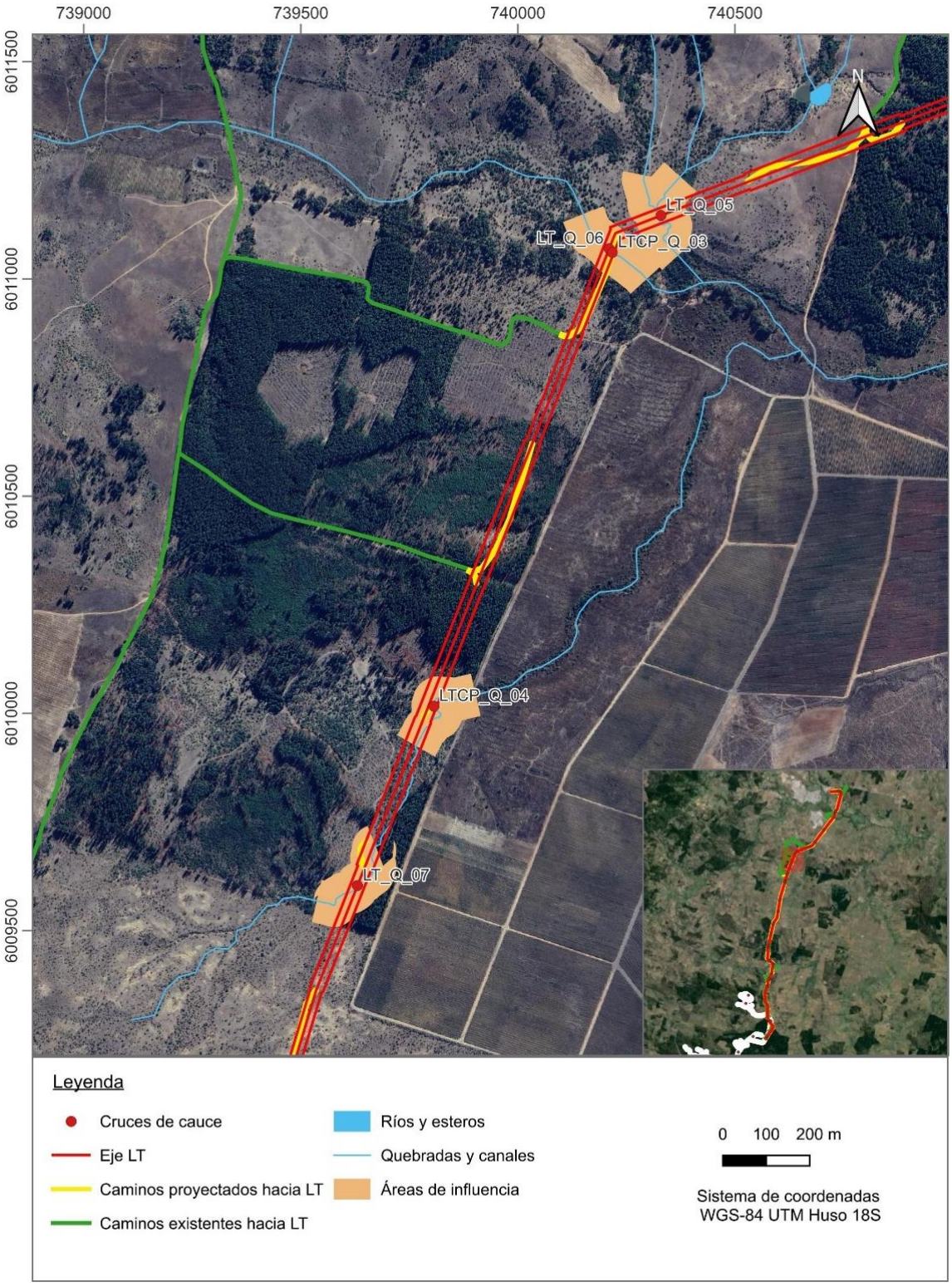

Figura 10. Área de influencia, cruces LT parte 3 de 9.



Figura 11. Área de influencia, cruces LT parte 4 de 9.

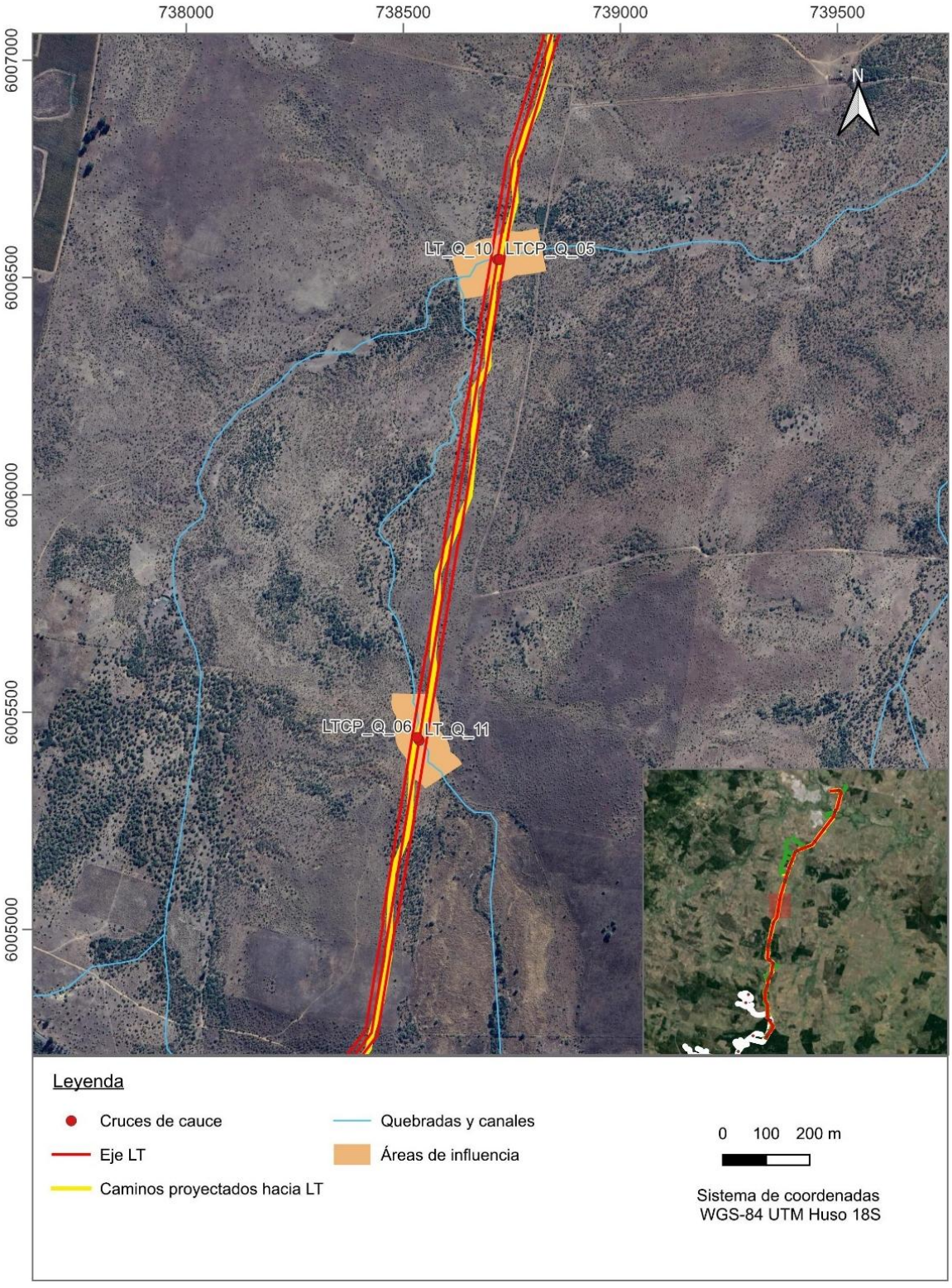

Figura 12. Área de influencia, cruces LT parte 5 de 9.

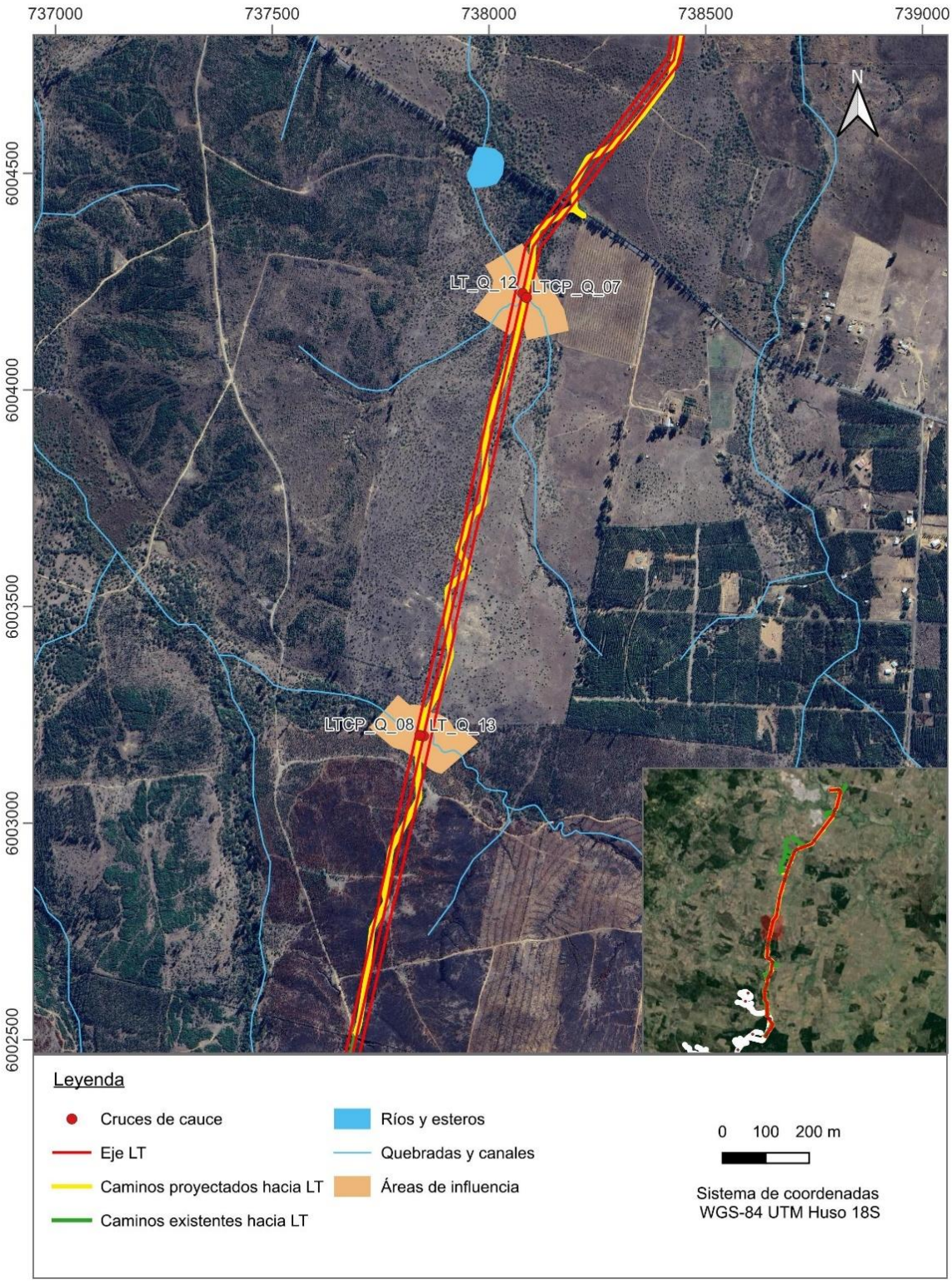

Figura 13. Área de influencia, cruces LT parte 6 de 9.

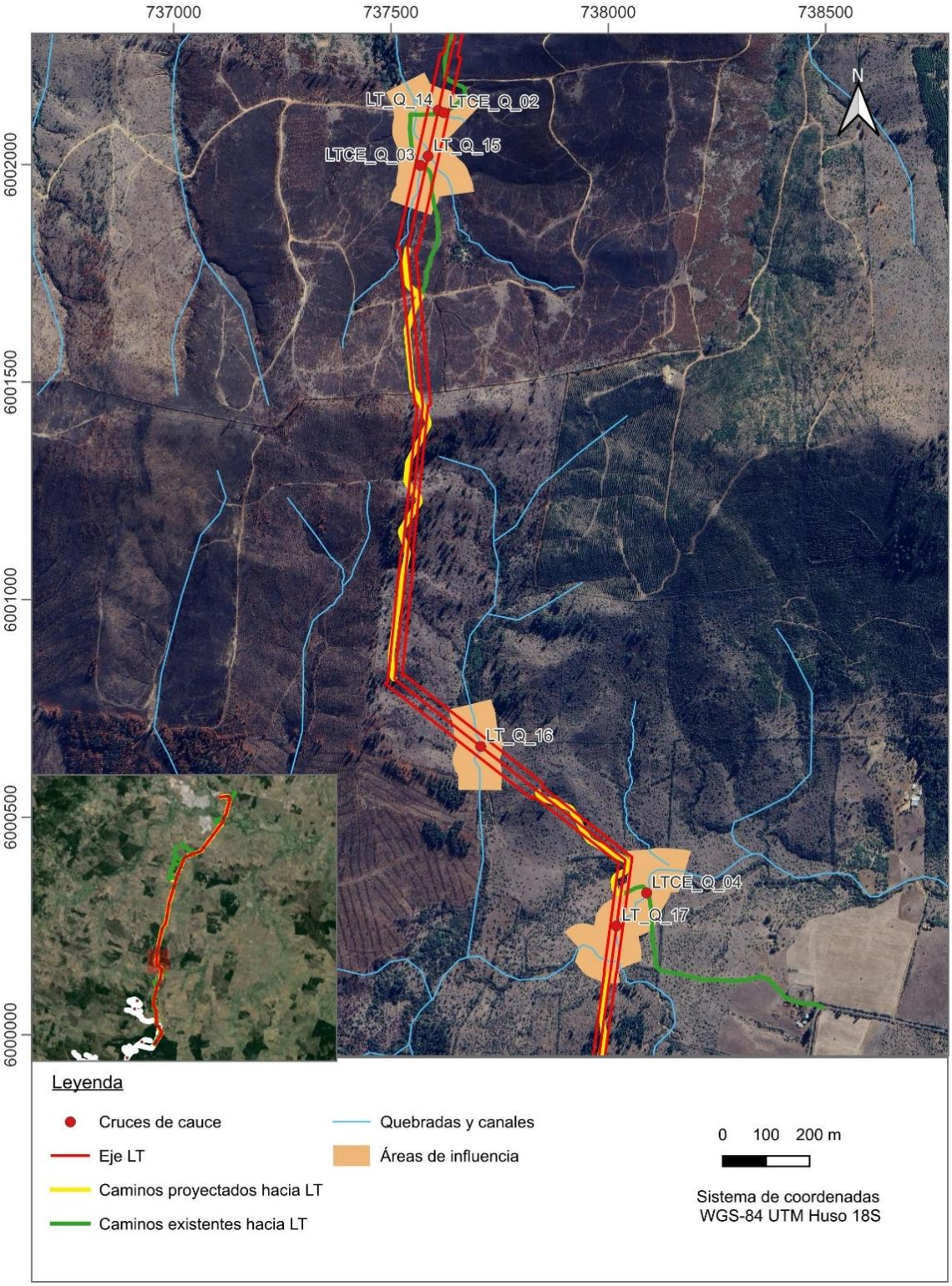

Figura 14. Área de influencia, cruces LT parte 7 de 9.

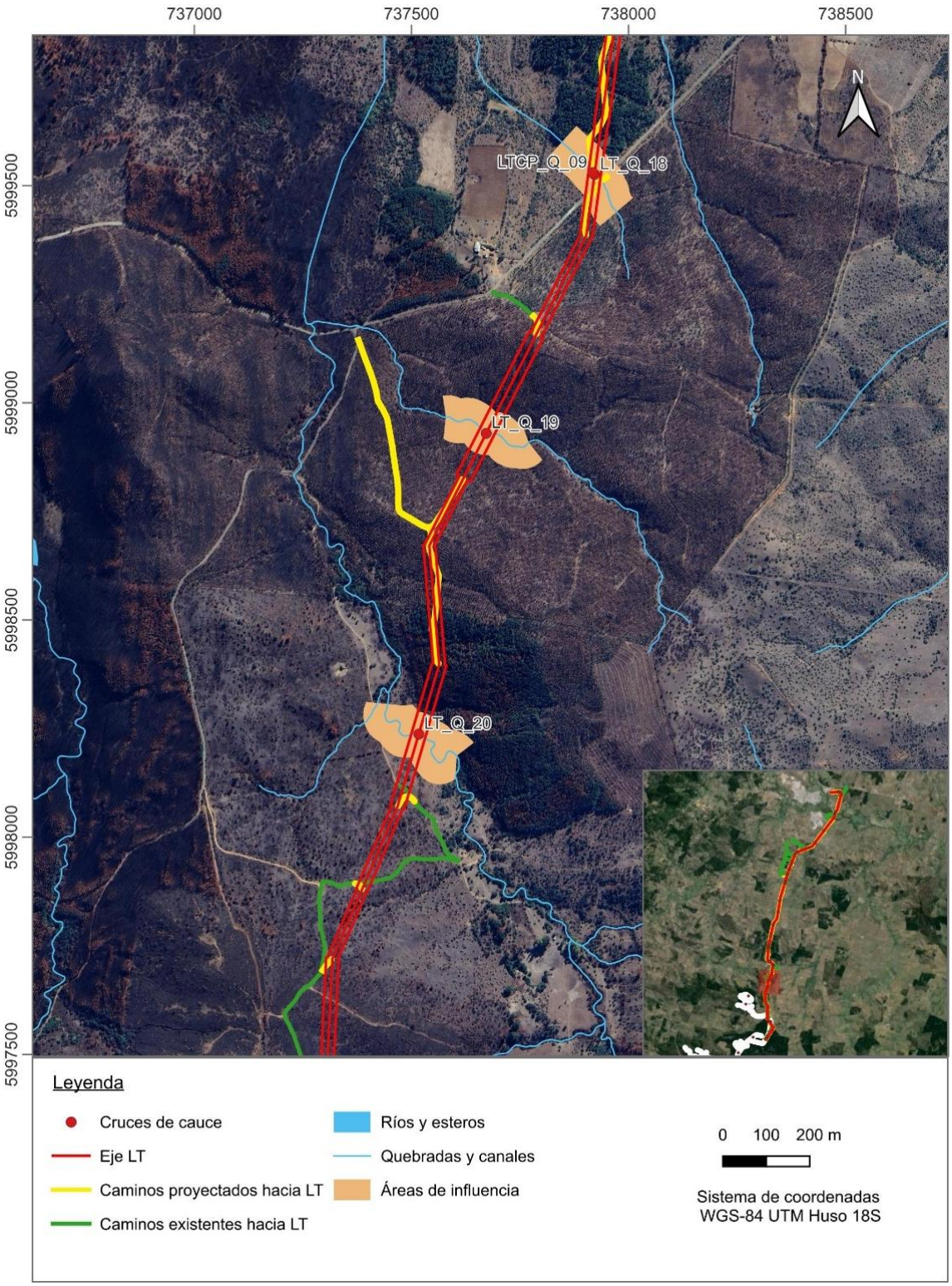

Figura 15. Área de influencia, cruces LT parte 8 de 9.

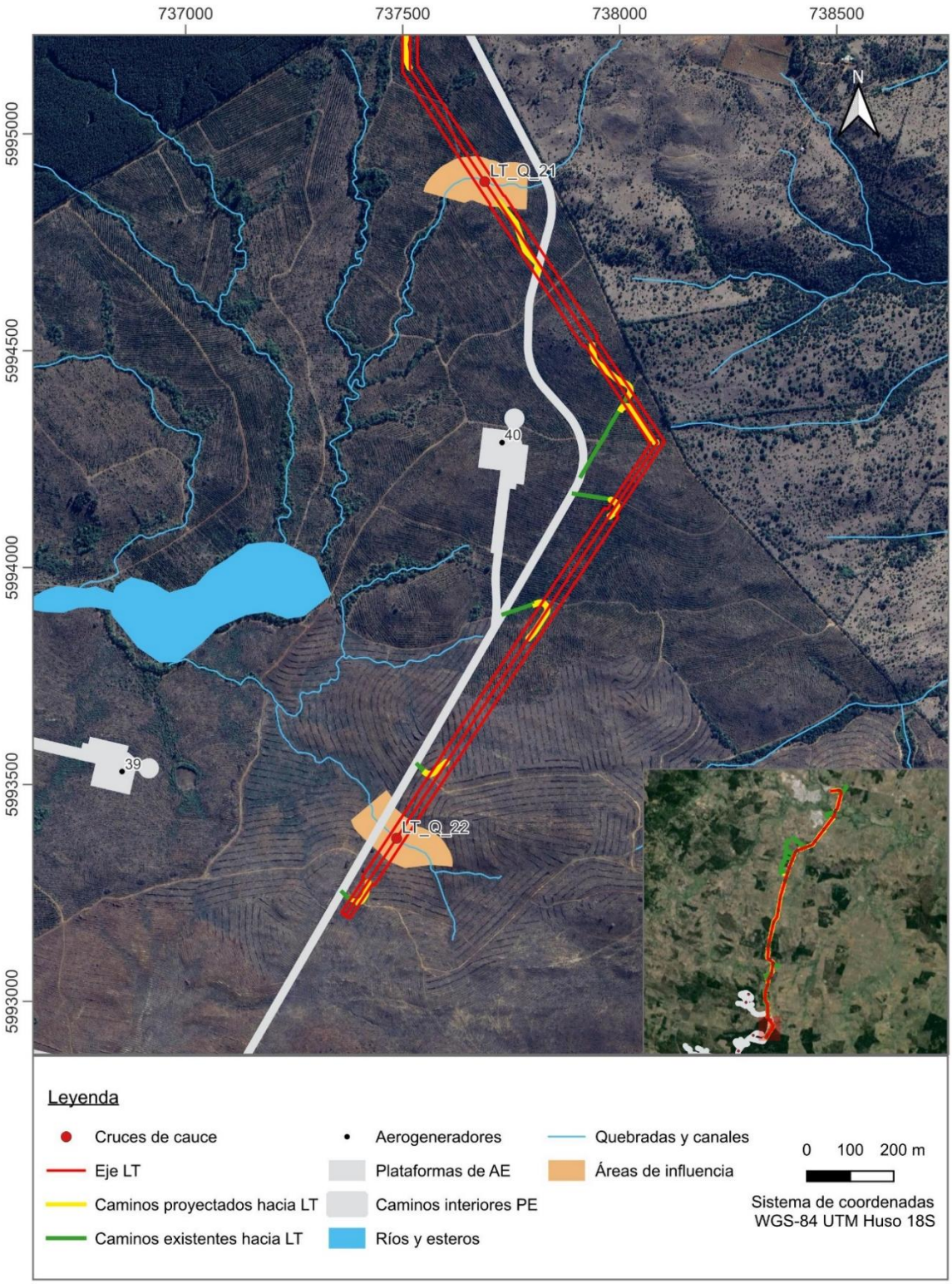

Figura 16. Área de influencia, cruces LT parte 9 de 9.

