

LUMINA COPPER CHILE S.A.

**IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS
LÍNEA ELÉCTRICA 220kv
PROYECTO CASERONES**

N° 3709-0000-INF-GO-001

**INFORME RIESGOS GEOLÓGICOS
DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DEL PROYECTO CASERONES**

REV.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	DESCRIPCIÓN
A	Nombre Firma	SRG	PTV	PTV	Coordinación Interna
	Fecha	21/12/2010	21/12/2010	21/12/2010	
B	Nombre Firma	SRG	PTV	PTV	Revisión y Aprobación CLIENTE
	Fecha	23/12/2010	23/12/2010	23/12/2010	
0 ó P	Nombre Firma				Aprobado CLIENTE
	Fecha				

**IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS
LÍNEA ELÉCTRICA 220kv
PROYECTO CASERONES**

**INFORME RIESGOS GEOLÓGICOS
DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DEL PROYECTO CASERONES**

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	UBICACIÓN	5
3	MÉTODO DE TRABAJO	6
4	ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.....	7
5	MARCO GEOMORFOLÓGICO	8
5.1	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS MAYORES.....	10
6	MARCO GEOLÓGICO.....	10
6.1	UNIDADES GEOLÓGICAS QUE CRUZA EL TRAZADO	10
6.1.1	Unidades Paleozoicas.....	10
6.1.2	Unidades Mesozoicas	11
6.1.3	Unidades Cenozoicas	12
7	RIESGOS GEOLÓGICOS	13
7.1	DEFINICIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO.....	13
7.2	DEFINICIÓN DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	14
7.3	TIPOS DE RIESGOS GEOLÓGICOS	14
8	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	15
8.1	SEGMENTO 1: ENTRE LAS TORRES T-0 A T-102.....	15
8.2	SEGMENTO 2: ENTRE LAS TORRES T-103 A T-139.....	20
8.3	SEGMENTO 3: ENTRE LAS TORRES T-140 A T-275.....	21
8.4	SEGMENTO 4: ENTRE LAS TORRES T-275 A T-375.....	23
8.5	SEGMENTO 5: ENTRE LAS TORRES T-376 A T-484.....	24
8.6	SEGMENTO 6: ENTRE LAS TORRES T-485 A T-525.....	29
8.7	SEGMENTO 7: ENTRE LAS TORRES T-526 A T-573.....	30
8.8	SEGMENTO 8: ENTRE LAS TORRES T-574 A T-616.....	31
9	CONCLUSIONES	32

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Planos Geológicos

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1	Mapa de ubicación del trazado del Tendido Eléctrico del proyecto Caserones. El trazado se indica con trazo negro.....	6
Figura 5.1	Relación del tendido de Alta Tensión del Proyecto Caserones con las Unidades Geomorfológicas mayores del Norte Chico. El trazado se indica con trazo negro.	9

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 8.1	Panorama de la subestación Maitencillo, al oeste de Vallenar hacia el NNW. Se aprecia el pediplano conformado por las Gravas de Atacama. A la izquierda de la fotografía se ubica la torre T-1.....	16
Fotografía 8.2	Otro aspecto del pediplano de las Gravas de Atacama vista hacia el este en el lugar de las torres T-47 a T-50. Se aprecian antiguos surcos de labranza.	16
Fotografía 8.3	Detalle de los niveles superiores de ortoconglomerados de las Gravas de Atacama en el valle del río Huasco. Nótese la matriz fuertemente cementada con materiales calcáreos. Detalle tomado en las cercanías de la torre T-79.....	17
Fotografía 8.4	Panorama de los sitios de las torres T-2 y t-3 y T-4 a T-7. Vista hacia el SE. Las primeras dos torres se fundarán sobre las Gravas de Atacama y las siguientes lo harán en granitoides cretácicos correspondientes a la franja Central en terrenos de relieve suave, tal como la muestra la panorámica.	18
Fotografía 8.5	Panorama hacia el NE del Grupo Bandurrias en la ladera NE de la quebrada Jilguero. Se nota claramente la estratificación, que en este caso mantea hacia atrás de la fotografía. El material más claro corresponde a depósitos coluviales antiguos, probablemente asociados a las Gravas de Atacama.....	18
Fotografía 8.6	Detalle de un afloramiento de lavas del Grupo Bandurrias en la ladera izquierda (sur) de la quebrada Jilguero. Se aprecia el aspecto masivo de las andesitas.	19
Fotografía 8.7	Vista aérea del sector de ubicación de la torre T-98 en la terraza de la ladera derecha (norte) de la quebrada Jilguero. Se aprecia la cercanía de un cauce episódico. El doble triángulo indica la posición de la torre T-98.	20
Fotografía 8.8	Vista general de los afloramientos de las sedimentitas y volcanitas del Grupo Chañarcillo que mantean hacia el este. Vista tomada hacia el NNE en los cordones de cerros al norte de la quebrada Jilguero. La loma del primer plano corresponde al sitio de la torre T-114.....	21
Fotografía 8.9	Vista general de la ladera N de la quebrada Las Cuñas mostrando los sitios de ubicación de las torres T-225 a T-227 en orden de izquierda a derecha. La torre T-226 se ubica sobre el cono de deyección.	22
Fotografía 8.10	Vista aérea (Imagen Google) del sector de ubicación de la torre T-226, indicada con el círculo blanco Se aprecia la cercanía al cauce episódico que disecta el cono.	23

Fotografía 8.11	Vista hacia el NW de la ladera occidental del río Manflas. La línea del tendido se desarrolla en la Formación Lautaro en la parte alta del cordón de cerros, siguiendo el perfil de la ladera marcado entre los dos puntos rojos. 25
Fotografía 8.12	Aspecto de los niveles sedimentarios de la formación Lautaro en la ladera noroccidental del río Jorquera. La vista, tomada hacia el NW, corresponde al sitio de instalación de las torres T-442 y T-443..... 26
Fotografía 8.13	Vista parcial hacia el SSW de la ladera occidental del río Manflas mostrando la cuchilla donde pasa el tendido de Alta Tensión (Torres T-411 a T-413) en las rocas de la Fm. La Ternera. En rojo se indica la ubicación aproximada del tendido..... 27
Fotografía 8.14	Vista hacia el E de la ladera este del valle del río Jorquera mostrando las superficies estructurales de las capas de la Fm. La Ternera que mantean hacia el oeste. La vista corresponde al tendido entre las torres T- 448A y T-452. El tendido se indica en color rojo..... 27
Fotografía 8.15	Aspecto el fondo del valle del río Manflas con rellenos aluviales aterrizados sobre los que se fundarán las torres T414- a T-417. Vista panorámica al NE..... 28
Fotografía 8.16	Aspecto del valle del río Copiapó aguas arriba de la junta con el río Manflas. Vista hacia el SW. El paisaje corresponde al sitio de ubicación de las torres T-428 y T-429. 28
Fotografía 8.17	Vista aérea hacia el norte del sector del río Pulido en donde finaliza el segmento 6. Se indica en rojo la posición de la torre T-575 sobre el cono de deyección de la ladera derecha (oeste) del valle. 30
Fotografía 8.18	Vista hacia el WSW de la Fm. Cocambico y más atrás la Fm. Quebrada Seca mostrando aspectos característicos del relieve del segmento 8.7 del tendido de Alta tensión..... 31

1 INTRODUCCIÓN

ARCADIS CHILE está desarrollando para Lumina Copper Chile un estudio destinado a identificar los potenciales riesgos geológicos que pueden afectar al tendido eléctrico para el Proyecto Caserones de acuerdo al trazado entregado por Lumina Copper Chile.

En concordancia con las actuales exigencias de seguridad para proyectos de tipo minero, se presentan a continuación los resultados del levantamiento de riesgos geológicos realizado a escala 1:50.000.

2 UBICACIÓN

El tendido eléctrico se extenderá entre la Subestación Maitencillo y el área del proyecto Caserones (Figura 2.1). La longitud total del trazado de éste es de unos 190 km aproximadamente.

