

ANEXO 6
CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO FOTOVOLTAICO LOS MANOLOS

ANEXO N° 6 CARACTERIZACIÓN DE MEDIO FÍSICO

ELABORADO PARA



General Flores 90, Providencia · Santiago · Chile · Fono (+56) 2 2963 8560 · www.inercochile.com · www.ial.cl

NOVIEMBRE 2015

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGÍA.....	2
3.1. ÁREA DE INFLUENCIA	2
4. COMPONENTES LÍNEA BASE DEL MEDIO FÍSICO.....	2
4.1. GEOMORFOLOGÍA	2
4.1.1 <i>Antecedentes Generales</i>	2
4.1.2 <i>Metodología</i>	2
4.1.3 <i>Resultados</i>	3
4.1.4 <i>Conclusiones</i>	7
4.1.5 <i>Bibliografía</i>	7
4.2. GEOLOGÍA	8
4.2.1 <i>Antecedentes Generales</i>	8
4.2.2 <i>Metodología</i>	8
4.2.3 <i>Resultados</i>	8
4.2.4 <i>Conclusiones Parciales</i>	11
4.2.5 <i>Bibliografía</i>	11
4.3. HIDROGEOLOGÍA.....	12
4.3.1 <i>Antecedentes Generales</i>	12
4.3.2 <i>Metodología</i>	12
4.3.3 <i>Resultados</i>	12
4.3.4 <i>Conclusiones Parciales</i>	15
4.3.5 <i>Bibliografía</i>	15
4.4. HIDROGRAFÍA	16
4.4.1 <i>Antecedentes generales</i>	16
4.4.2 <i>Metodología</i>	17
4.4.3 <i>Resultados</i>	17
4.4.4 <i>Conclusiones parciales</i>	20
4.4.5 <i>Bibliografía</i>	20
4.5. EDAFOLOGÍA.....	21
4.5.1 <i>Antecedentes generales</i>	21
4.5.2 <i>Metodología</i>	21
4.5.3 <i>Resultados</i>	22

4.5.4	<i>Conclusiones parciales</i>	24
4.5.5	<i>Bibliografía</i>	25
5.	CONCLUSIONES MEDIO FÍSICO	26

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 3.1.1	ÁREAS DE INFLUENCIA DE ACUERDO A LOS COMPONENTES ANALIZADOS	2
CUADRO N° 4.2.1	GEOLOGÍA ÁREA PROYECTO	9

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 4.1.1.	GEOMORFOLOGÍA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	3
FIGURA N° 4.1.2.	GEOMORFOLOGÍA ÁREA PROYECTO	4
FIGURA N° 4.1.3.	RANGO DE PENDIENTES ÁREA PROYECTO	6
FIGURA N° 4.1.4.	VISTA GENERAL SECTOR DE EMPLAZAMIENTO PLANTA FOTOVOLTAICA	7
FIGURA N° 4.2.1	GEOLOGÍA ÁREA PROYECTO Y CONTEXTO GEOLÓGICO	10
FIGURA N° 4.3.1.	HIDROGEOLOGÍA EN ÁREA DE PROYECTO	14
FIGURA N° 4.4.1.	SUBCUENCAS ÁREA DE PROYECTO	19
FIGURA N° 4.5.1	CONTEXTO DEL USO DE SUELO EN LOS ALREDEDORES DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO	23
FIGURA N° 4.5.2.	CONDICIONES DEL TERRENO EN EL ÁREA DE PROYECTO	23
FIGURA N° 4.5.3.	CARACTERÍSTICAS DE SUELO DEL ÁREA DE PROYECTO	24

1. INTRODUCCIÓN

El “*Proyecto Fotovoltaico Los Manolos*” corresponde a la construcción y operación de Parque Fotovoltaico con una potencia instalada de 79,5 MW y su respectiva Línea de Transmisión Eléctrica (LTE), destinadas a la generación de energía eléctrica y posterior inyección de ésta al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

Desde la S/E Elevadora de la Planta Fotovoltaica la energía producida será transmitida a la Subestación Distribuidora Parinacota, perteneciente al SING a través de la Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) de 220 kV del Proyecto, cuya extensión aproximada será de 19,4 km y estará compuesta y sostenida por 69 torres de alta tensión.

Los componentes analizados en el presente documento, corresponden a los siguientes:

- Geomorfología
- Geología;
- Hidrogeología;
- Hidrografía; y,
- Edafología.

1.1. Ubicación del área de estudio

La ubicación político-administrativa a nivel Regional, Provincial y Comunal del Proyecto es la siguiente:

Región : Región de Arica y Parinacota
Provincia : Arica
Comuna : Arica

El Proyecto se emplaza aproximadamente a 16 km al Sureste (SE) de la ciudad de Arica. En un contexto más próximo, el Proyecto se ubica sobre la Pampa de Acha, al Sur (S) de la quebrada Las Llosyas, tributaria del río San José de Azapa. Respecto al Parque Fotovoltaico, es importante indicar que éste se encuentra escindido por la LTE Cóncores Parinacota y su camino de servicio, de tal forma que el parque se divide en un área de paneles oriente y un área de paneles poniente.

En cuanto al entorno próximo, en el sector de la quebrada de Las Llosyas corresponde al área con presencia de actividad humana más próxima al Parque Solar, las cuales corresponden a las Asociaciones Indígenas Aimaros Chognia Pajata y Sol Naciente distantes del Parque Solar en 2 km aprox. en línea recta

2. OBJETIVOS

Realizar un documento técnico que contenga los contenidos referidos al área de estudio en materia de Medio Físico para los componentes geomorfología, geología, hidrogeología, hidrografía y edafología.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de Influencia

Con motivo de la realización del estudio, se requirió la determinación de áreas de influencia por componentes ambientales, en este sentido, y en virtud de las características del Proyecto, se definieron los siguientes componentes ambientales a ser analizados.

Cuadro N° 3.1.1 Áreas de Influencia de acuerdo a los Componentes Analizados

COMPONENTES AMBIENTALES		ÁREA DE INFLUENCIA
MEDIO	COMPONENTE	
FÍSICO	Geomorfología	Subcuenca
	Geología	Subcuenca
	Hidrogeología	Subcuenca
	Hidrografía	Subcuenca
	Edafología	Subcuenca

Fuente: Elaboración Propia, 2015.