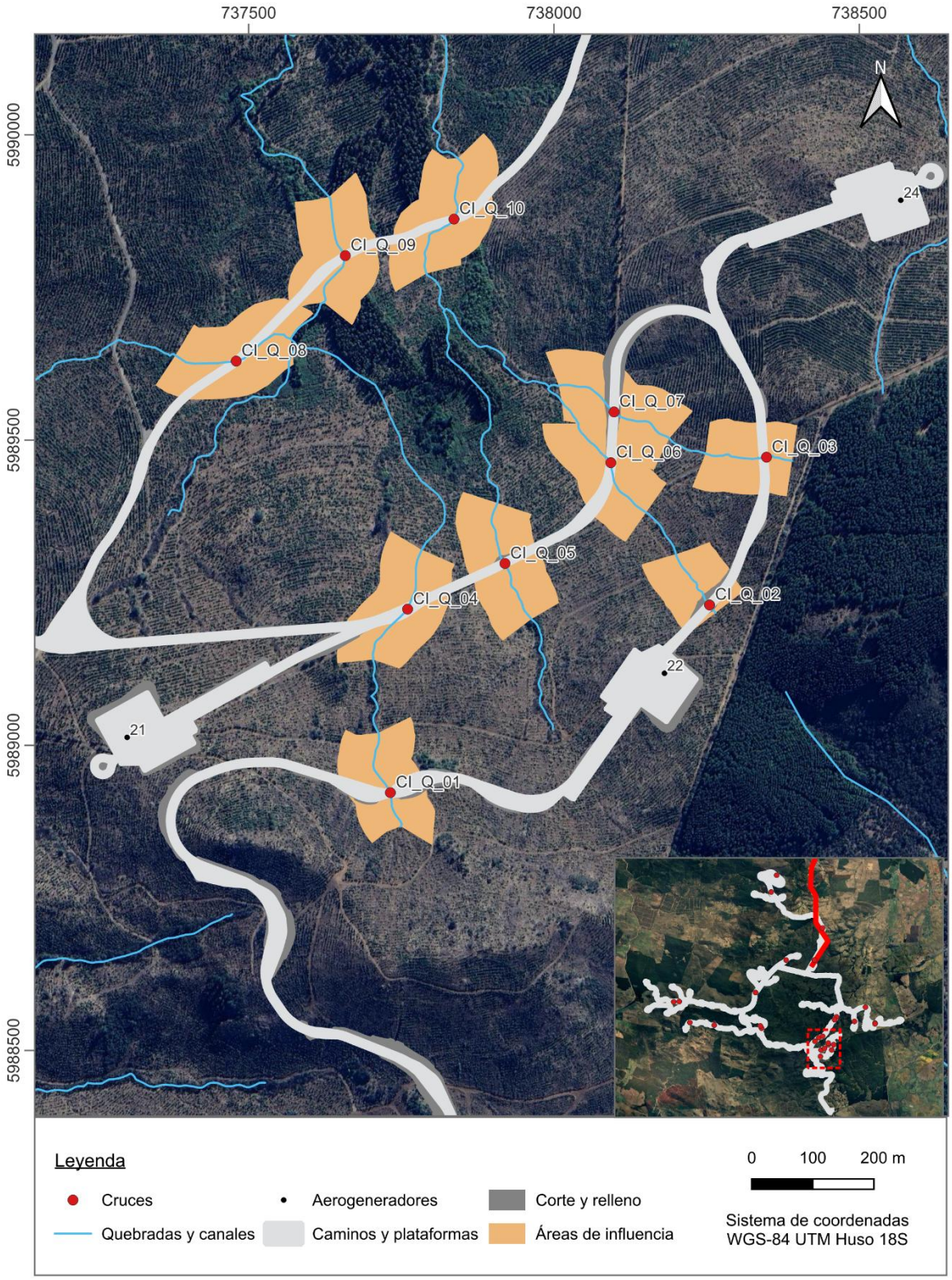

Figura 17. Área de influencia, cruces CI parte 1 de 10.

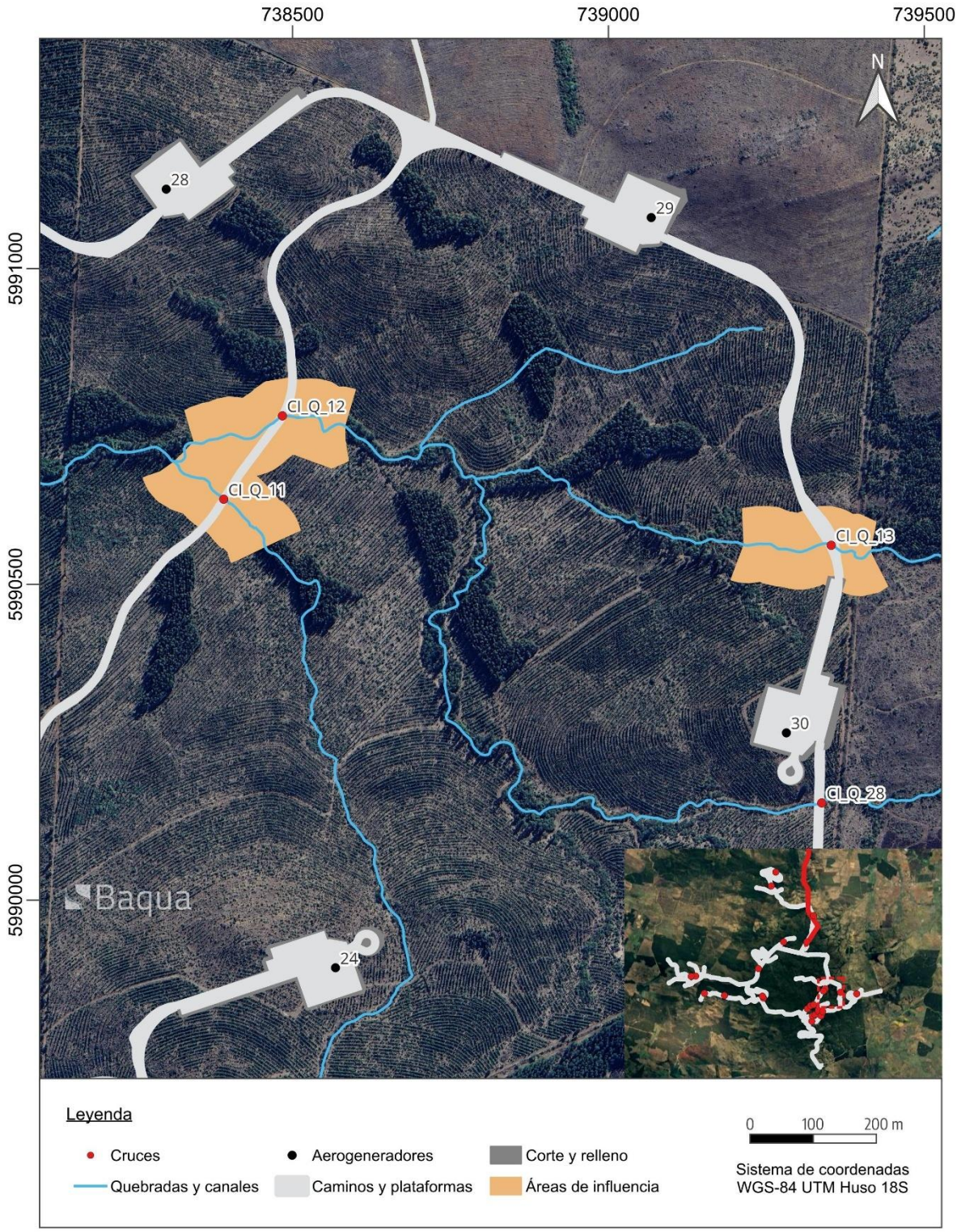

Figura 18. Área de influencia, cruces CI parte 2 de 10.

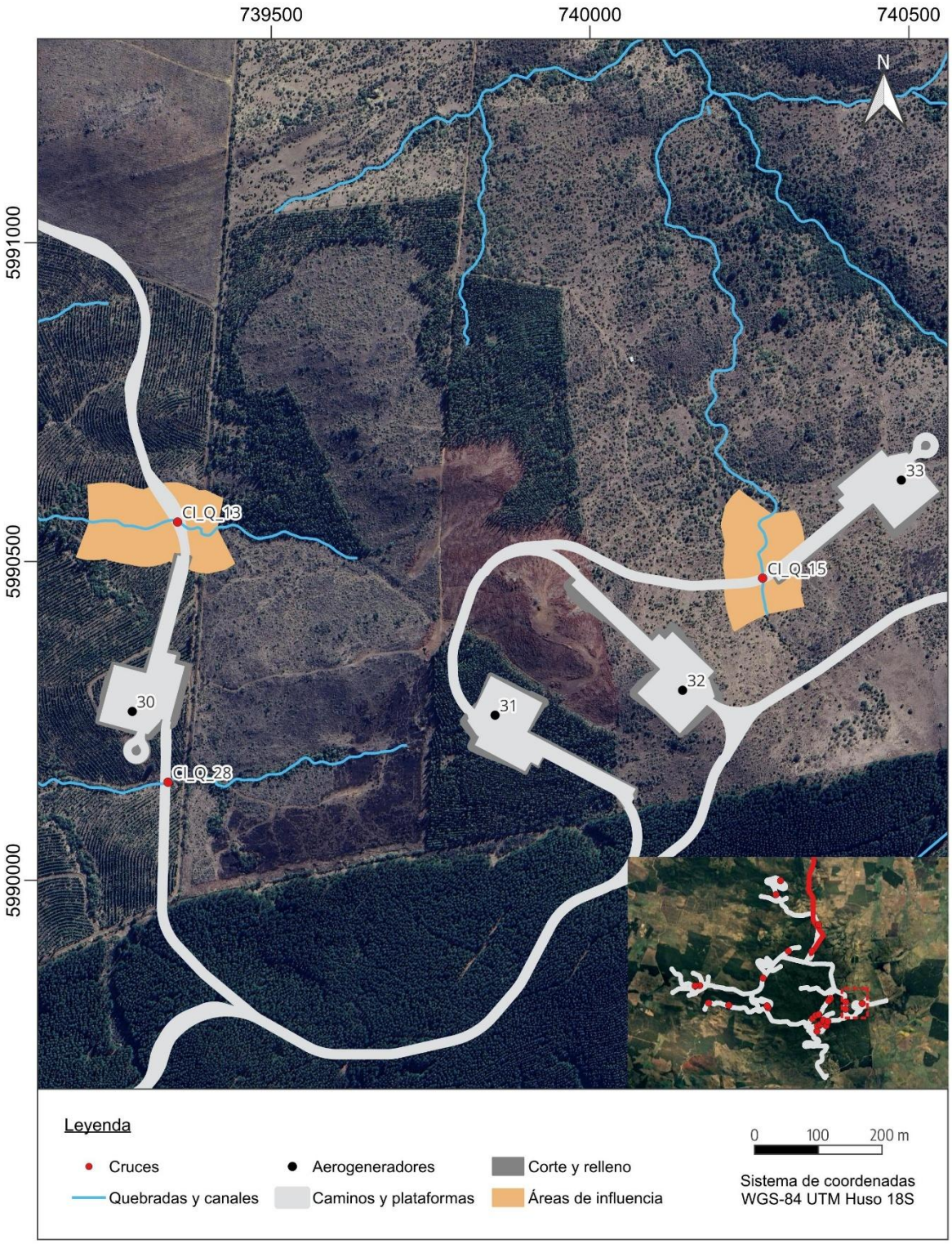

Figura 19. Área de influencia, cruces CI parte 3 de 10.

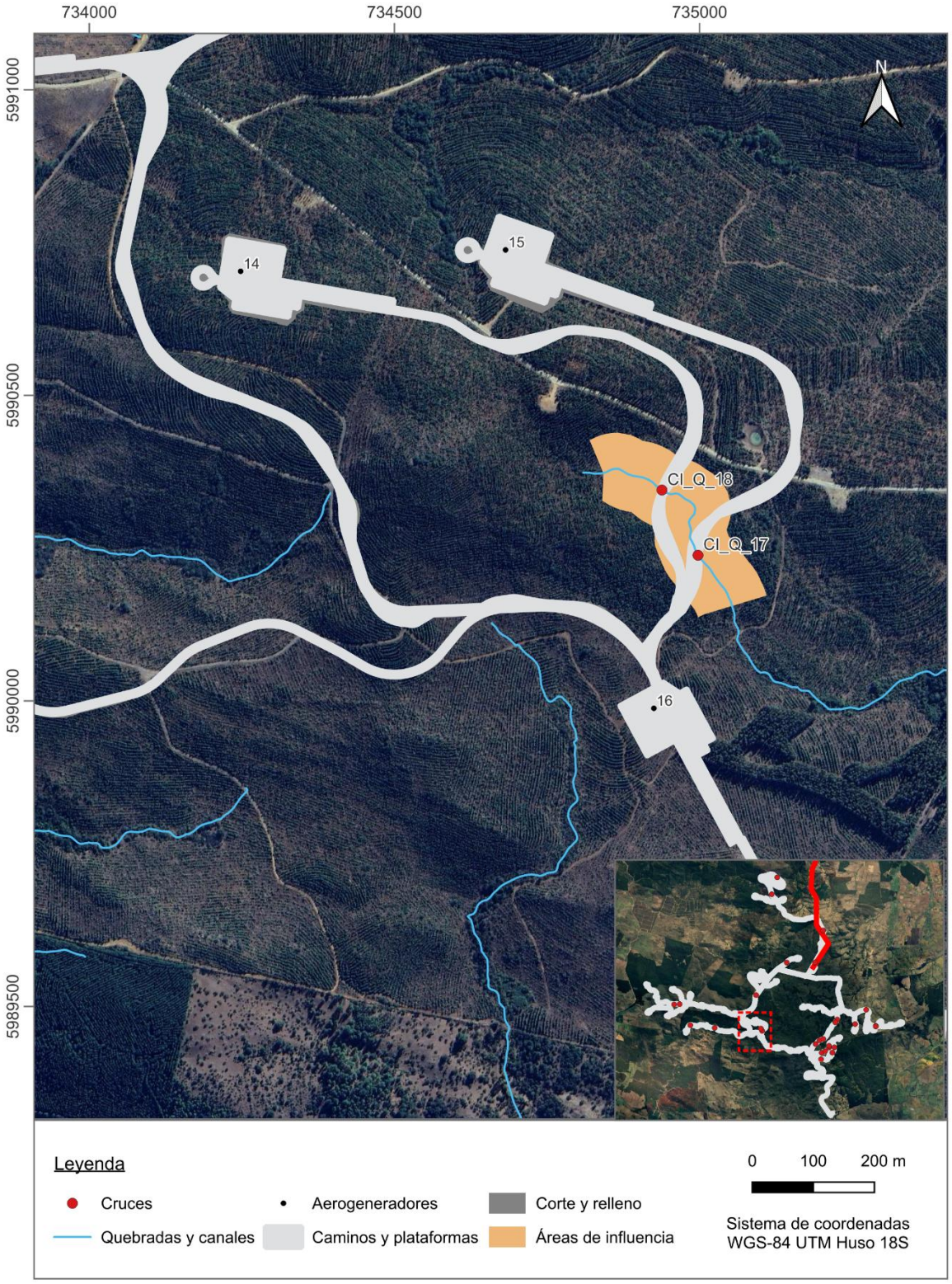

Figura 20. Área de influencia, cruces CI parte 4 de 10.

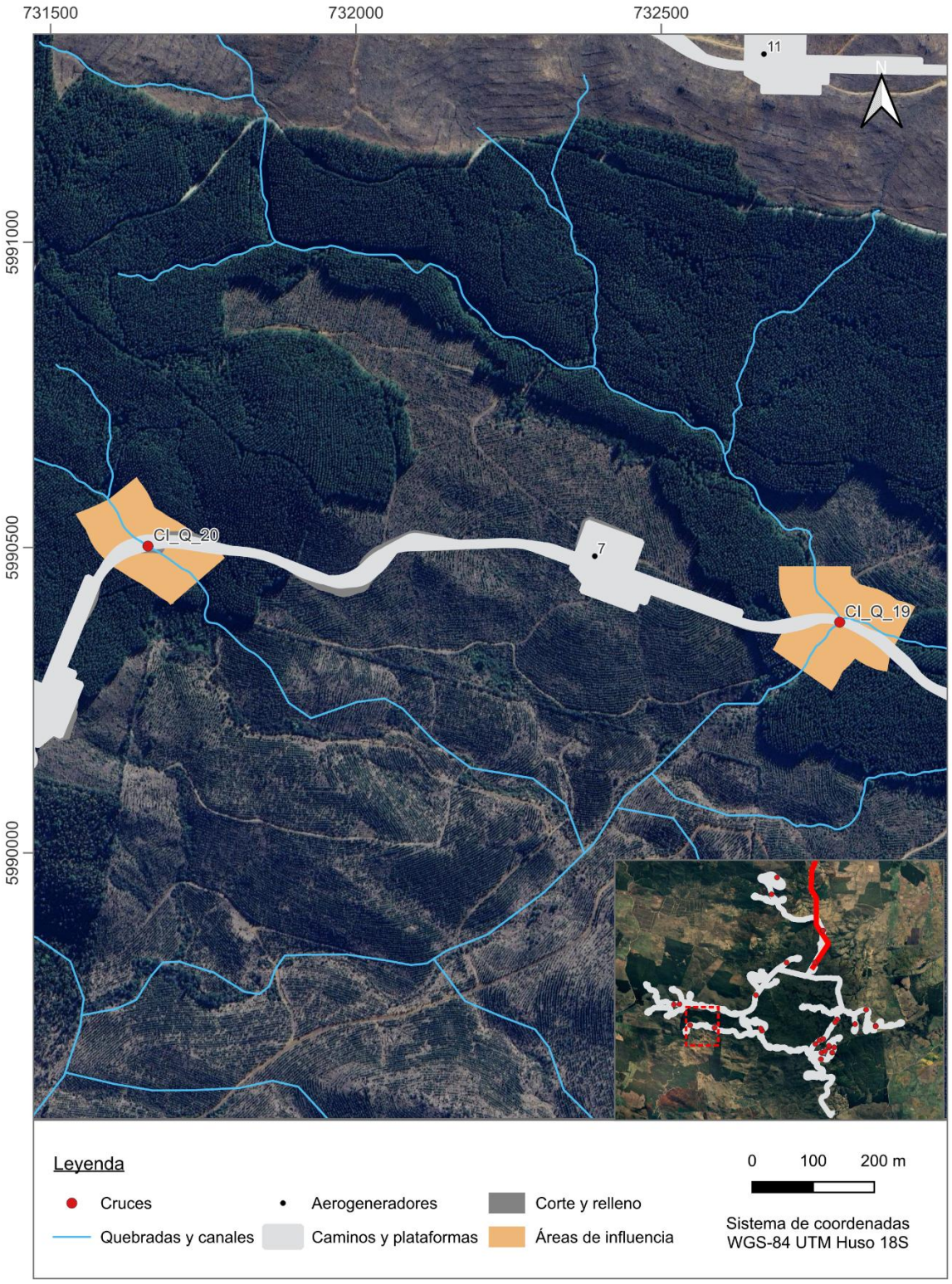

Figura 21. Área de influencia, cruces CI parte 5 de 10.

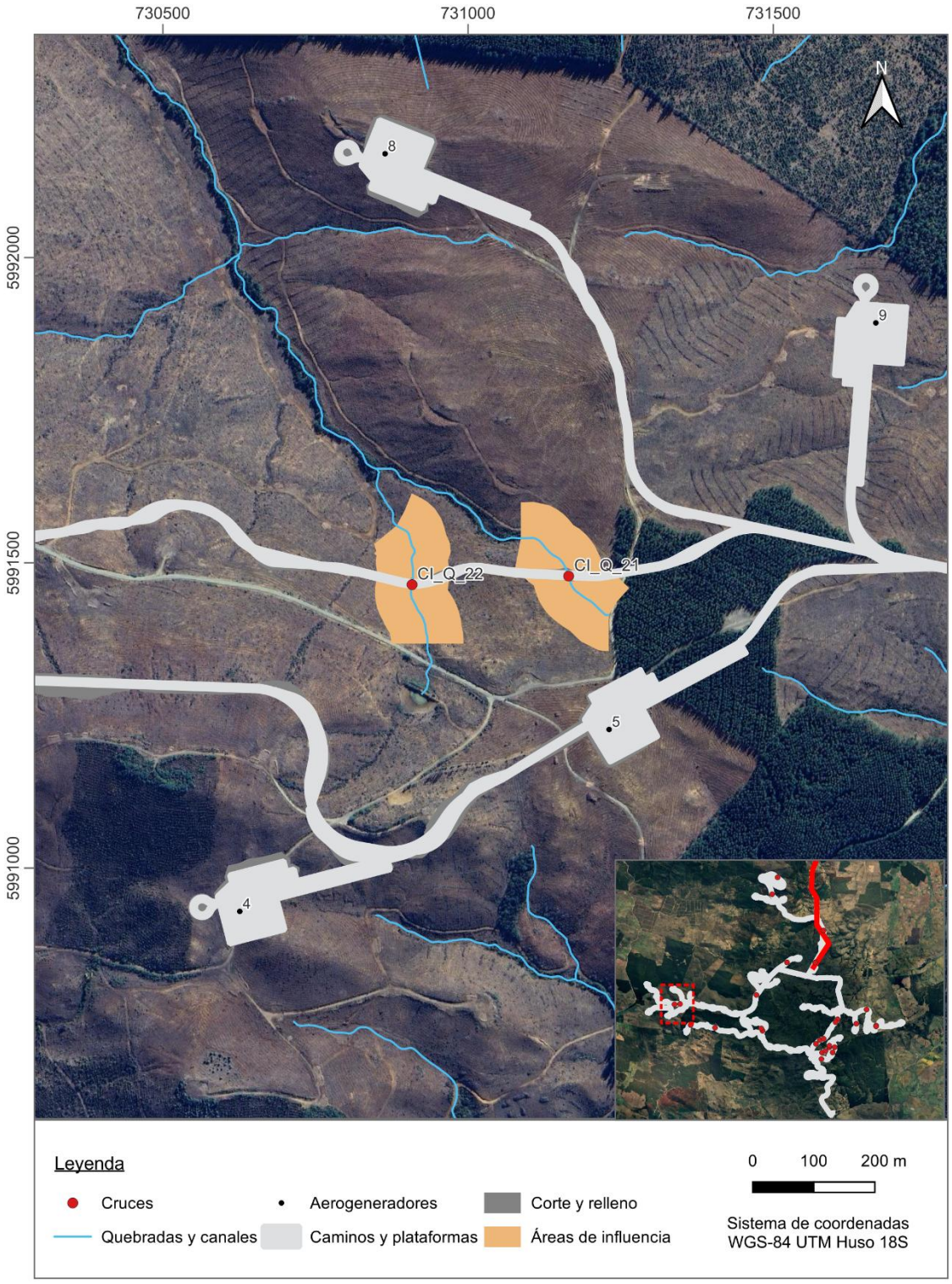

Figura 22. Área de influencia, cruces CI parte 6 de 10.

