DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 2/ANEXO 2.6

Caracterización Ambiental de Geología e Hidrogeología

2026

CONTENIDO

2. INTRODUCCIÓN 1

2.1 OBJETIVO GENERAL 2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2

3. METODOLOGÍA 3

4. UBICACIÓN Y ACCESOS 3

5. CONTEXTO GEOLÓGICO 5

5.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 5
5.1.1 Planicies Litorales 7
5.1.2 Cordillera de la Costa 7
5.1.3 Depresión Intermedia 8
5.1.4 Precordillera 8
5.1.5 Cordillera de los Andes 8
5.2 GEOLOGIA REGIONAL 8
5.3 GEOLOGIA LOCAL 10
5.4 MECANICA DE SUELOS SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS 220/66 KV 12
5.5 MECANICA DE SUELOS SUBESTACIÓN COIQUEN 66 KV 14

6. HIDROGEOLOGIA 17

6.1 HIDROGEOLOGIA REGIONAL 17
6.2 HIDROGEOLOGIA LOCAL 20
6.2.1 Unidades Hidrogeológicas Locales 20
6.2.2 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) 21
6.2.3 Caracterización captaciones profundas locales 23

7. ÁREA DE INFLUENCIA 29

8. BIBLIOGRAFIA 30

TABLAS

TABLA 4-1. COORDENADAS CALICATAS SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS REALIZADAS POR PW INGENIERÍA. DATUM WGS84 HUSO 18S. 14
TABLA 4-2. COORDENADAS CALICATAS SUBESTACIÓN COIQUEN 66 KV REALIZADAS POR PW INGENIERÍA. DATUM WGS84 HUSO 18S. 16
TABLA 5-1: RESUMEN DE CAPTACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CERCANAS AL ÁREA DE ESTUDIO[MS1.1][UI1.2][MS1.3]. DATUM WGS84 HUSO 18S. 25

FIGURAS

FIGURA 3-1. MAPA UBICACIÓN DEL PROYECTO 4
FIGURA 4-1. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL CENTRO-SUR DE CHILE (36° - 39° S) 6
FIGURA 4-2. MODELO 3D DE LA CUENCA DEL RÍO ITATA 7
FIGURA 4-3. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL 9
FIGURA 4-4. MAPA GEOLÓGICO LOCAL 11
FIGURA 4-5. UBICACIÓN SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS 220/66 KV Y CALICATAS REALIZADAS. 13
FIGURA 4-6. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CALICATAS EN SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS. 14
FIGURA 4-7. UBICACIÓN SUBESTACIÓN COIQUEN 66 KV Y CALICATAS REALIZADAS. 15
FIGURA 4-8. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CALICATAS EN SUBESTACIÓN COIQUEN 66 KV. 16
FIGURA 5-1. MAPA HIDROGEOLÓGICO REGIONAL 19
FIGURA 5-2. MAPA HIDROGEOLÓGICO REGIONAL 21
FIGURA 5-3. MAPA SHACS DE LA ZONA DE ESTUDIO. 22
FIGURA 5-4. MAPA CAPTACIONES PROFUNDAS LOCALES 24
FIGURA 5-5. CAPTACIONES EN EL EXTREMO NORTE DEL PROYECTO 26
FIGURA 5-6. CAPTACIONES AL ESTE DEL PROYECTO Y EN LA CIUDAD DE QUIRIHUE 27
FIGURA 5-7. CAPTACIÓN HACIA EL SURESTE DEL PROYECTO 27
FIGURA 6-1: ÁREA DE INFLUENCIA HIDROGEOLÓGICA DEL PROYECTO LAS DELICIAS - COIQUÉN. (A) TRAZADO GENERAL DEL PROYECTO Y OBRAS. (B) S/E LAS DELICIAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 Y 66 KV. (C) S/E COIQUÉN Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 66 KV. 29

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén", en adelante el Proyecto, corresponde a una iniciativa de infraestructura de transmisión eléctrica zonal contemplada en el Decreto Exento N°257/2022 del Ministerio de Energía, que aprueba el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión correspondiente al año 2021. El objetivo del Proyecto es reforzar la capacidad, seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico en la zona, mediante la incorporación de nuevas instalaciones de transmisión eléctrica destinadas a mejorar la capacidad, continuidad y confiabilidad del suministro eléctrico.

En términos generales, el Proyecto considera la construcción y operación de la Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias, la Nueva Subestación Coiquén, una nueva Línea de Transmisión aérea 2x66 kV de aproximadamente 9,1 km de longitud y el seccionamiento de una línea de transmisión existente en 220 kV. El Proyecto se emplaza en la Región de Ñuble, principalmente en la comuna de Quirihue, y se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), de conformidad con lo establecido en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El presente informe corresponde a la caracterización de los componentes geológico e hidrogeológico del área de estudio del Proyecto. Su objetivo es describir las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas existentes, proporcionando la información de línea base necesaria para la evaluación ambiental de estos componentes.

Para el desarrollo de esta caracterización se realizó una recopilación y análisis de antecedentes bibliográficos, cartográficos y técnicos disponibles para el área de estudio, incluyendo información geológica regional y local, antecedentes hidrogeológicos, cartografía temática, imágenes satelitales y estudios previos relevantes.

Los capítulos siguientes presentan el contexto geológico e hidrogeológico del área de estudio, describiendo las unidades geológicas presentes, las principales características geomorfológicas, las condiciones hidrogeológicas locales y regionales, así como los elementos relevantes para la evaluación ambiental del proyecto, de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa vigente y las guías metodológicas aplicables al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

1.1 OBJETIVO GENERAL

Describir las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas del área de estudio del Proyecto, con el propósito de establecer la caracterización ambiental de estos componentes y proporcionar los antecedentes necesarios para la evaluación ambiental del Proyecto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y analizar antecedentes bibliográficos, cartográficos y técnicos relacionados con la geología, geomorfología e hidrogeología del área de estudio.
- Caracterizar las unidades geológicas presentes en el área del Proyecto, incluyendo su distribución y composición.
- Describir las principales unidades geomorfológicas y formas del relieve presentes en el área de estudio.
- Caracterizar las condiciones hidrogeológicas locales y regionales, considerando las unidades hidrogeológicas, la dinámica de las aguas subterráneas y los antecedentes disponibles sobre recursos hídricos subterráneos.

2. METODOLOGÍA

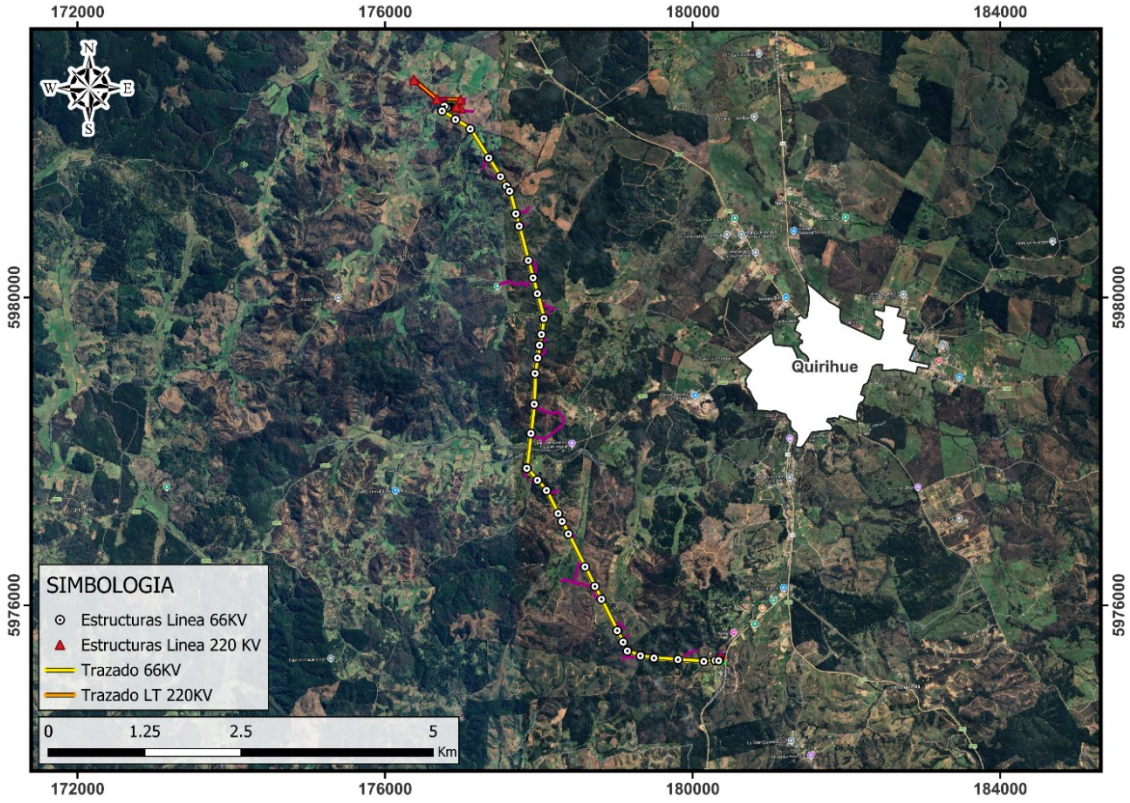
En términos generales la metodología aplicada en esta caracterización considera:

- Una recopilación y revisión de antecedentes, donde se analiza información bibliográfica, cartográfica y técnica disponible para el área de estudio, incluyendo geología regional y local, antecedentes hidrogeológicos, cartografías y los informes de mecánica de suelos elaborados por el titular a través de la consultora PW Ingeniería para las subestaciones proyectadas (Las Delicias y Coiquén).
- A partir de los antecedentes recopilados, se desarrolla una caracterización de la geología regional y local del área de estudio, describiendo las unidades geológicas y geomorfológicas presentes, con el propósito de establecer el marco técnico para la interpretación del comportamiento hidrogeológico del sector.
- Además, se revisan los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) definidos por la DGA y se realiza un análisis de los derechos de aguas de terceros otorgados en las cercanías del proyecto, que se complementa con las estratigrafías de pozos de terceros disponibles, y con las calicatas de mecánicas de suelo realizadas por el titular, para así, en conjunto con los antecedentes anteriormente revisados, concluir sobre el bajo potencial hidrogeológico del sector y la baja probabilidad de afloramiento de aguas subterráneas durante la construcción del proyecto.

3. UBICACIÓN Y ACCESOS

El área de estudio se emplaza en la Región de Ñuble, desarrollándose principalmente en la comuna de Quirihue. La Figura 3-1 muestra la ubicación general del Proyecto, incluyendo la localización de sus principales obras y la distribución espacial de la infraestructura proyectada.

Figura 3-1. Mapa ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

Debido a la naturaleza lineal del Proyecto, el área de estudio comprende tanto los terrenos destinados a las subestaciones como la franja asociada al trazado de la línea de transmisión.

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

La Región de Ñuble se emplaza en el margen continental activo del centro-sur de Chile, donde la interacción entre las placas de Nazca y Sudamericana ha controlado la evolución geológica, tectónica y geomorfológica del territorio desde el Mesozoico hasta la actualidad. Esta evolución ha dado origen a una amplia diversidad de unidades geológicas y formas de relieve, asociadas a procesos sedimentarios, volcánicos, tectónicos y erosivos que han modelado el paisaje regional.