4. COMPONENTES LÍNEA BASE DEL MEDIO FÍSICO

4.1. Geomorfología

4.1.1 Antecedentes Generales

La Región cuenta con franjas longitudinales que condicionan la ocupación del espacio. En la costa se encuentran dos planicies marinas, lugar donde está asentada Arica, y hacia el sur se desarrolla el farellón costero que domina la Región desde Arica hacia el Sur. Continuando hacia el Este aparece la Cordillera de la Costa, atravesada por los valles que posibilitan la agricultura en la zona, la precordillera del Río Lauca, y finalmente la Cordillera prealtiplánica.

4.1.2 Metodología

La metodología se basa en una revisión bibliográfica para caracterizar las formaciones geomorfológicas en las que se emplazará el Proyecto. Además se realiza una modelación dependientes con el fin de caracterizar de manera general el relieve del lugar.

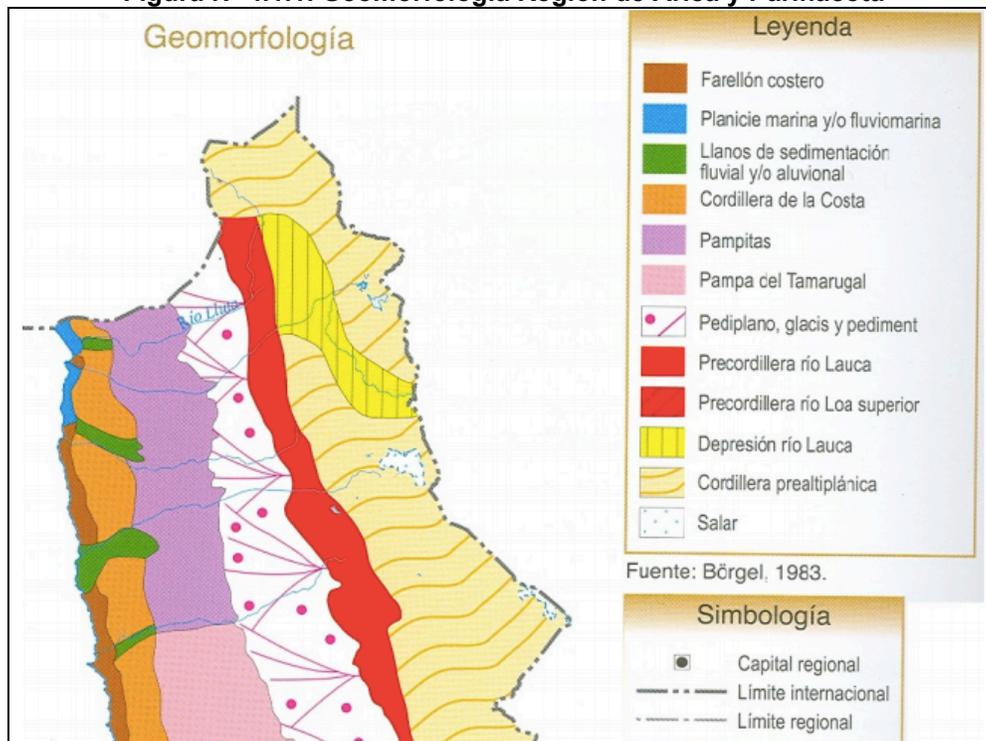
4.1.3 Resultados

De acuerdo a la clasificación de Börgel (1963), el área del Proyecto se inserta en la Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Prealtiplánicas. Esta área se caracteriza por la presencia de 12 formaciones geomorfológicas, las que se indican a continuación:

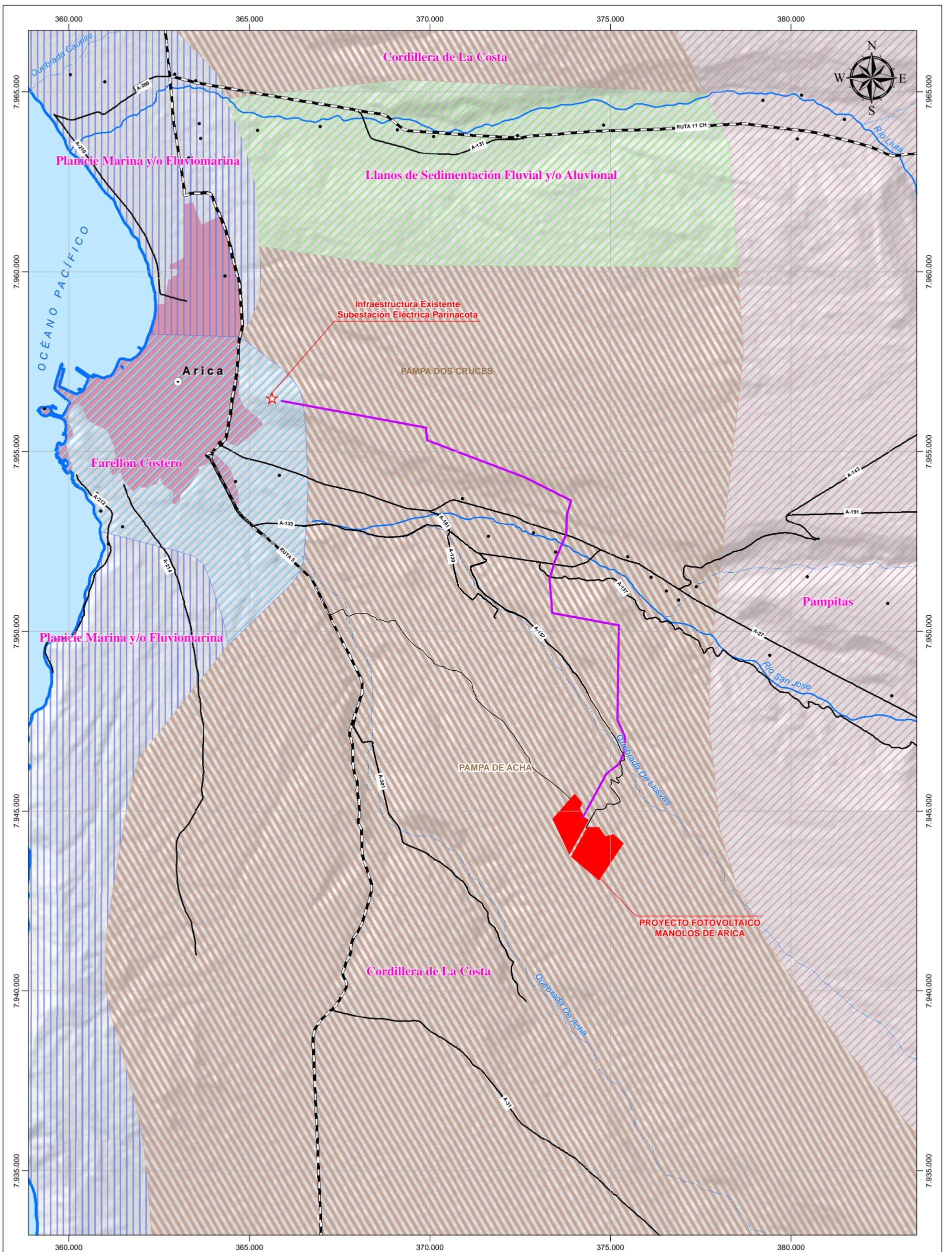
- Farellón costero
- Planicie marina o fluviomarina
- Llanos de sedimentación fluvial y/o aluvional
- Cordillera de la Costa
- Pampitas
- Pampa del Tamarugal
- Pediplano, glacis y pedimento
- Precordillera río Lauca
- Precordillera río Loa superior
- Depresión río Lauca
- Cordillera prealtiplánica
- Salar