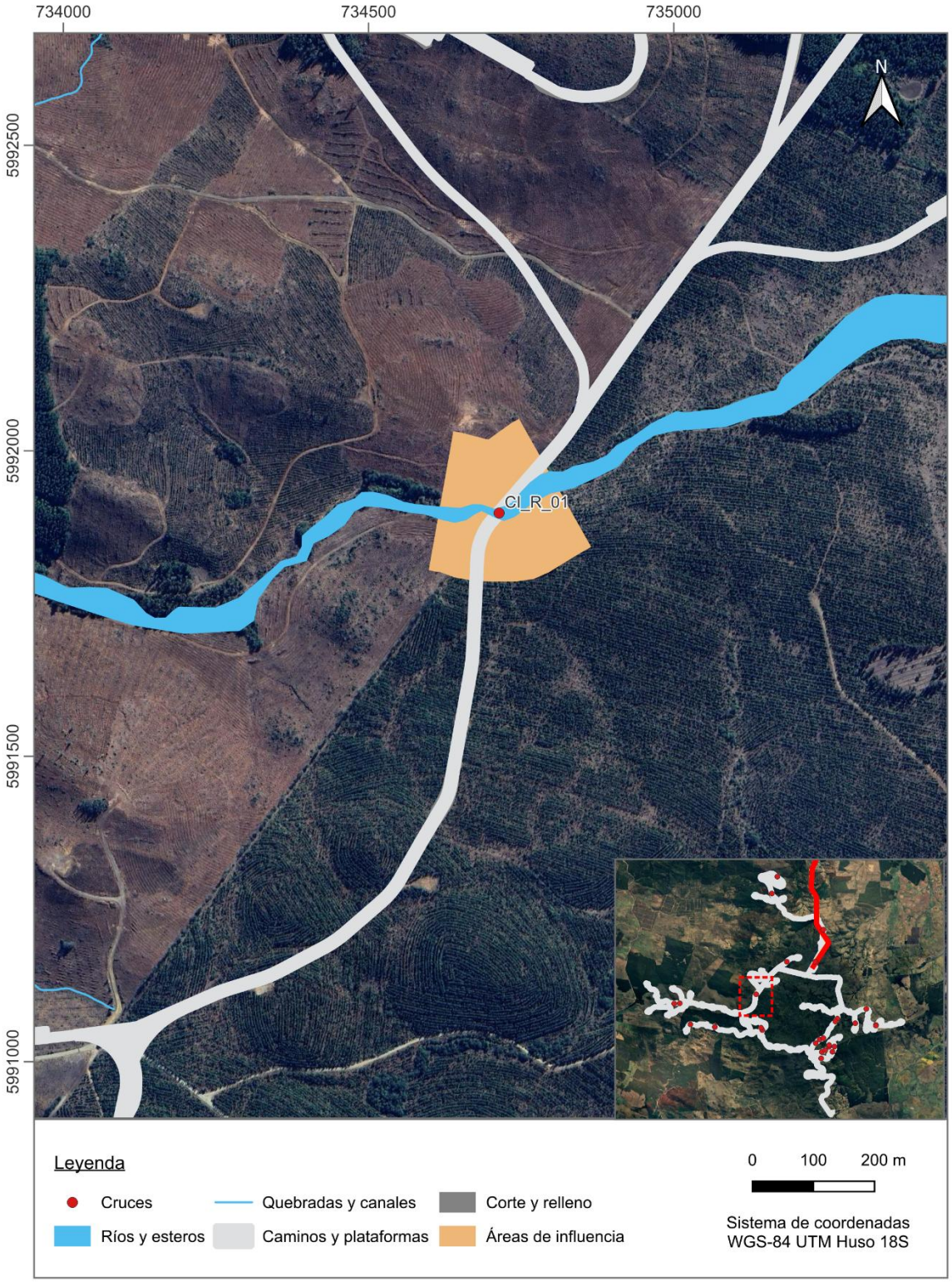

Figura 23. Área de influencia, cruces CI parte 7 de 10.

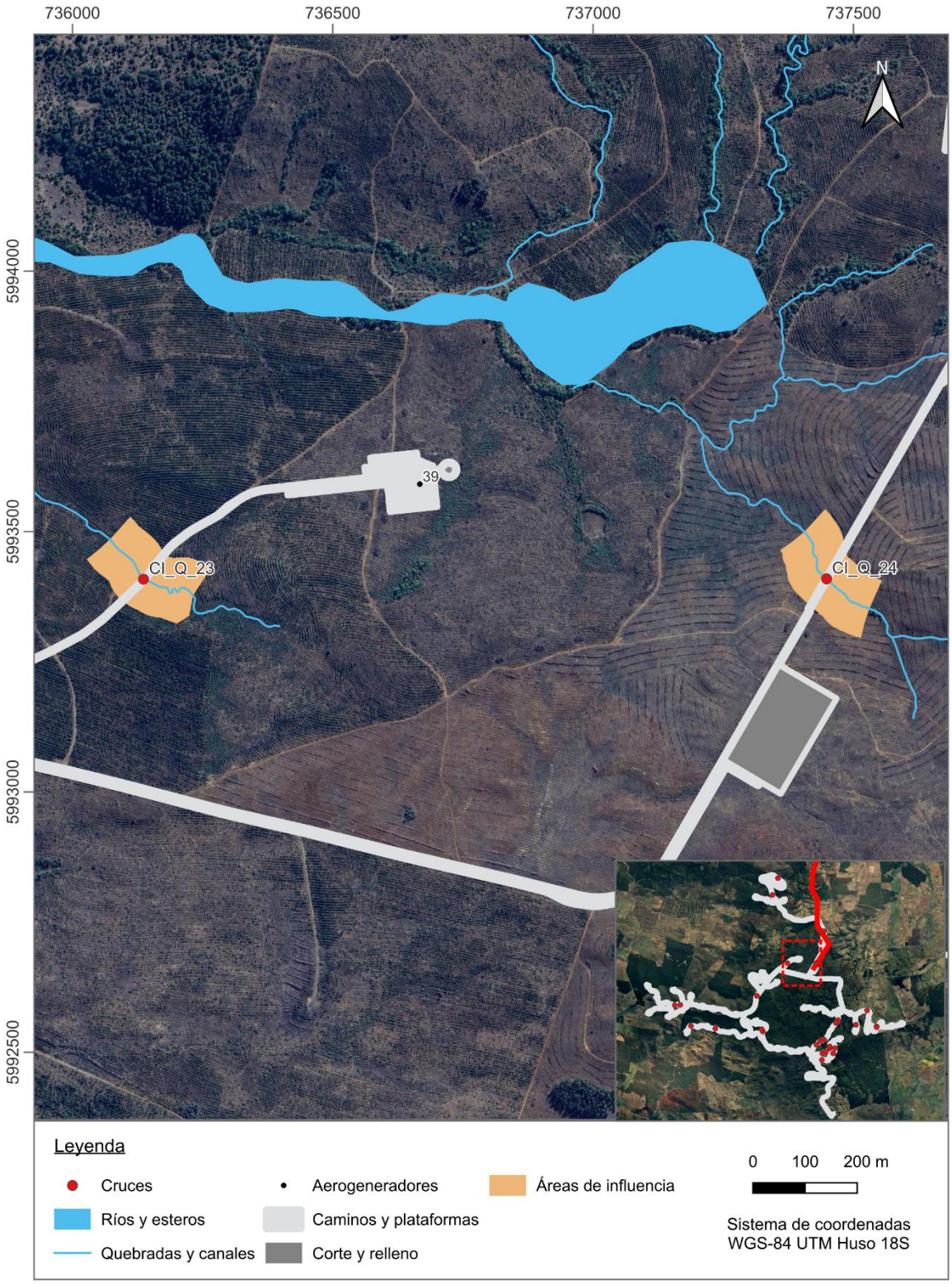

Figura 24. Área de influencia, cruces CI parte 8 de 10.

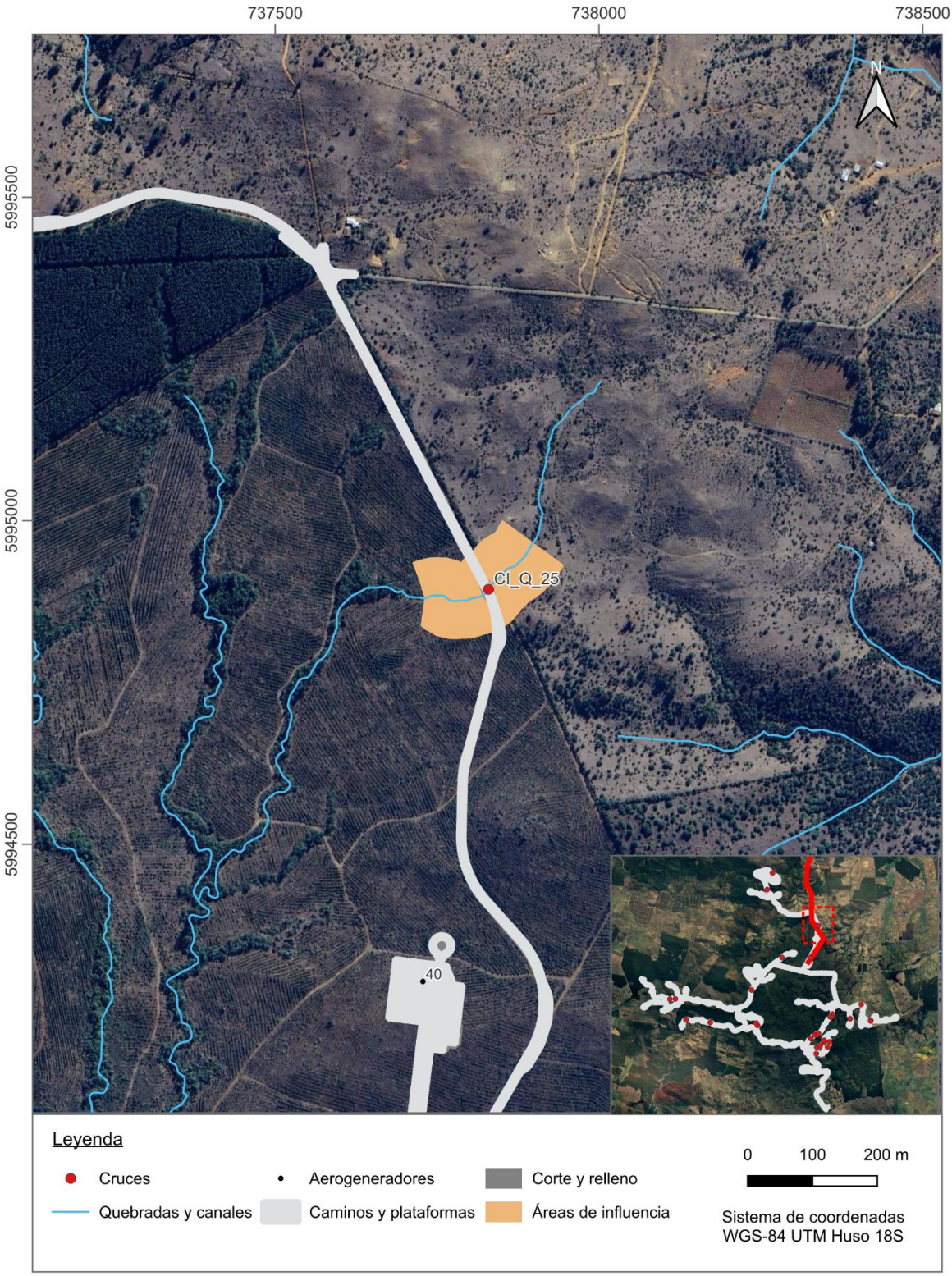

Figura 25. Área de influencia, cruces CI parte 9 de 10.

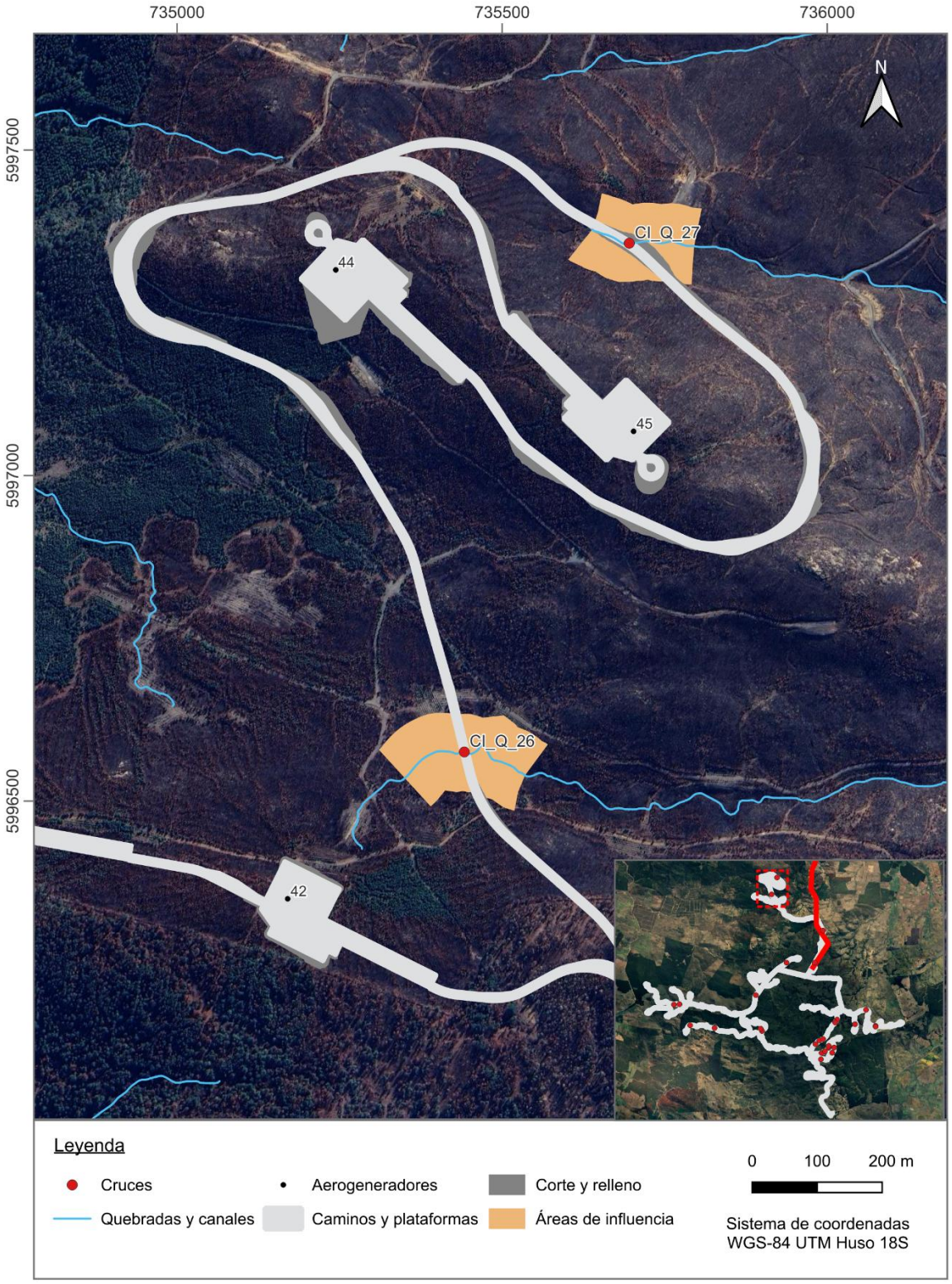

Figura 26. Área de influencia, cruces CI parte 10 de 10.



Figura 27. Área de influencia, cruces CA parte 1 de 4.



Figura 28. Área de influencia, cruces CA parte 2 de 4.



Figura 29. Área de influencia, cruces CA parte 3 de 4.

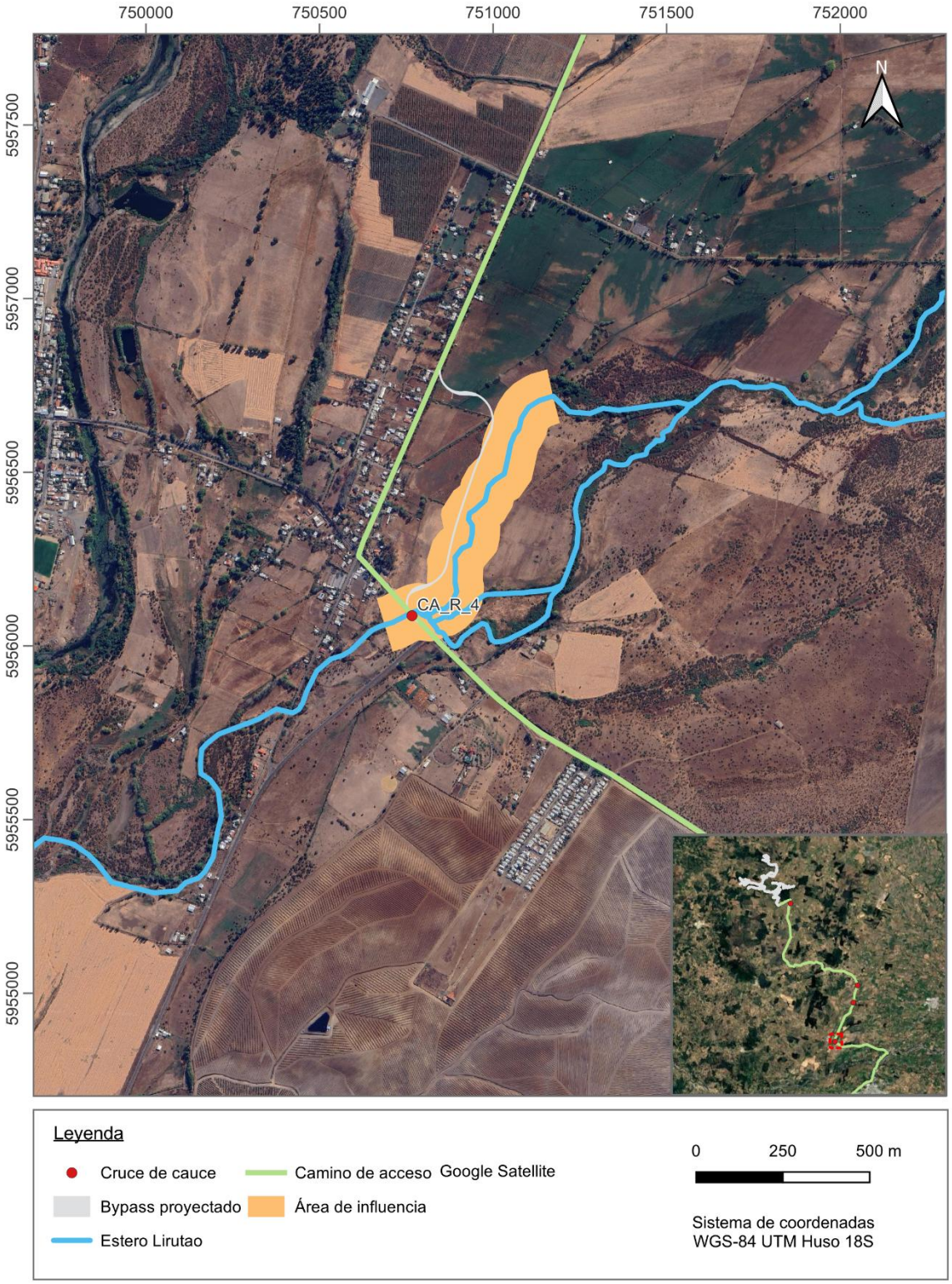

Figura 30. Área de influencia, cruces CA parte 4 de 4.

D. METODOLOGÍA

A continuación, se explica la metodología utilizada para la caracterización hidrológica del área de estudio.

D.1. Uso de suelo y geología

El análisis de uso de suelo es crucial para caracterizar hidrológicamente una cuenca o área de interés. A través de éste, se identifican las diferentes actividades humanas como agricultura, urbanización o forestación, las que afectan de forma distinta la escorrentía, calidad del agua y la erosión en la cuenca. Los usos de suelo en el área de estudio se obtuvieron mediante el análisis de imágenes satelitales de usos de suelo, productos MCD12Q y MCD12C del proyecto MODIS Land Cover, proyecto que proporciona información sobre la cobertura terrestre a nivel global definida mediante un algoritmo de clasificación supervisada, que clasifica el uso de suelo en pixeles de 500 m x 500 m de resolución en 10 categorías de acuerdo con la clasificación del Programa Internacional Geosfera-Biósfera IGBP (**Tabla 3**). En base a estos, se determinaron los principales usos de suelo en el área de estudio y su porcentaje de cobertura.

Tabla 3. Categorías IGBP de uso de suelo.

Categoría	Descripción
Bosque (Forest)	Áreas con vegetación arbórea densa.
Sabana (Savanna)	Combinación de árboles dispersos y pastizales.
Pastizal (Grassland)	Dominado por vegetación herbácea.
Zonas húmedas (Wetland)	Áreas inundadas o con suelos saturados.
Tierras agrícolas (Cropland)	Cultivos y tierras de labranza.
Áreas urbanas (Urban)	Zonas construidas y urbanizadas.
Áreas desérticas (Desert)	Suelos secos y escasamente vegetados.
Tundra	Regiones frías con vegetación baja y musgos.
Nieve y hielo (Snow and Ice)	Superficies permanentes cubiertas de nieve o hielo.
Agua (Water)	Cuerpos de agua como ríos, lagos y océanos.