Desde el punto de vista morfoestructural, la región presenta las 5 principales unidades fisiográficas características de Chile central y centro-sur, de oeste a este: (1) Planicies Litorales, (2) la Cordillera de la Costa, (3) la Depresión Intermedia, (4) la Precordillera y (5) la Cordillera de los Andes. Estas unidades reflejan diferentes condiciones geológicas, climáticas y geomorfológicas, las cuales controlan la distribución de los materiales superficiales, la red de drenaje y la evolución del relieve.

La geología regional está compuesta por unidades que abarcan desde rocas metamórficas paleozoicas hasta depósitos cuaternarios recientes. Las unidades más antiguas corresponden principalmente a complejos metamórficos que afloran en sectores de la Cordillera de la Costa, mientras que hacia la Depresión Intermedia y la Cordillera Andina predominan secuencias sedimentarias, volcanosedimentarias y volcánicas de edades mesozoicas y cenozoicas. A estas se suman extensos depósitos superficiales asociados a procesos fluviales, glaciares, volcánicos y aluviales que han contribuido a la configuración actual del paisaje.

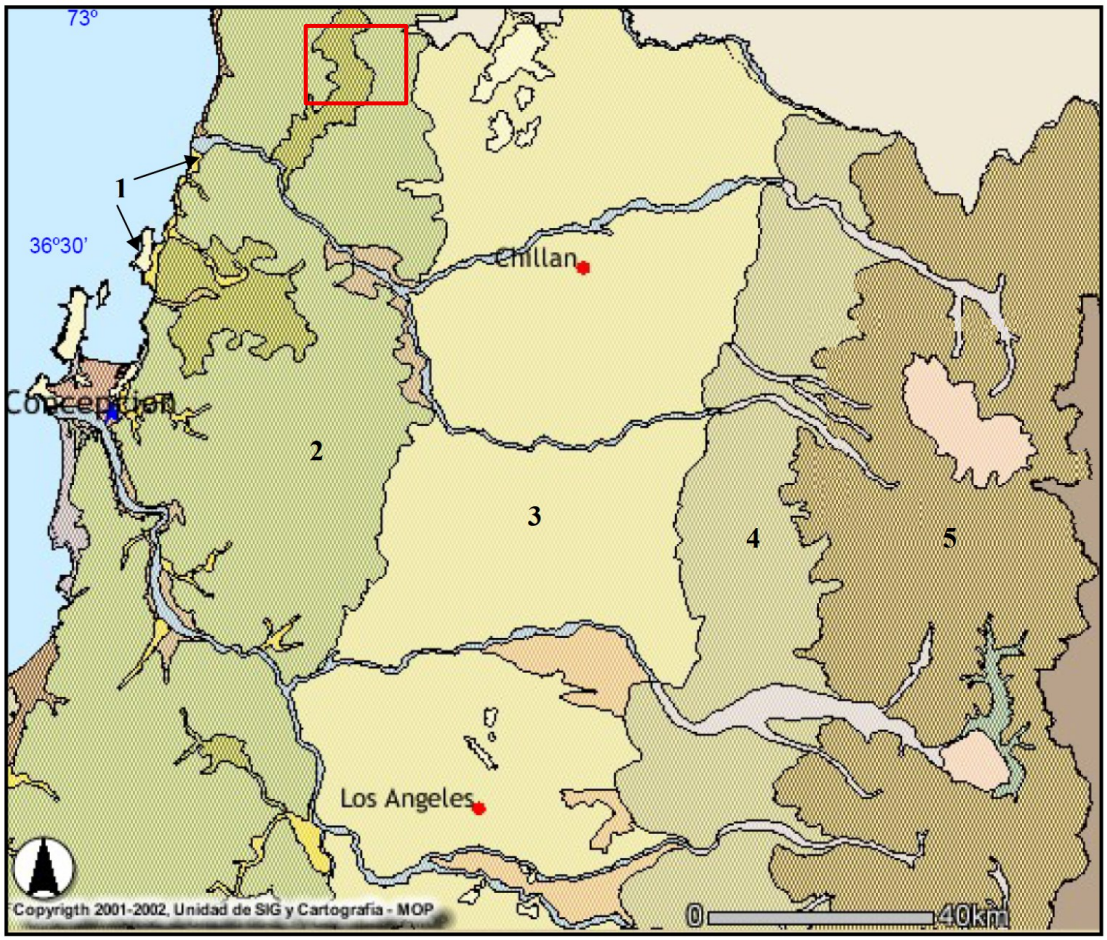
El área de estudio se emplaza en la comuna de Quirihue, dentro de la Cordillera de la Costa de la Región de Ñuble, sector donde predominan relieves abruptos y serranías de moderada altura.

4.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se emplaza dentro del dominio geomorfológico característico del centro-sur de Chile, donde el relieve se organiza en una serie de unidades morfoestructurales orientadas preferentemente en dirección norte-sur. Para efectos de este análisis, el contexto regional comprende el territorio ubicado entre las latitudes correspondientes a las actuales regiones de Ñuble, Biobío y sectores de la Araucanía. A esta escala, se reconocen cinco unidades geomorfológicas principales: (1) Planicies Litorales, (2) Cordillera de la Costa, (3) Depresión Intermedia, (4) Precordillera y (5) Cordillera de los Andes (DGA, 2011; Gajardo, 1982). Estas unidades son el resultado de la interacción entre procesos tectónicos, volcánicos, fluviales, glaciares y erosivos que

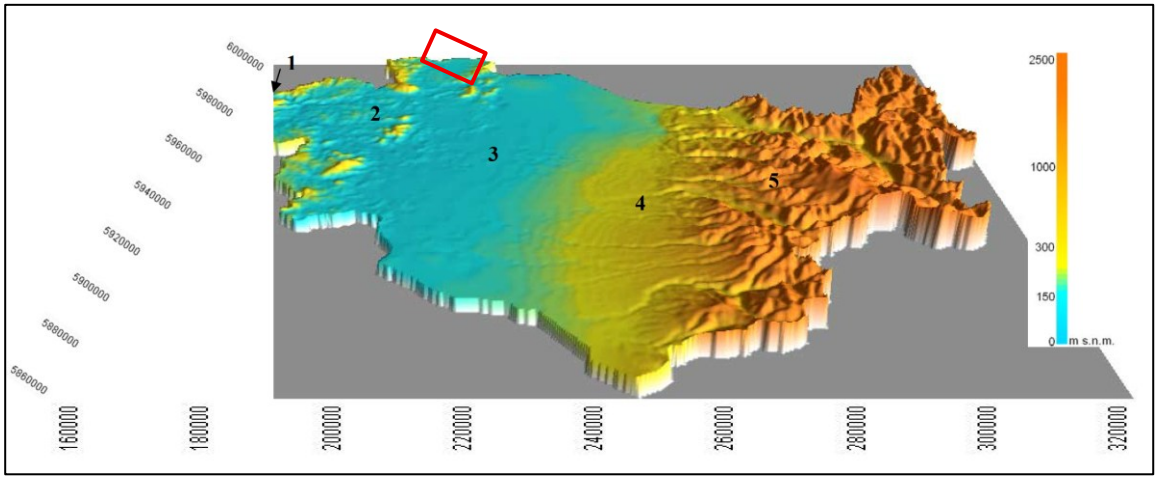
han actuado sobre el territorio desde el Cenozoico hasta la actualidad (Figura 4-1 y Figura 4-2).

Figura 4-1. Unidades Geomorfológicas del centro-sur de Chile (36° - 39° S)



Las unidades geomorfológicas principales de la región corresponden a: (1) Planicies Litorales; (2) Cordillera de la Costa; (3) Depresión Intermedia; (4) Precordillera; (5) Cordillera de los Andes. El polígono rojo representa el sector donde se ubica el Proyecto. Fuente: DGA, 2011.

Figura 4-2. Modelo 3D de la cuenca del Río Itata



Las unidades geomorfológicas principales de la región corresponden a: (1) Planicies Litorales; (2) Cordillera de la Costa; (3) Depresión Intermedia; (4) Precordillera; (5) Cordillera de los Andes. El polígono rojo representa el sector donde se ubica el Proyecto. Fuente: DGA, 2011.

4.1.1 Planicies Litorales

Las Planicies Litorales corresponden a superficies relativamente planas o suavemente onduladas ubicadas entre el océano Pacífico y la Cordillera de la Costa. En el centro-sur de Chile, se presentan de manera discontinua, alcanzando su mayor desarrollo en sectores costeros de la Provincia de Concepción. Estas unidades se caracterizan por altitudes generalmente inferiores a 50 m s.n.m. y por estar constituidas principalmente por depósitos marinos, fluviales y eólicos asociados a antiguas fluctuaciones del nivel del mar y procesos costeros recientes (DGA, 201; Gajardo, 1982).

4.1.2 Cordillera de la Costa

La Cordillera de la Costa está representada regionalmente por la Cordillera de Nahuelbuta, una unidad montañosa que alcanza alturas superiores a los 1.000 m s.n.m. y que constituye uno de los rasgos geomorfológicos más relevantes del centro-sur de Chile. Se caracteriza por un relieve de lomajes abruptos, con laderas de pendiente variable y una importante influencia en la configuración de las cuencas hidrográficas regionales. El área de estudio se emplaza dentro de esta unidad geomorfológica, donde predominan relieves y quebradas asociados a procesos de erosión fluvial y meteorización de larga duración (DGA, 2011; Gajardo, 1982).

4.1.3 Depresión Intermedia

La Depresión Intermedia corresponde a una extensa unidad de origen sedimentario que constituye una de las unidades más representativas del centro-sur de Chile. Presenta una topografía suavemente ondulada, con altitudes promedio cercanas a los 150 m.s.n.m., y se encuentra conformada principalmente por depósitos fluviales, glaciofluviales y volcanosedimentarios transportados desde la Cordillera de los Andes. Su amplitud alcanza su máximo desarrollo en el sector de Chillán, donde supera los 40 km de ancho (DGA, 2011; Gajardo, 1982).

4.1.4 Precordillera

La Precordillera constituye la zona de transición entre la Depresión Intermedia y la Cordillera de los Andes. Corresponde a una unidad de origen principalmente sedimentario formada por la acumulación de depósitos glaciares, volcánicos y fluviales provenientes del frente andino. Se caracteriza por presentar laderas de pendiente moderada a alta, valles encajonados y una importante heterogeneidad litológica producto de la superposición de eventos de acumulación y erosión ocurridos durante el Cuaternario. Sus altitudes fluctúan generalmente entre los 300 y 850 m.s.n.m. (DGA, 2011).