La siguiente figura muestra la distribución de estas formaciones en la Región, mientras que en la figura 4.1.2 se aprecia la geomorfología del área indicando el emplazamiento del Proyecto.

Figura N° 4.1.1. Geomorfología Región de Arica y Parinacota



Fuente: Borgel (1963), extraído de www.educarchile.cl.



LEYENDA		SIMBOLOGÍA	
BORDEL	<ul style="list-style-type: none"> Cordillera de La Costa Farellón Costero Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional Pampitas Planicie Marina y/o Fluvio Marina 	Asentamientos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> Ciudad Zona Urbana Centros Poblados
Infraestructura Existente	<ul style="list-style-type: none"> Subestación Parinacota 	Red Vial	<ul style="list-style-type: none"> Caminos Principales Rutas Principales
Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> LTE Área de Proyecto Manolos de Arica 	Hidrografía	<ul style="list-style-type: none"> Quebrada Río Costa

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO FOTOVOLTAICO LOS MANOLOS	
FIGURA N° 4.1.2. MAPA GEOMORFOLOGICO DE BÖRDEL DEL ÁREA DE PROYECTO	
Escala: 1:100.000 Datum: WGS 84 Sist. de Coord.: UTM Huso 19 S	Elaboró: RR Revisó: EF Aprobó: JMO
Fecha: Septiembre, 2015.	

El emplazamiento del Proyecto se relaciona con las formaciones Cordillera de la Costa y Pampitas, y se relaciona además con los Llanos de sedimentación fluvial y/o aluvional, debido a su paso por la Quebrada Llosyas y Valle de Azapa.

En la Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Prealtiplánicas, la Cordillera de la Costa y sus depresiones internas corresponde al cuarto elemento zonal que se inscribe en el perfil de mar a cordillera. Se considera como parte de esta formación aquellos paños y alineamientos altos que sobresalen del nivelamiento general de la pampa, por encima de los 1.500 msnm; considerando la altura media de las depresiones locales, la altura relativa de los cerros que conforman esta cordillera sería del orden de 400 a 600 m. Debido a esta circunstancia, hay relieves dependientes del tronco costero sometidos a procesos de erosión y sepultación que minimizan las formas a simples lomas de suaves perfiles convexos.

La Cordillera de la Costa en esta región conserva el carácter de correos islas, empinándose solo algunas centenas de metros por encima del plan alto de la pampa. Esta morfología es válida para todo el sector costero comprendido entre Arica por el Norte y el río Loa por el sur.

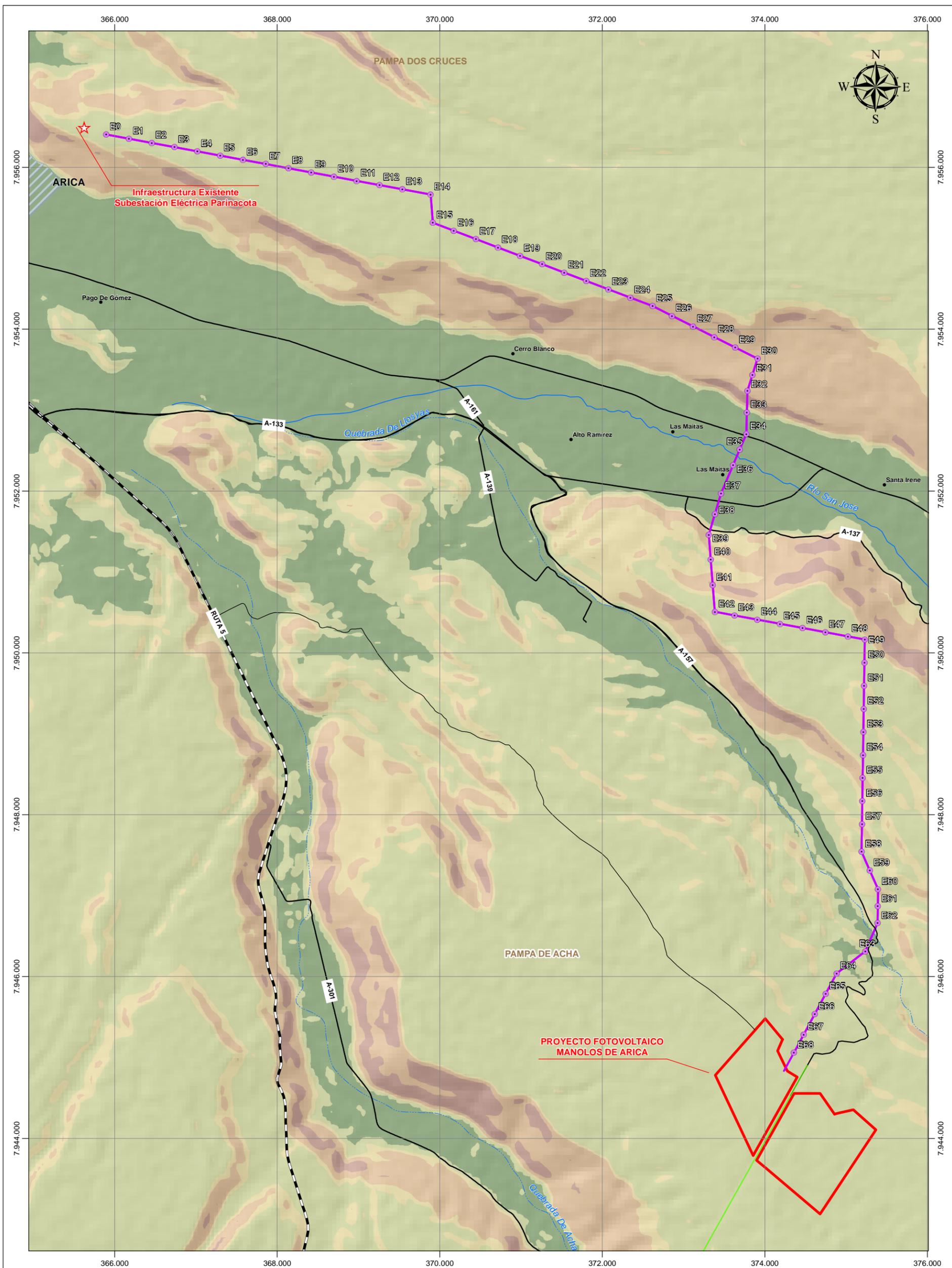
Por otra parte, la zona de las pampas centrales ocupa una faja N-S limitada por la cota 600 m a oeste y por la cota 1.500 al este. Se extiende desde la línea de la Concordia por el norte hasta el río Elqui por el sur.