La Subestación Maitencillo se ubica en la localidad del mismo nombre, a unos 16 km al oeste de la ciudad de Vallenar, en las coordenadas UTM WGS84 N6.842.027 y E311.670.

El Proyecto Caserones se sitúa en la Alta Cordillera de la III Región, entre las coordenadas UTM WGS84 N6.880.000 y N6.891.000 y las coordenadas E435.000 y E450.000, a una altura aproximada entre los 2.800 a 4.300 ms.n.m. y a unos 120 km al sureste de la ciudad de Copiapó.

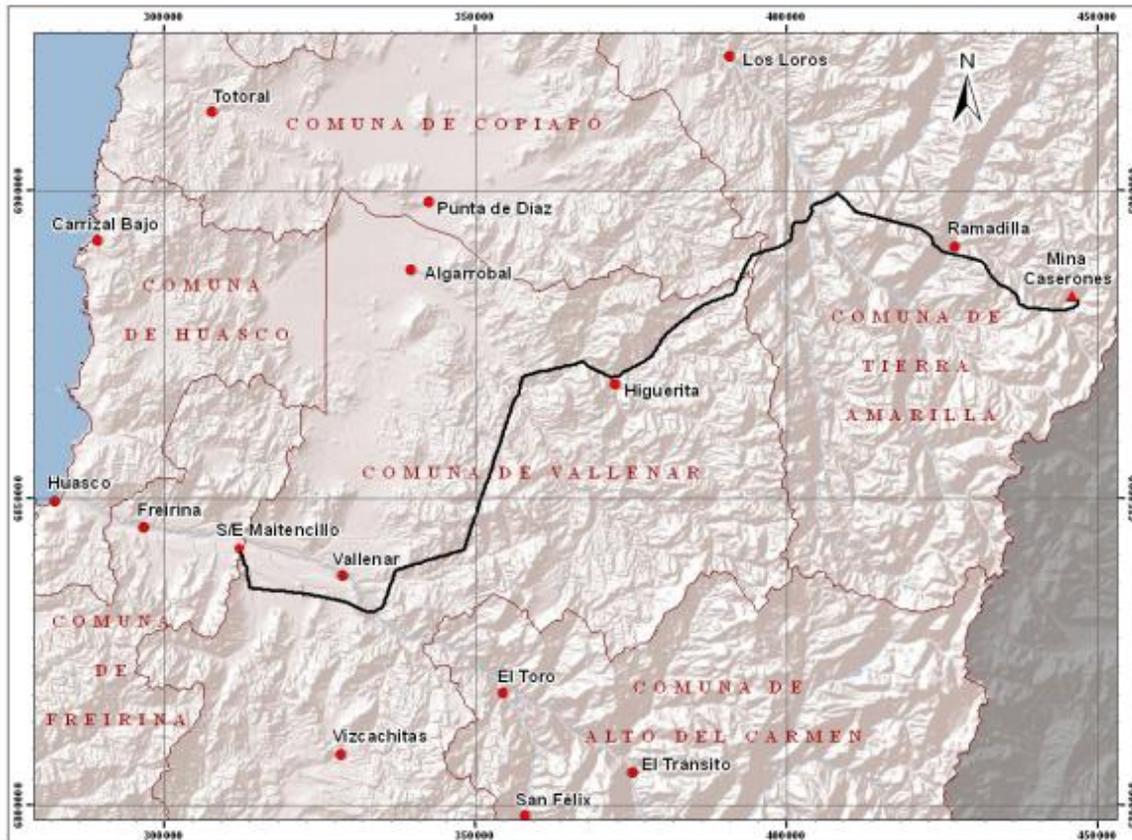


Figura 2.1 Mapa de ubicación del trazado del Tendido Eléctrico del proyecto Caserones. El trazado se indica con trazo negro.

3 MÉTODO DE TRABAJO

La metodología utilizada consistió en una revisión preliminar del sector del trazado mediante el uso de imágenes de fotos laser de alta resolución, actividad previa a la salida a terreno. Paralelamente se traspasaron los datos de ubicación de las torres a un archivo compatible con el software Google Earth para visualizar el trazado en las imágenes disponibles. Se realizó una compilación de la geología del trazado utilizando los mapas geológicos disponibles para el sector (escalas 1:250.000; 1:100.000 y 1:25.000 (sector Caserones)).

Una vez terminada la etapa de revisión de antecedentes, se dio inicio a la campaña de terreno de 4 días en la que participaron los Sres. Sergio Rivano (geólogo) y Cristhian Cornejo (técnico laboratorista). En esta campaña de terreno se verificó la geología compilada en gabinete y se analizaron los riesgos geológicos (declarados y/o potenciales), definiendo su probabilidad de ocurrencia y el efecto que tendrían estos eventos tanto para las torres como para los caminos de acceso. Para los caminos de acceso el énfasis se puso en los riesgos posibles de ocurrir durante la fase de construcción del tendido eléctrico ya que durante la operación de la línea, los caminos de acceso serán utilizados solo cuando se realice la

mantención de la línea. Durante el trabajo de terreno se tomaron numerosas fotografías ilustrativas, algunas de las cuales acompañan el presente informe.

Dado que por razones de programación la salida a terreno no incluyó el sector del Proyecto Caserones, no se visitaron los sectores finales correspondientes al este del río Pulido, las observaciones de los riesgos y su probabilidad de ocurrencia en estos sectores sólo tienen un carácter preliminar y deberán ser analizados en terreno durante una próxima visita al sector del río Pulido-quebrada Ramadillas.

4 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Como ya se menciona en el capítulo precedente, la información utilizada para la compilación geológica del mapa del tendido de Alta Tensión de Caserones se basa en varias cartas geológicas a diferentes escalas publicadas por el Instituto de investigaciones Geológicas y su sucesor el Servicio Nacional de Geología y Minería.

La información para el área del proyecto ha sido obtenida de trabajos anteriores hechos por Arcadis Chile para el Proyecto Caserones.

A continuación se presenta un listado de dichos trabajos y de la bibliografía consultada:

- Abad, E. 1980. Cuadrángulos Algarrobal, Yervas Buenas, Cerro Blanco, Merceditas y Tres Morros. Carta Geológica de Chile N° 38. Escala 1:100000. Instituto de Investigaciones Geológicas.
- Arévalo, C. 2005. Carta Copiapó. Región de Atacama. Carta Geológica de Chile N° 91. Escala 1:100000. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Arévalo, C. 2005. Carta Los Loros. Región de Atacama. Carta Geológica de Chile N° 92. Escala 1:100000. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Ayala, F. J. 1987. Riesgos Geológicos. serie Geología Ambiental. Instituto Geológico y Minero de España. España.
- Brüggen, J. 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- Chong, G. 1985. Hallazgo de restos óseos de dinosaurios de la Formación Hornitos, Tercera Región de Atacama, Chile. In Congreso Geológico Chileno N° 4, Actas, Vol. 1. Antofagasta.
- Iriarte, S.; Arevalo, C. y C. Mpodozis. 1999. Hoja La Guardia, Región de Atacama, Mapas Geológicos N° 13. Escala 1:100000. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Jensen, O. 1976. Geología de las Nacientes del río Copiapó entre los 27°53' y 28°20' de latitud sur, Provincia de Atacama. Memoria de Título. Universidad de Chile, Departamento de Geología.

- Mortimer, F.A. 1973. The Cenozoic history of the Southern Atacama Desert, Chile. Ournal of Geological Society of London.
- Moscoso, R.; Nasi, C. y Salinas, P. 1982. Hoja Vallenar y parte norte de La Serena, Regiones de Atacama y Coquimbo. Carta Geológica de Chile N° 55. Escala 1:25000. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Muzzio, G. 1980. Geología de la región comprendida entre el Cordón de Varillar y Sierra Las Vizcachas, Precordillera de Copiapó, Chile. Memoria de Título, Universidad de Chile, Departamento de Geología.
- Pérez, E.; Reyes, R. y Rubilar, A. 1999. Estado de avance de los estudios de osamentas de dinosaurios recolectados en quebrada La Higuera, sur de Copiapó (inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Paleontológico N° 1999-2.
- Segerstrom, K. y Parker, R.L. 1959. Cuadrángulo Cerrillos, Provincia de Atacama. Carta Geológica de Chile Vol. 1 N° 2. Escala 1:50.000.
- Mapa Geológico Caserones. 2008 (Plano 3339-000-GE-PLA-001). ARCADIS.