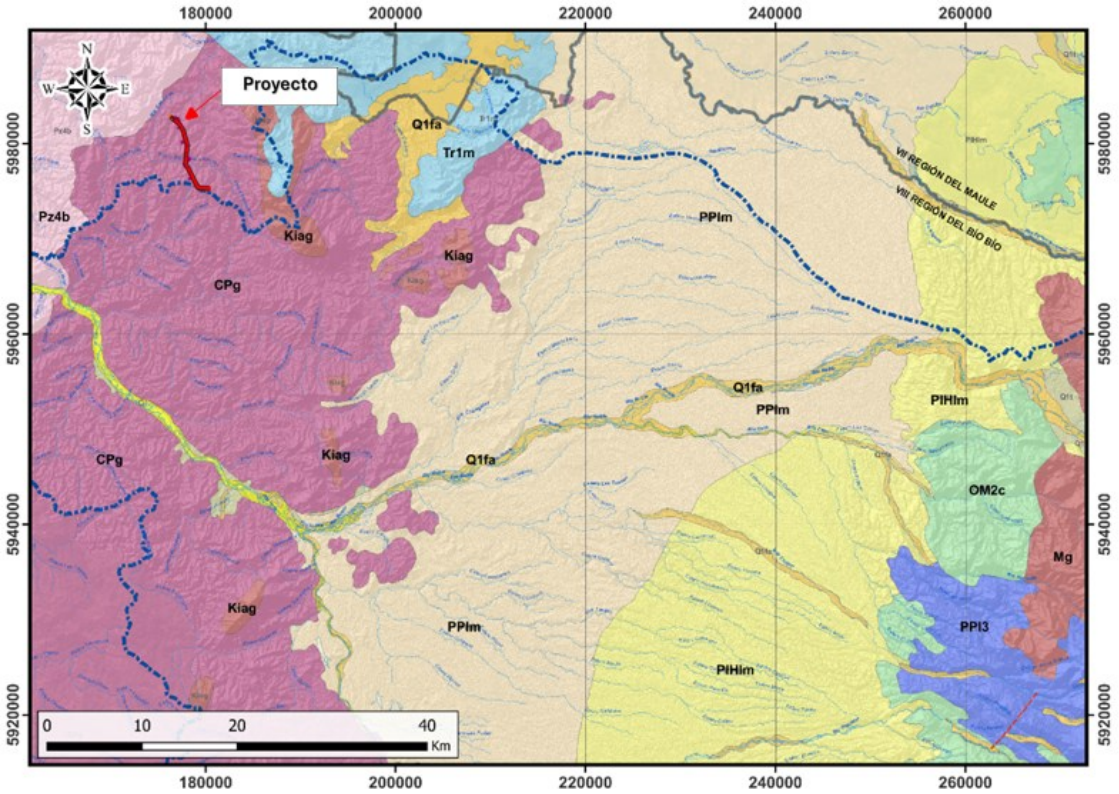
4.1.5 Cordillera de los Andes

La Cordillera de los Andes constituye la unidad de mayor altitud dentro del contexto geomorfológico considerado. Se caracteriza por una topografía abrupta, profundos valles fluviales, extensos depósitos glaciovolcánicos y la presencia de numerosos centros volcánicos activos, entre los que destacan los volcanes Antuco, Callaqui y Lonquimay. Las altitudes superan ampliamente los 1.800 m.s.n.m., configurando el principal límite oriental de la cuenca regional (DGA, 2011; Gajardo, 1982).

4.2 GEOLOGIA REGIONAL

La geología regional del centro-sur de Chile refleja una prolongada evolución tectónica, sedimentaria, magmática y volcánica desarrollada desde el Paleozoico hasta la actualidad (Figura 4-3). En términos generales, las unidades más antiguas afloran en la Cordillera de la Costa, mientras que hacia el este predominan secuencias sedimentarias, volcánicas e intrusivas progresivamente más jóvenes asociadas a la evolución de la Cordillera de los Andes y al volcanismo cuaternario (DGA, 2012; Gajardo, 1982).

Figura 4-3. Mapa Geológico Regional



Geología de la cuenca del río Itata. Fuente: Modificado de DGA, 2011.

Las rocas más antiguas de la región corresponden al Basamento Metamórfico Paleozoico (Pz4b), expuesto principalmente en la Cordillera de la Costa. Estas unidades están constituidas por esquistos, filitas, gneises y metareniscas afectadas por distintos grados de metamorfismo, representando fragmentos de antiguos complejos corticales desarrollados durante el Paleozoico (Aguirre et al., 1972; Gajardo, 1982). Asociados a este basamento afloran extensos cuerpos plutónicos del Carbonífero–Pérmico (Pzg), compuesto principalmente por tonalitas y granodioritas, que constituyen gran parte del relieve costero de la Región del Biobío (González-Bonorino, 1970; Hervé et al., 1976; DGA, 2012).

Durante el Triásico se desarrollaron cuencas sedimentarias y volcanosedimentarias representadas por los Estratos de Pocillas–Coronel de Maule–Quirihue (Tr1m) compuesta por areniscas, lutitas y rocas volcánicas depositadas en ambientes continentales y marinos someros (Moreno et al., 1976; Ferraris, 1980). Posteriormente, durante el Cretácico, se produjo una importante transgresión marina que dio origen a la Formación Quiriquina (Kq) en el sector costero, mientras que, hacia el occidente, en la zona andina,

se acumulaban extensas secuencias volcánicas y volcanosedimentarias agrupadas en la Formación Río Blanco (Krb) (Hoffstetter et al., 1957; Gardeweg, 1980).

Durante el Paleógeno y Neógeno continuó la sedimentación tanto en la zona costera como en la Cordillera Andina. En la costa se desarrolló la Formación Curanilahue (Ec), caracterizada por areniscas, limolitas y niveles carboníferos asociados a ambientes marino-continentales, mientras que en el sector andino se depositó la Formación Cura-Mallín (KTcm), constituida por secuencias volcanosedimentarias acumuladas en cuencas continentales y lacustres (Muñoz Cristi, 1959; Serrano, 1975; DGA, 2012).

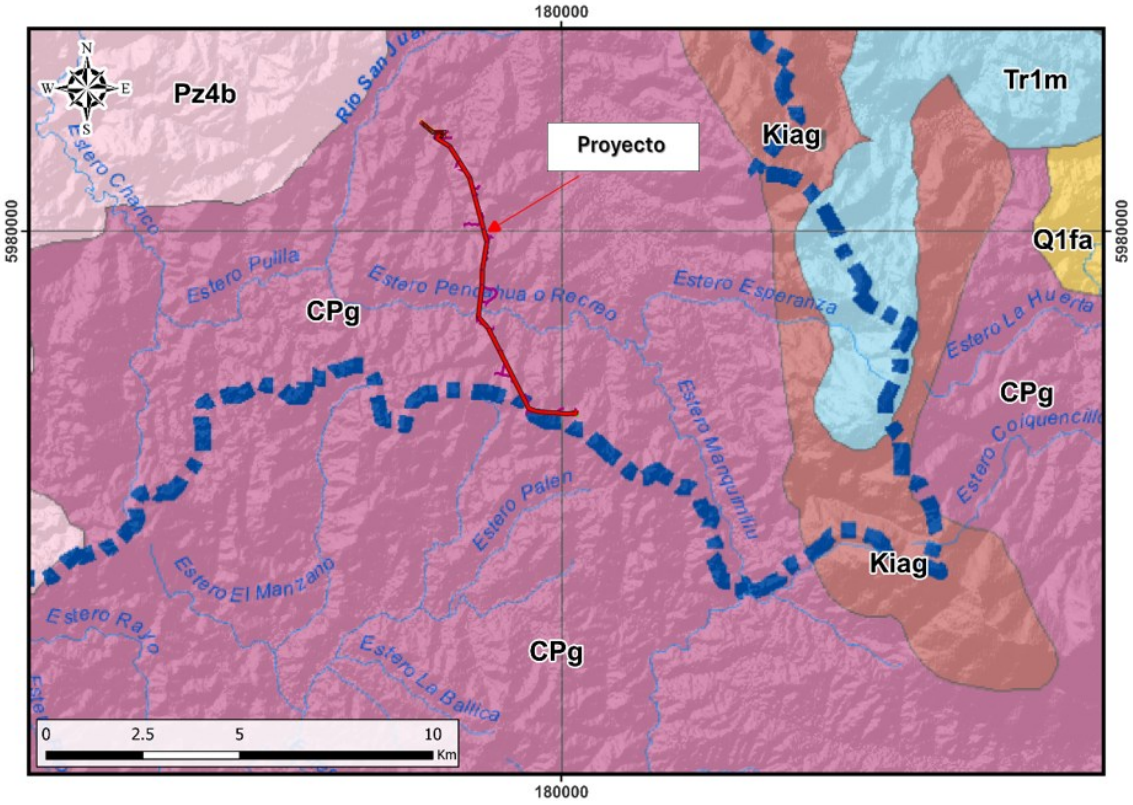
A partir del Plioceno y durante el Cuaternario, la evolución geológica regional estuvo dominada por una intensa actividad volcánica andina, representada por unidades como la Formación Cola de Zorro (PPlcz) y por los actuales complejos volcánicos de la cordillera (OM2c). Paralelamente, los ciclos glaciares del Cuaternario generaron extensos depósitos morrénicos, fluvioglaciales y glaciolacustres, mientras que los principales sistemas fluviales acumularon depósitos aluviales y terrazas que actualmente cubren amplios sectores de la Depresión Central. En la zona costera también se desarrollaron terrazas marinas asociadas a fluctuaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno y Holoceno (Muñoz Cristi, 1960; González y Vergara, 1962; DGA, 2012).

En el contexto regional, el área de estudio se localiza sobre rocas intrusivas del Carbonífero–Pérmico pertenecientes al Batolito de la Costa (unidad CPg), una de las unidades geológicas más antiguas presentes en la región. Estas rocas se encuentran en contacto con afloramientos del Basamento Metamórfico hacia el oeste y con cuerpos intrusivos cretácicos hacia el este, configurando el marco geológico regional inmediato donde se emplaza el proyecto (Gajardo, 1982; DGA, 2012).

4.3 GEOLOGIA LOCAL

La zona de estudio se emplaza en el sector occidental de la Región del Ñuble, dentro de la Cordillera de la Costa, donde predominan rocas ígneas intrusivas paleozoicas asociadas al Batolito de la Costa (CPg en Figura 4-4). En términos generales, la geología local está caracterizada por la presencia de rocas cristalinas antiguas que conforman el núcleo de la cordillera costera, mientras que hacia el este afloran cuerpos intrusivos más jóvenes que intruyen al basamento regional (Gajardo, 1982; DGA, 2012).

Figura 4-4. Mapa Geológico Local



Geología local de la zona del Proyecto. Fuente: Modificado de DGA, 2011.

La unidad dominante en el área corresponde a los Intrusivos Carbonífero-Pérmicos (CPg), constituidos principalmente por tonalitas y granodioritas, con variaciones locales hacia dioritas cuarcíferas y granitos. Estas rocas forman parte del denominado Batolito de la Costa y afloran extensamente en la Cordillera de la Costa como una franja continua de orientación NNE-SSW. Corresponden a rocas de textura fanerítica, alta competencia mecánica y moderado a intenso fracturamiento superficial asociado a procesos tectónicos y meteóricos posteriores (González-Bonorino, 1970; Hervé et al., 1976; Gajardo, 1982).

Hacia el sector occidental del área afloran localmente rocas pertenecientes al Basamento Metamórfico (Pz4b), correspondientes a la Serie Oriental definida por Aguirre et al. (1972). Esta unidad está compuesta principalmente por esquistos, filitas, gneises y metareniscas, cuyos grados metamórficos varían entre facies de esquistos verdes y granulita. Estas rocas representan las unidades más antiguas reconocidas en la zona y constituyen el sustrato sobre el cual intruyó posteriormente el Batolito de la Costa (Aguirre et al., 1972; Gajardo, 1982).

Hacia el este se reconoce una franja de Intrusivos Cretácicos (Kiag), integrada por cuerpos graníticos de composición similar a los granitoides paleozoicos, aunque generalmente de grano más fino. Estos intrusivos presentan una orientación preferente NNE-SSW. Su emplazamiento está relacionado con episodios magmáticos desarrollados durante el Cretácico (Gajardo, 1982; DGA, 2012).