La Gran Pampa Central desértica se ha subdividido en porciones que van de norte a sur: Pampitas, Pampa del Tamarugal, Desierto de Atacama, Pampa ondulada o austral, y Pampa transicional.

El área Proyecto se relaciona con la porción más septentrional correspondiente a Pampitas, término que obedece al hecho morfológico erosivo que ha determinado una disección de la pampa, como unidad morfológica, en secciones separadas por profundas y amplias quebradas.

Además, el emplazamiento del Proyecto se relaciona con la tercera zona geomorfológica, los llanos de sedimentación, correspondiente al efecto de llanura de acumulación detrítica producida por la coalescencia de materiales continentales con depositaciones marinas. La mayor de estas coalescencias es la que se establece en las cercanías de Arica, como consecuencia de la llegada al mar de varias quebradas locales, entre las que se encuentran la quebrada de Azapa y la quebrada Losyas, entre otras quebradas. La coalescencia de estos drenes organiza una playa de sedimentación aluvial antigua, erosionada en la actualidad por crecidas torrenciales que han excavado lechos de paredes verticales en dichas acumulaciones.

En la siguiente figura se observa el emplazamiento del Proyecto considerando rangos de pendientes presentes en el lugar.



LEYENDA

Rangos de Pendiente en %

00 - 10
10 - 20
20 - 30
30 - 50
50 - 100

Proyecto

- Torres
- LTE
- Área de Proyecto Manolos de Arica

Infraestructura Existente

- Subestación Parinacota

SIMBOLOGÍA

Asentamientos Humanos

- Ciudad
- Centros Poblados
- Zona Urbana

Red Vial

- Caminos Principales
- Rutas Principales

Hidrografía

- Quebrada
- Río
- Costa

DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO FOTOVOLTAICO LOS MANOLOS

FIGURA N° 4.1.3.
RANGO DE PENDIENTE EN EL ÁREA DE PROYECTO

0 600 1.200 2.400 m

Escala: 1:45.000	Elaboró: RR
Datum: WGS 84	Revisó: EF
Sist. de Coord.: UTM Huso 19 S	Aprobó: JMO

INERCO Fecha: Septiembre, 2015.

Como se observa en la figura, debido a las características de pampa del área de emplazamiento del Proyecto, se observan grandes extensiones de terreno con un rango de superficie uniforme. Así, el parque fotovoltaico emplazado en la Pampa Acha, se emplaza en un sector con pendiente uniforme entre el 10 y 20%. Se aprecia también que la porción del trazado de la línea de transmisión eléctrica que atraviesa perpendicularmente el Valle de Azapa, se encuentra con pendiente entre 0 y 10% en el valle debido a las condiciones de depositaciones aluviales de esta área.

En la figura a continuación se observa una vista general del área de emplazamiento del parque fotovoltaico en la Pampa Acha.

Figura N° 4.1.4. Vista general sector de emplazamiento planta fotovoltaica



Fuente: Fotografía terreno febrero 2013.

4.1.4 Conclusiones

De acuerdo a Borgel (1963), emplazándose el parque fotovoltaico en torno a los 600 msnm, el Proyecto se relaciona principalmente con la zona geomorfológica denominada como Pampitas, debido a las características de planicie del emplazamiento; por otra parte, se relaciona aunque en menor medida con los denominados llanos de sedimentación, particularmente en lo referido a la quebrada Llosyas y a la quebrada de Azapa, debido al paso de la línea de transmisión eléctrica por estas áreas.

Finalmente, debido a las características de pampa del área de emplazamiento del Proyecto, y al paso de la línea de transmisión eléctrica por el valle de Azapa, se observan en el lugar grandes extensiones de terreno con rango de pendiente uniforme.

4.1.5 Bibliografía

BÖRGEL, R. 1982. Colección Geografía de Chile Tomo II Geomorfología, Instituto Geográfico Militar de Chile. Santiago, Chile. 182 p.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y EVALUACIÓN. Ministerio del interior – subsecretaría de desarrollo regional y administrativo. 2007. Línea base región de Arica y Parinacota. diagnóstico a la nueva región para visualizar sus posibilidades de cara al futuro. 155p.

4.2. Geología

4.2.1 Antecedentes Generales

La geología del área de emplazamiento de Proyecto está descrita a nivel de escala nacional, en el Mapa Geológico de Chile en su versión digital del año 2004, escala 1:1.000.000; en mayor detalle, el área está descrita en la Hoja Arica.

La Hoja Arica, escala 1:250.000, abarca el área ubicada entre los 18 y 19°S y entre la línea de costa (ca. 70°25'W) y la frontera con Bolivia (ca. 69°W), en el extremo norte de Chile. El área comprende las unidades fisiográficas de la Cordillera de la Costa, la Depresión Central, la Precordillera y la Alta Cordillera, donde afloran rocas que abarcan, en edad, desde el Proterozoico Superior al Holoceno.