Otro factor fundamental para la caracterización de una cuenca es su geología, la cual determina la permeabilidad y capacidad de almacenamiento de agua del subsuelo, afectando la escorrentía e infiltración. La geología del área de estudio se obtuvo del mapa geológico de Chile, Base Geológica escala 1:1.000.000 del Servicio Nacional de Geología y Minería (2003) (**Capítulo 3.1.6. Línea base geología** del **EIA**). Se realizó un análisis espacial de la geología en el área en estudio para determinar los usos de suelo principales y su porcentaje de cobertura.

D.2. Información hidrometereológica

Se utilizaron tres fuentes de información hidrometereológica para el estudio:

1. Información en registro de estaciones meteorológicas y fluviométricas de la red hidrométrica de la Dirección General de Aguas (DGA) cercanas al área de estudio.
2. Datos grillados de precipitación y temperatura del producto de reproceso CR2MET (https://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/).
3. Isoyetas de precipitación media anual de 10 años de probabilidad de excedencia de DGA (1991). Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días: escala 1:500.000.

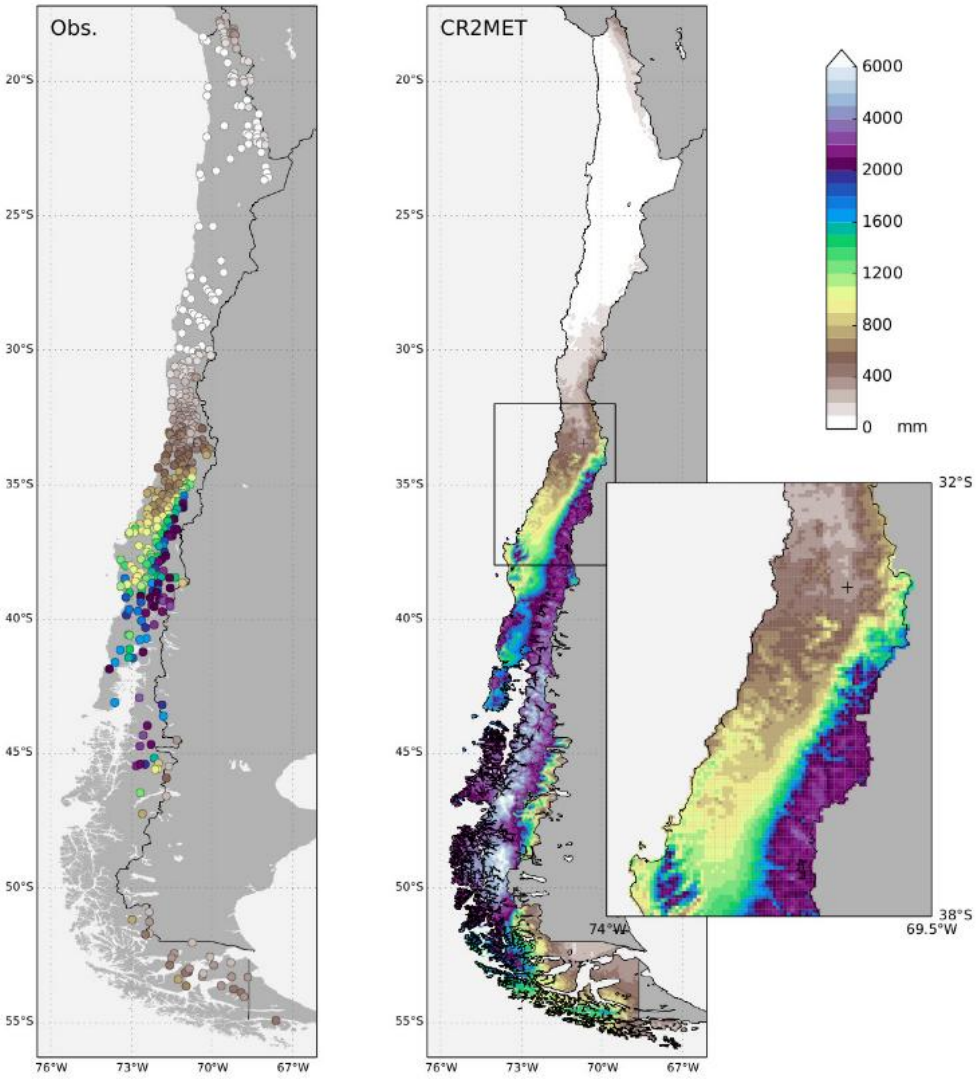

Figura 31. Producto de reproceso CR2met (https://www.cr2.cl/datos-productos-grillados/).

El producto de reproceso CR2MET contiene información meteorológica (precipitación, temperaturas medias y temperaturas extremas) en una grilla rectangular de 0.05º latitud-longitud (aproximadamente 5 km) para el territorio de Chile continental para el periodo 1979-2020.

El producto de precipitación se basa en una regionalización estadística de datos del análisis atmosférico ERA-Interim (datos disponibles en grillas de ~70 km). El método utiliza modelos estadísticos como funciones de transferencia para traducir precipitación, flujos de humedad y otras variables de gran escala de ERA-Interim, en precipitación regional. Los modelos estadísticos consideran la topografía local y se definen mediante un conjunto de parámetros calibrados con observaciones locales de precipitación (**Figura 31**).

D.3. Análisis pluviométrico

El análisis pluviométrico busca estimar las precipitaciones asociadas a distintos escenarios de disponibilidad o eventos de precipitación extrema en el área de estudio y cuencas objetivo. Para esto se realizó el análisis de frecuencia de las precipitaciones mensuales y máximas anuales con fin de determinar:

- Precipitaciones mensuales con probabilidad de excedencia de 60%, 80% y 95%.
- Precipitaciones medias mensuales y precipitación anual media de periodo analizado.
- Precipitaciones diarias máximas anuales con periodo de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 y 150 años.

El análisis de frecuencia se realizó mediante el ajuste de funciones de distribución de probabilidades (FDP) comúnmente utilizadas en hidrología (**Tabla 4**). Una vez ajustadas las diferentes FDP, se definirá la que presente mejor ajuste según distintas pruebas error y bondad de ajuste.

Tabla 4. Funciones de distribución de probabilidades a utilizar para análisis de frecuencia.

Sigla	Función de distribución de probabilidades	Método de ajuste
normal	Normal	Mínimos cuadrados
lnorm	Log-Normal	Mínimos cuadrados
gamma	Gamma	Mínimos cuadrados
p3	Pearson III	Mínimos cuadrados
p3m	Pearson III	Momentos
lp3	Log-Pearson III	Mínimos cuadrados
lp3m	Log-Pearson III	Momentos
gumbel	Gumbel	Mínimos cuadrados
exp	Exponencial	Mínimos cuadrados

D.4. Análisis fluviométrico

El análisis fluviométrico busca estimar los caudales asociadas a distintos escenarios de disponibilidad o eventos de crecida en las cuencas objetivo. Para esto se realizó el análisis de frecuencia de los caudales medios mensuales y caudales máximos anuales con fin de determinar:

- Caudales medios mensuales con probabilidad de excedencia de 60%, 80% y 95%.
- Caudales medios mensuales y caudal medio anual de periodo analizado.
- Caudales medios diarios máximos anuales con periodo de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 y 150 años.

El análisis de frecuencia se realizó mediante el ajuste de funciones de distribución de probabilidades (FDP) comúnmente utilizadas en hidrología (**Tabla 4**). Una vez ajustadas las diferentes FDP, se seleccionó a la que mejor se ajustó a los datos según distintas pruebas error y bondad de ajuste.

D.5. Régimen hidrológico

El régimen hidrológico se determina a través del análisis de las curvas de variación estacional de precipitaciones mensuales y caudales medios mensuales construidas en base a los análisis pluviométricos y fluviométricos. La identificación del régimen hidrológico es relevante para limitar la base de datos a utilizar para el cálculo de los caudales de crecida en el área de estudio, indicando si es necesario diferenciar entre crecidas pluviales y estivales o nivales.

D.6. Identificación y evaluación de riesgos asociados al cambio climático

Para identificar los riesgos asociados al cambio climático y que tienen relación con el componente hidrología se utilizó el Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARClim)[1] y la Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA, SEA 2024. Esta plataforma digital despliega mapas de Amenaza Climática (A), Exposición (E) y Sensibilidad (S) a lo largo de Chile, en donde la combinación de estas variables determina el riesgo debido al cambio climático sobre el sistema en evaluación. La resolución de las proyecciones es comunal o puntual (5x5 km) y los valores y colores

[1] *ARClim es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile apoyado por el Programa Mundial de Evaluación y Gestión de Riesgos para la Adaptación al Cambio Climático (Pérdidas y Daños) por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global (CCG-Universidad Católica de Chile) con la colaboración de diversas instituciones nacionales y internacionales.*

desplegados en los mapas representan la categorización de lugares que enfrentan mayor o menor riesgo. Así, el riesgo relativo del sistema en evaluación frente al cambio climático tiene valores entre 0 y 1, donde 0 significa que no hay riesgo y 1 indica que el riesgo es muy alto.

Esta información es posteriormente analizada en relación con los factores generadores de impacto del proyecto y que se relacionan al componente hidrológico, determinando si se proyecta afectación del objeto de protección, este caso el agua superficial.

E. RESULTADOS

E.1. Uso de suelo y geología

Las **Tabla 5**, **Figura 32** y **Figura 33** muestran los usos de suelo en el área de estudio. Los principales usos de suelo en el área de estudio son Suelo agrícola (~31%) y Bosques (~68%), que en conjunto suman cerca de un 99% de la superficie total del área de estudio.

Tabla 5. Usos de suelo en área de estudio.

Clasificación IGBP				Clasificación general	
Número	**Categoría IGBP**	**Descripción**	**% de área de estudio**	**Categoría LBH**	**% de área de estudio**
1	Bosques de hoja perenne acicular (Evergreen Needleleaf Forests)	Dominado por árboles de coníferas perennes (canopy >2m). Cobertura boscosa >60%.	3,9%	Bosques	30,7%
2	Bosques de hoja perenne de hoja ancha (Evergreen Broadleaf Forests)	Dominado por árboles de hoja ancha perenne (canopy >2m). Cobertura boscosa >60%.	26,9%		
3	Bosques de hoja caduca acicular (Deciduous Needleleaf Forests)	Dominado por árboles de coníferas caducifolia (canopy >2m). Cobertura boscosa >60%.	0,0%		
4	Bosques de hoja caduca de hoja ancha (Deciduous Broadleaf Forests)	Dominado por árboles de hoja ancha caducifolia (canopy >2m). Cobertura boscosa >60%.	0,0%		
5	Bosques mixtos (Mixed Forests)	Dominado por ninguno de los árboles (canopy >2m) caducifolios o de hoja perenne (40-60% cada uno). Cobertura boscosa >60%.	0,0%		
6	Matorrales cerrados (Closed Shrublands)	Dominado por arbustos permanentes (1-2m de altura) y cobertura >60%.	0,0%	Vegetación natural (bosque nativo/matorrales)	0,0%
7	Matorrales abiertos (Open Shrublands)	Dominado por arbustos permanentes (1-2m de altura) y cobertura 10-60%.	0,0%		
8	Sabanas arbustivas (Woody Savannas)	Cobertura boscosa de 30-60% (canopy >2m).	14,5%	Suelo agrícola (cultivos+frutales+forestales)	68,2%
9	Sabanas (Savannas)	Cobertura boscosa de 10-30% (canopy >2m).	50,9%		
10	Pastizales (Grasslands)	Dominado por plantas herbáceas anuales (<2m).	1,0%		
12	Tierras agrícolas (Croplands)	Por lo menos 60% del área es cubierta por cultivos.	1,3%		

Clasificación IGBP				Clasificación general	
13	Mosaicos de tierras agrícolas y vegetación Natural (Cropland/Natural Vegetation Mosaics)	Mosaicos de cultivos a pequeña escala 40-60% con árboles naturales, arbustos, o vegetación herbácea.	1,1%		
14	Áreas urbanas y construidas (Urban and Built-up Lands)	Por lo menos 30% de superficie impermeable incluyendo edificios, asfalto y vehículos.	0,4%	Suelo urbano o sin vegetación	1,1%
16	Áreas estériles (Barren)	Por lo menos 60% del área es suelo desnudo (arena, roca, suelo) con menos del 10% de vegetación.	0,0%		
17	Cuerpos de agua (Water bodies)	Al menos 60% del área está cubierta por cuerpos de agua permanentes.	0,0%	Cuerpos de agua	0,0%
11	Zona de humedales permanentes (Permanent Wetlands)	Tierras inundadas permanentemente con 30-60% superficie de agua y >10% cubierta vegetal.	0,0%		
15	Nieve y hielo permanente (Permanent Snow and Ice)	Al menos 60% del área está cubierta por nieve y hielo por lo menos 10 meses al año.	0,0%		

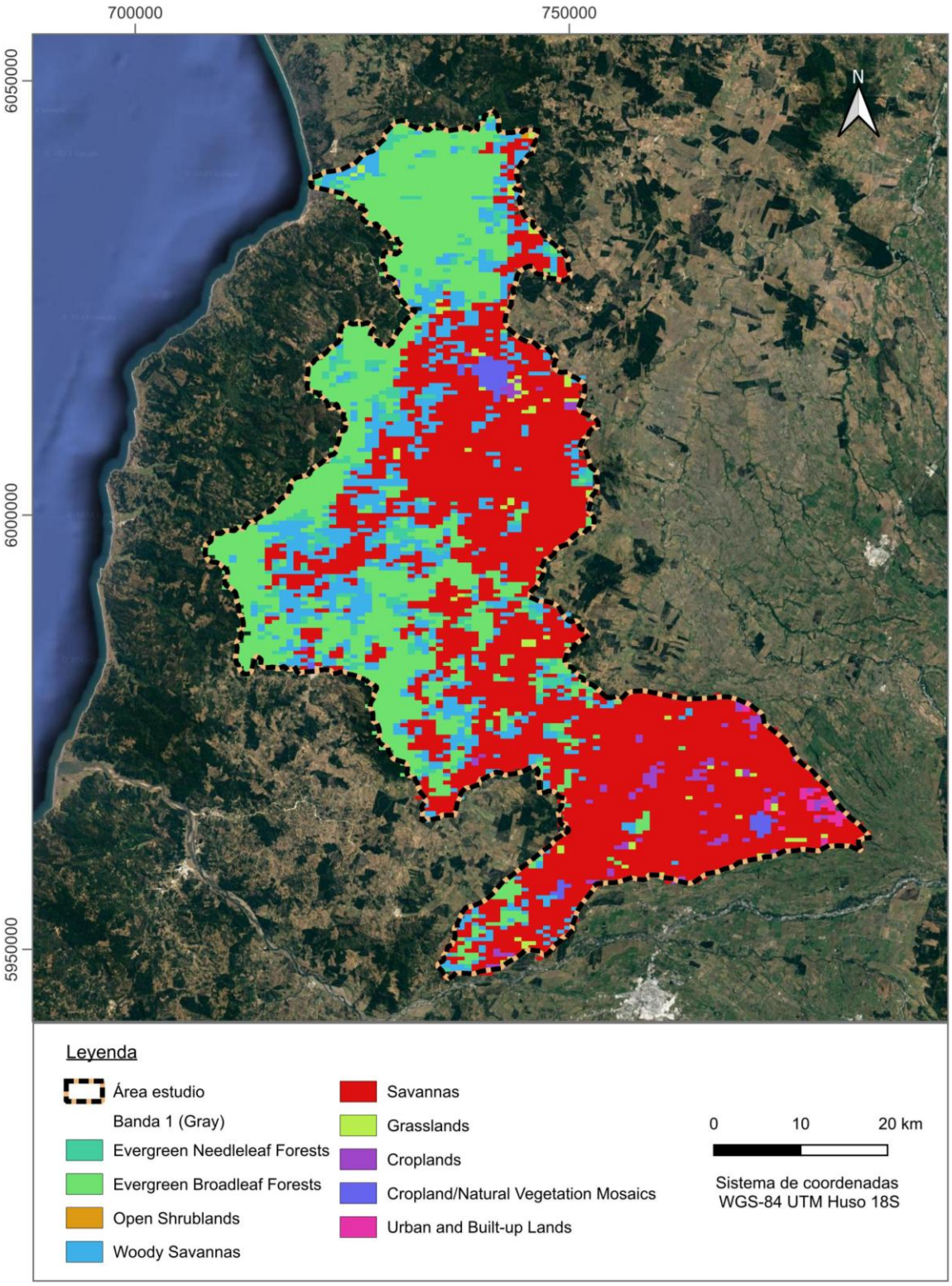

Figura 32. Usos de suelo en área de estudio – Categorías IGBP.

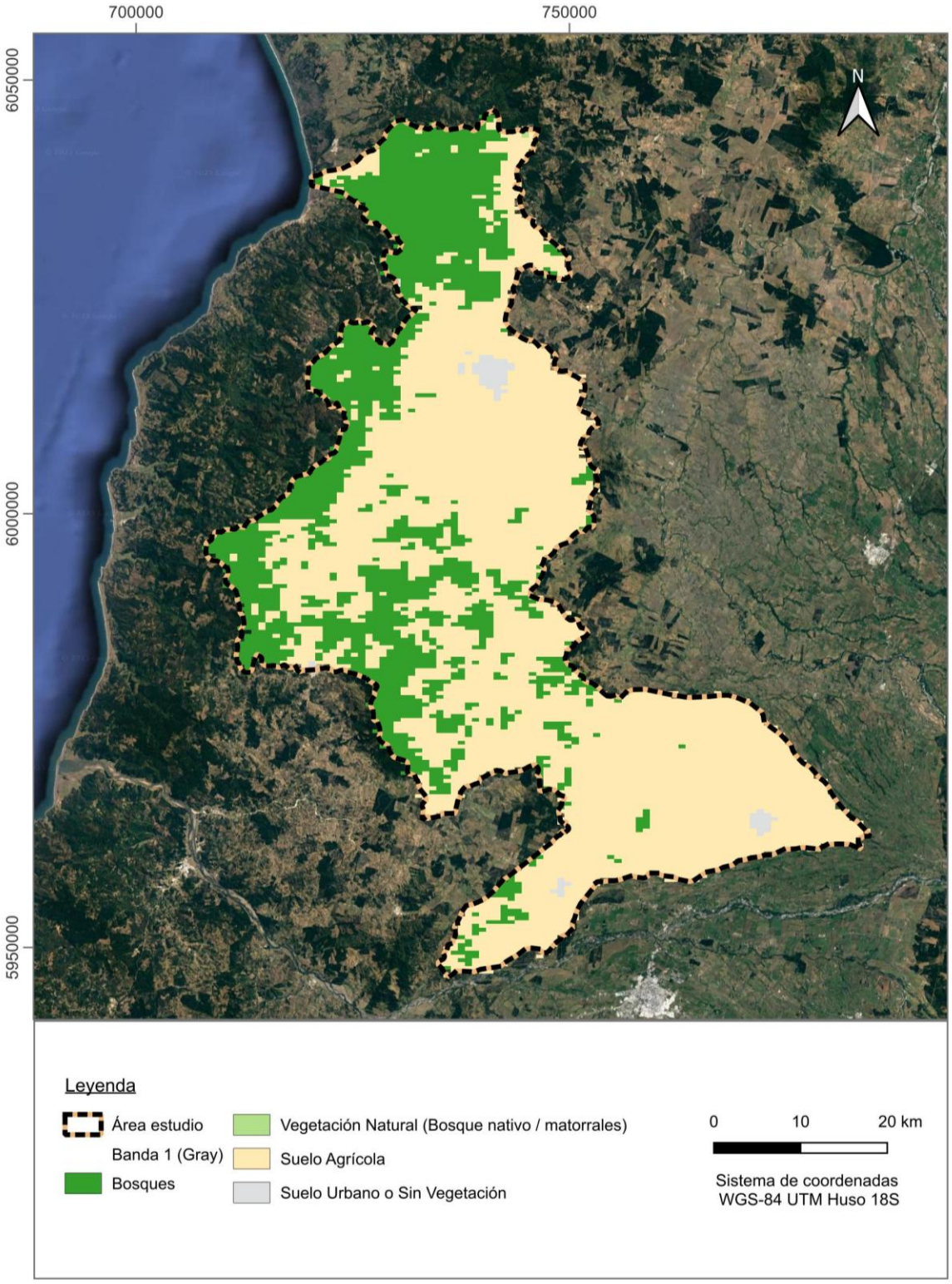

Figura 33. Usos de suelo en área de estudio – Reclasificado.

Las **Figura 34** y **Tabla 6** muestran los grupos geológicos presentes en el área en estudio. Los principales grupos geológicos presentes corresponden a Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa (~38%), Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita (~35%), Pizarras, filitas y metaareniscas con metamorfismo de bajo gradiente (~12%) y Secuencias sedimentarias marinas y transicionales (~12%) (Mapa geológico de Chile, Base Geológica escala 1:1.000.000 del Servicio Nacional de Geología y Minería (2003)).