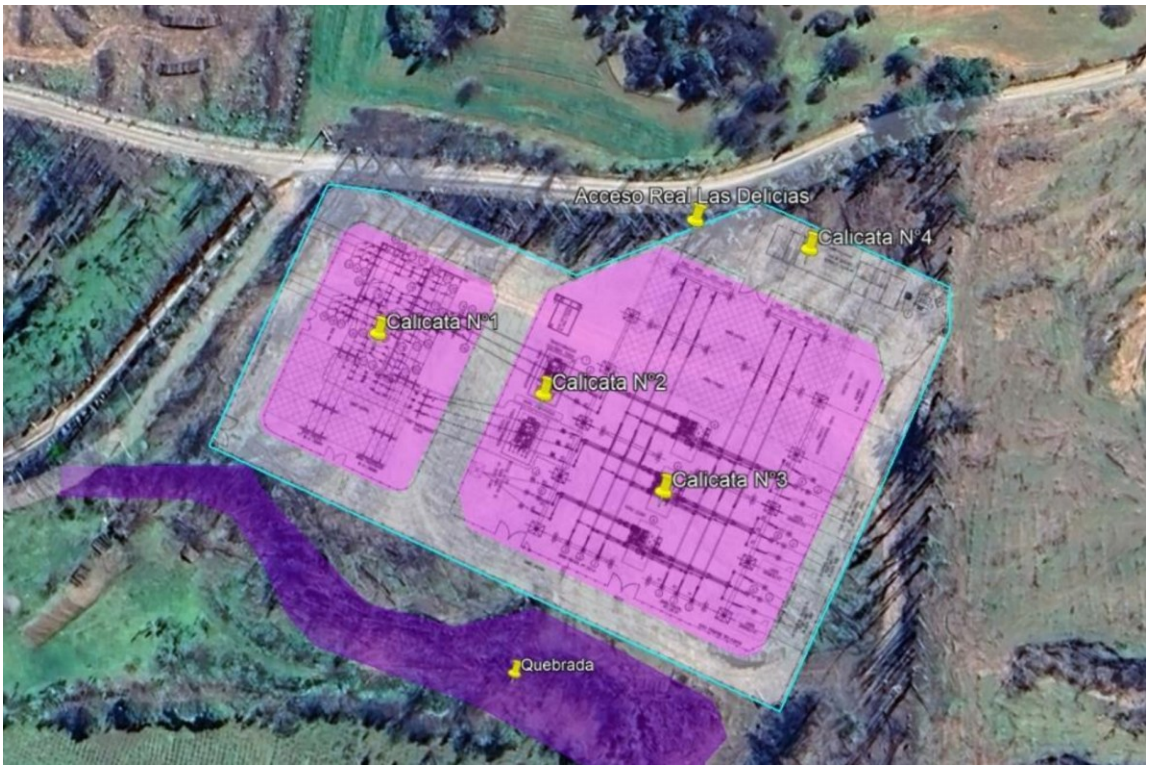
Hacia el oriente de esta franja intrusiva afloran los Estratos de Pocillas-Coronel de Maule-Quirihue (Tr1m), unidad de edad Triásico Superior compuesta por una secuencia sedimentaria y volcano-sedimentaria depositada discordantemente sobre el basamento paleozoico. Litológicamente está formada por lutitas pizarrosas, areniscas, conglomerados de cuarzo, lavas andesíticas, brechas volcánicas, riolitas y niveles de chert, evidenciando una evolución compleja asociada a ambientes sedimentarios y volcánicos. Estudios realizados en la unidad sugieren condiciones de depositación marinas someras, aunque con influencia continental en algunos sectores (Moreno et al., 1976; Lagno, 1979; Charrier, 1979; Gajardo, 1982).

4.4 MECANICA DE SUELOS SUBESTACIÓN SECCIONADORA LAS DELICIAS 220/66 KV

Con el propósito de complementar la caracterización geológica local del área de emplazamiento del proyecto, se revisó el "*Informe Estudio Mecánica de Suelos Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias 220/66 Kv"*, elaborado por PW Ingeniería (PW Ingeniería, 2025a).

La futura Subestación Seccionadora Las Delicias 220/66 kV se ubicará aproximadamente a 6 km al norponiente de la ciudad de Quirihue, en la comuna del mismo nombre, Región de Ñuble, sobre un sector elevado de la Cordillera de la Costa, a una altitud cercana a 280 m.s.n.m. (Figura 4-5). El acceso al sitio se realiza desde la Ruta N-40 en dirección a Cobquecura, para posteriormente continuar por caminos vecinales hasta el área proyectada (PW Ingeniería, 2025a).

Figura 4-5. Ubicación Subestación Seccionadora Las Delicias 220/66 kV y calicatas realizadas.



Fuente: PW Ingeniería, 2025a

Según PW Ingeniería (2025a), para la caracterización geotécnica del sitio se ejecutaron cuatro calicatas distribuidas dentro del área proyectada para la subestación (Figura 4-5). Las excavaciones alcanzaron profundidades comprendidas entre 3,5 y 4,0 m, sin registrarse presencia del nivel freático durante la exploración. La descripción estratigráfica realizada por los autores indica una secuencia relativamente homogénea, compuesta por una capa superficial de aproximadamente 0,40 m de suelo vegetal con abundantes raíces, sobre un horizonte predominante de arenas limosas (USCS: SM) y limos inorgánicos de baja plasticidad (USCS: ML), de color café claro a café oscuro y consistencia media.

Estas observaciones son concordantes con la geología regional y local descrita previamente, evidenciando el desarrollo de un manto de alteración y meteorización sobre las rocas cristalinas que conforman la Cordillera de la Costa.

En la Tabla 4-1 se presentan las coordenadas de las calicatas, mientras que la Figura 4-6 muestra registros fotográficos obtenidos durante la campaña de terreno.

Tabla 4-1. Coordenadas calicatas Subestación Seccionadora Las Delicias realizadas por PW Ingeniería. Datum WGS84 Huso 18S.

Calicata	Norte	Este
Calicata N°1	5.985.815	715.964
Calicata N°2	5.985.799	716.004
Calicata N°3	5.985.775	716.032
Calicata N°4	5.985.831	716.069

Fuente: PW Ingeniería, 2025a

Figura 4-6. Registro Fotográfico de las calicatas en Subestación Seccionadora Las Delicias.



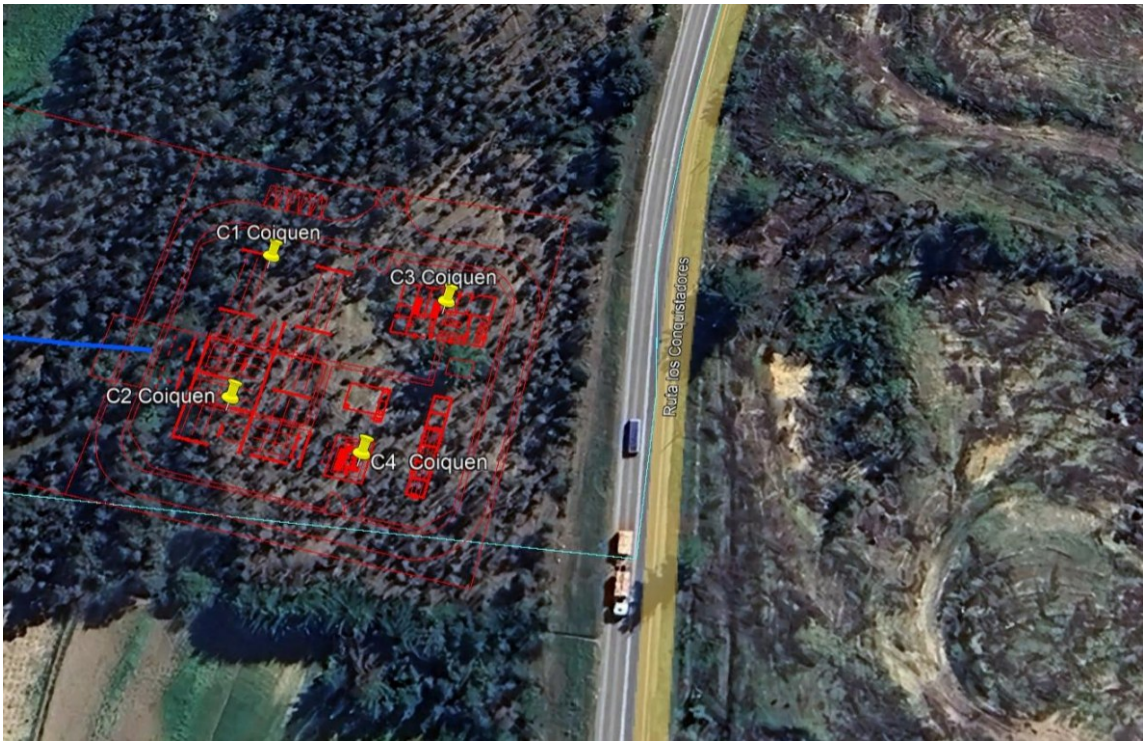
Fuente: PW Ingeniería, 2025a

4.5 MECANICA DE SUELOS SUBESTACIÓN COIQUEN 66 KV

Adicionalmente, se revisó el "*Informe Estudio Mecánica de Suelos Nueva S/E Coiquen y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquen"*, elaborado por PW Ingeniería (PW Ingeniería, 2025b). De acuerdo con dicho documento, la futura Subestación Coiquen 66 kV se emplazará aproximadamente a 4 km al surponiente de la ciudad de Quirihue, comuna de Quirihue, Región de Ñuble, sobre un sector elevado de la Cordillera de la

Costa, a una altitud aproximada de 240 m s.n.m. El acceso se realiza a través de la Ruta de los Conquistadores, continuando por caminos locales hasta el lugar proyectado para la instalación (Figura 4-7).

Figura 4-7. Ubicación Subestación Coiquén 66 kV y calicatas realizadas.



Fuente: PW Ingeniería, 2025b

De acuerdo con PW Ingeniería (2025b), la exploración geotécnica comprendió la ejecución de cuatro calicatas distribuidas en el área proyectada para la subestación. Las excavaciones alcanzaron profundidades entre 3,6 y 4,0 m, sin observarse afloramiento del nivel freático. La descripción estratigráfica elaborada por los autores muestra una secuencia muy similar en todas las calicatas, constituida por una capa superficial de aproximadamente 0,40 m de suelo vegetal, seguida por un horizonte predominante de arenas limosas (USCS: SM) y limos inorgánicos de baja plasticidad (USCS: ML), de consistencia media y escasa variabilidad lateral.

La similitud observada respecto de la Subestación Las Delicias, junto con la distribución de las unidades geológicas cartografiadas en el área, refuerza la presencia de meteorización relativamente homogénea, desarrolla sobre el basamento cristalino de la Cordillera de la Costa y caracterizado por materiales limo-arenosos derivados de la alteración de las rocas cristalinas que componen el basamento.