4.2.2 Metodología

Para el desarrollo de la caracterización geológica del Proyecto, se revisaron antecedentes bibliográficos geológicos de la Región de Arica y Parinacota. Las fuentes de información utilizadas para la caracterización geológica del área del Proyecto corresponden al Mapa Geológico de Chile, publicada por el SERNAGEOMIN (2002), en su versión digital del año 2004, de escala 1:1.000.000; además de la revisión de la Hoja Arica (SERNAGEOMIN, 2004).

4.2.3 Resultados

El emplazamiento del Proyecto, debido a la ubicación del parque fotovoltaico, se relaciona principalmente con depósitos aluviales de la cordillera de la costa OMma (Oligoceno-Mioceno Medio), conforme a la Hoja Arica, los cuales corresponden a Depósitos sedimentarios continentales subhorizontales, principalmente detríticos, que rellenan depresiones aisladas en la Cordillera de Costa o en su flanco oriental. Sobreyacen en discordancia angular a las formaciones Camaraca (Jmc), Los Tarros (Jst) y Atajaña (JsKia) y a las rocas intrusivas del Jurásico Medio-Superior. Al sudeste de Arica y en la quebrada Vitor, los depósitos aluviales (OMma) se interdigitan, en parte, con las formaciones Azapa (Oa), Oxaya (OMo) y El Diablo (Mimd), las cuales se exponen inmediatamente al este, en la Depresión Central.

Los depósitos OMma alcanzan espesores de hasta 200 m y están formados por arenas, gravas y brechas sedimentarias, de grano fino a grueso, y limos, semiconsolidados, de colores pardo, gris claro y amarillo, con intercalaciones locales de tobas y de niveles salinos. Se presentan bien estratificados en capas, tanto tabulares continuas como lenticulares, de espesor decimétrico y centimétrico. Los depósitos son mal seleccionados e inmaduros (en textural y composición), formados por clastos angulosos a subangulosos. Predominan arreglos clastosoportados y localmente se observa imbricación de los guijarros. Los clastos, de diámetro menor a 10 cm, son de rocas volcánicas, plutónicas y sedimentarias, jurásicas, provenientes de la erosión de la Cordillera de la Costa. La matriz, a veces escasa, es arenosa a arcillosa. Las areniscas muestran localmente estratificación cruzada, de ángulo variable. Los depósitos se encuentran cementados principalmente por halita y carbonatos.

Las características sedimentológicas de estos depósitos permiten interpretarlos como productos de flujos poco potentes, subsaturados en agua (flujos hiperconcentrados), predominantemente de detritos y subordinadamente de barro, de ambiente aluvial proximal a intermedio, y subordinadamente de ambiente fluvial proximal y coluvial con retrabajo aluvial. Muy localmente se preservan depósitos eólicos.

El sector se relaciona además con la formación Intrusivos de Acha Ki(b) (Cretácico), correspondientes a cuerpos expuestos a 5-10 km al sudeste de Arica, en las quebradas Acha (o La Higuera) y Azapa, donde intruyen a las formaciones Los Tarros y Atajaña. Están cubiertos por depósitos aluviales del Oligoceno- Mioceno (OMma).

Además y en menor medida el Proyecto debido al trazado de la línea de transmisión eléctrica, se relaciona con la Formación Azapa Oa (Oligoceno-Mioceno bajo). La Formación Azapa fue definida por Salas et al. (1966) como una sucesión sedimentaria subhorizontal, de conglomerados continentales, medianamente consolidados, expuesta en el curso medio de la quebrada homónima, en los alrededores de la localidad de Ausipar. Se expone restringida y discontinuamente en el fondo de las quebradas mayores que cruzan la Depresión Central del área de la Hoja (quebradas Lluta, El Diablo, Azapa, Vitor y Camarones).

Al sudeste de Arica y en la quebrada Vitor, las rocas de la Formación Azapa (Oa) se interdigitan, en parte, con los Depósitos aluviales del Oligoceno-Mioceno Medio (OMma). Se considera como Formación Azapa a las rocas sedimentarias detríticas que subyacen concordantemente a la toba inferior de la sucesión de la Formación Oxaya

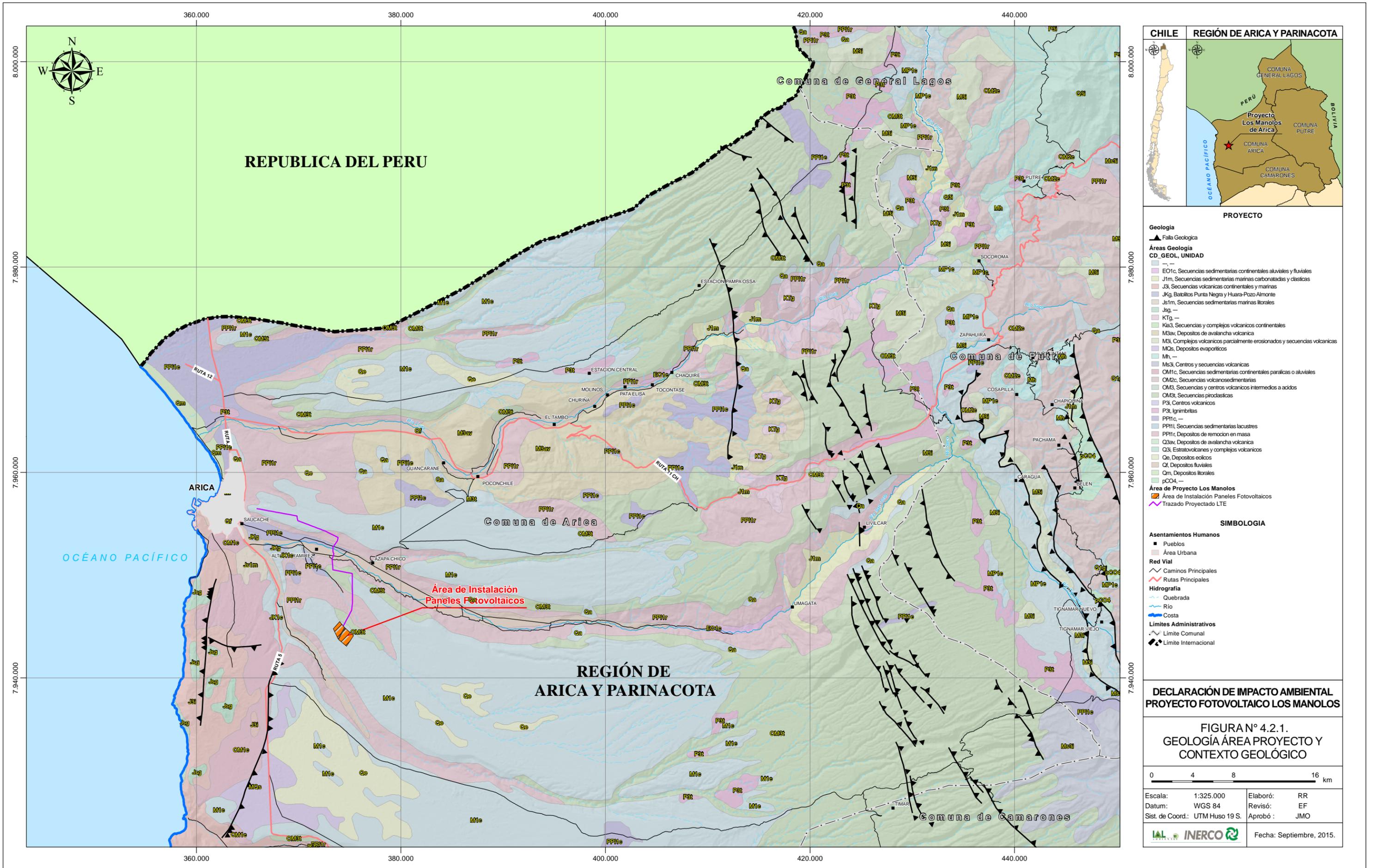
Considerando el Mapa Geológico de Chile en su versión digital del año 2004, el Proyecto abarca diferentes periodos, los cuales se indican en el siguiente cuadro, y cuya descripción se adosa a esta. Por su parte en la figura 4.2.1 se observa el emplazamiento del Proyecto y su contexto geológico.