5 MARCO GEOMORFOLÓGICO

El trazado del tendido eléctrico se inicia en la Cordillera de la Costa y cruza la Mediana Montaña para finalizar en la Alta Cordillera de Copiapó (Figura 5.1).

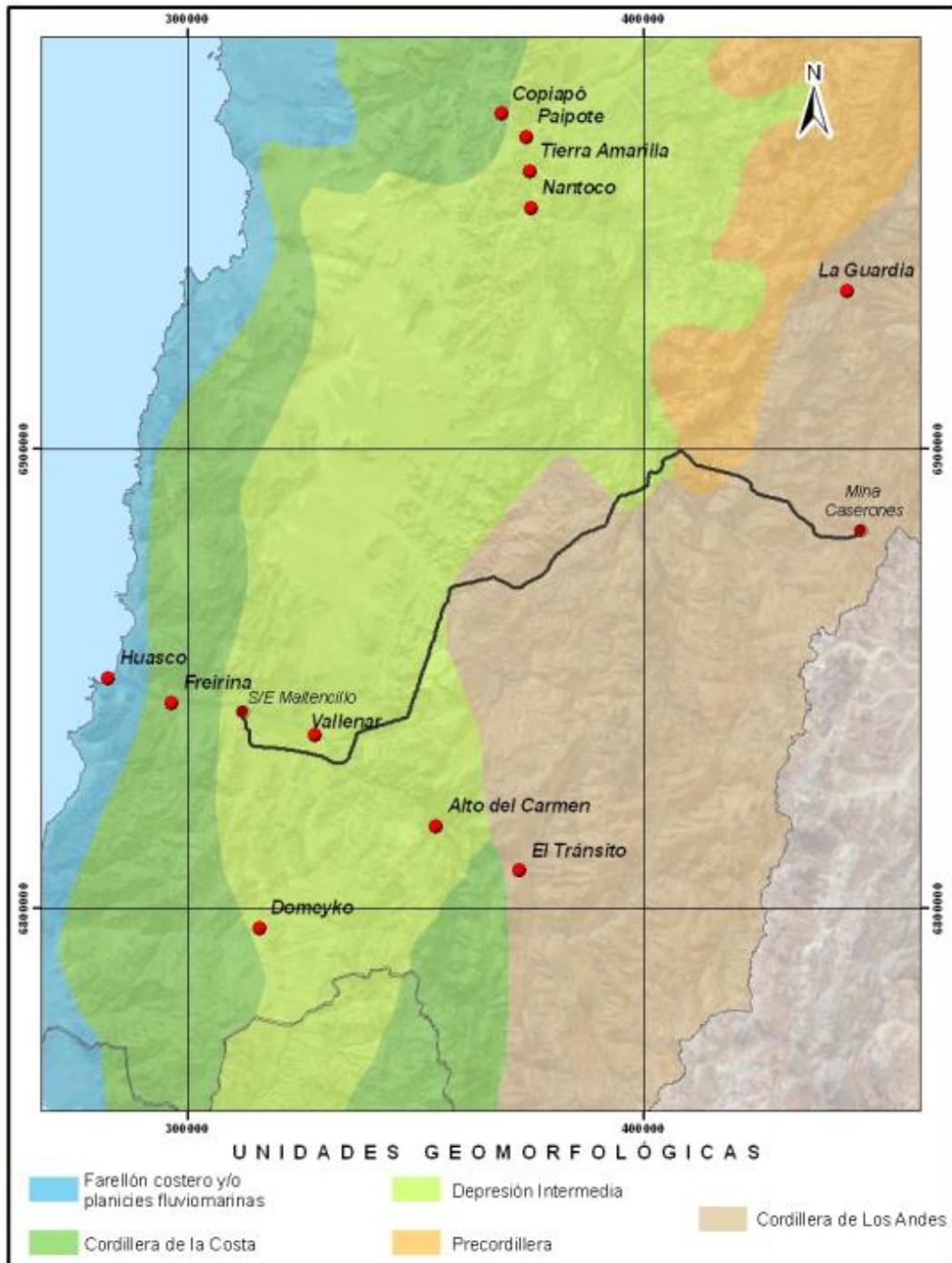


Figura 5.1 Relación del tendido de Alta Tensión del Proyecto Caserones con las Unidades Geomorfológicas mayores del Norte Chico. El trazado se indica con trazo negro.

5.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS MAYORES

La Cordillera de la Costa a la latitud de Vallenar-Copiapó está constituida por una serie de cordones montañosos de orientación principalmente NNE a SSW y de formas marcadas profundamente por la erosión fluvial; las alturas promedio oscilan entre los 200 y los 500 m.s.n.m. Los valles intermontanos, de orientación variable, presentan en general un relieve de baja pendiente y conformado por rellenos detríticos que dan origen a glaciares, pedemontes o amplios conos de deyección. Esta unidad morfológica que limita al oeste con las planicies costeras, hacia el este es limitada por un jalonnemento de pequeñas cuencas NS que marcan el inicio de la Mediana Montaña hacia el este. La Cordillera de la Costa a estas latitudes, es cortada por los amplios valles E-W de los ríos Huasco (Vallenar) y Copiapó (Copiapó).

La Mediana Montaña consiste en una serie de cordones montañosos de orientación irregular, aunque es posible notar una tendencia de orientación regional NE, la que es remarcada por la orientación de las quebradas secundarias que siguen la misma dirección general. Las alturas de la Mediana Montaña varían entre los 1.200 y 2.800 m.s.n.m., alturas que van aumentando gradualmente hacia el este. Su relieve presenta un claro control estructural y litológico. Su límite oriental es marcado por el contacto entre la Formación Lautaro (Liásico) con La Formación La Ternera (Triásico) contacto que se registra principalmente a lo largo de los valles de los ríos Manflas y Jorquera en el área de estudio.

La Cordillera De Los Andes corresponde a la vertiente chilena del edificio andino y se inicia en la ladera este del río Jorquera y se extiende hasta la frontera con Argentina. Corresponde a una unidad de alto relieve con desniveles que superan normalmente los 1.000 metros entre los fondos de los valles y las cimas circundantes. Las mayores alturas de esta unidad varían entre 3.000 y 5.000 metros. Las laderas rocosas de los valles presentan características de la erosión por glaciares (rocas pulidas, estrías, etc.), no siempre bien conservadas debido a la erosión periglacial actual.

6 MARCO GEOLÓGICO

6.1 UNIDADES GEOLÓGICAS QUE CRUZA EL TRAZADO

Las unidades geológicas involucradas por el trazado de Alta Tensión del Proyecto Caserones, corresponden a rocas estratificadas, volcánicas y sedimentarias; rocas intrusivas; depósitos aluviales Terciarios y Cuaternarios semiconsolidados y depósitos coluviales recientes correspondientes principalmente a escombros de falda y/o conos de deyección.

A continuación se describen estas unidades en orden estratigráfico, de más viejas a más nuevas.

6.1.1 Unidades Paleozoicas

Plutón del río Pulido y Plutón del sector de la quebrada Ramadillas. Se trata de granitos y sienogranitos rosados a rojos, de grano medio a grueso los que son atravesados por abundantes filones o diques oscuros de composición andesítica, estas rocas presentan un

denso fracturamiento. Su edad es considerada equivalente a la del Plutón de Pircas Coloradas descrito en la Hoja La Guardia inmediatamente al norte de los 28ª Lat.S.

6.1.2 Unidades Mesozoicas

Formación La Ternera (Triásico-Liásico Inferior)(Brüggen, 1950; Iriarte et al., 1999). Está formada por rocas sedimentarias continentales, andesitas y tobas. Se dispone en discordancia de erosión sobre granitoides paleozoicos y su límite superior está en contacto concordante aparente con las rocas marinas de la Formación Lautaro.