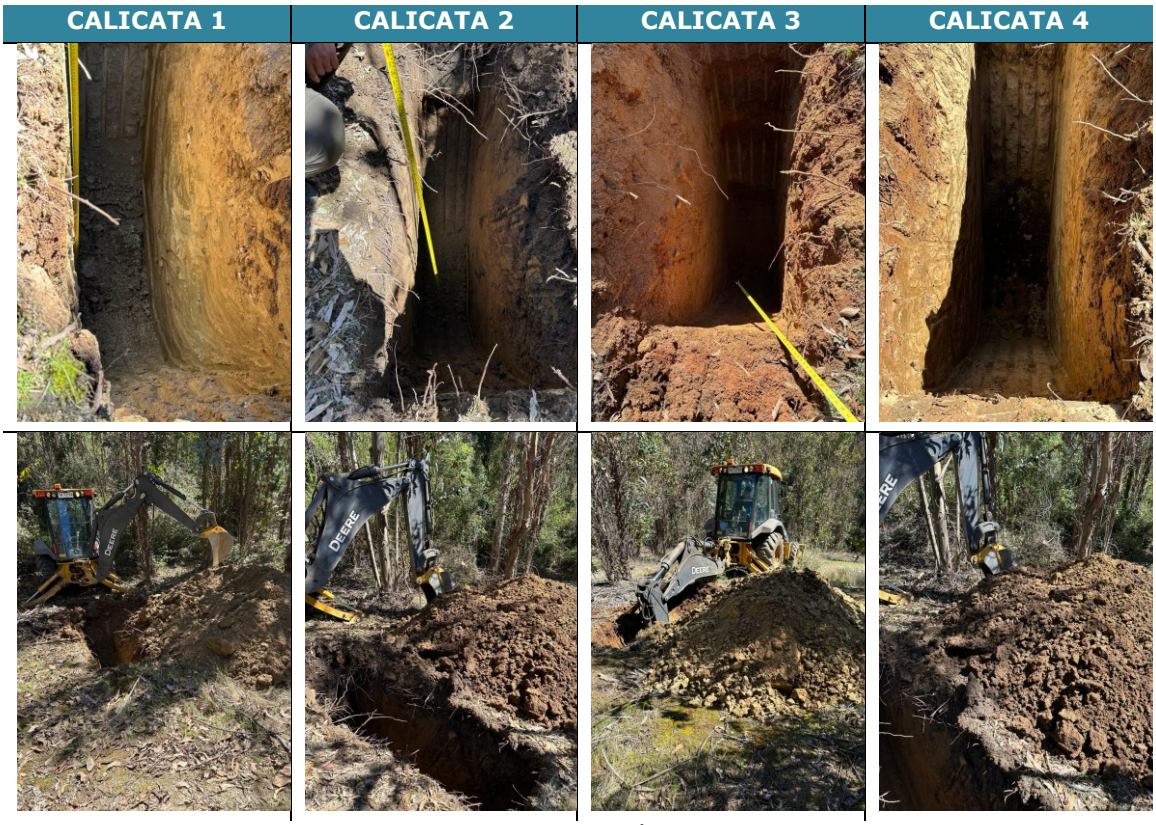
La ubicación de las calicatas se presenta en la Tabla 4-2, mientras que la Figura 4-8 muestra las fotografías obtenidas durante la campaña de exploración.

Tabla 4-2. Coordenadas calicatas Subestación Coiquén 66 kV realizadas por PW Ingeniería. Datum WGS84 Huso 18S.

Calicata	Norte	Este
Calicata N°1	5.978.440	719.047
Calicata N°2	5.978.409	719.041
Calicata N°3	5.978.428	719.083
Calicata N°4	5.978.397	719.067

Fuente: PW Ingeniería, 2025b

Figura 4-8. Registro Fotográfico de las calicatas en Subestación Coiquén 66 kV.



Fuente: PW Ingeniería, 2025b

5. HIDROGEOLOGIA

La hidrogeología del área de estudio fue evaluada a partir de la integración de antecedentes geológicos, hidrogeológicos y de captaciones de aguas subterráneas registradas en el sector. Debido a la estrecha relación existente entre la geología y el comportamiento del agua subterránea, la caracterización hidrogeológica se basó en la identificación de las unidades geológicas presentes, sus propiedades litológicas, grado de fracturamiento y permeabilidad, así como en la información disponible de pozos y norias registrados por la Dirección General de Aguas (DGA).

Con el fin de comprender las condiciones de almacenamiento y circulación de aguas subterráneas, el análisis se desarrolló a dos escalas complementarias. En primer lugar, se presenta una caracterización hidrogeológica regional basada en cartografía oficial y antecedentes bibliográficos disponibles para la cuenca. Posteriormente, se aborda la hidrogeología local mediante el análisis de captaciones cercanas al área de estudio y la interpretación de sus registros estratigráficos, permitiendo evaluar las condiciones hidrogeológicas específicas del sector de emplazamiento del proyecto.

5.1 HIDROGEOLOGIA REGIONAL

Con el objetivo de evaluar el potencial hidrogeológico del área de estudio, se correlacionó la información del Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA, 1989) con las unidades geológicas regionales descritas previamente (Figura 5-1). La capacidad de una unidad geológica para almacenar y transmitir agua subterránea depende principalmente de su litología, grado de fracturamiento, porosidad y permeabilidad. En términos generales, los depósitos no consolidados constituyen los principales acuíferos debido a su elevada porosidad primaria, mientras que las rocas cristalinas presentan un comportamiento hidrogeológico limitado, restringido principalmente al grado de fracturamiento que posean.

A escala regional, el área de estudio se emplaza dentro de una unidad hidrogeológica asociada a rocas plutónicas del Batolito de la Costa (unidad Pzg según DGA, 1989), caracterizadas por una permeabilidad muy baja a ausente y clasificadas como un basamento cristalino impermeable de la Cordillera de la Costa. Debido a estas características, esta unidad posee una importancia hidrogeológica nula, ya que el almacenamiento y circulación de agua subterránea se restringen a zonas localizadas de fracturamiento o meteorización.

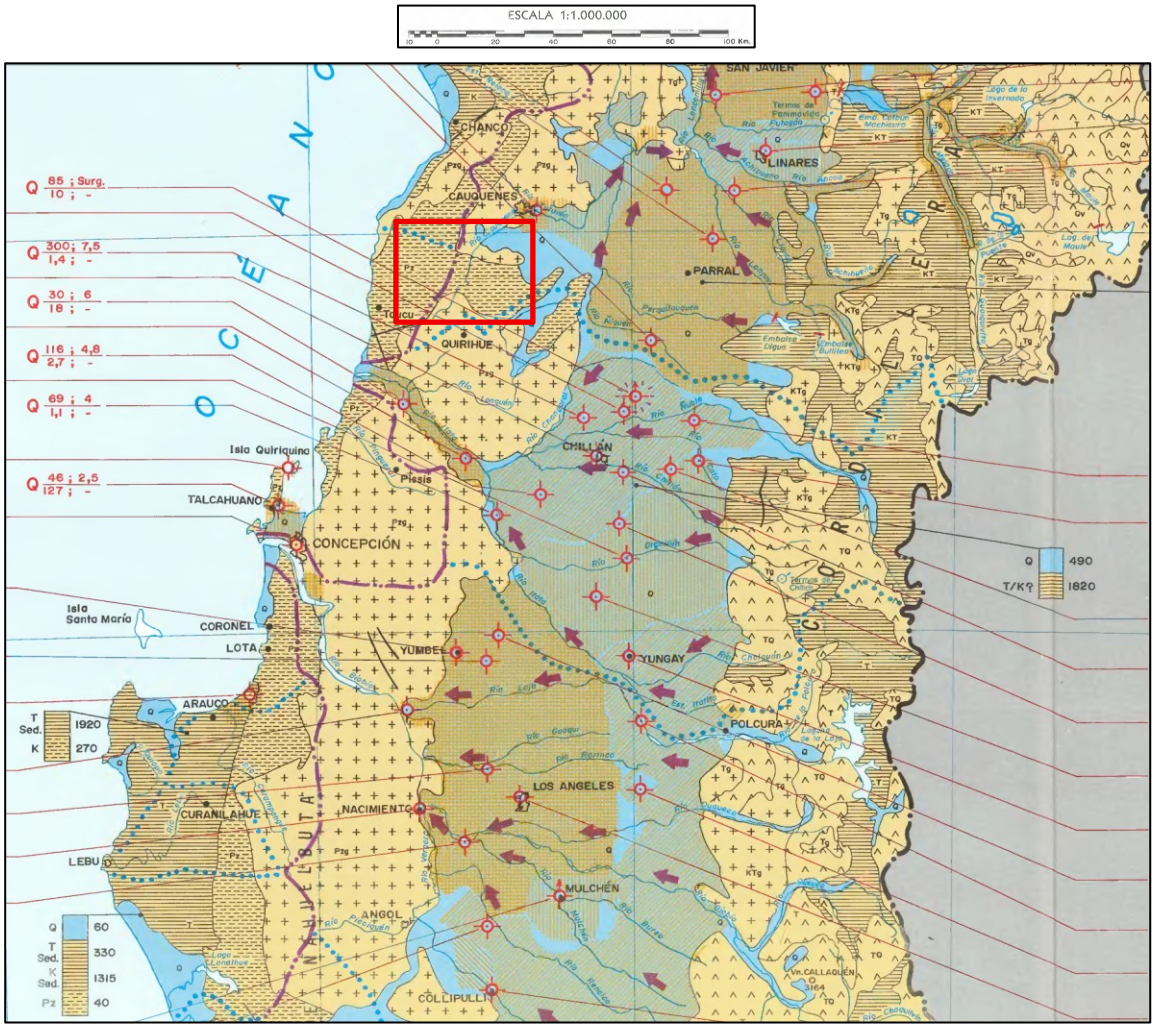
De manera similar, hacia sectores occidentales y noroccidentales afloran unidades metamórficas paleozoicas (unidad Pz según DGA, 1989), compuestas por metaareniscas, filitas, esquistos, gneises y cuarcitas. Estas rocas presentan un comportamiento

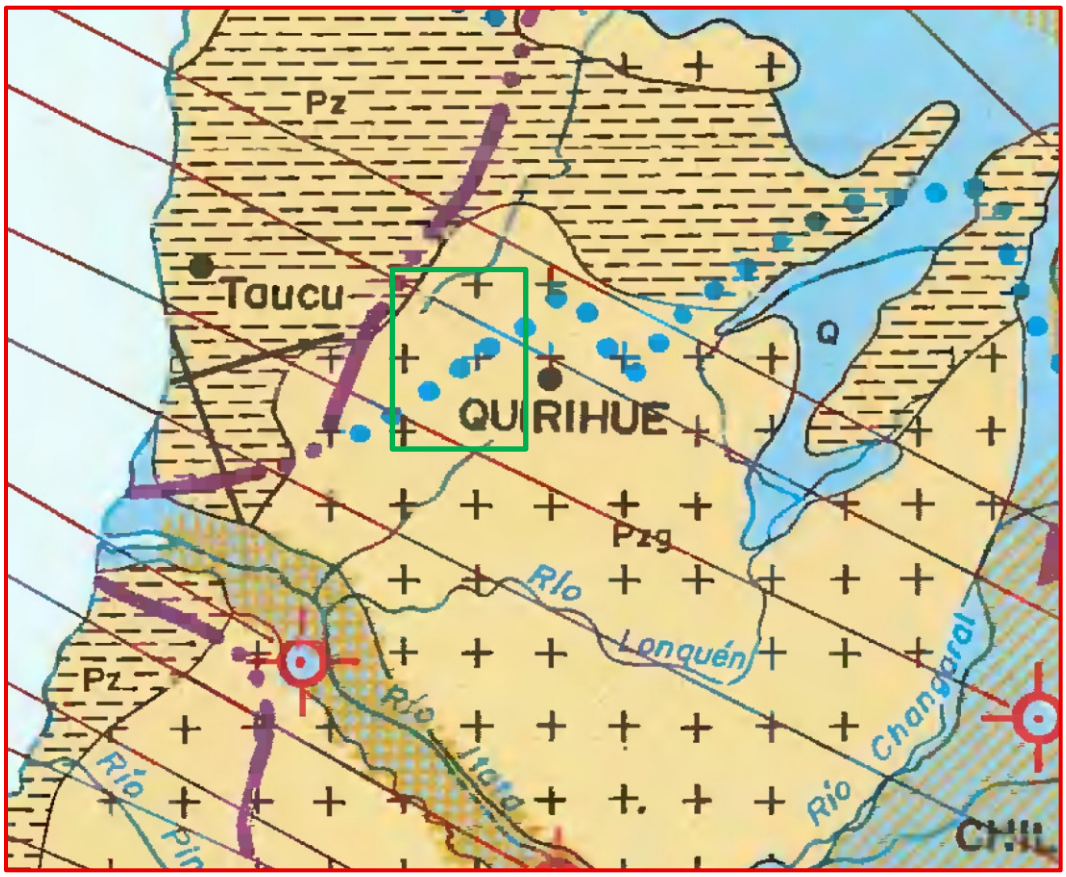
hidrogeológico comparable al de las unidades plutónicas, con escasa permeabilidad y posibilidades limitadas de acumulación de agua subterránea, salvo en discontinuidades estructurales como fracturas o zonas de falla.