Al respecto, el Proyecto se relaciona en mayor medida con la formación M1c debido al emplazamiento del parque fotovoltaico en esta formación, y en menor medida con las formaciones PPI1r y OM3t debido al trazado de la línea de transmisión eléctrica.

Cuadro N° 4.2.1 Geología Área Proyecto

PERÍODO	DESCRIPCIÓN
M1c Mioceno Inferior- Medio	Secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales: gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas. En las regiones I a III: formaciones Diablo, Chucal, Altos de Pica (superior) y Gravas de Atacama; en las regiones VIII a IX: Formación Cura-Mallín (superior); en la región XI: Formación Las Dunas.
PPI1r Plioceno-Pleistoceno	Depósitos de remoción en masa: brechas polimícticas con matriz de arena/limo en proporción variable, de flujo o deslizamiento gravitacional. En la Cordillera Principal: flujos de detritos de las quebradas Lluta y Camarones (región I); avalancha de detritos de Colón-Coya (región VI).
OM3t Oligoceno-Mioceno	Secuencias piroclásticas dacíticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso. En la Cordillera Principal, regiones I a III: Formación Oxaya, ignimbritas Río Frío y Los Ternereros.

Fuente: Elaboración propia base Mapa Geológico de Chile.,2015.



PROYECTO

- Geología**
- ▲ Falla Geológica
- Áreas Geología**
- CD_GEOL_UNIDAD**
- EO1c, Secuencias sedimentarias continentales aluviales y fluviales
 - J1m, Secuencias sedimentarias marinas carbonatadas y clásticas
 - J3, Secuencias volcánicas continentales y marinas
 - JKg, Balchillos Punta Negra y Huara-Pozo Almonte
 - Js1m, Secuencias sedimentarias marinas litorales
 - Jsg, —
 - KTg, —
 - Kia3, Secuencias y complejos volcánicos continentales
 - M3av, Depósitos de avalancha volcánica
 - M3, Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas
 - MQs, Depósitos evaporíticos
 - Mn, —
 - Ms3, Centros y secuencias volcánicas
 - OM1c, Secuencias sedimentarias continentales paralicas o aluviales
 - OM2c, Secuencias volcánicas sedimentarias
 - OM3, Secuencias y centros volcánicos intermedios a acidos
 - OM3t, Secuencias piroclásticas
 - P3, Centros volcánicos
 - P3t, Ignimbritas
 - PP1c, —
 - PP1t, Secuencias sedimentarias lacustres
 - PP1r, Depósitos de remoción en masa
 - Q3av, Depósitos de avalancha volcánica
 - Q3t, Estratovolcanes y complejos volcánicos
 - Qe, Depósitos eólicos
 - Qf, Depósitos fluviales
 - Qm, Depósitos litorales
 - pCO4, —
- Área de Proyecto Los Manolos**
- Área de Instalación Paneles Fotovoltaicos
 - Trazado Projectado LTE

- SIMBOLOGIA**
- Asentamientos Humanos**
- Pueblos
 - Área Urbana
- Red Vial**
- Caminos Principales
 - Rutas Principales
- Hidrografía**
- Quebrada
 - Río
 - Costa
- Limites Administrativos**
- Limite Comunal
 - Limite Internacional

**DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO FOTOVOLTAICO LOS MANOLOS**

**FIGURA N° 4.2.1.
GEOLOGÍA ÁREA PROYECTO Y
CONTEXTO GEOLOGICO**



Escala:	1:325.000	Elaboró:	RR
Datum:	WGS 84	Revisó:	EF
Sist. de Coord.:	UTM Huso 19 S.	Aprobó:	JMO

4.2.4 Conclusiones Parciales

En el área Proyecto se distinguen las siguientes formaciones geológicas con sus periodos correspondientes:

- Secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales (M1c del Mioceno Inferior-Medio). Corresponde al emplazamiento del parque fotovoltaico
- Depósitos de remoción en masa (PPI1r Plioceno-Pleistoceno), relacionado con parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica
- Secuencias piroclásticas dacíticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso (OM3t Oligoceno-Mioceno): relacionado con parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica

4.2.5 Bibliografía

SERNAGEOMIN, Mapa Geológico de Chile 2002, de escala 1:1.000.000, en su versión digital del año 2004.

SERNAGEOMIN, 2004. Carta Geológica de Chile. Hoja Arica Región de Tarapacá. 150 p.