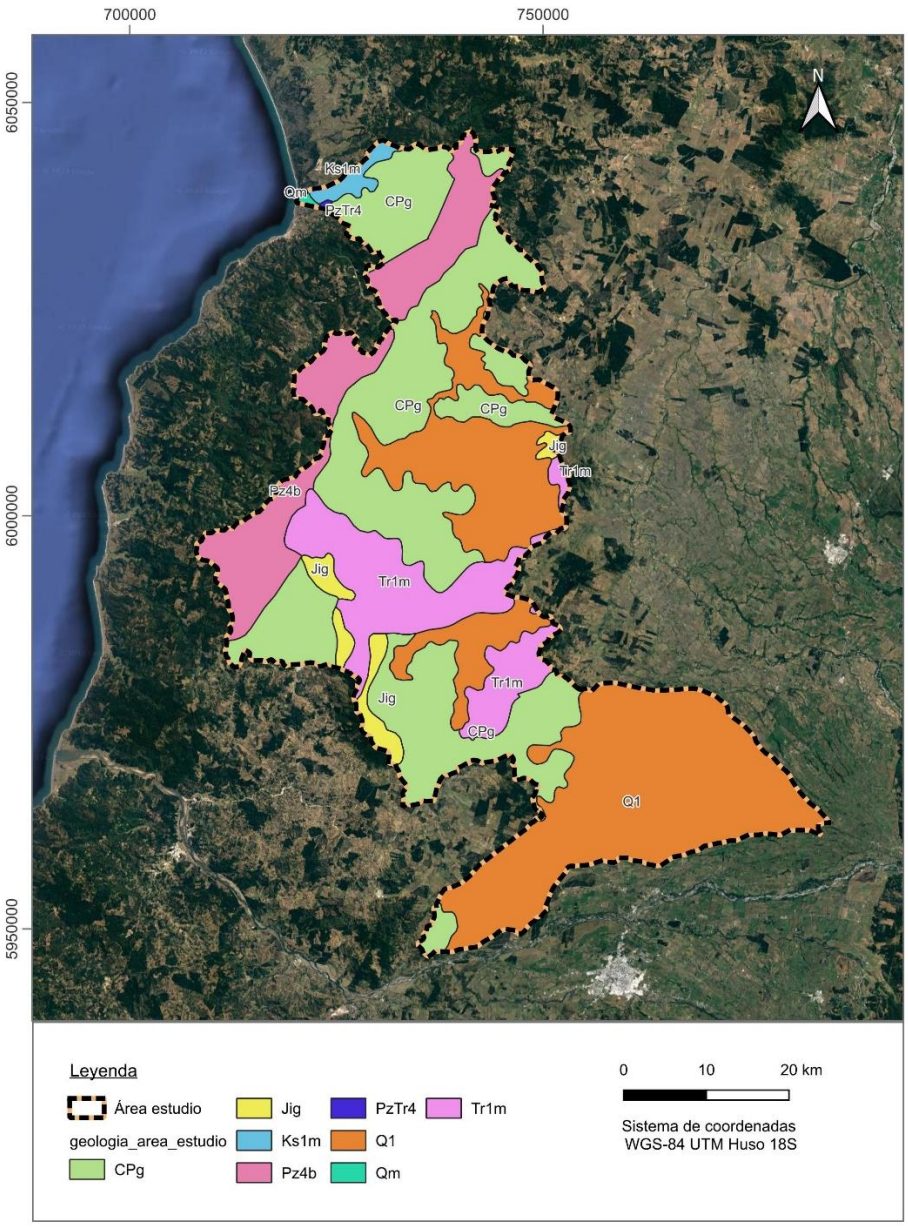

Figura 34. Geología en área en estudio.

Tabla 6. Geología en área en estudio.

Grupo Geológico	Nombre	Resumen	Tipo	Área (km²)	% Cobertura
Q1	Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa	SECUENCIAS SEDIMENTARIAS	En menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.	1.038,64	38,0%
CPg	Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita	SECUENCIAS VOLCANICAS	En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a IV: Batolitos compuestos, stocks y cuerpos hipabisales (Sierra Moreno, Cordillera de Domeyko, Batolito Elqui-Limarí); en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Batolito Panguipulli-Riñihue	962,25	35,2%
Pz4b	Pizarras, filitas y metaareniscas con metamorfismo de bajo gradiente	ROCAS METAMORFICAS	Pizarras, filitas y metaareniscas con metamorfismo de bajo gradiente P/T (Serie Oriental) del Carbonífero temprano. En la Cordillera de la Costa, regiones VI a IX.	318,77	11,7%
Tr1m	Secuencias sedimentarias marinas y transicionales	SECUENCIAS SEDIMENTARIAS	Areniscas, conglomerados, limolitas y calizas. En la Precordillera y zona costera, regiones II a IV: formaciones Cerro Minado, San Félix y El Quereo.	320,60	11,7%
Jig	Dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita	SECUENCIAS VOLCANICAS	Dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a III: plutones Flamenco y Caldera-Pajonales.	63,69	2,3%
Ks1m	Secuencias sedimentarias marinas de plataforma, litorales o transicionales	SECUENCIAS SEDIMENTARIAS	Areniscas, conglomerados, lutitas, calizas extraclásticas y oolíticas, sucesiones turbidíticas. En la Cordillera Principal, región II: Formación Lomas Negras y Estratos de Quebrada Blanca de Poquis; en la costa, regiones VII y VIII.	25,48	0,9%
Qm	Depósitos litorales	SECUENCIAS SEDIMENTARIAS	Arenas y gravas de playas actuales	2,89	0,1%
PzTr4	Metapelitas, metacherts, metabasitas y, en menor proporción, neises y rocas ultramáficas	ROCAS METAMORFICAS	Metapelitas, metacherts, metabasitas y, en menor proporción, neises y rocas ultramáficas con protolitos de edades desde el Devónico al Triásico y metamorfismo del Pérmico al Jurásico. En la Cordillera de la Costa, regiones IX a X: Complejo Metamórficas.	1,11	0,0%

E.2. Información hidrometereológica

La **Figura 35** muestra las estaciones meteorológicas y fluviométricas en el área de estudio, además de las isoyetas de precipitaciones máximas de un día de duración y 10 años de periodo de retorno de acuerdo con la DGA (1991). En total hay 9 estaciones meteorológicas y una estación fluviométrica representativa del área de estudio, su información se resume en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Estaciones DGA con información hidrometereológica.

Tipo de estación	Nombre	Código BNA	Coordenadas (UTM WGS84 H18S)		Elevación	Registro	
			Este (m)	Norte (m)	(m.s.n.m.)	Desde	Hasta
Meteorológica	LA ESTRELLA	07340002-3	753.932	6.036.471	200	01-06-1992	27-11-2023
Meteorológica	TUTUVEN EMBALSE	07337002-7	736.458	6.024.380	179	01-05-1975	21-11-2023
Meteorológica	QUELLA	07335004-2	761.996	6.005.822	130	01-08-1961	27-11-2023
Meteorológica	EL ALAMO	07336003-K	732.184	6.000.437	180	01-05-1994	27-11-2023
Meteorológica	MANGARRAL	08142001-7	738.813	5.986.680	140	01-01-1992	29-09-2019
Meteorológica	LOS HUINGANES EN CURIPEUMO	07340003-1	231.124	6.010.253	126	01-06-1994	27-11-2023
Meteorológica	PARRAL	07345001-2	245.632	5.990.901	175	01-01-1964	21-11-2023
Meteorológica	MILLAUQUEN	08118003-2	765.728	5.976.687	152	01-02-1992	27-11-2023
Meteorológica	SAN AGUSTIN DE PUÑUAL	08118004-0	733.807	5.973.556	138	01-01-1993	27-11-2023
Fluviométrica	RIO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	07336001-3	736.594	6.012.545	590	14-03-1945	23-11-2023

Se compiló el registro histórico de precipitaciones diarias y caudales medios diarios y máximos diarios para cada una de estas estaciones. Además, del producto de reproceso CR2met se extrajo la historia de precipitación media diaria sobre el área de estudio y el área correspondiente a la cuenca aportante a la estación fluviométrica DGA Río Cauquenes en el Arrayán.

La **Figura 36** muestra el registro histórico de precipitaciones diarias compilado para los puntos de interés.

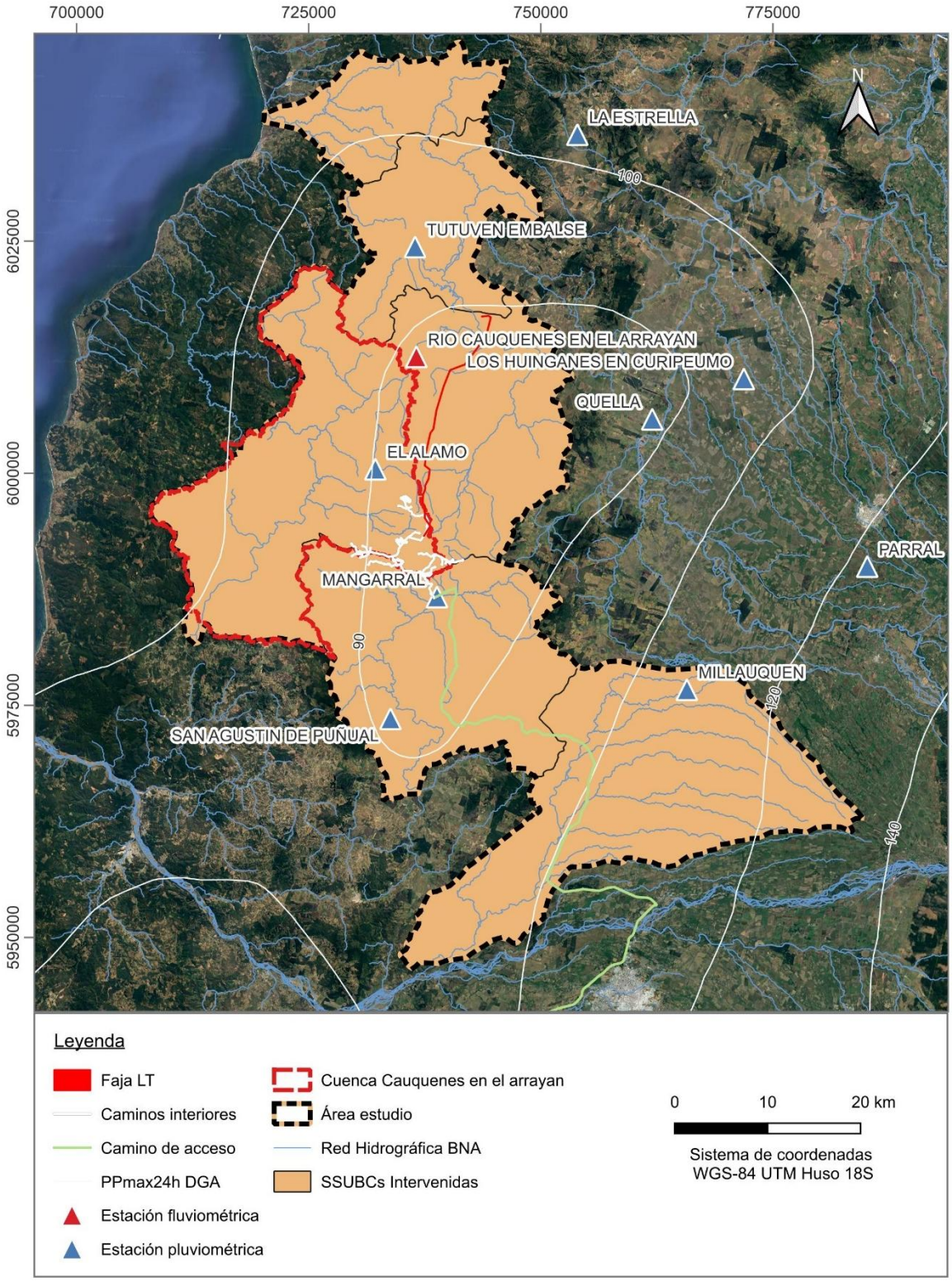

Figura 35. Información hidrometereológica en área de estudio.

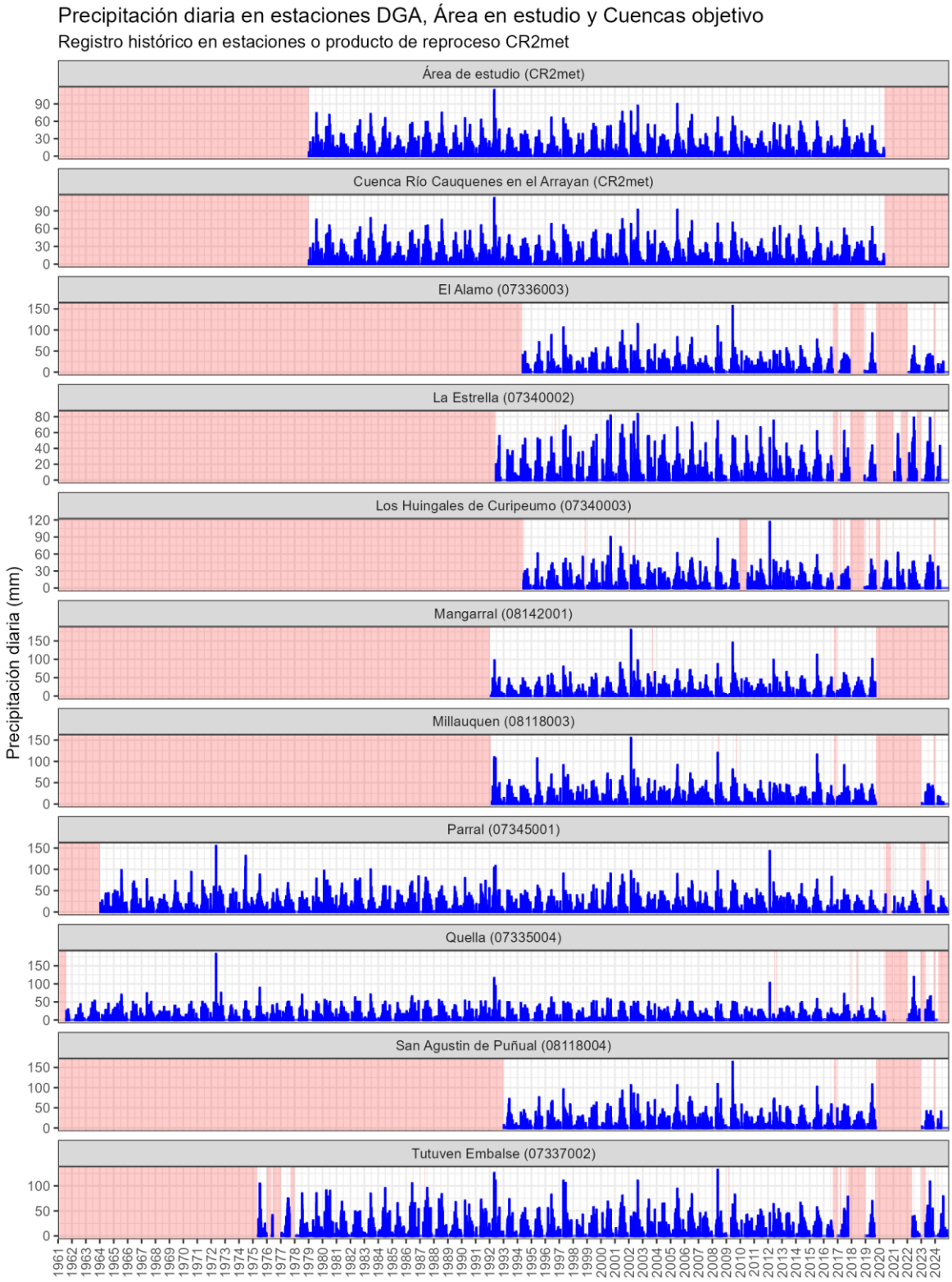

Figura 36. Registro de precipitación diaria.

E.2.1. Precipitaciones mensuales y anuales

A partir del registro de precipitación diaria en estaciones y áreas en estudio se armaron series de precipitación acumulada mensual y precipitación acumulada anual, las que se muestran en las **Figura 37** y **Figura 38**. En base a estas series se realizarán los análisis de frecuencia para determinar las precipitaciones medias mensuales con las que se confeccionará la curva de variación estacional de caudales medios.

La **Tabla 8** resume los rangos de precipitación acumulada anual, su valor medio e identificación de años más secos y húmedos en el periodo estudiado para las estaciones y áreas de interés. Se observa que el área de estudio tiene una precipitación acumulada anual de 903 mm, con un mínimo de 412 mm el año 1998 y un máximo de 1.338 mm el año 2002.

Tabla 8. Resumen de precipitación anual en puntos de interés.

Nombre	Precipitación acumulada anual				
	Min		Mean	Max	
	(mm)	año	(mm)	(mm)	año
Área de estudio (CR2met)	412	1998	903	1.338	2002
Cuenca Río Cauquenes en el Arrayan (CR2met)	439	1998	924	1.369	2002
El Álamo (Estación DGA)	378	2016	766	1.174	2002
La Estrella (Estación DGA)	265	2016	595	1.024	2002
Los Huingales de Curipeumo (Estación DGA)	241	2010	613	1.008	1997
Mangarral (Estación DGA)	364	1889	780	1.283	2002
Millauquen (Estación DGA)	394	2016	851	1.373	2002
Parral (Estación DGA)	334	2021	835	1.578	1992
Quella (Estación DGA)	271	1998	652	1.314	2023
San Agustin de Puñual (Estación DGA)	390	1998	839	1.412	2002
Tutuven Embalse (Estación DGA)	291	1998	791	1.282	2002

E.2.2. Curva de variación estacional de precipitaciones mensuales

Se armaron curvas de variación estacional de precipitaciones medias mensuales para (1) el área de estudio y (2) la cuenca del Río Cauquenes en el Arrayan, la primera para determinar el régimen de precipitaciones en el área de estudio, y la segunda para que sea tomada como cuenca donante en caso de que sea necesario hacer transposición de caudales posteriormente, en el estudio hidrológico del proyecto. Las curvas se armaron mediante el análisis de frecuencia de las series de precipitación acumulada mensual confeccionadas mediante el análisis del producto de reproceso CR2met.

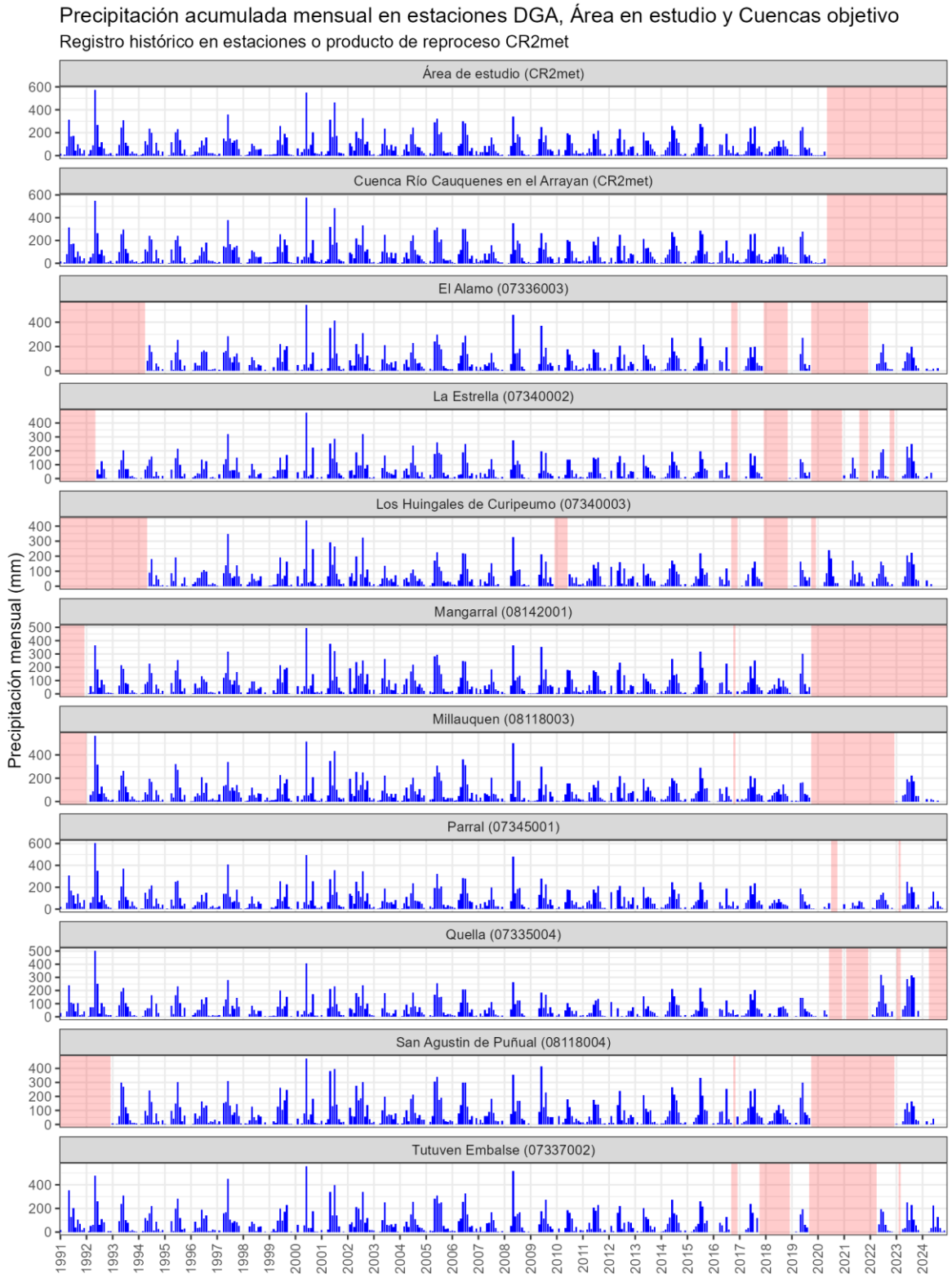

Figura 37. Series de precipitación mensual.