Hacia el este y noreste de la ciudad de Quirihue se desarrollan depósitos cuaternarios no consolidados (unidad Q según DGA, 1989), compuestos principalmente por sedimentos fluviales y aluviales. Estas unidades presentan permeabilidad primaria y constituyen los acuíferos de mayor importancia hidrogeológica de la región, debido a su capacidad para almacenar y transmitir volúmenes significativos de agua subterránea.

Considerando lo anterior, el área de emplazamiento del proyecto, ubicada al oeste de la ciudad de Quirihue y sobre rocas plutónicas de la Cordillera de la Costa, se encuentra inserta en una unidad de muy bajo a nulo potencial hidrogeológico.

Figura 5-1. Mapa Hidrogeológico Regional





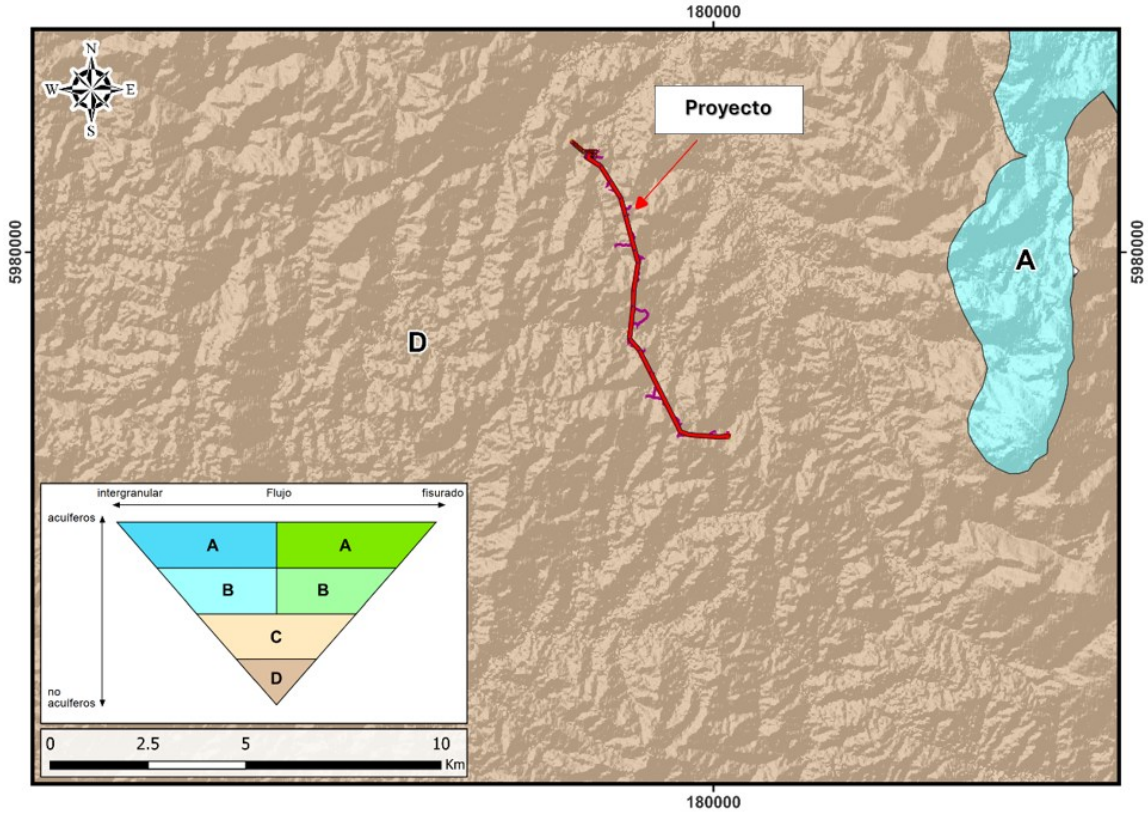
Mapa hidrogeológico del área de estudio. Se señala ubicación aproximada del área de estudiada (recuadro verde). Fuente: Modificado de DGA, 1989.

5.2 HIDROGEOLOGIA LOCAL

5.2.1 Unidades Hidrogeológicas Locales

Con el objetivo de representar las condiciones hidrogeológicas del área de estudio a una escala adecuada para el proyecto, se elaboró un mapa hidrogeológico local (Figura 5-2) mediante la integración de la cartografía geológica disponible para la zona (DGA, 2011) y las unidades hidrogeológicas definidas por la Dirección General de Aguas para la cuenca N° 080, denominada *Costeras entre Límite Regional y Río Itata* (DGA, 2013). La clasificación hidrogeológica fue asignada considerando la correspondencia entre las unidades geológicas aflorantes, sus características litológicas y las propiedades hidráulicas descritas para cada unidad hidrogeológica regional.

Figura 5-2. Mapa Hidrogeológico Regional



Mapa hidrogeológico local del área del Proyecto. Se señala área de estudio con el polígono rojo. Fuente: Elaboración propia a partir de la información de DGA, 1989, DGA, 2011 y DGA, 2013.

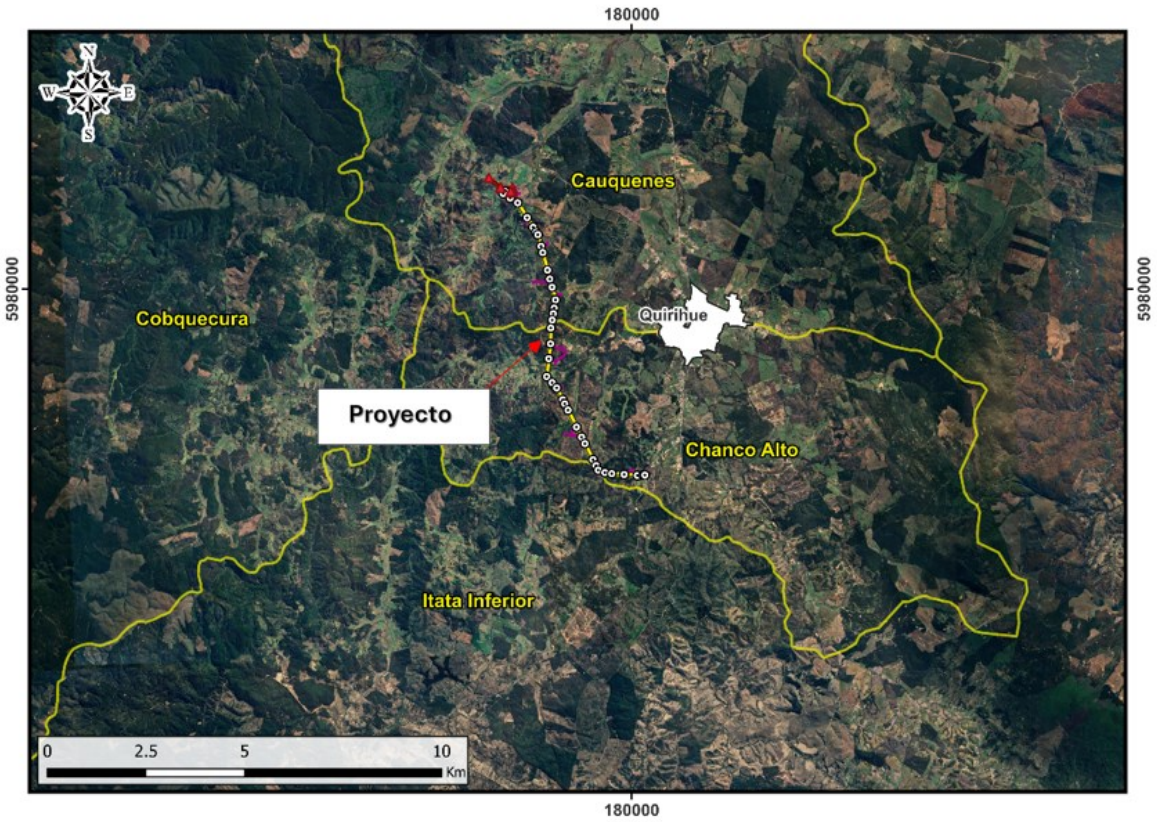
De acuerdo con esta metodología, el área de estudio se asocia a las Unidades Hidrogeológicas de Muy Bajo a Nulo Potencial en Rocas, las cuales corresponden a sectores donde las condiciones geológicas no favorecen el desarrollo de acuíferos de importancia regional. Esta clasificación es consistente con la geología local, dominada por rocas intrusivas del Batolito de la Costa (unidad CPg en Figura 4-4), compuestas principalmente por tonalitas y granodioritas de baja permeabilidad primaria. En estas unidades, la presencia y circulación de agua subterránea se restringe principalmente a zonas localizadas de fracturamiento o meteorización, por lo que regionalmente se comportan como un basamento de escaso potencial hidrogeológico.

5.2.2 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC)

Como parte de la caracterización hidrogeológica local, se revisó la distribución de los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) definidos por la Dirección General de Aguas (DGA). Estas unidades corresponden a divisiones hidrogeológicas empleadas para la gestión y administración del recurso hídrico subterráneo, delimitando

sectores con características hidrogeológicas relativamente homogéneas. De acuerdo con el inventario oficial de SHAC publicado por la DGA y actualizado a noviembre de 2025, el área de estudio se encuentra comprendida dentro de dos sectores hidrogeológicos (Figura 5-3).

Figura 5-3. Mapa SHACs de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de DGA, 2025.

El área norte del proyecto se ubica dentro del SHAC Cauquenes (Figura 5-3), correspondiente a la cuenca hidrogeológica del río Maule. Los antecedentes recopilados por la DGA indican que hidrogeológicamente, los mejores rendimientos se concentran en los depósitos aluviales asociados al río Cauquenes y sectores próximos, mientras que en el resto de la cuenca predominan materiales con importante contenido arcilloso y espesores reducidos, lo que limita el desarrollo de acuíferos de alta productividad (DGA, 2011).