4.3. Hidrogeología

4.3.1 Antecedentes Generales

El Proyecto se emplaza en la cuenca del río San José, la cual nace en el sector precordillerano de la Provincia de Arica en la Pampa de Oxaya. Esta cuenca alcanza una superficie superior a los 3.000 Km² Y lleva agua sólo en su parte superior mientras que en la parte inferior (parte baja del Valle de Azapa) llega al mar sólo esporádicamente.

El curso inferior del Valle de Azapa, comprendido entre la bocatoma del canal Azapa y su desembocadura en el mar se ha desarrollado cortando principalmente las formaciones Oxaya y Azapa, atravesando además rocas más antiguas del tipo intrusivo plutónico en el sector de Cabuza (intrusivo diorítico El Buitre) y rocas estratificadas volcánicas y sedimentarias Jur(ísicas y Cretácicas (Formaciones Camaraca, Los Tarros y Atajaña) en la banda sur del sector de la desembocadura situado aguas abajo de la quebrada de Lloayas.

4.3.2 Metodología

Para el desarrollo de la caracterización hidrogeológica del Proyecto, se revisaron antecedentes bibliográficos respecto al componente hidrogeológico en la Región considerando lo indicado conforme al área de emplazamiento del Proyecto.

4.3.3 Resultados

Los depósitos de rellenos cuaternarios constituyen los principales contenedores de agua subterránea. Estos depósitos están restringidos al fondo y laderas de los valles de la zona. Entre éstos, aquéllos que se restringen exclusivamente a la zona de laderas, como es el caso de los depósitos coluviales y de remoción en masa, tienen un valor nulo como acuíferos, debido a su granulometría e impermeabilidad y a que se encuentran fuera o desconectados de las zonas de recarga.

En todo el valle de Azapa, los rellenos cuaternarios con orígenes de distintos tipos, sobre yacen a rellenos terciarios, cuyo valor como estratos acuíferos es considerablemente menor, aunque no completamente despreciable. Estos rellenos terciarios se ubicarían a profundidades mayores a 100 m y no tendrían características de acuíferos aprovechables, ya que a pesar de que podrían existir estratos lenticulares de permeabilidades más altas, ellos quedarían aislados del sistema general de recarga y transporte de agua subterránea.

Entre San Miguel y Pago de Gómez, el relleno del valle se compone de los depósitos fluviales actuales del lecho del río San José. Los acuíferos más profundos son de granulometría media a fina, con presencia de gravas y principalmente arenas, con algo de arcilla en algunos casos. En general, la presencia de dichos estratos se manifiesta entre los 35 y 45 m de profundidad, lo que sin embargo está sujeto a grandes variaciones locales.

En el sector de Cabuza del valle de Azapa, los niveles se encuentran alrededor de 30-35 m de profundidad, tendiendo a hacerse más superficiales hacia aguas abajo, lo que se mantiene hasta el sector de Las Riveras, donde los niveles están a unos 10 m de

profundidad, con ocurrencia de afloramientos históricos de vertientes (angostamiento del valle y depositación de finos de la Quebrada del Diablo). Desde allí hacia aguas abajo los niveles vuelven a profundizarse, llegando a 30 – 35 m en San Miguel, lugar en que existe una importante concentración de sondajes en explotación, produciéndose una nueva disminución de profundidad, hasta llegar a unos 15 m en el área ubicada frente a la Quebrada de Llosyas (estrechamiento local de la sección del valle y un aumento del contenido de finos presentes en el relleno). Desde Pago de Gómez hacia aguas abajo los niveles estáticos nuevamente tienden a profundizarse, hasta unos 30 m, que aumentan a 35-40 m en áreas muy localizadas asociadas a importantes extracciones de aguas subterráneas, como ocurre en el emplazamiento de la planta Azapa, en Saucache y en la ciudad de Arica.

La forma angosta y alargada del valle del río San José y la ausencia de recargas laterales impone un sentido de escurrimiento longitudinal en prácticamente todo el valle, excepto en las cercanías de la costa.

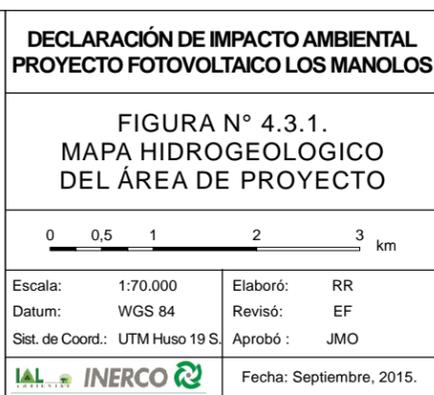
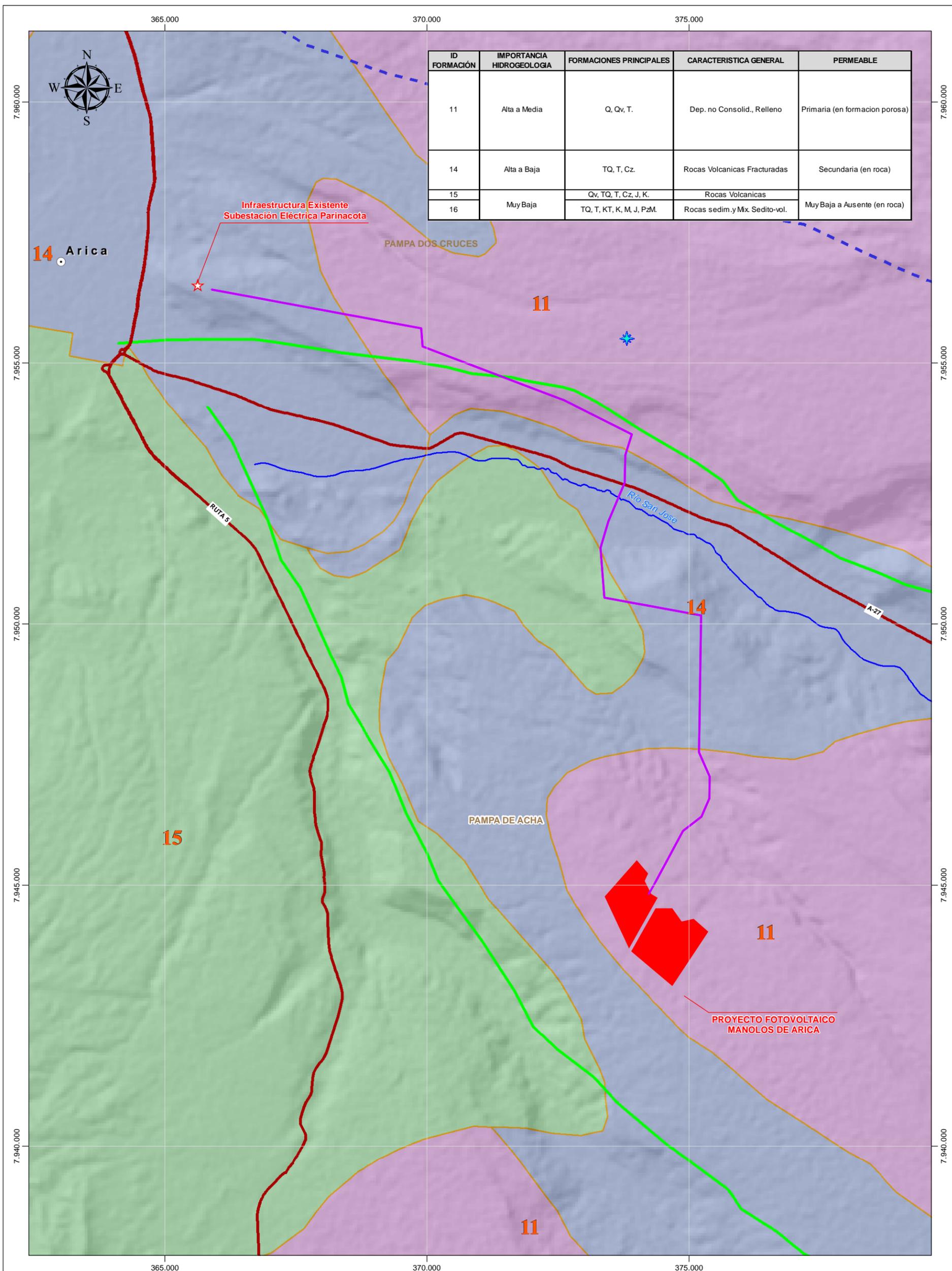
Una singularidad hidrogeológica importante, que se extiende a lo largo de todo el valle, influyendo significativamente en las transmisibilidades medias de cada sección transversal, es la constituida por el relleno ubicado sobre el lecho del río San José. La gran permeabilidad de los estratos acuíferos allí ubicados, especialmente los superficiales, permiten la recarga directa de las ocasionales crecidas.