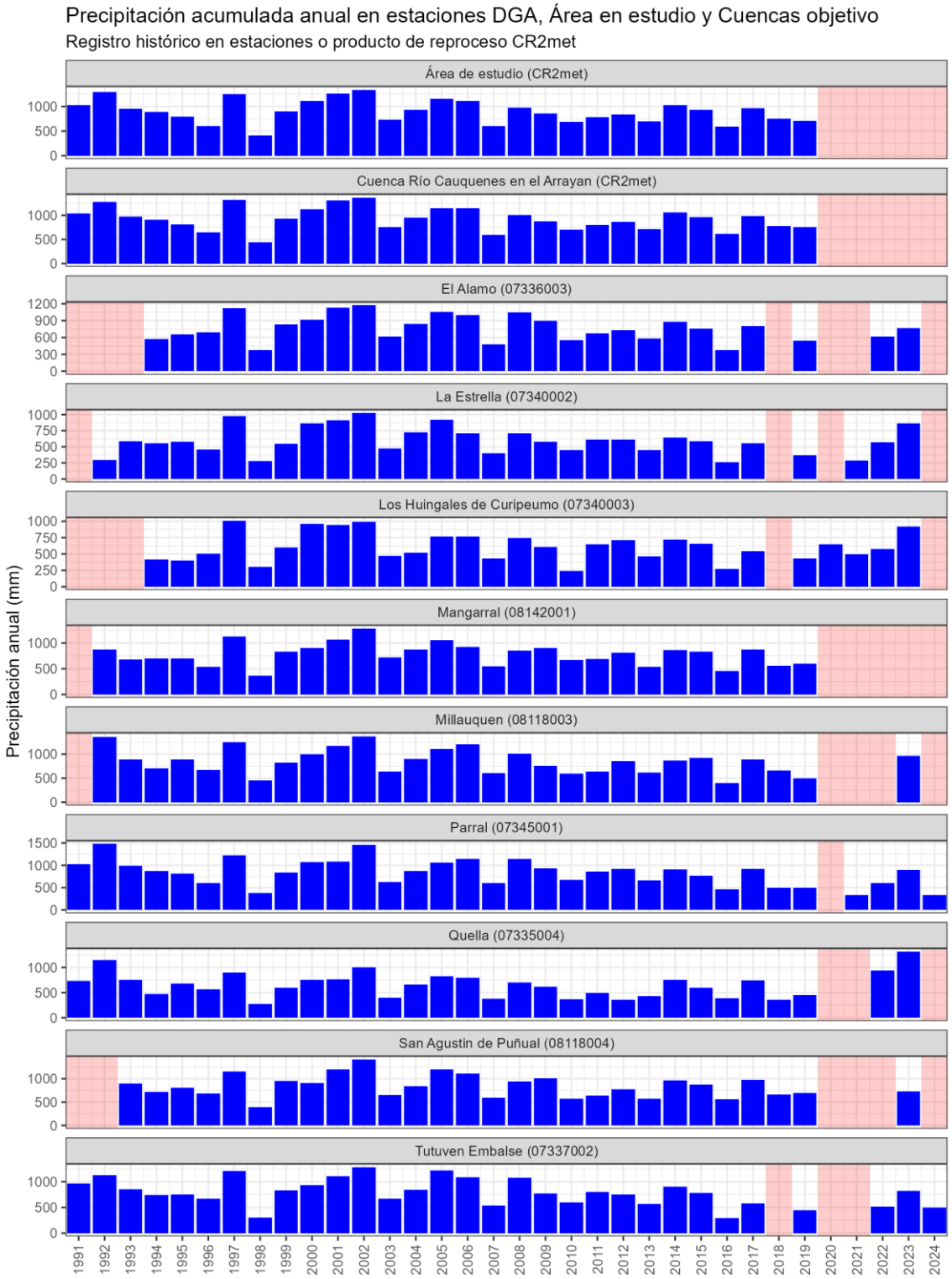

Figura 38. Series de precipitación anual.

Las **Tabla 9** y **Figura 39** muestran la curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales para el área de estudio del Proyecto. Se observa un claro peak durante el mes de junio, de 203 mm, 177 mm y 114 mm, para los escenarios correspondiente a la precipitación media mensual y a las precipitaciones mensuales asociadas a probabilidades de excedencia de 60%, 80% y 95%, respectivamente. El escenario de 95% de probabilidad de excedencia presenta un peak de 49 mm en el mes de julio.

Tabla 9. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en área de estudio.

PEX	POC	T (años)	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
60%	40%	1,7	37,3	94,5	176,5	122,7	105,4	51,5	34,7	11,5	7,1	3,0	5,0	6,3
80%	20%	1,3	17,2	59,2	114,1	85,6	69,2	30,8	19,4	5,0	2,6	0,7	1,2	2,2
95%	5%	1,1	4,2	30,9	28,9	48,8	34,6	13,3	4,4	1,2	0,4	0,0	0,1	0,4
mean			55,5	151,1	203,3	156,0	132,4	71,7	48,6	22,6	16,5	7,0	18,0	16,9
FDP			lp3	lp3m	norm	gamma	lp3m	lp3	p3m	exp	gamma	p3m	gamma	lp3m

PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia | T: Periodo de retorno
Ajuste de FDP a serie de datos de cada mes en **Figura 40**

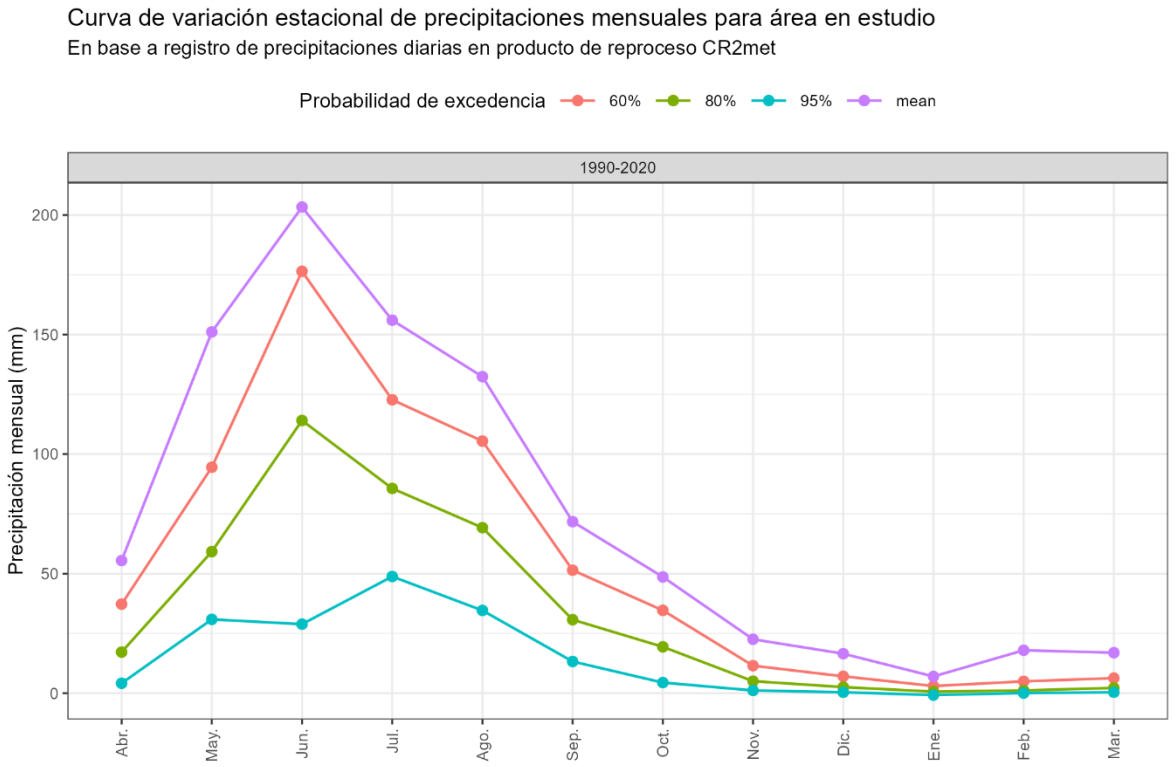

Figura 39. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en área de estudio.

La **Figura 40** muestra el ajuste de funciones de probabilidad de excedencia ajustadas.

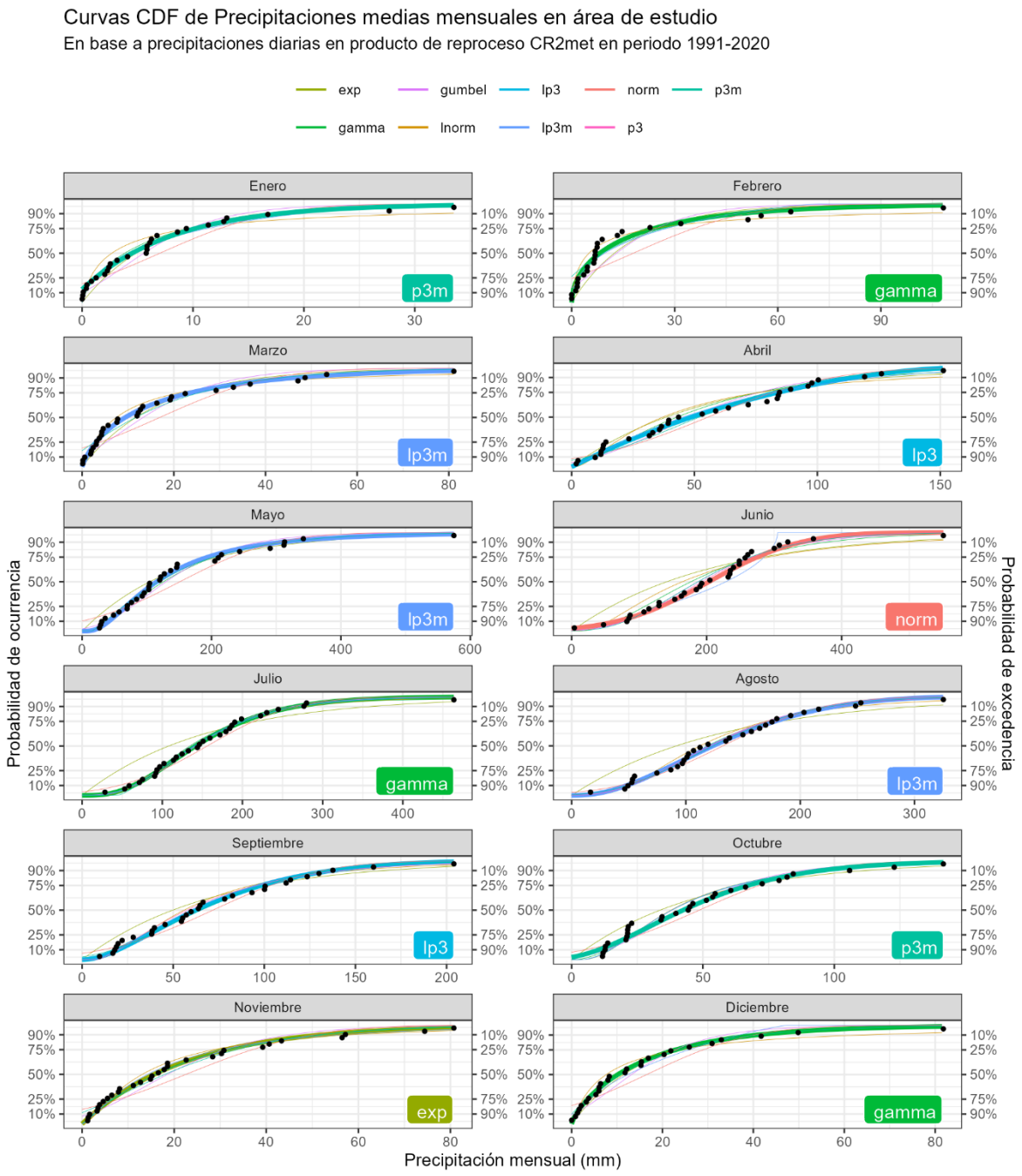

Figura 40. Ajuste de funciones de probabilidad a serie de precipitaciones mensuales en Área en estudio.

Las **Tabla 10** y **Figura 41** muestran la curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales para el área de estudio del Proyecto. Se observa un claro *peak* durante el mes de junio, de 210 mm, 182 mm y 117 mm, para los escenarios correspondiente a la precipitación media mensual y a las precipitaciones mensuales asociadas a probabilidades de excedencia de 60% y 80%, respectivamente. El escenario de 95% de probabilidad de excedencia presenta un *peak* de 51 mm en el mes de julio.

Tabla 10. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en Cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan.

PEX	POC	T (años)	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
60%	40%	1,7	41,3	97,0	182,3	130,6	109,6	51,0	32,7	10,7	8,3	4,6	4,5	5,5
80%	20%	1,3	20,4	59,3	117,5	92,8	71,2	31,7	18,1	4,3	3,6	2,0	1,0	1,2
95%	5%	1,1	-4,4	29,2	29,2	51,2	34,9	15,5	5,0	0,9	0,8	0,1	0,1	0,1
mean			54,6	153,8	210,2	163,9	138,8	73,7	47,8	22,4	16,2	8,1	16,8	17,3
FDP			p3m	lp3m	norm	gumbel	lp3m	lp3m	p3m	gamma	exp	p3m	gamma	lp3

PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia | T: Periodo de retorno
Ajuste de FDP a serie de datos de cada mes en **Figura 42**

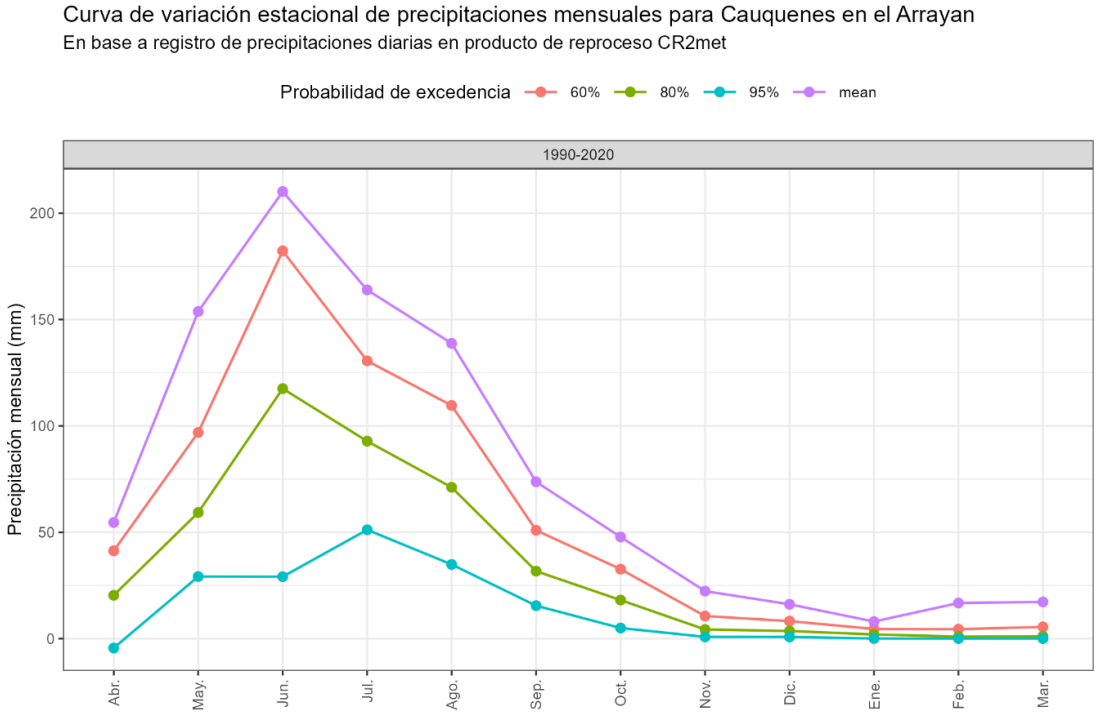

Figura 41. Curva de variación estacional de precipitaciones medias mensuales en Cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan.

La **Figura 42** muestra el ajuste de funciones de probabilidad de excedencia ajustadas.

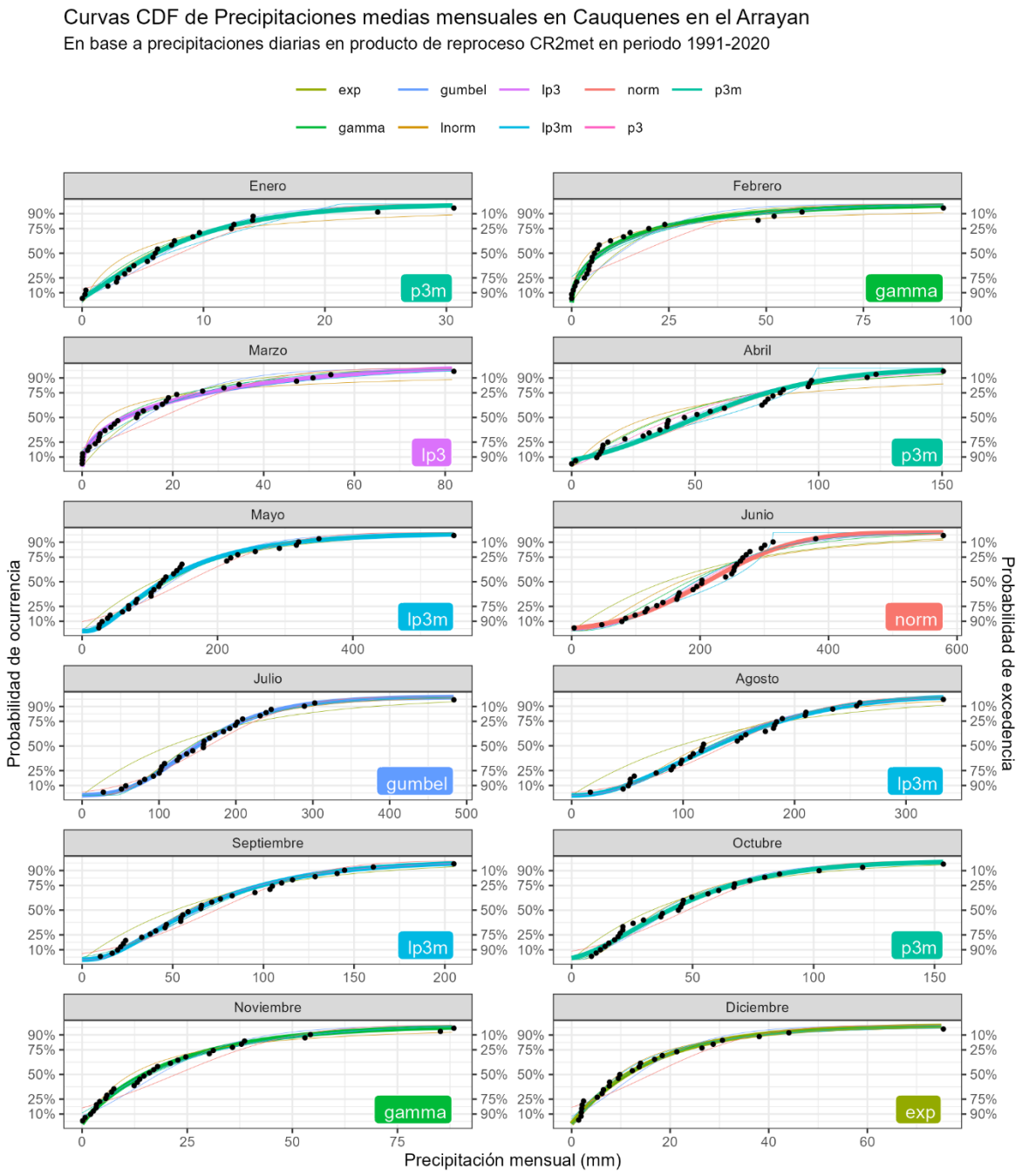

Figura 42. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones mensuales en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan.

E.2.3. Precipitaciones diarias máximas anuales

El análisis de precipitaciones diarias máximas anuales busca determinar la precipitación asociada a eventos de altas precipitaciones con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 150 años. Estas precipitaciones se calculan mediante el ajuste de distribuciones de probabilidad comúnmente utilizada en hidrología (**Tabla 4**) a la serie de precipitaciones diarias máximas anuales para los periodos de deshielo, pluvial y anual armadas a partir de los datos extraídos del producto de reproceso CR2met para el área de estudio y la cuenca del río Cauquenes en el Arrayan.

Se hace distinción entre las temporadas de deshielo, pluvial y anual, entendiendo como temporada de deshielo el periodo comprendido entre los meses de octubre a marzo de un año hidrológico, como temporada pluvial el periodo comprendido entre los meses de abril a septiembre de un año hidrológico y periodo anual a la totalidad de los meses de un año hidrológico. Los resultados se resumen en las **Tabla 11** y **Tabla 12**.

Tabla 11. Precipitaciones diarias máximas anuales para distintas probabilidades de excedencia en área de estudio.

T (años)	PEX	POC	Precipitación diaria máxima anual (mm)		
			Deshielo	Pluvial	Anual
2	50%	50%	23,0	54,4	54,8
5	20%	80%	36,1	71,5	71,5
10	10%	90%	44,7	81,3	81,1
20	5%	95%	53,0	89,8	89,4
25	4%	96%	55,6	92,3	91,9
50	2%	98%	63,7	99,9	99,3
100	1,0%	99,0%	71,7	106,9	106,1
150	0,7%	99,3%	76,4	110,8	109,9
FDP			gumbel	p3	p3
T: Periodo de retorno | PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia					

Los mayores valores de precipitación diaria máxima anual se dan en la temporada pluvial, con valores entre los 54,4 mm/día y los 110,8 mm/día en el área de estudio, asociados a periodos de retorno de 2 y 150 años respectivamente; y entre 55,8 mm/día y 113,3 mm/día en la cuenca del río Cauquenes en el Arrayan, asociados a periodos de retorno de 2 y 150 años respectivamente.

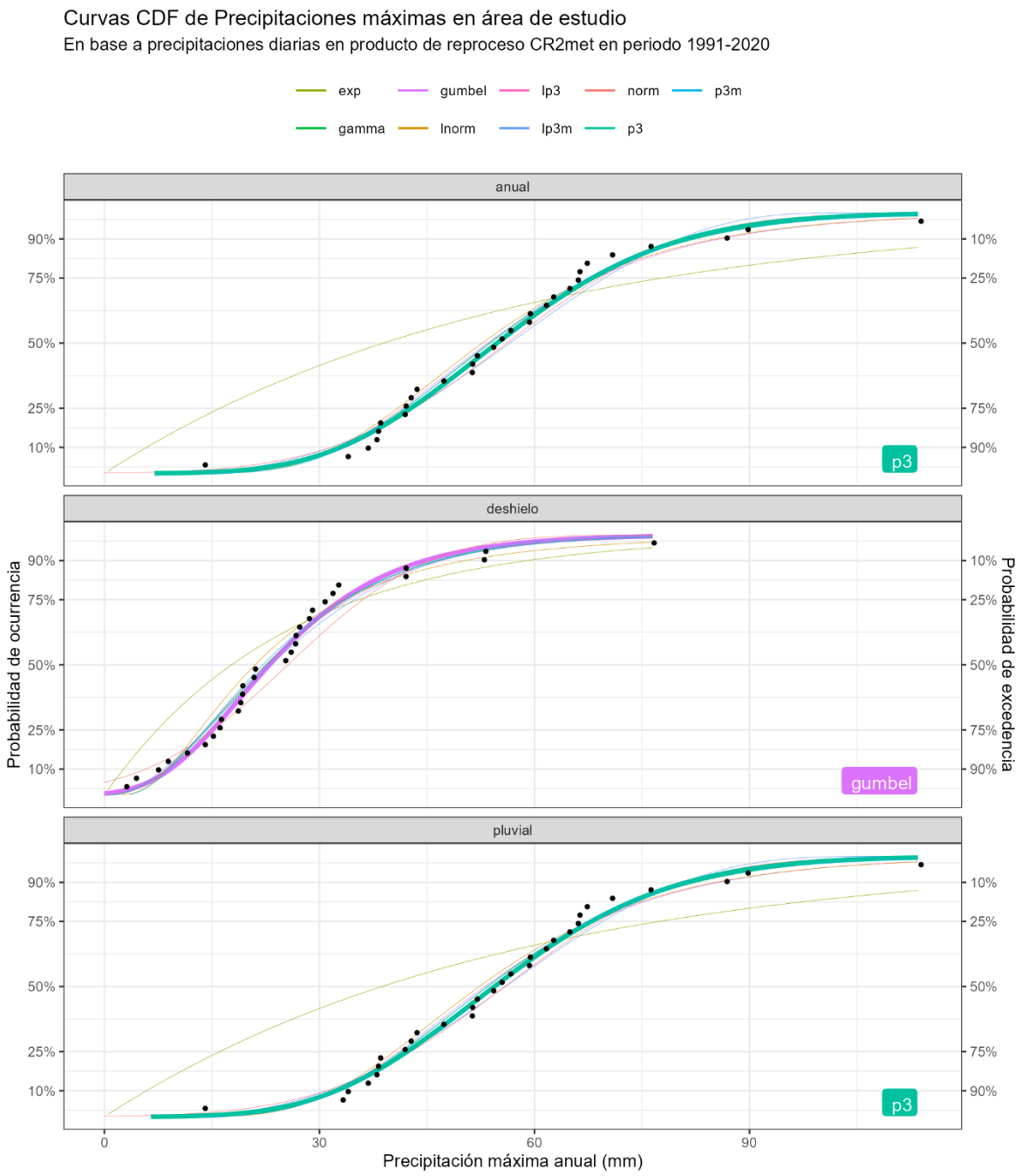

Figura 43. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones diarias máximas anuales en área de estudio.