Formación Lautaro (Liásico)(Segerstrom, 1959). Está constituida por una secuencia de areniscas, calcarenitas, calcilutitas y calizas, dispuestas concordantemente sobre la Formación La Ternera. Se distribuye en tres franjas de afloramientos de orientación NNE, las que disminuyen rápidamente de espesor hacia el este. Su contenido fosilífero la ubica en el rango Sinemuriano-Aaleniano.

Formación Lagunillas (Jurásico)(Jensen, 1976), se compone de aproximadamente 1.000 metros de rocas sedimentarias clásticas y volcanitas continentales. Se reconoce un miembro inferior (Cocambico) de unos 600 m de areniscas y conglomerados con intercalaciones volcánicas y un miembro superior (Peñasco largo) de hasta 500 m de espesor de volcanitas andesíticas e intercalaciones de conglomerados grises continentales. En el sector de La Brea y Quebrada Cocambico se dispone en discordancia de erosión sobre la formación La Brea y/o los granitoides paleozoicos. Sobreyace en discordancia angular a la Formación Quebrada Seca en la parte baja de la quebrada Ramadillas.

Grupo Bandurrias (Cretácico Inferior)(Segerstrom y Parker, 1959; enm. Moscoso et al., 1982). Este Grupo aparece compuesto por rocas volcánicas andesíticas, tobas riolíticas, brechas volcánicas, rocas detríticas continentales e intercalaciones lenticulares, a veces de cientos de metros de espesor, de sedimentitas marinas fosilíferas. No presenta base reconocida y su techo corresponde a la superficie de erosión actual. Muestra una clara relación de engrane lateral hacia el E con las formaciones Abundancia, Nantoco, Totoralillo y Pabellón (Grupo Chañarcillo) del Cretácico inferior. En su parte occidental es intruido por granitoides del Cretácico.

Grupo Chañarcillo (Cretácico Inferior)(Segerstrom y Parker, 1959; enm. Moscoso et al., 1982). Comprende las formaciones Abundancia, Nantoco, Totoralillo y Pabellón correspondientes al lapso Valanginiano–Barremiano (Cretácico inferior). Son calizas, calcarenitas, calcilutitas y brechas calcáreas fosilíferas afectadas por fuerte plegamiento y que subyacen en discordancia angular a la formación Cerrillos. Hacia el oeste engrana en todos sus niveles con las volcanitas del Grupo Bandurrias.

Formación Cerrillos (Cretácico Medio)(Segerstrom y Parker, 1959). Es una secuencia volcanosedimentaria continental compuesta en su miembro inferior (Checo de Cobre) por areniscas, brechas y conglomerados con intercalaciones de andesitas porfíricas y seguidos de un miembro superior conformado casi exclusivamente por andesitas y dacitas porfíricas. La base de esta unidad sobreyace discordantemente a las últimas capas calcáreas de la Formación Pabellón, parte más alta del Grupo Chañarcillo, y en su techo soporta discordantemente a la Formación Hornitos.

Formación Quebrada Seca (Cretácico Superior)(Muzzio, 1980). Se trata de una secuencia compuesta por unos 1.000 metros de tobas en parte soldadas, brechas sedimentarias, brechas piroclásticas, conglomerados y areniscas pardo rojizas (aproximadamente 500 metros) seguidas por otros 500 metros o más de lavas andesíticas a andesítico-basálticas. Se dispone en discordancia de erosión sobre la Formación Lagunillas y su techo lo constituye la superficie de erosión actual.

Plutones de la Franja Central (Cretácico Superior) (Moscoso et al., 1982). Corresponden a intrusivos de composición tonalítica a granodiorítica con facies de borde más dioríticas y que afloran a lo largo del borde occidental de la Mediana Montaña entre Vallenar y Copiapó la orientación regional de esta franja de intrusivos principalmente cretácicos, es NNE.

Formación Hornitos (Cretácico Superior)(Segerstrom, 1959; enm. Arévalo, 2005). Se trata de una secuencia de rocas volcánicas andesíticas. Sobryace discordantemente a las formaciones Cerrillos en su parte occidental y Lautaro en su borde oriental. Su edad Cretácico superior se basa en la discordancia con la Formación cerrillos subyacente y por el hallazgo de huellas de saurópodos en facies finas en la unidad (Chong, 1985; Pérez et al., 1999), además es intruida por Granitoides Paleógenos.

6.1.3 Unidades Cenozoicas

Plutones de la Franja Oriental (Paleógeno) (Moscoso et al., 1982), corresponden a un conjunto de plutones de composición variable entre granitos a dioritas. Sus afloramientos se ubican al este de las ciudades de Vallenar y Copiapó distribuyéndose a lo largo de la mitad oriental de la mediana Montaña. Su edad es fundamentalmente paleogena.

Gravas de Atacama (Mioceno-Plioceno)(Moscoso et al., 1982). Consisten en un manto de depósitos aluviales antiguos asociados a los valles de los ríos Huasco y Copiapó. Son depósitos semiconsolidados que conforman las terrazas (al menos dos niveles) altas, claramente distinguibles de la terraza actual de los ríos mencionados, y que corresponden a una antigua superficie de peneplanización (Mortimer, 1973). Son polimícticos formados por grava, ripio y arena, prácticamente sin limos y/o arcillas. En algunos sectores la matriz muestra cemento calcáreo, siendo el grado de consolidación variable. Esta unidad tiene un origen mixto a partir de depósitos fluviales, aluvionales y coluviales depositados a lo largo de antiguas redes hidrográficas asociadas a los actuales ríos Copiapó y Huasco. Su edad es considerada Mioceno Medio por Arévalo (2005) sobre la base de dataciones radiométricas en intercalaciones ignimbríticas. Sin embargo la distinción de al menos dos niveles de terraza en valle del río Huasco permiten suponer que existe la posibilidad de que los niveles más tardíos de las Gravas de Atacama se hayan depositado durante el Plioceno.

Depósitos Inconsolidados

Depósitos fluviales.

Consisten en ripios, gravas y arenas polimícticas bien seleccionadas con algunos niveles lenticulares de limos intercalados que conforman los rellenos de fondos de valle de los ríos Huasco y Copiapó, así como los fondos de las quebradas más importantes tales como la quebrada Algarrobal. Ellos constituyen superficies planas, aterrizadas, que muestran hasta 2 metros de desnivel sobre el cauce actual, lo que indica cambios en el nivel de base. Las

formas de los clastos más gruesos son redondeadas y ligeramente ovalada y presentan generalmente imbricación.

Depósitos de conos de deyección

A lo largo del río Copiapó y en algunos sectores de la quebrada Algarrobal y en el río Pulido se presentan, a la salida de quebradas secundarias, depósitos de conos de deyección mostrando generalmente un frente abrupto de 5 a 8 metros de altura y generalmente recortados por un cauce torrencial. Se trata de formas no activas, los que en el caso del valle del río Copiapó la mayoría han sido colonizados antrópicamente mediante la plantación de viñedos. Estos depósitos de conos de deyección se caracterizan por tener una composición monomítica a oligomictica de gravas, ripios y arenas mal seleccionados; los clastos tienden a ser angulosos a subredondeados.

Depósitos coluviales de laderas

Correspondientes a arenas gruesas, gravas, ripios y bloques de mala selección, generalmente monomíticos. Aparecen adosados a las laderas dando origen a conos de talud y escombros de falda de gran pendiente.

Depósitos de remoción en masa

Ocurren principalmente en el valle del río Copiapó en el sector de las salidas de los ríos Jorquera y Manflas al valle principal espacialmente asociados a los afloramientos de rocas triásicas y jurásicas de las formaciones La Ternera y Lautaro. Tienen muy mala selección y están compuestos por arenas, gravas, ripios de bloques y megabloques composicionalmente monomíticos. Muchos de estos depósitos han sido colonizados en sus partes bajas con viñedos, al igual que los conos de deyección.