Los estudios desarrollados por la DGA indican además que la mayor parte de las captaciones existentes en este sector no superan los 50 m de profundidad y explotan acuíferos libres desarrollados en depósitos de arenas y gravas con proporciones variables

de arcilla. La principal fuente de recarga corresponde a la infiltración de precipitaciones, complementada por el aporte desde cauces superficiales y, en menor medida, por retornos de riego. Asimismo, el flujo subterráneo de este SHAC presenta una dirección predominante desde el suroeste hacia el noreste (DGA, 2011).

El segundo SHAC emplazado hacia el sector sur del área de estudio corresponde al SHAC Chanco Alto, el cual abarca el extremo sur del proyecto y forma parte de la cuenca Costeras entre Límite Regional y río Itata (Figura 5-3). Según DGA (2013), este sector se caracteriza por el predominio de rocas paleozoicas metamórficas e intrusivas, mientras que los depósitos cuaternarios permeables se restringen principalmente a una estrecha franja costera. Debido a ello, el potencial hidrogeológico es limitado y las captaciones existentes se desarrollan mayoritariamente en sectores de roca fracturada. El estudio señala además que el flujo subterráneo a nivel de la cuenca presenta una dirección predominante este-oeste, condicionado localmente por la red de drenaje y la topografía (DGA, 2013).

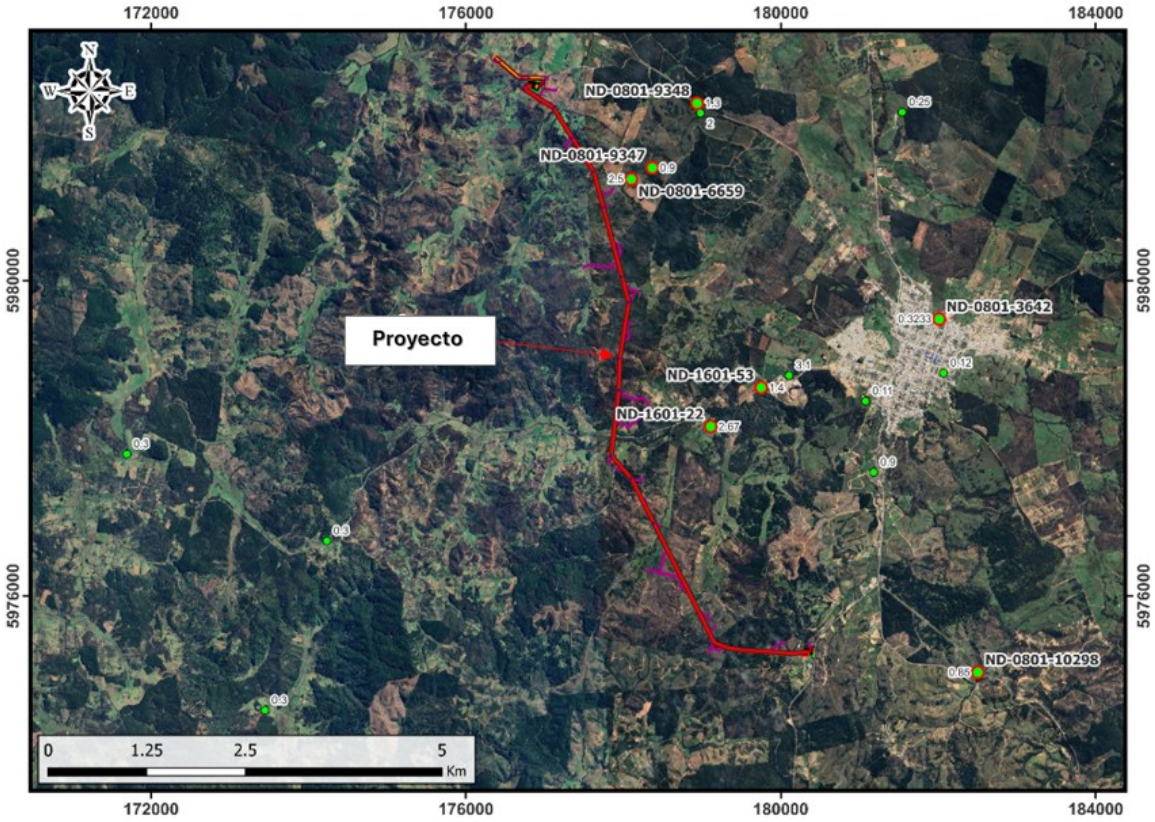
En conjunto, ambos Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común presentan un comportamiento coherente con la caracterización hidrogeológica desarrollada para este estudio. En ambos casos predominan unidades del basamento cristalino con bajo potencial hidrogeológico, donde el almacenamiento y circulación de agua subterránea dependen principalmente de zonas puntales con fracturamiento.

Finalmente, se verificó el estado administrativo de los SHACs identificados en el área de estudio, constatándose que, ninguno de ellos se encuentra sujeto a restricciones para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas por parte de la Dirección General de Aguas (DGA).

5.2.3 Caracterización captaciones profundas locales

Con el objetivo de caracterizar el contexto hidrogeológico local del área de estudio, se realizó una revisión de las captaciones de aguas subterráneas registradas en la Dirección General de Aguas (DGA) emplazadas en las cercanías del proyecto (Figura 5-4). Para cada captación se recopiló información relativa a su titular, ubicación, tipo de obra, caudal autorizado, profundidad, antecedentes constructivos y disponibilidad de información estratigráfica, con el propósito de evaluar las características de los aprovechamientos existentes y complementar la interpretación hidrogeológica del sector.

Figura 5-4. Mapa Captaciones profundas locales



Mapa con la línea de transmisión proyectada (línea roja) y ubicación de captaciones subterráneas cercanas (en símbolos verde) con sus respectivos caudales de explotación (l/s). Se incluye los expedientes de los pozos con información estratigráfica (símbolos verdes con contorno rojo). Fuente: Elaboración propia

Como resultado de esta revisión, la Tabla 5-1 presenta un resumen de las captaciones de aguas subterráneas identificadas en el entorno del proyecto. En términos generales, predominan obras correspondientes a norias, punteras y pozos de baja profundidad, siendo limitada la disponibilidad de registros estratigráficos detallados. Las captaciones que cuentan con información litológica constituyen la principal fuente de antecedentes para caracterizar las condiciones hidrogeológicas locales y permiten establecer una correlación entre la estratigrafía observada y las unidades geológicas descritas en los capítulos previos.

Tabla 5-1: Resumen de captaciones de aguas subterráneas cercanas al área de estudio [MS1.1][Ui1.2][MS1.3]. Datum WGS84 Huso 18S.

Titular	N° Expediente	Norte	Este	Caudal Anual (l/s)	Estratigrafía
Juan Alberto Torres Concha	ND-1601-53	5.981.795	718.655	1,4	SI
Jose Antonio Rivas Espinoza	ND-1601-18	5.980.634	720.014	0,9	NO
Juan Alberto Torres Concha	ND-1601-22	5.981.341	717.985	2,67	SI
Renato Eduardo Arriagada Hadi	ND-0801-10298	5.978.021	721.176	0,85	SI
Las Viñas De La Calina Limitada	ND-0801-9348	5.985.442	718.066	1,3	SI
Las Viñas De La Calina Limitada	ND-0801-9347	5.984.661	717.448	0,9	SI
Las Viñas De La Calina Limitada	ND-0801-9349	5.985.315	718.100	2,0	SI*
Comercializadora De Maderas Impregnadas Con Con Ltda	ND-0801-9358	5.981.926	719.017	3,1	NO
Cristian Del Carmen Rivas Espinoza	ND-0801-9345	5.981.541	719.967	0,11	NO
Maderas Andrade Limitada	ND-0801-3642	5.982.521	720.965	0,3233	SI
Casiano Andrade Vera	ND-0801-5705	5.981.836	720.977	0,12	NO
Pantaleon Campos Mora	ND-0801-7126	5.985.167	720.658	0,25	NO
Las Viñas De La Calina Limitada	ND-0801-6659	5.984.534	717.173	2,5	SI
Marta Elena Inostroza Yevenes	NR-0801-2764	5.986.762	714.467	0,04	NO

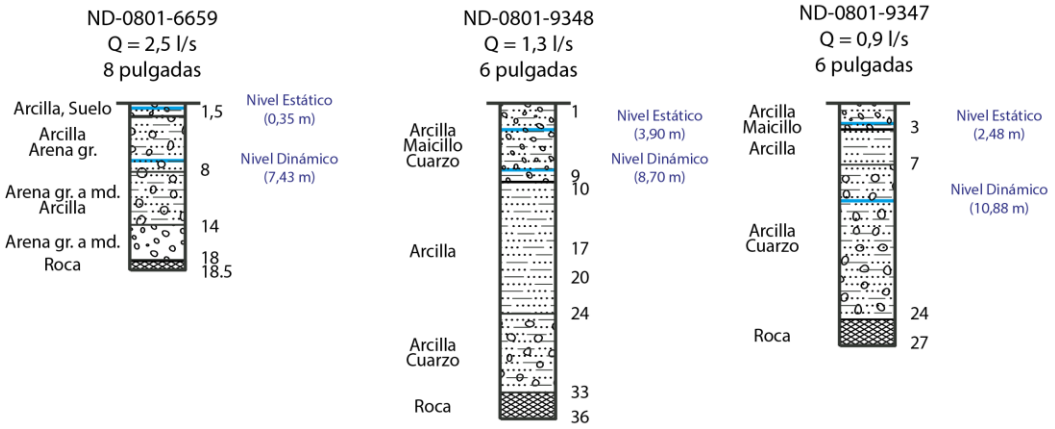
Fuente: Catastro de captaciones DGA. * Indica que no se consideró por poca información.

Las columnas estratigráficas disponibles evidencian un predominio de materiales finos, constituidos principalmente por arcillas y arenas arcillosas, los cuales gradan localmente hacia materiales de mayor granulometría con presencia de fragmentos cuarzosos en profundidad. En algunos sectores se registra la aparición del basamento rocoso entre los 18 y 33 m bajo nivel de terreno, mientras que en otros las perforaciones finalizan dentro de la zona meteorizada sin interceptar roca cristalina. Los caudales autorizados son, en

general, bajos, variando entre 0,32 y 2,67 l/s, comportamiento consistente con el muy bajo potencial hidrogeológico asociado al basamento cristalino de la Cordillera de la Costa.

Las captaciones ND-0801-6659, ND-0801-9347 y ND-0801-9348 (Figura 5-5), emplazadas al norte del área de estudio, presentan una cobertura de materiales predominantemente arcillosos que varía entre 18 y 33 m de espesor. En la captación ND-0801-6659 se reconoce una mayor heterogeneidad litológica, con una secuencia de arcillas arenosas seguida por arenas medias a gruesas antes de interceptar roca a los 18 m de profundidad. Por su parte, las captaciones ND-0801-9347 y ND-0801-9348 registran una sucesión dominada por arcillas pardas con escasa presencia de cuarzo hasta alcanzar el basamento rocoso a profundidades de 24 y 33 m, respectivamente. Los caudales de extracción registrados en este sector varían entre 0,9 y 2,5 l/s.