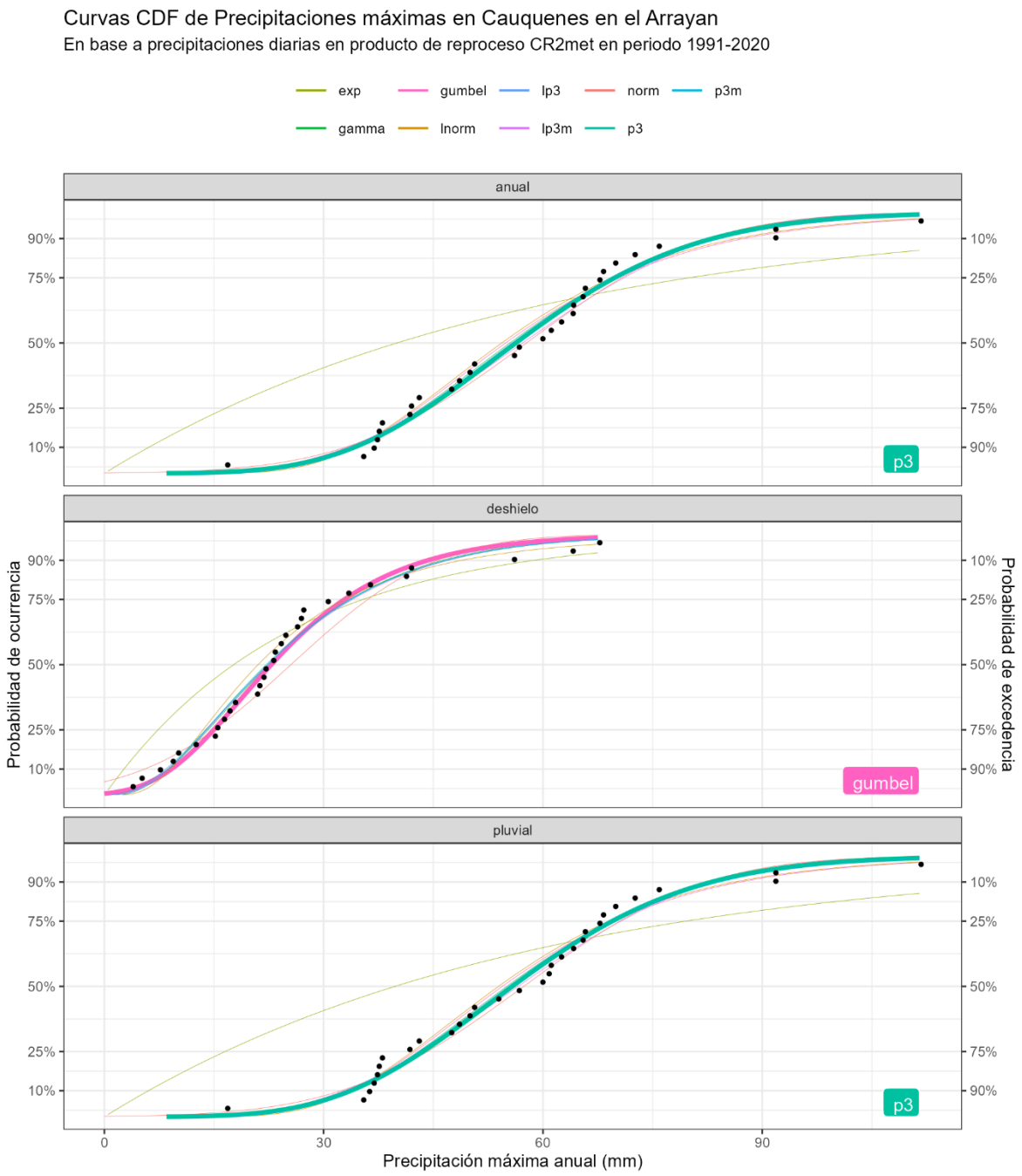

Figura 44. Ajuste de funciones de probabilidad a series de precipitaciones diarias máximas anuales en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan.

Tabla 12. Precipitaciones diarias máximas anuales para distintas probabilidades de excedencia en cuenca de Río Cauquenes en el Arrayan.

T (años)	PEX	POC	Precipitación diaria máxima anual (mm)		
			deshielo	Pluvial	Anual
2	50%	50%	22,8	55,8	56,3
5	20%	80%	35,7	73,1	73,4
10	10%	90%	44,3	83,0	83,1
20	5%	95%	52,4	91,7	91,7
25	4%	96%	55,0	94,4	94,2
50	2%	98%	63,0	102,1	101,8
100	1.0%	99.0%	71,0	109,3	108,8
150	0.7%	99.3%	75,6	113,3	112,7
FDP			gumbel	p3	p3
T: Periodo de retorno | PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia					

E.3. Análisis fluviométrico

El análisis fluviométrico se realizó sobre las series de caudal medio diario y caudal máximo diario confeccionadas a partir del registro de caudales instantáneos para la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán, descargado del portal de estadística de estaciones DGA disponible en la página web de la Dirección General de Aguas. La **Figura 45** muestra estas series.

E.3.1. Caudales medios mensuales y anuales medios

A partir de la serie de caudales medios diarios se confeccionó series de caudales medios mensuales y medios anuales (mostradas en **Figura 45**). Se observa un caudal anual medio de 6,86 m^3/s, con mínimo de 1,4 m^3/s el 1998 y un máximo de 17,2 m^3/s el 2001 (**Tabla 13).**

Tabla 13. Resumen de caudales medios anuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

Nombre	Caudal medio anual				
	Min		Mean	Max	
	(m^3/s)	año	(m^3/s)	(m^3/s)	año
Río Cauquenes en el Arrayan (DGA)	1,4	1998	6,74	17,2	2001

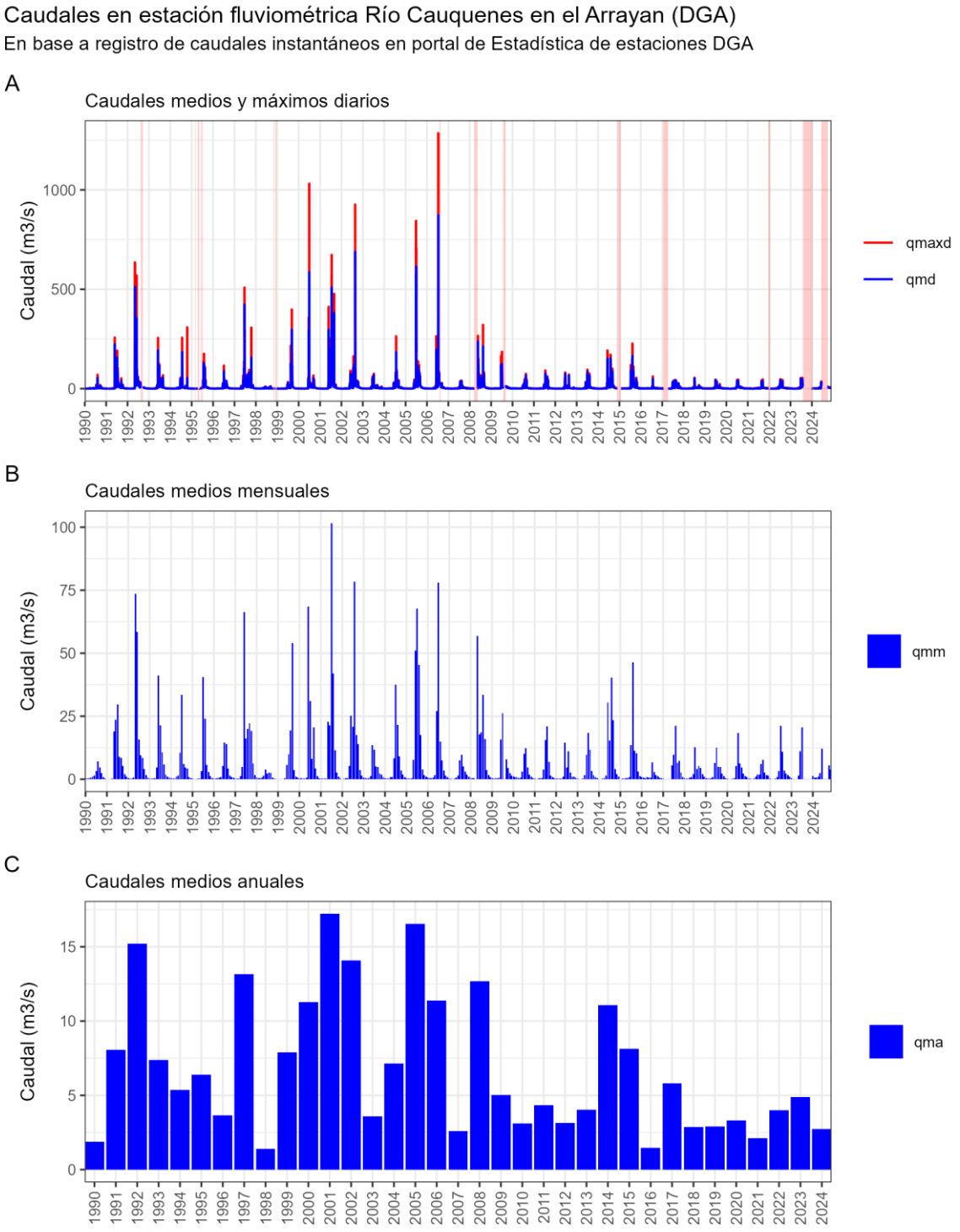

Figura 45. Series de caudales diarios, mensuales y anuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

E.3.2. Curva de variación estacional de caudales medios mensuales

Las **Tabla 14** y **Figura 46** muestran la curva de variación estacional de caudales medios mensuales para la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán. Se observa un claro *peak* durante el mes de julio, de 22,6 m^3/s, 13,1 m^3/s, 7,6 m^3/s y 3,4 m^3/s, para los escenarios correspondiente a la precipitación media mensual y a caudales medios mensuales asociados a probabilidades de excedencia de 60%, 80% y 95%, respectivamente.

Tabla 14. Curva de variación estacional de caudales medios mensuales para estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan (m^3/s).

PEX	POC	T (años)	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
60%	40%	1,7	0,3	0,8	6,3	13,1	10,1	5,7	2,5	1,2	0,6	0,3	0,2	0,2
80%	20%	1,3	0,2	0,4	2,9	7,6	6,2	3,8	1,7	0,9	0,4	0,2	0,1	0,1
95%	5%	1,1	0,1	0,2	0,9	3,4	3,3	2,4	1,1	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0
mean			0,4	6,4	16,7	22,6	18,1	9,8	4,1	1,6	0,8	0,3	0,2	0,2
FDP			lp3	lp3m	lp3m	lp3	lp3m	lp3m	lp3	lnorm	lp3m	lp3m	gumbel	p3m

PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia | T: Periodo de retorno

Ajuste de FDP a serie de datos de cada mes en **Figura 47**

E.3.3. Caudales máximos anuales

El análisis de caudales máximos anuales busca determinar el caudal de crecida asociada a eventos con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 150. Estos caudales se calculan mediante el ajuste de distribuciones de probabilidad comúnmente utilizada en hidrología (**Tabla 4**) a la serie de caudales diario máximas anuales para los periodos de deshielo, pluvial y anual armadas a partir de los datos en el registro de la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

Se hace distinción entre las temporadas de deshielo, pluvial y anual, entendiendo como temporada de deshielo al periodo comprendido entre los meses de octubre a marzo de un año hidrológico, como temporada pluvial el periodo comprendido entre los meses de abril a septiembre de un año hidrológico y periodo anual a la totalidad de los meses de un año hidrológico. Los resultados se resumen en la **Tabla 15**.

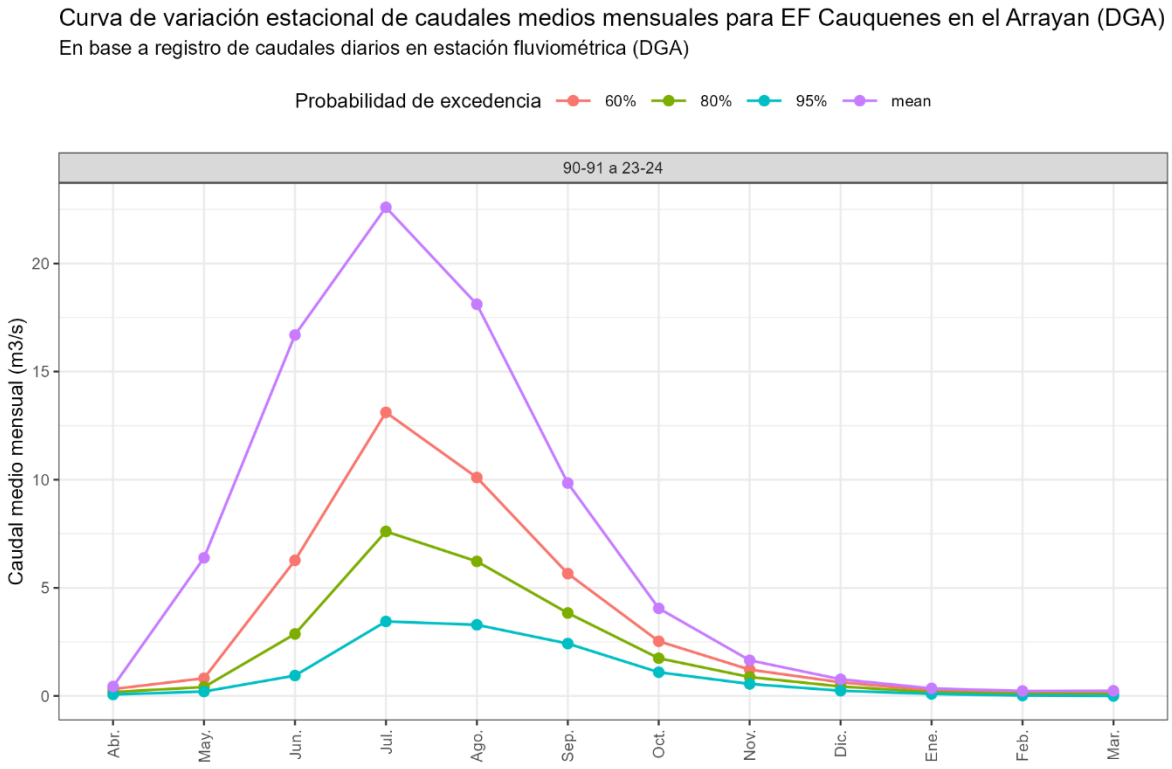

Figura 46. Curva de variación estacional de caudales medios mensuales para estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

Tabla 15. Caudales máximos anuales para distintas probabilidades de excedencia estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

T (años)	PEX	POC	Caudal máximo anual		
			Deshielo	Pluvial	Anual
2	50%	50%	6,1	146,7	147,8
5	20%	80%	19,3	392,9	396,3
10	10%	90%	42,8	670,2	675,6
20	5%	95%	91,8	1.052,2	1.059,4
25	4%	96%	116,8	1.202,0	1.209,7
50	2%	98%	244,5	1.767,2	1.775,6
100	1.0%	99.0%	505,4	2.513,1	2.520,5
150	0.7%	99.3%	769,5	3.050,8	3.056,2
FDP			lp3m	lp3m	lp3m
T: Periodo de retorno | PEX: Probabilidad de excedencia | POC: Probabilidad de ocurrencia					

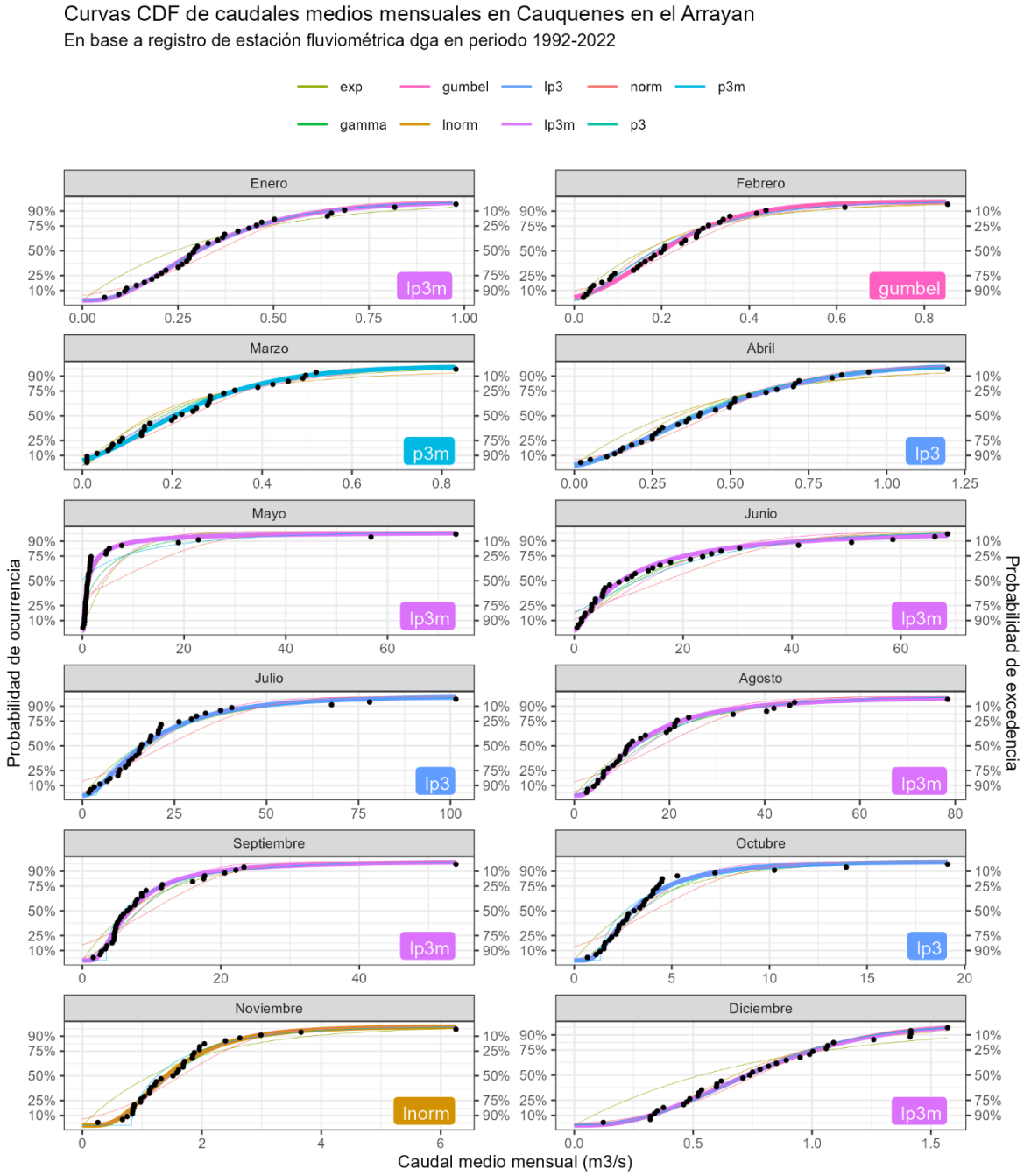

Figura 47. Ajuste de funciones de probabilidad a series de caudales medios mensuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

Los mayores valores de caudal máximo anual en la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan se dan considerando la temporada anual, con valores entre los 247,8 m^3/s y los 3.056,2 m^3/s, asociados a periodos de retorno de 2 y 150 años respectivamente.

E.4. Régimen hidrológico

El régimen hidrológico se determinó a través del análisis de las curvas de variación estacional de precipitaciones medias mensuales y caudales medios mensuales calculadas tanto para el área de estudio como para la cuenca representativa (cuenca aportante a estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan). Tanto las curvas de variación estacional de precipitaciones como la de variación estacional de caudales muestran un solo *peak* en temporada pluvial, por lo que se concluye que las cuencas aportantes a los puntos de cruce del proyecto tendrán régimen pluvial.