Depósitos de flujos detríticos

Han sido descritos a lo largo de la quebrada Ramadillas, afluente del río Pulido. Están compuestos por arenas, gravas y ripios con bloques ocasionales; corresponden a depósitos oligomíticos, con clastos mayores angulosos a subredondeados.

7 RIESGOS GEOLÓGICOS

7.1 DEFINICIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO

Un evento geológico pasa a constituirse en Riesgo Geológico desde el momento que se plantean actividades humanas de cualquier tipo en el área de ocurrencia de ese evento y que pueden ser sometidas a un stress físico durante la ocurrencia del evento. En efecto la definición clásica de Riesgos Geológicos dice: “aquellos procesos, eventos o situaciones que se dan en el medio geológico y que pueden producir daños a una comunidad” (Ayala et al, 1987). En este estudio se considera Riesgo Geológico a cualquier evento geológico capaz de generar un impacto negativo sobre el tendido eléctrico de Alta Tensión y/o los caminos de acceso, y que han sido identificados en o cercanos al área del trazado.

En el área del trazado de Alta tensión del Proyecto Caserones los riesgos geológicos identificados corresponden generalmente a Riesgos Declarados, esto es eventos geológicos que han ocurrido al menos una vez en el sector de interés o en áreas inmediatamente vecinas y que han sido registrados como tales.

Un Riesgo Potencial, a diferencia de un Riesgo Declarado, consiste en un riesgo que puede generarse en una zona o sector específico, pero sin registro de su ocurrencia pero que, sin embargo, tiene una probabilidad de ocurrencia o de actualización.

En general los Riesgos Geológicos más comunes en el área del trazado se asocian a eventos geológicos de remociones de masa de variados tipos, generalmente gravitacionales sin o con participación de agua.

7.2 DEFINICIÓN DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos detectados en el trazado del tendido eléctrico, ya que ellos están ligados a la recurrencia de precipitaciones anormales (fenómenos del Niño especialmente intensos) que ocurren cada 20 a 30 años aproximadamente, y dada la duración del proyecto (25 a 50 años) se considerará que la probabilidad de que ocurra una precipitación de magnitud milenaria durante el período de vida del proyecto que pueda afectar a las torres, será denominada probabilidad alta a media, la probabilidad de que no ocurra durante el período de vida del proyecto será considerada baja.

Para los caminos de acceso, los que se usan principalmente durante la etapa de construcción del tendido, la ventana de tiempo será muy pequeña para la ocurrencia de este tipo de evento climático, por lo que la probabilidad de ocurrencia de los riesgos señalados para los caminos se considerará baja a muy baja.

7.3 TIPOS DE RIESGOS GEOLÓGICOS

Los riesgos geológicos identificados fueron los siguientes:

Derrames de detritos periglaciares difusos (Declarado). Este riesgo tiene su ocurrencia principal en la zona del proyecto mismo y específicamente en la Hoya de la quebrada Caserones en donde algunas torres se ubicarán en laderas susceptibles de generar este tipo de evento geológico, el que afectaría tanto a las torres como a los caminos de acceso. Este riesgo se considera de importancia alta y de probabilidad media a baja tanto para las torres como para los caminos de acceso.

Caída de rocas y/o derrumbe de rocas (Declarado), Este riesgo no afectará directamente a las torres sino que a los caminos de acceso (algunos existentes y a otros por construir). En el caso de los caminos de acceso, este riesgo puede mitigarse construyendo accesos con taludes a cerro adecuados. Solo en el sector de la quebrada Caserones en donde algunas torres se ubicarán en zonas de laderas de alta pendiente podrían ocurrir caídas de rocas, los que podrían mitigarse mediante la construcción de las plataformas en roca y de una extensión y defensas adecuadas. En el caso de algunas torres este riesgo se considera de

importancia alta y de probabilidad de ocurrencia alta a media, mientras que para los caminos de acceso el riesgo se considera de alta importancia y probabilidad baja.

Erosión y/o socavamiento por flujos de detritos o crecidas aluvionales (Potencial). Este tipo de riesgo puede tener ocurrencia durante precipitaciones anormalmente intensas y continuas que produzcan saturación de los suelos y el consecuente arrastre como aluvión o flujo de detritos. Estos eventos tienen un período de ocurrencia de cada 20 a 30 años entre Vallenar y Copiapó, especialmente en la desembocadura de los valles principales en el borde oeste de la Mediana Montaña. Ellos pueden producir erosión y socavamientos de la base de algunas torres y de los caminos de acceso ubicados en los rellenos actuales de fondos de valle. Este riesgo, que afectaría sólo a algunas torres, se considera de importancia alta y probabilidad de ocurrencia alta a media para todo el trazado.

8 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El trazado de la línea de Alta Tensión de Caserones ha sido subdividido para su descripción en segmentos los que se han identificado por las características geológicas generales de los terrenos que cruza el trazado y considerando principalmente, la componente litológica general para cada sector específico como criterio distintivo. A continuación se describen cada uno de los segmentos identificados destacándose las singularidades para cada uno de ellos.

En los planos 3709-000-PLA-GO-001, 002 y 003 adjuntos a este informe se muestra la ubicación cartográfica y geológica de las torres.

8.1 SEGMENTO 1: ENTRE LAS TORRES T-0 A T-102

Este segmento se inicia en la subestación Maitencillo, ubicada en la ladera izquierda (sur) del valle del río Huasco, y a unos 15 km en línea recta la WNW de la ciudad de Vallenar. Se extiende hasta la torre T-99 ubicada sobre la ladera derecha (norte) del valle del río Huasco, a unos 9 km al este de la ciudad. En este segmento se distinguen al menos cuatro subsegmentos, de acuerdo a su orientación: un primer subsegmento de orientación NNW a SSE (Subestación Maitencillo a T-21[Vértice V6]), enseguida un subsegmento, más largo, entre la torre T-21 y la torre T-73 (Vértice V9) de orientación general WNW a ESE; un tercer subsegmento más corto, desde las Torre T-73 a la torre T-84 (Vértice V12B) y finalmente un cuarto subsegmento de orientación SSW a NNE que culmina en la torre T-102 (Vértice 13).

La mayoría de las torres serán fundadas en suelos de arenas, gravas y ripios semiconsolidados de las terrazas generadas por parte de las Gravas de Atacama (Fotografías 8.1, 8.2 y 8.3).



Fotografía 8.1 Panorama de la subestación Maitencillo, al oeste de Vallenar hacia el NNW. Se aprecia el pediplano conformado por las Gravas de Atacama. A la izquierda de la fotografía se ubica la torre T-1.



Fotografía 8.2 Otro aspecto del pediplano de las Gravas de Atacama vista hacia el este en el lugar de las torres T-47 a T-50. Se aprecian antiguos surcos de labranza.



Fotografía 8.3 Detalle de los niveles superiores de ortoconglomerados de las Gravas de Atacama en el valle del río Huasco. Nótese la matriz fuertemente cementada con materiales calcáreos. Detalle tomado en las cercanías de la torre T-79.

Sólo algunas torres (15 torres: T-3 a T-6; T-11 a T-18 y T-44 a T-46) serán fundadas en cordones de baja altura correspondientes a granitoides cretácicos de la franja Central (Fotografía 8.4); 29 torres (torres: T-54 a T-56; T-67 a T-78; T-85 a t-95 y T-100 a T-102) se apoyarán en rocas volcánicas del Grupo Bandurrias que mantean unos 15° a 20° hacia el este y que conforman un relieve más abrupto y de mayor altura, haciendo más difíciles los accesos (Fotografías 8.5 y 8.6).



Fotografía 8.4 Panorama de los sitios de las torres T-2 y t-3 y T-4 a T-7. Vista hacia el SE. Las primeras dos torres se fundarán sobre las Gravas de Atacama y las siguientes lo harán en granitoides cretácicos correspondientes a la franja Central en terrenos de relieve suave, tal como la muestra la panorámica.