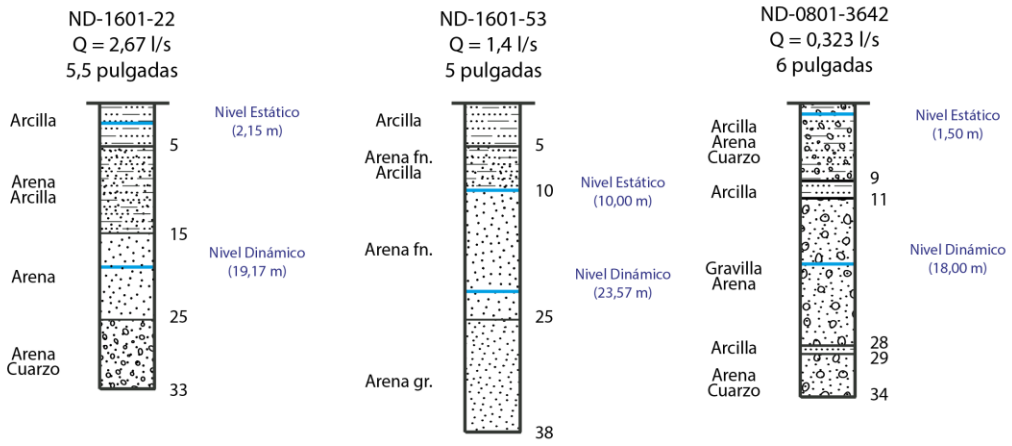
Figura 5-5. Captaciones en el extremo norte del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Hacia el este del proyecto, en dirección a la ciudad de Quirihue, las captaciones ND-1601-22 y ND-1601-53 (Figura 5-6) presentan una secuencia compuesta por arcillas superficiales, seguidas por intercalaciones de arenas finas y arcillas, que gradan en profundidad a niveles de arenas gruesas y materiales cuarzosos. Esta evolución granulométrica podría estar asociada a la zona de alteración y meteorización del basamento granítico. Un comportamiento similar se observa en la captación ND-0801-3642 (Figura 5-6), ubicada en las cercanías de Quirihue, donde una cobertura arcillosa superficial da paso a niveles de arenas, gravillas y fragmentos cuarzosos hasta la profundidad final del pozo (34 m b.n.t.). Los caudales registrados en estas captaciones fluctúan entre 0,32 y 2,67 l/s.

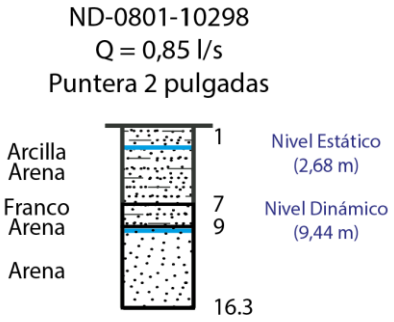
Figura 5-6. Captaciones al este del proyecto y en la ciudad de Quirihue



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la captación ND-0801-10298 (Figura 5-7), ubicada al sureste del área de estudio, corresponde a una puntera y presenta una secuencia relativamente somera compuesta por materiales arcillo-arenosos y arenas hasta los 16 m de profundidad, sin interceptar roca. El caudal registrado para esta captación corresponde a 0,85 l/s.

Figura 5-7. Captación hacia el sureste del proyecto



Fuente: Elaboración propia

En términos hidrogeológicos, las captaciones analizadas muestran un claro predominio de materiales finos, principalmente arcillas y arcillas arenosas, con intercalaciones locales de arenas y gravas. Hacia el sector norte del área de estudio, varias perforaciones interceptan roca entre los 18 y 33 m de profundidad, lo que evidencia una reducida potencia del material de cobertura y la proximidad del basamento rocoso. Por su parte, en los sectores orientales, cercanos a la ciudad de Quirihue, se observa una transición gradual desde niveles arcillosos superficiales hacia horizontes de arenas gruesas, gravas

y material cuarzoso, interpretados como zonas de meteorización y desintegración del basamento.

Los caudales registrados son generalmente bajos, variando entre 0,32 y 2,67 l/s para pozos profundos, mientras que para norias y punteras se extraen caudales entre 0,04 a 0,9 l/s. Estos antecedentes son consistentes con las características hidrogeológicas regionales del sector, donde predominan unidades asociadas a rocas cristalinas e intrusivas de muy baja permeabilidad, en las cuales el almacenamiento y circulación de agua subterránea se restringen principalmente a niveles meteorizados superficiales y a fracturas locales del macizo rocoso.

En conjunto, la información disponible indica que el área de estudio presenta un potencial hidrogeológico bajo, con acuíferos de extensión y productividad limitadas, controlados principalmente por las precipitaciones y la capacidad y porosidad de la cobertura sedimentaria superficial y por zonas localizadas de fracturamiento o meteorización del basamento.

Finalmente, las calicatas ejecutadas en las subestaciones proyectadas Coiquén y Las Delicias, con profundidades entre 3,5 y 4,0 m, no evidenciaron la presencia de un nivel freático. Ambas se emplazan en sectores topográficamente elevados, condición que caracteriza también a la mayor parte del trazado de la línea de transmisión. Por otra parte, las captaciones de terceros, ubicadas principalmente en sectores de valle, evidencian la presencia de niveles freáticos someros asociados a suelos arcillosos saturados, los cuales se vinculan a la acumulación estacional de aguas infiltradas durante eventos de precipitación.

En este contexto, considerando el limitado potencial hidrogeológico del área de estudio y que el trazado del proyecto se desarrolla mayoritariamente por sectores topográficamente altos, se considera que los afloramientos de aguas subterráneas durante la excavación de las fundaciones de las obras del proyecto son poco probables y no serán recurrentes durante la fase de construcción. Por lo tanto, en caso de que eventualmente se produzca un afloramiento de aguas subterráneas, este será abordado por medio de un Plan de Contingencias y Emergencias.

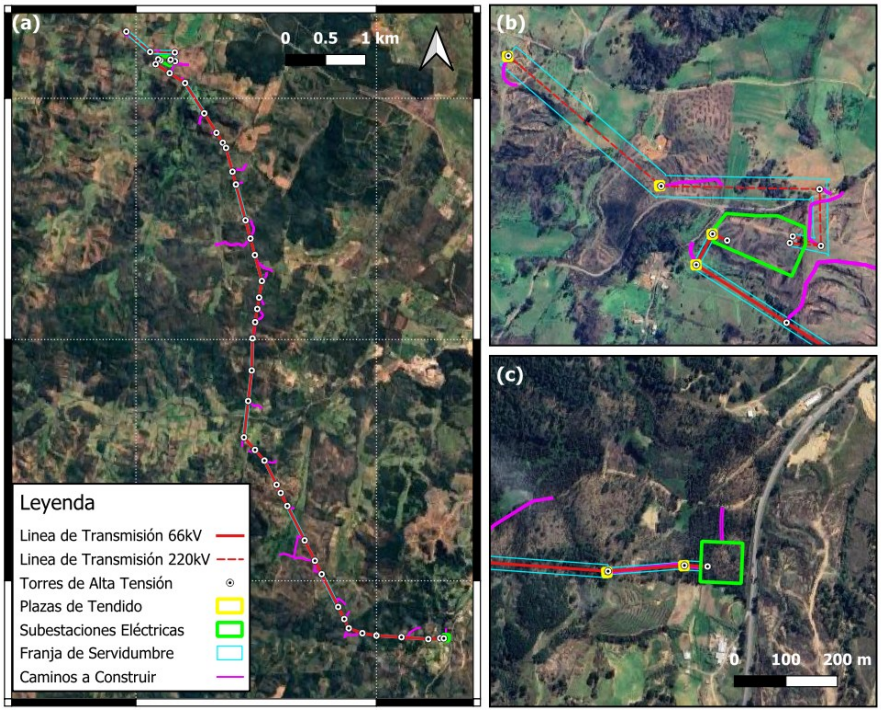
6. ÁREA DE INFLUENCIA

El Área de Influencia, se define en el Art. 2 del RSEIA como "*el área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias*".

Adicionalmente, según lo establecido en el Art. 19 letra b.1) y Art. 18 letra d) del RSEIA, en que indica, "*El área de influencia se definirá y justificará para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potencialmente significativos sobre ellos, así como el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del proyecto o actividad*".

En base a lo anterior, y como se ha analizado en el presente informe, para la componente hidrogeológica no se identifican alteraciones por parte del proyecto, por lo tanto, el área de influencia para esta componente queda definida como el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del proyecto en las fases de construcción, operación y cierre (ver Figura 6-1).

Figura 6-1: Área de Influencia hidrogeológica del proyecto Las Delicias - Coiquén. (a) Trazado general del proyecto y obras. (b) S/E Las Delicias y Líneas de Transmisión de 220 y 66 kV. (c) S/E Coiquén y Línea de Transmisión de 66 kV.



7. BIBLIOGRAFIA

Aguirre, L.; Hervé, F.; Godoy, E. 1972. Distribution of metamorphic facies in Chile. An outline. Kristalinikum 9: 7-19.

Dirección General de Aguas (DGA). 2009. Estudio Mapa Hidrogeológico Escala 1:1.000.000.

Dirección General de Aguas (DGA). 2011. Estudio Hidrogeológico Cuencas Biobío e Itata. Tomo I. S.I.T. N° 258. Santiago, Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2011. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Cauquenes. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago, Chile.

Dirección General de Aguas (DGA). 2013. Levantamiento Hidrogeológico En Cuencas Pluviales Costeras En La Región Del Libertador General Bernardo O'Higgins Y Región Del Bío-Bío.

Dirección General de Aguas (DGA). 2025. Inventario de Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC). Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas

Gajardo, A. 1981. Hoja Concepción-Chillán, Escala 1:250.000, Región del Bío-Bío. Mapas Geológicos Preliminares de Chile N°4. Instituto de Investigaciones Geológicas. 32 p.

González-Bonorino, F. 1970. Series metamórficas del basamento cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Publicación N°24. 119 p.

González, O.; Vergara, M. 1962. Reconocimiento Geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38° Lat. Sur. Instituto de Geología, Universidad de Chile, Publicación N°24.

Hervé, F.; Munizaga, F.; Mantovani, M.; et al. 1976. Edades Rb-Sr neopaleozoicas del basamento cristalino de la Cordillera de Nahuelbuta. Congreso Geológico Chileno N°1, Actas, Vol. 2, p. F19-F26.

Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG); Metal Mining Agency of Japan (MMAJ). 1979. Informe de reconocimiento geológico de la región andina situada al este de la ciudad de Concepción. Fase 1. Informe inédito.

Moreno-Roa, H.; Hervé, F.; Godoy, E.; et al. 1976. Reconocimiento geológico del área de Pocillas (Cauquenes, VII Región). Departamento de Geología, Universidad de Chile. Informe inédito.

Muñoz-Cristi, J. 1960. Contribución al conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa de la Zona Central. Minerales 15(69): 28-46.

PW Ingeniería. 2025a. Informe estudio mecánica de suelos nueva S/E Seccionadora Las Delicias 220/66 kV.

PW Ingeniería. 2025b. Informe estudio mecánica de suelos nueva S/E Coiquén y nueva línea 2×66 kV Las Delicias–Coiquén.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). 2003. Mapa Geológico de Chile en formato digital, escala 1:1.000.000. Publicación Geológica Digital N°4. Santiago, Chile.

Singhal, B. B. S., & Gupta, R. P. (2010). Applied Hydrogeology of Fractured Rocks (2nd ed.). Dordrecht: Springer.

Veyl, C. 1961. Contribución al conocimiento de la geología regional de la Provincia de Concepción. Minerales 26(72): 21-71.