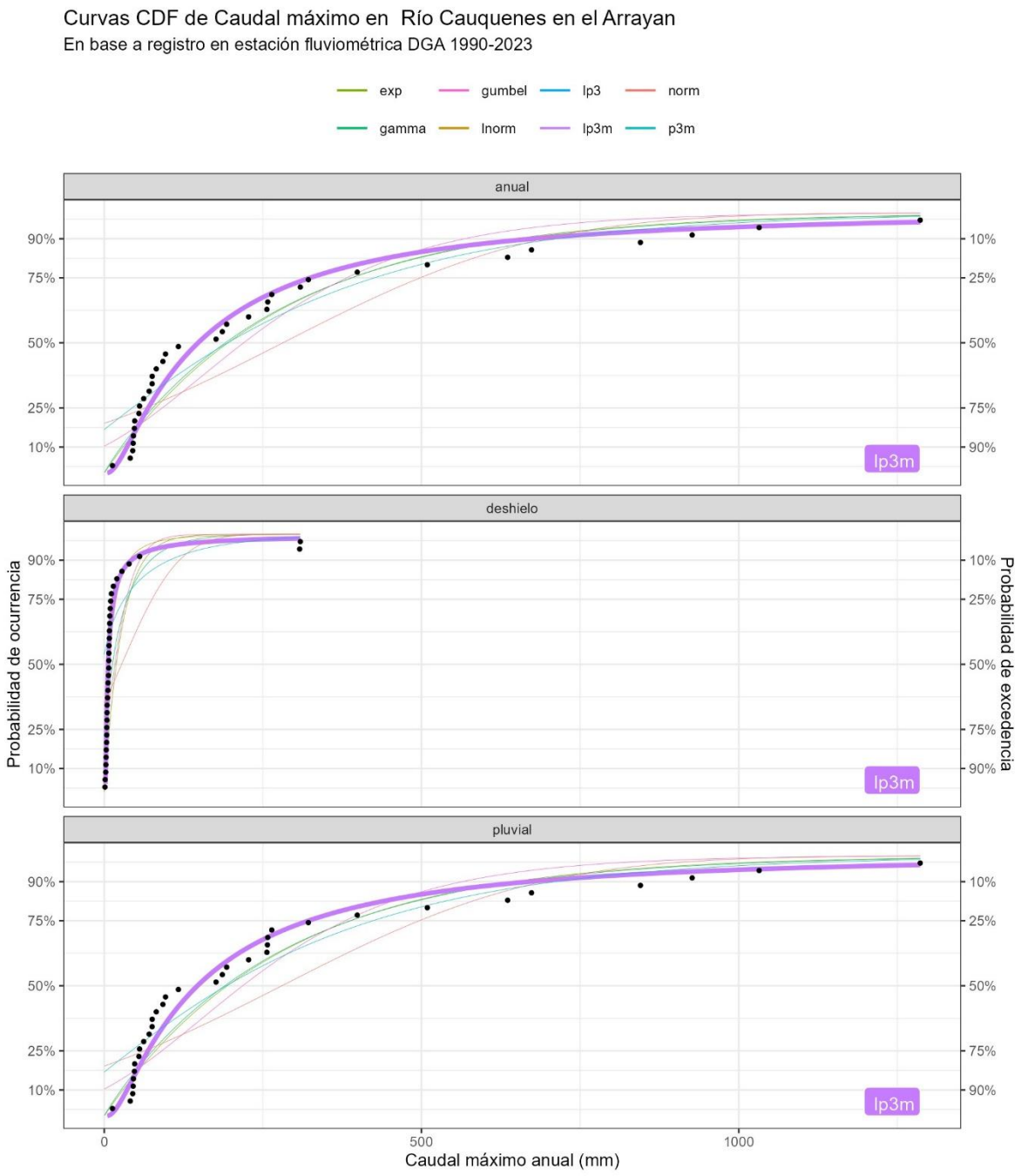

Figura 48. Ajuste de funciones de probabilidad a series de caudales medios mensuales en estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayan.

E.5. Identificación y evaluación de riesgo por efectos del cambio climático y la presencia del proyecto.

A partir de la Guía Metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (SEA, 2024), se elaboró un análisis estructurado que integra los requerimientos de las tablas 1, 2 y 3 de dicho documento:

1. **Aplicación Tabla 1. Preguntas conductoras para analizar respecto a la extracción o uso de recursos naturales.**

En cumplimiento con la guía se presenta el análisis explícito del objeto de protección **Recurso hídrico**, diferenciando entre los impactos derivados del uso del recurso y los riesgos derivados por el emplazamiento del Proyecto.

(i) Preguntas conductoras relativas a impactos

¿Se extraerá o usará agua continental, superficial o subterránea en un lugar propenso a sequía o al aumento de estos eventos?

El proyecto no contempla la extracción directa de agua desde cauces superficiales ni pozos, el abastecimiento se realizará mediante proveedores autorizados que cumplan la normativa (D.S. N°41/2016 del MINSAL). Durante la construcción se utilizará agua industrial asociado principalmente al funcionamiento de la planta de hormigón, la cual será provista mediante camiones aljibe y almacenada en 14 estanques con un volumen total de 490 m^3 (Capitulo 1. Descripción de proyecto del EIA; **Anexo 01. Actualización Descripción de Proyecto** de la **Adenda**).

No obstante, dado que el riesgo de sequía es un factor crítico en las regiones de Maule y Ñuble, y tal como se indica en el Capítulo 1. Descripción de Proyecto del EIA; **Anexo 01. Actualización Descripción de Proyecto** de la **Adenda**, el Titular asegurará que el agua industrial utilizada durante la construcción (incluyendo su traslado en camiones aljibe y almacenamiento en estanques) sea adquirida a terceros autorizados y cuente con las respectivas autorizaciones ambientales y sectoriales, manteniendo informes y registros del suministro y transporte disponibles en faena para efectos de control.

¿El proyecto afectará la dinámica y conectividad hídrica por el uso o extracción de este recurso?

No. El Proyecto no contempla extracción directa de agua desde cauces superficiales ni pozos, dado que el abastecimiento de agua potable se realizará mediante proveedores autorizados, por lo tanto, se descarta una afectación a la conectividad y dinámica hídrica por la vía de uso o extracción del recurso hídrico.

¿El proyecto impacta zonas de humedal que paralelamente estén en situación de amenaza, sensibilidad y riesgo climático?; ¿El proyecto causará aumento de temperatura de aguas donde

habite fauna susceptible a este cambio?; ¿El proyecto afectará flora, formaciones vegetacionales o hábitat de fauna a causa de la extracción de agua?; ¿Se afectarán glaciares que provean de agua a una cuenca?

Con respecto a los humedales en situación de amenaza, sensibilidad y riesgo climático, a partir del **Apéndice 03. Estudio de Caracterización y Delimitación de Humedales** del **Anexo 11. Actualización Línea Base Biota Acuática y Calidad de Agua** de la **Adenda**, se identificaron cuatro sistemas húmedos que presentan interacción espacial con las partes y obras del Proyecto: HUM-A-1, HUM-A-2, HUM-C-1 y HUM-C-4. Estos corresponden a un tranque artificial de riego (HUM-A-1), un sistema ribereño asociado al río Cauquenes e incluido en el Inventario Nacional de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente (HUM-A-2), una poza temporal asociada a una quebrada (HUM-C-1) y un tranque artificial de almacenamiento de agua (HUM-C-4). En conjunto, estos sistemas representan humedales continentales de los ecotipos infiltración y escorrentía y se encuentran inmersos en una matriz de uso predominantemente silvoagropecuario.

La caracterización de estos humedales evidenció que el principal atributo que sustenta su delimitación corresponde al criterio hidrológico. Mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales y antecedentes de terreno se verificó la presencia de espejo de agua durante el período de condiciones ambientales normales en HUM-A-1, HUM-C-1 y HUM-C-4. Por su parte, el sistema HUM-A-2 se encuentra asociado al cauce del río Cauquenes y, aunque el espejo de agua no fue observable mediante sensores remotos debido a la cobertura arbórea ribereña, su condición de humedal fue corroborada a partir de su inclusión en el Inventario Nacional de Humedales y de las características hidrológicas del sistema fluvial. Sin embargo, La alteración de estos humedales es baja, toda vez que la afectación se restringe a la remoción de vegetación terrestre presente en sectores de amortiguación y a la eventual deposición temporal de material particulado producto de las obras. Los cuerpos de agua, las zonas saturadas y la dinámica hidrológica de los humedales no son intervenidos por el Proyecto. Asimismo, aun cuando la cuenca del río Maule presenta un riesgo climático Alto asociado a la disponibilidad futura de agua superficial, el Proyecto no contempla extracción de agua superficial o subterránea ni acciones que puedan modificar dicho riesgo.

En cuanto al aumento de temperatura de aguas con fauna susceptible, tal como se contempla en el Capítulo 1. Descripción de proyecto del EIA; **Anexo 01. Actualización Descripción de Proyecto** de la **Adenda**, el Proyecto no contempla descargas de efluentes a cuerpos de agua superficiales: el efluente tratado de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) se dispone por infiltración (p. ej., mediante drenes o zanjas, según corresponda), por lo que no existe un mecanismo de aporte térmico a cursos o cuerpos de agua superficiales y se descarta el aumento de temperatura de aguas por esta vía.

Por otro lado, con respecto a la afectación de flora, formaciones vegetacionales o hábitat de fauna por extracción de agua, se descarta este impacto, dado que el proyecto no extraerá agua (no

contempla captaciones superficiales ni subterráneas); el agua potable y de proceso será comprada a terceros autorizados, por lo que no se configura el mecanismo de afectación por extracción o uso desde fuentes naturales vulnerables.

Finalmente, en cuanto a la afectación de glaciares que provean agua a una cuenca, reporta 0,0% de "Nieve y hielo permanente (Permanent Snow and Ice)" en el área de estudio, y define dicha área como la sumatoria de subsubcuencas DGA intervenidas (incluyendo, entre otras, Río Changaral). Por lo anterior, no se evidencia vinculación del emplazamiento con sistemas glaciares que pudieran aportar a las cuencas consideradas en el análisis.

En virtud de lo anterior, en función de la vía causal consultada (extracción o uso del recurso hídrico), se concluye que el Proyecto no genera afectación a humedales, temperatura de aguas, flora y hábitat por extracción ni a glaciares: no se identifican humedales permanentes ni nieve o hielo permanente en el área de estudio, no existen captaciones de agua superficial o subterránea y no se contemplan descargas de efluentes a cuerpos de agua superficiales (disposición por infiltración). En consecuencia, se descartan impactos sobre estos componentes por los mecanismos analizados.

(ii) Preguntas conductoras relativas a riesgos (contingencias)

Si un proyecto se localiza en o adyacente a una zona de inundación producto de precipitaciones intensas o deshielos rápidos, ¿las obras y acciones requeridas para el uso o extracción del recurso por parte del proyecto pueden magnificar este efecto? Esto aplica a zonas costeras o fluviales, urbanas o rurales

El Proyecto no contempla obras asociadas a extracción o uso del recurso hídrico (captaciones, bocatomas, pozos), dado que no se extraerá agua y el abastecimiento se realizará mediante terceros autorizados; por lo tanto, se descarta que el Proyecto pueda magnificar inundaciones por la vía de "obras o acciones requeridas para el uso o extracción del recurso hídrico".

Sin perjuicio de que la presente pregunta se circunscribe a la eventual magnificación de inundaciones por obras o acciones de uso o extracción de agua, las cuales no son parte del Proyecto, se deja constancia que la evaluación sectorial de cruces e interferencias con cauces sí identifica emplazamientos puntuales asociados a infraestructura en áreas potencialmente inundables. En particular, el Capítulo 10.10. PAS 156 del EIA; **Anexo 31. Actualización PAS 156** de la **Adenda** reconoce el cruce LT_R_01 como el único cruce aéreo de la línea de transmisión que requiere tramitación, dado que una de las torres se proyecta dentro del área de inundación del río Cauquenes, previendo medidas de protección de la estructura (por ejemplo, enrocado o geocolchón) y manteniendo el cruce del conductor de forma aérea (sin obstrucción del cauce). Adicionalmente, el estudio de cruces considera criterios hidráulicos (por ejemplo, verificación de revancha y cotas frente a crecidas de diseño) para evitar reducciones de sección o interferencias que puedan agravar anegamientos. En consecuencia, se descarta la magnificación del riesgo de inundación por la vía uso y extracción, y los aspectos de exposición por emplazamiento de obras de cruce se abordan en el marco del PAS 156 (y PAS 157 cuando corresponda).

- **Aplicación Tabla 2. GEI y SLCF según fuente de emisión**

De acuerdo con la Tabla 2 de la Guía, el Proyecto ha estructurado su estimación de emisiones considerando tanto los Gases de Efecto Invernadero (GEI) como los Forzantes Climáticos de Vida Corta (SLCF), conforme se detalla en el Anexo 7. Estimación de emisiones atmosféricas del EIA; **Anexo 41. Actualización Estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas** de la **Adenda.**

Se cuantificaron las emisiones asociadas a la combustión en transporte y maquinaria fuera de ruta para todas las fases (Construcción, operación y cierre):

- GEI: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido nitroso (N_2O).
- SLCF: Material Particulado (MP), incluyendo específicamente el Carbono Negro (Black Carbon), además de precursores como NO_x, CO y COVDM.

Este inventario permite la trazabilidad de la contribución del Proyecto al forzamiento climático según el nivel de actividad de sus fuentes móviles y estacionarias (grupos electrógenos). En la **Tabla 16** se muestra el resumen de emisiones de partículas y gases de las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.

Tabla 16. Resumen de emisiones de partículas y gases de las fases de construcción, operación y cierre del proyecto Parque Eólico El Sauzal.

Contaminante		Emisión Total (ton/año) por Fase				
		Construcción			Operación	Cierre
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4 - 38	Año 39
Forzantes Climáticos de Vida Corta	MPS	1.428,16	2.014,46	551,18	137,00	1.024,76
	MP10	427,63	604,62	168,03	41,85	308,34
	MP2,5	50,31	74,13	17,45	4,24	32,85
	BC	0,57	1,95	0,22	0,02	0,38
	NOx	29,54	68,93	10,00	0,94	19,03
	SO2	0,70	2,92	0,28	0,03	0,46
	NH_3	0,06	0,08	0,02	0,00	0,04
	CO	18,88	31,87	6,79	0,23	15,66
	COVDM	4,64	8,93	1,11	0,05	3,37
Gases de Efecto Invernadero	CO_2	9.108,84	15.101,32	3249,09	128,25	7.567,80
	CH_4	1,22	2,04	0,44	0,02	1,02
	N_2O	0,07	0,12	0,03	0,00	0,06
	CO_2 eq.	9.116,89	15.190,79	3268,34	129,01	7.566,72

- **Aplicación Tabla 3. Objetivo del proyecto y tipologías de ingreso al SEIA y riesgos.**

El Proyecto responde al objetivo de Servicio de abastecimiento de energía, asociado a las tipologías b) líneas de transmisión y subestaciones y c) centrales generadoras mayores a 3 MW del Art. 3 del RSEIA. Bajo este marco, y siguiendo las directrices de la Tabla 3 de la Guía (SEA, 2024), se integran las variables climáticas relevantes y los impactos potencialmente agudizables bajo escenarios adversos, tales como la alteración de la calidad de aguas y del régimen sedimentológico debido a eventos climáticos intensos.

En coherencia con la exposición del Proyecto por la presencia de cruces y obras en cursos de agua, se consideran medidas de prevención y respuesta que permiten abordar el riesgo de *"Fenómenos meteorológicos extremos"* (lluvias intensas o torrenciales, temporales, entre otros) del Capítulo 8. Plan de prevención de contingencias y emergencias del EIA; **Anexo 20. Actualización Plan de**

Prevención de Contingencias y Emergencias de la **Adenda**. Estas acciones permiten gestionar la resiliencia del Proyecto ante el cambio climático mediante:

- **Gestión preventiva en frentes próximos a cauces**: Para evitar la alteración del régimen sedimentológico ante lluvias intensas, se implementarán buffers de seguridad con barreras físicas y cercos perimetrales. Esta medida protege el hábitat acuático y retiene el material particulado/terrígeno, asegurando que los eventos meteorológicos no deriven en un aporte de sedimentos a los cauces. Las barreras se mantendrán durante toda la faena y serán retiradas al finalizar las obras.
- **Programación estacional de obras**: Se establece la ejecución de las actividades en cauce preferentemente durante el periodo de estiaje, reduciendo la vulnerabilidad de las obras frente a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos de alta intensidad.
- **Monitoreo de calidad de aguas**: Se contempla un programa de monitoreo cuantitativo en fase de construcción para verificar que, ante eventos climáticos, no se produzcan afectaciones a los parámetros del recurso hídrico.
- **Protocolo de respuesta ante Fenómenos Meteorológicos Extremos**: El Proyecto establece un marco de acción transversal para las fases de construcción, operación y cierre, que incluye:
    - ✓ Señalizar vías de evacuación, salidas de emergencia y zonas de seguridad en lugares visibles.
    - ✓ Mantener planos de emergencias con la identificación de las vías de escape y zonas de seguridad junto con los teléfonos de emergencia en lugares visibles.
    - ✓ Mantención de condiciones de orden y aseo en los lugares de trabajo para evitar obstáculos durante la evacuación.
    - ✓ Prohibición de almacenar material en altura, en estantes y/o mobiliario desprovisto de barreras antivuelco.
    - ✓ Realización de simulacros.

El análisis conforme a la Guía Metodológica SEA (2024) permite concluir que el Proyecto no genera impactos por la vía de extracción directa del recurso hídrico, dado que no contempla captaciones superficiales ni subterráneas y el abastecimiento se realizará mediante proveedores autorizados, incorporando además compromisos de trazabilidad del recurso y eficiencia en el uso durante la construcción. Respecto de la exposición climática, se reconoce que la presencia de cruces e intervenciones puntuales en cauces implica vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos (p. ej., lluvias intensas e inundaciones repentinas); no obstante, estos riesgos se previenen,

controlan y verifican mediante las medidas comprometidas en el Capítulo 10.10 PAS 156 del EIA; **Anexo 31. Actualización PAS 156** de la **Adenda** y en el Capítulo 8. Plan de prevención de contingencias y emergencias del EIA; **Anexo 20. Actualización Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias** de la **Adenda**, incluyendo buffers y barreras de contención, programación en periodo de estiaje, capacitación y señalética, control de material y un programa de monitoreo de calidad de aguas durante construcción. Finalmente, en consistencia con la Tabla 2, el Proyecto cuenta con un inventario que cuantifica GEI (CO_2, CH_4, N_2O) y SLCF (incl. BC y precursores) por fase y fuente, y, conforme a la Tabla 3, se integran los impactos y contingencias climáticas relevantes para el objetivo "servicio de abastecimiento de energía" mediante medidas de prevención y respuesta. En consecuencia, el Proyecto presenta un enfoque de gestión climática trazable y coherente con la Guía, manteniendo control sobre el riesgo para el objeto de protección recurso hídrico.

F. CONCLUSIONES

Se identificaron 69 puntos de cruce o afectación de cauces por el Proyecto:

- 25 asociados a la línea de transmisión (LT), de los cuales 3 corresponden a cruces por ríos o esteros (uno sobre el río Cauquenes y 2 sobre el estero Taqueral), y 22 corresponden a cruce de quebradas;
- 13 asociados a los caminos a utilizar para acceder a la línea de transmisión, entre existentes y proyectados, todos asociados a cruces de quebradas;
- 27 asociados a los caminos interiores del parque eólico, de los cuales 1 está asociado al estero La Raya Sur, y 26 corresponden a cruce de quebradas;
- 4 asociados a la ruta de acceso, que cruzan sobre el estero Las Mercedes, río Lonquén, estero Lirutao y canal Changaral.

Se delimitó un área de influencia para cada punto de cruce identificado. La pertinencia de abordar estos cruces dentro del PAS N°156 será evaluada caso a caso en el estudio de inundación respectivo (**Capítulo 10.10 PAS N°156** del **EIA**).

Se determinó un área de estudio correspondiente a la adición de las subsubcuencas DGA intervenidas por las cuencas aportantes a los puntos de cruce del proyecto. Las subcuencas intervenidas son Río Curanilahue, Río Tutuven, Río Cauquenes hasta junta Río Tutuven, Río Lontue hasta estero Itrinque y Río Changaral. Se determinó régimen de precipitaciones y precipitaciones máximas esperadas en el área de estudio.

Se identificaron los usos de suelo y unidades geológicas presentes en el área de estudio, siendo Suelo agrícola (~31%) y Bosques (~68%) los usos de suelo, y Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa (~38%) y Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita (~35%) las unidades geológicas con mayor cobertura. Tanto el uso de suelo como la geología es relativamente uniforme en toda el área de estudio, lo que es indicativo de que no hay problema de ocupar metodologías o modelos agregados al momento de hacer la hidrología de las cuencas en estudio.

Se identificó una estación fluviométrica representativa para las cuencas en estudio, correspondiente a la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán, para la cual de determinó su cuenca aportante, régimen de precipitaciones y caudales, y caudales de crecida.

Se determinó régimen pluvial tanto para el área de estudio como para la cuenca del río Cauquenes en el Arrayán, con claro *peak* en temporada pluvial. Con precipitaciones medias mensuales máximas

de 203 mm/mes y 210,2 mm/mes durante el mes de junio para el área de estudio y la cuenca aportante a la estación fluviométrica de referencia, respectivamente.

En cuanto a las precipitaciones máximas y caudales de crecida, asociado a un evento de 150 años de periodo de retorno, se esperan precipitaciones máximas de hasta 110,8 mm/día y 113,3 mm/día en el área de estudio y cuenca aportante a la estación fluviométrica de referencia respectivamente, y un caudal máximo anual de 3.056,2 m^3/s en el río Cauquenes con cierre en la ubicación de la estación fluviométrica Río Cauquenes en el Arrayán.

En relación con el riesgo de sequía hídrica, se actualiza mediante un análisis estructurado conforme a la Guía SEA (2024)[2] que establece que el Proyecto no genera impactos por la vía de extracción directa del recurso hídrico, dado que no contempla captaciones superficiales ni subterráneas.

I. Extracción de recurso hídrico: el Proyecto no contempla captaciones superficiales ni subterráneas, por lo que no genera presión sobre la disponibilidad del recurso;
II. Alteración de la disponibilidad hídrica: no se prevén disminuciones de caudal ni interferencias en fuentes existentes;
III. Afectación a la calidad del agua: las obras no implican descargas ni intervenciones que deterioren la calidad;
IV. Vulnerabilidad ante eventos extremos: si bien existen cruces e intervenciones puntuales en cauces, estos corresponden a obras localizadas cuyos riesgos son prevenidos, controlados y verificados mediante medidas específicas.

En consecuencia, y en concordancia con los criterios de la guía, se descartan impactos significativos asociados al riesgo de sequía hídrica.

[2] *Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (SEA, 2024).*

G. BIBLIOGRAFÍA

- DGA (1991). Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días: escala 1:500.000.
- DGA (2020). Mapoteca digital de la Dirección General de Aguas (https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx), Santiago.
- Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia – CR2 de la Universidad de Chile. Plataforma "Explorador Climático CR2" (https://explorador.cr2.cl/)
- Juan P. Boisier. (2023). CR2MET: A high-resolution precipitation and temperature dataset for the period 1960-2021 in continental Chile. (v2.5)
- DGA. Consulta en línea – Estadística hidrológica en línea.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2013, 19 de abril). *Humedales* [Conjunto de datos geoespaciales]. Geoportal de Chile. https://geoportal.cl/geoportal/catalog/34955/Humedales
- SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, No. 4
- SEA (2017). Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Santiago.
- SEA (2022). Criterio de evaluación en el SEIA: Contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico, Santiago.
- SEA (2024). Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA, Santiago.