Fotografía 8.5 Panorama hacia el NE del Grupo Bandurrias en la ladera NE de la quebrada Jilguero. Se nota claramente la estratificación, que en este caso mantea hacia atrás de la fotografía. El material más claro corresponde a depósitos coluviales antiguos, probablemente asociados a las Gravas de Atacama.



Fotografía 8.6 Detalle de un afloramiento de lavas del Grupo Bandurrias en la ladera izquierda (sur) de la quebrada Jilguero. Se aprecia el aspecto masivo de las andesitas.

Las torres T-24, T-34 y T-98 ubicadas en las quebradas Maitencillo, La Higuera (afluentes sur del río Huasco, al oeste de Vallenar) y Jilguero (afluente este del río Huasco al este de Vallenar) (Fotografía 8.7), presentan un riesgo declarado de erosión y/o socavamiento de las fundaciones por crecidas aluvionales debidas a precipitaciones intensas en la zona de la Mediana Montaña, ya que se ubican sobre la terraza actual del cauce a no más de 1 a 2 metros sobre el lecho actual y a distancias menores a 100 metros del borde de la terraza, especialmente las torres T-34 y T-98 ubicadas entre 20 30 metros del borde convexo de los cauces respectivos, en donde la actividad erosiva es mayor.



Fotografía 8.7 Vista aérea del sector de ubicación de la torre T-98 en la terraza de la ladera derecha (norte) de la quebrada Jilguero. Se aprecia la cercanía de un cauce episódico. El doble triángulo indica la posición de la torre T-98.

Para estas 3 torres se considera un Riesgo Declarado con una posibilidad de ocurrencia media a baja, el que puede mitigarse con la construcción de barreras protectoras hacia aguas arriba. Los caminos de acceso por tratarse de un relieve relativamente plano en gran parte del trazado y por encontrarse cerca de rutas y caminos habilitados, no presentan mayores problemas excepto en el caso de algunas torres instaladas sobre relieves alejados de las rutas existentes. El riesgo para los caminos de acceso descritos para este tramo, son los mismos que los considerados para los tres casos descritos más arriba, y se refieren solamente a los accesos a esas torres. El riesgo de aluviones solo es importante cuando se instalan las torres y por lo mismo es un riesgo de importancia baja a de muy baja probabilidad de ocurrencia.

8.2 SEGMENTO 2: ENTRE LAS TORRES T-103 A T-139.

Este segmento se desarrolla a partir de la torre 103, sita en la ribera derecha (norte) del valle de río Huasco y finaliza en la torre T-139, la cual se ubica en las partes altas del macizo montañoso que separa las hoyas hidrográficas de las quebradas Jilguero (afluente norte del río Huasco) y La Higuera ubicada al norte del río Huasco. En este segmento se distinguen dos subsegmentos: un primer subsegmento de dirección ENE entre las torres T-103 y T-129

(Vértice V15) y un segundo subsegmento de dirección NNE entre la torre T-129 y la torre T-139.

Las torres de este segmento se fundarán sobre afloramientos de rocas volcánicas y sedimentarias del Cretácico Inferior y Superior. Los afloramientos presentan buena exposición y conforman franjas de estratos plegados con manteos generales que varían entre 20° a 50° (Fotografía 8.8), Las torres se ubicarán en general sobre puntos altos del relieve y algunas en laderas rocosas con poca cubierta coluvial (< 3 m) y que son superficies estructurales (techos de estratos). Sólo las torres T-133 a T-136 se fundarán en la roca intrusiva perteneciente a la franja Oriental de granitoides Paleógenos.



Fotografía 8.8 Vista general de los afloramientos de las sedimentitas y volcanitas del Grupo Chañarcillo que mantean hacia el este. Vista tomada hacia el NNE en los cordones de cerros al norte de la quebrada Jilguero. La loma del primer plano corresponde al sitio de la torre T-114.

En este tramo no se detectaron riesgos para las torres y en general los accesos a éstas, que corresponden en su mayor parte a caminos mineros, se encuentran en buen estado. Los accesos por construir se excavarán en su gran mayoría en roca con escasa cubierta de suelo. Los riesgos declarados que se prevén para los accesos durante su construcción, consisten principalmente en eventuales erosiones y socavamiento en los cruces de quebradas, producto de precipitaciones anormalmente intensas, cada 20 a 30 años. De aquí que es posible calificar este riesgo como de importancia baja y de baja probabilidad de ocurrencia. Otro riesgo (potencial) durante la construcción es el de la caída de rocas y/o derrumbes desde el talud a cerro en algunos accesos. Este riesgo, de importancia media a baja y de probabilidad de ocurrencia alta, se mitiga con una buena planificación y construcción del trazado del camino de acceso.

8.3 SEGMENTO 3: ENTRE LAS TORRES T-140 A T-275

El inicio del segmento es la torre T-140, a 440 metros al NNE de la torre T-139 y se extiende hasta la torre T-275 ubicada sobre la ladera derecha (norte) de la quebrada Algarrobal. Se distinguen cuatro subsegmentos: un primer subsegmento entre las torres T-140 y T-208 (Vértice 25) y que tiene dirección general NNE; un segundo subsegmento o tramo entre las torres T-208 y T-233 (Vértice V31), la que se ubica en la sierra muy próxima a las juntas de las quebradas Satolas y Las Cuñas, esta última afluente NE de la quebrada Algarrobal; la dirección de este tramo es ENE; el tercer tramo de dirección general ESE se desarrolla entre

la torre T-233 y la torre T-247(Vértice 34) sobre un cordón de cerros al sur de la quebrada Salitral, afluente NE de la quebrada Satolas; el cuarto subsegmento sigue una dirección general NE subparalela a la quebrada Salitral cruzando entre las torres T-266 y T-267 desde el lado sur al lado norte de la quebrada, terminando en Torre T-275.

En su mayor parte las torres de este segmento se fundarán en rocas intrusivas graníticas, granodioríticas y/o dioríticas, correspondientes a la Franja Oriental de edad Paleógeno; otras (torres T-172 a T-196 y T-214 a T-224) se fundarán en volcanitas, en parte metamorfizadas, correspondientes a la Formación Cerrillos (Cretácico Superior) que es intruida en el tramo por las rocas intrusivas ya mencionadas. Las torres T-225 a T-227 se ubican en escombros de falda y depósitos de conos de deyección (T-226) (fotografía 8.9) provenientes de la ladera derecha (norte) de la quebrada Las Cuñas, afluente NE de la quebrada Algarrobal, mientras que las torres T-228 y probablemente la T-229 se fundarán en materiales coluviales antiguos probablemente de compacidad media y relacionados con las Gravas de Atacama.



Fotografía 8.9 Vista general de la ladera N de la quebrada Las Cuñas mostrando los sitios de ubicación de las torres T-225 a T-227 en orden de izquierda a derecha. La torre T-226 se ubica sobre el cono de deyección.

De estas torres, la T-226 se ubica en un cono de deyección y a tan sólo a 30 metros de distancia de un cauce episódico de carácter torrencial (foto 8.10), el cual podría afectar a dicha torre produciendo erosión y/o socavamiento de sus fundación; el riesgo es de carácter potencial y de importancia media con una probabilidad de ocurrencia media a alta de acuerdo al período de recurrencia de las precipitaciones intensas de la zona.



Fotografía 8.10 Vista aérea (Imagen Google) del sector de ubicación de la torre T-226, indicada con el círculo blanco. Se aprecia la cercanía al cauce episódico que disecta el cono.

En general en este tramo los caminos de accesos existentes siguen los cauces de las quebradas más importantes. Estos caminos de accesos se harán en una zona de diferencias topográficas moderadas a altas pero de relieve en general suave y en donde la dificultad mayor es el acceso a la zona desde las quebradas principales. Por lo tanto dado el relieve y las condiciones climáticas generales de la zona, se estima que el único riesgo existente es el corte parcial de los caminos principales en las quebradas producto de erosión y/ socavamiento por lluvias intensas. Dado que este riesgo es válido solo durante la construcción, éste se estima de importancia baja y de probabilidad de ocurrencia muy baja.

8.4 SEGMENTO 4: ENTRE LAS TORRES T-275 A T-375

Se inicia en la Torre T-275 sobre la ladera derecha (norte) de la quebrada Salitral y se extiende en dirección general NE hasta las nacientes de la quebrada Amolanas (Torre T-375), afluente izquierdo del río Copiapó y de orientación Sur a Norte. Se distingue: un primer subsegmento de orientación NE entre las torres T-275 y T-331 (Vértice 44A); un segundo subsegmento de orientación general SSW–NNE entre las torres T-331 y T-359 (Vértice NV48) ubicado en las nacientes de la quebrada Grande, afluente de la quebrada Carrizo, afluente a su vez de la quebrada Yervas Buenas que desagua hacia el NW al norte de la

quebrada Algarrobal; un tercer subsegmento más corto, entre las torres T-359 y T-375 (final del segmento) y que tiene una orientación general ENE.

Todo el tramo se sitúa en el ámbito de la Formación Hornitos, la que contiene niveles de tobas ignimbríticas, andesitas, brechas volcánicas y sedimentarias y conglomerados continentales, todos ellos relacionados a episodios de efusión y explosión de sistemas o complejos volcánicos del Paleoceno. Las torres se ubican en las partes más altas de un relieve labrado a través de un antiguo pediplano (finicretácico), sobre el que se habría depositado la Formación Cerrillos que se dispone en una estructura sinclinal suave, cuyo eje tiene una orientación general variable entre NE a NS. Los afloramientos están en parte cubiertos por una capa de coluvios de espesor variable. Dado la suavidad del relieve y la ubicación de las torres, no se detectaron riesgos que puedan afectarlas. Respecto de los caminos de accesos, por ahora inexistentes, tampoco se prevén riesgos declarados ni potenciales, con excepción de los accesos a construir desde los caminos existentes en los fondos de las quebradas Hornitos y Amolanas para acceder al sector del tramo. En este caso, los riesgos potenciales podrían corresponder a eventuales caída de rocas y/o derrumbes del talud a cerro, riesgos que se mitigarán con un buen diseño del trazado y protecciones adecuadas de ser necesarias. Dado que estos riesgos sólo podrían tener importancia durante la construcción e instalación de las torres, se estima que éstos tendrían importancia baja y una probabilidad de ocurrencia también baja.

8.5 SEGMENTO 5: ENTRE LAS TORRES T-376 A T-484

Esta sección del trazado se extiende desde la torre T-376, a 100 metros al NNE de la torre T-375, hasta la torre T-484, la que se ubica en las nacientes de la quebrada El Arenal, afluente sur de la quebrada Estancilla, afluente su, a su vez del río Jorquera que es uno de los afluentes norte principales del río Copiapó. La sección del trazado adopta una poligonal en forma de arco quebrado y cóncavo hacia el norte, distinguiéndose los siguientes subsegmentos: un subsegmento de orientación NE, entre las torres T.376 y T-390 (Vértice NV51); un subsegmento de orientación NS ubicado entra las torres T-390 y T-403 (Vértice NV53), esta última ubicada en la divisoria de aguas entre la quebrada Amolanas y el río Manflas; un tercer subsegmento de orientación principalmente EW que ocupa la ladera occidental (izquierda) del río manflas, entre las torres T-403 y T-414 (Vértice NV53B) ubicada al pie de la ladera, muy cerca del camino de acceso a la hacienda Manflas; un cuarto subsegmento de orientación cercana a NS que se extiende hasta la torre T-426 (Vértice V55) y que corresponde al extremo norte del cordón divisorio entre los ríos Manflas y Copiapó; un subsegmento de orientación NE que cruza desde la torre T-426 hasta la ladera derecha (NW) del valle del río Jorquera hasta la torre T-447 (vértice V58); un quinto subsegmento de dirección SE que se extiende hasta la torre T-474 ubicada cerca de la cima de cerro El Rodeo; finalmente, un sexto subsegmento de orientación también SE que se extiende hasta la torre T-484 donde finaliza el tramo y que se ubica sobre la ladera izquierda (occidental) de la quebrada El Arenal, a unos 1.800 metros al NNE del portezuelo Estancilla.

El segmento completo se ubica en terrenos Jurásicos aTriásicos de las formaciones Lautaro y La Ternera. En este segmento las torres T-376 a T-409, las torres T-442 y T443 y las torres T-445 a T-447 y T-473, se localizan en rocas calcáreas marinas (Fm. Lautaro) (Fotografías 8.11 y 8.12), mientras que las torres T-410 a 413, T-418 a T-427, T-430 a T-441 y T-447 a T-472, se fundarán sobre estratos de volcanitas y sedimentitas triásicas (Fm. Las Breas)(Fotografías 8.13 y 8.14). La actitud general de las capas es monoclinal al oeste con variaciones entre 30° a 50°. Estas torres se emplazarán todas ellas en afloramientos de roca,

en su mayor parte sobre superficies estructurales correspondientes al “dorso” o techo de estratos (Fotografía 8.13).



Fotografía 8.11 Vista hacia el NW de la ladera occidental del río Manflas. La línea del tendido se desarrolla en la Formación Lautaro en la parte alta del cordón de cerros, siguiendo el perfil de la ladera marcado entre los dos puntos rojos.



Fotografía 8.12 Aspecto de los niveles sedimentarios de la formación Lautaro en la ladera noroccidental del río Jorquera. La vista, tomada hacia el NW, corresponde al sitio de instalación de las torres T-442 y T-443.



Fotografía 8.13 Vista parcial hacia el SSW de la ladera occidental del río Manflas mostrando la cuchilla donde pasa el tendido de Alta Tensión (Torres T-411 a T-413) en las rocas de la Fm. La Ternera. En rojo se indica la ubicación aproximada del tendido.



Fotografía 8.14 Vista hacia el E de la ladera este del valle del río Jorquera mostrando las superficies estructurales de las capas de la Fm. La Ternera que mantean hacia el oeste. La vista corresponde al tendido entre las torres T- 448A y T-452. El tendido se indica en color rojo.

Las torres T-414 a-417 se sitúan sobre los suelos aluviales del valle del río Manflas (Fotografía 8.15), mientras que las torres T-428 y T429 lo hacen sobre el fondo del valle del río Copiapó (Fotografía 8.16). La Torre T-443 se ubica en terrenos correspondientes a una antigua remoción en masa en la ladera occidental del río Jorquera; se trata de un deslizamiento antiguo en gran parte erosionado.



Fotografía 8.15 Aspecto el fondo del valle del río Manflas con rellenos aluviales aterrizados sobre los que se fundarán las torres T414- a T-417. Vista panorámica al NE.



Fotografía 8.16 Aspecto del valle del río Copiapó aguas arriba de la junta con el río Manflas. Vista hacia el SW. El paisaje corresponde al sitio de ubicación de las torres T-428 y T-429.

Los caminos de acceso se construirán a partir de caminos existentes en buen estado y sólo se prevé riesgos de caídas de rocas desde algunas laderas de cerros durante la construcción de aquellos y de las torres de la ladera occidental del río Manflas dado lo abrupto de esta ladera.

Los riesgos (declarados) reconocidos en este segmento se refieren a la zona donde se localizarán las torres T-414 a T-417 y T-428 a T-429, en efecto estas torres se ubican en la terraza de inundación de los valles respectivos (Fotografías 8.15 y 8.16), por lo que sus fundaciones podrían verse afectadas por fenómenos de erosión y/o socavamiento durante crecidas o aluviones generados por precipitaciones anormalmente intensas. Este riesgo se considera de importancia media y con una probabilidad de ocurrencia media a baja. Para disminuir este riesgo es conveniente la construcción de protecciones, aguas arriba de la ubicación de las torres, para desviar los eventuales flujos.

8.6 SEGMENTO 6: ENTRE LAS TORRES T-485 A T-525

El segmento tiene una orientación general SE y se extiende desde la torre T-485, en la ladera occidental de la quebrada El Arenal, hasta la torre T-525, que se ubica al pie de la ladera derecha (occidental) del río Pulido, a unos 800 metros al SSW de la confluencia de la quebrada Ramadillas con el río Pulido. Se distinguen en este tramo dos subsegmentos: el primero ascendente desde la torre T-485 hasta la torre T-511 (Vértice NV67) ubicada en la divisoria de aguas y un segundo subsegmento, algo sinuoso, que corresponde al descenso del trazado hasta el pie de la ladera occidental del valle del río Pulido.

Las torres de este sector se emplazarán en rocas graníticas paleozoicas (Plutón del río Pulido) y se fundarán sobre afloramientos de roca desnuda; otras lo serán en coluvios finos y gruesos (arenas, ripios y gravas)(escombros de falda) de espesor variable (torres T-485 a T-494 y T-523 y T-524). La torre T-525, última del tramo, se ubicaría sobre el sector de aguas arriba de un cono de deyección y a más de 15 metros de altura sobre el nivel de la terraza de inundación actual del río Pulido, por arriba del camino (Fotografía 8.17).



Fotografía 8.17 Vista aérea hacia el norte del sector del río Pulido en donde finaliza el segmento 6. Se indica en rojo la posición de la torre T-575 sobre el cono de deyección de la ladera derecha (oeste) del valle.

Los únicos riesgos potenciales para las torres T-485 a T-494 y T-523 a T-524, consisten en eventuales deslizamientos de la capa superficial de coluvios durante precipitaciones anormales o durante la época de fusión de las nieves invernales; estos fenómenos afectarían también a los caminos de acceso. Por otra parte, el relieve se presenta con pendientes relativamente suaves menores a 25%. Este riesgo es de carácter potencial y al no apreciarse fenómenos de este tipo en el análisis de las imágenes laser proporcionadas, se concluye que se trata de un riesgo de importancia media y probabilidad de ocurrencia baja. Las mitigaciones en este caso deberán considerar protecciones ladera arriba de las bases de las torres y para los caminos de acceso taludes de cortes adecuados.

8.7 SEGMENTO 7: ENTRE LAS TORRES T-526 A T-573

Este segmento se extiende entra el valle del río Pulido y la quebrada Cocambico, afluente meridional de la quebrada Ramadillas, desde la torre T-526 hasta la torre T-573 con una orientación general SE, siguiendo un trazado aproximadamente paralelo al curso de la quebrada Ramadillas. Las variaciones de la orientación no son significativas para determinar subsegmentos en este tramo.

En este tramo se distinguen al oeste una unidad volcanoclástica (Fm Quebrada Seca) del Cretácico Superior que mantea unos 30° a 40° hacia el W; en ella se ubicarán las torres T-526 a T-536 sobre una superficie estructural con una cubierta variable de coluvio. Las torres T-237 a T-561 se localizarán en un relieve marcado por valles y quebradas amplios, de orientación NS a NNE y con pendientes menores a 25° en general. A partir de la torre T-362 y hasta el final de este segmento en las nacientes de la quebrada Cocambico, el sustrato de

fundación de las torres corresponde a sedimentitas clásticas continentales (areniscas y conglomerados rojos) de la Formación Lagunillas (Jurásico) que en ocasiones presentan una cubierta coluvial poco potente (<5 m).

Dada la disposición estructural de los estratos, una parte importante de las torres se fundará en superficies estructurales y/o en cornisas de roca, en general con muy poco a nada de cubierta vegetal. Sólo algunas torres se emplazarán en ladera de quebradas de baja pendiente y con cubierta de coluvios entre 1 a 5 metros.

En este segmento, dadas las características litológicas y estructurales de las unidades concernidas, no se prevén riesgos para las torres. Dado que el relieve en general es suave, con amplias laderas poco profundas y de pendientes moderadas a bajas (< 20°) (Fotografía 8.18), tampoco se prevén riesgos para los caminos de acceso.



Fotografía 8.18 Vista hacia el WSW de la Fm. Cocambico y más atrás la Fm. Quebrada Seca mostrando aspectos característicos del relieve del segmento 8.7 del tendido de Alta tensión.

8.8 SEGMENTO 8: ENTRE LAS TORRES T-574 A T-616

Entre las torres T-574 y T-584 el trazado sigue una dirección ESE y que corresponde a un primer subsegmento seguido de un segundo subsegmento de orientación general EW y que se extiende hasta la torre T-613 (Vértice V82) sobre la ladera sur de la quebrada Caserones. Desde ahí y hasta el final (Vértice ML) se tiene un tercer y último subsegmento de orientación principalmente NS y que cruza hasta la vertiente norte de la quebrada Caserones.

En este segmento las torres se fundarán en rocas intrusivas paleozoicas (Plutón Ramadillas) y posiblemente rocas intrusivas terciarias. Se trata de granitos a monzo- y sienogranitos y granodioritas. El Plutón de Ramadillas muestra las mismas características (litológicas, estructurales y relaciones de contacto) que el Plutón del río Pulido, por lo que se consideran cogenéticos. Dadas las condiciones de ambiente periglacial que prevalecen en este sector,

las laderas suelen presentar una cubierta coluvial fina a gruesa (arenas, ripios y gravas) que alcanza espesores importantes (> 20 m). De acuerdo con lo anterior, algunas torres se fundarán en afloramientos rocosos, mientras que otras lo harán en coluvio y en laderas con pendientes superiores al 25%. Las torres T-575 a T-582, y T-584, T-586 a T-589, T-592 y T-593, T-597, T-615 y T-616 se emplazarán en afloramientos rocosos con muy poca o nada de cubierta coluvial. Las torres restantes de este tramo lo harán sobre depósitos coluviales de ladera con espesores mayores a 5 m (estimado).

En este tramo las torres T-584A, T-589A, T-595 y T-596, T-597A a T-601, T-606 y T-607 y T-613 a T-614, son las únicas de este segmento que pueden verse afectadas por deslizamientos de la cobertura coluvial. Este riesgo se considera declarado y de importancia media a alta y probabilidad de ocurrencia media.

9 CONCLUSIONES

El trazado de Alta Tensión del Proyecto Caserones cruza las unidades geomorfológicas de la Cordillera de la Costa, Mediana Montaña y Cordillera de Los Andes, atravesando varias unidades formacionales y franjas intrusivas que abarcan desde el Paleozoico hasta el Cenozoico. Se ubica en las hoyas hidrográficas de los ríos Huasco y Copiapó y cuencas de la quebrada Algarrobal y de otras quebradas menores.

Los riesgos detectados corresponden a deslizamientos superficiales de cobertura coluvial, caídas de rocas y fenómenos de erosión y/o socavamiento. Los deslizamientos de coluvios pueden ocurrir en ladera con alta pendiente, al igual que las caídas de rocas, mientras que los procesos de erosión y/o socavamiento están relacionados a fondos de valle que pueden sufrir crecidas o aluviones.

De un total de 615 torres que tiene el tendido, sólo un total de 35 torres (5,7 % del total) estarían afectadas por algún tipo de los riesgos geológicos identificados.

Las torres en riesgo de los segmentos 1 (torres T-24; T-34 y T-98), 3 (torre T-226) y 5 (torres T-414 a T-417 y T-428 a T-429) podrían sufrir fenómenos de erosión y/o socavamiento por crecidas o aluviones relacionados a intensa precipitaciones episódicas.

Para los segmentos 6 (Torres T-485 a T-494 y T-523 a T-524) y 8 (T-584A, T-589A, T-595 a T-596, T-597A a T-601, T-606 a T-607 y T-613 a T-614) el riesgo identificado es el de deslizamientos de la capa superficial de coluvio, en donde la desestabilización de la cobertura por sismos o exceso de agua serían los factores gatillantes.

Para los caminos de acceso, el riesgo se considera potencialmente presente sólo en la etapa de construcción del tendido, ya que una vez instaladas las torres, estos accesos serán utilizados solo ocasionalmente. Los riesgos detectados para los caminos de acceso consisten en erosión y/o socavamientos en los fondos de los valles principales y en la caída de rocas desde el talud a cerro en zonas de alta pendiente.