En relación a la descarga neta al mar, ella sería muy pequeña o casi despreciable, por tratarse de un punto terminal del sistema que está siendo sobreexplotado y puesto que existe una desconexión entre el mar y el acuífero según los antecedentes de formaciones acuíferas, tampoco existiría un ingreso de agua de mar en forma apreciable hacia las napas profundas. Los contenidos del agua subterránea son muy similares al de las aguas de la cuenca intermedia del río San José (sector precordillerano), coincidiendo con el hecho de que el agua del sector costero provendría únicamente del aporte subterráneo desde el valle de Azapa, gracias a la conexión entre las formaciones cuaternarias del valle (depósitos fluviales aterrazados) con los estratos permeables de la unidad sedimentaria costera.

Sin perjuicio de la información hidrogeológica señalada para el valle de Azapa, la relación del Proyecto con el valle corresponde a su atraveso de manera perpendicular por parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica. El parque fotovoltaico por su parte, se emplazará unos 5 km en línea recta en dirección sur oeste del valle.

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico del Ministerio de Obras Públicas (Dirección General de Aguas) el parque fotovoltaico se encuentra en un área con permeabilidad primaria (en formación porosa), correspondiente a un depósito no consolidado (relleno) y a un área de importancia hidrogeológica alta a media.

En la siguiente figura se observan las formaciones hidrogeológicas del área Proyecto, así como el contexto hidrogeológico en el que se inserta.



4.3.4 Conclusiones Parciales

Los depósitos de rellenos cuaternarios constituyen los principales contenedores de agua subterránea en el valle de Azapa.

La profundidad de la napa subterránea en el valle de Azapa, llega entre 30 y 35 m en el sector de San Miguel, produciéndose una disminución de profundidad aguas abajo, hasta llegar a unos 15 m en el área ubicada frente a la Quebrada de Llosyas.

El parque fotovoltaico se emplazará unos 5 km en línea recta al suroeste del valle de Azapa, en un área con permeabilidad primaria (en formación porosa), correspondiente a un depósito no consolidado (relleno) con importancia hidrogeológica alta a media.

4.3.5 Bibliografía

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. DIRECCION GENERAL DE AGUAS. 1997. Modelo de simulación hidrológico operacional cuenca del río San Jose. 410 p.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, Mapa Hidrogeológico de Chile.

SERNAGEOMIN, 2004. Carta Geológica de Chile. Hoja Arica Región de Tarapacá. 150 p.

4.4. Hidrografía

4.4.1 Antecedentes generales

En Chile la hidrografía varía dependiendo de la región que se analice, según factores como clima y relieve, que influyen en diversos aspectos como régimen y caudal. En este sentido, las características de escurrimiento superficial que posean las aguas, dependiendo de su destino, permite clasificar diferentes áreas presentes en nuestro país, las que se mencionan a continuación:

- **Áreas Arreicas:** Correspondientes a la Zona Norte del país. Éstas se asocian con cuencas que carecen de cursos de agua superficiales o bien son esporádicos. En este último caso, los drenes son absorbidos por las grandes extensiones desérticas.
- **Áreas Endorreicas:** Localizadas en la sección septentrional de Chile, preferentemente entre la I y II región. La característica fundamental es la permanencia del escurrimiento al interior de la cuenca, sin tener la posibilidad de llegar al mar. Se trata de escurrimientos esporádicos que en lugar de salir de la cuenca, se almacenan en un receptáculo central, tal como un salar o una laguna.
- **Áreas Exorreicas:** Estas áreas son en su mayoría las más características del país. Su aportes hídricos provienen de las precipitaciones y sus evacuaciones se realizan en el mar.

Pese a lo descrito anteriormente, para caracterizar la hidrografía nacional, se requiere la información sobre las conductas de los caudales según el tipo de régimen de alimentación, los que corresponden a:

- **Norte Grande (XV, I y II región):** La sequedad absoluta con fuertes oscilaciones térmicas diarias y las lluvias altiplánicas, determinan la variabilidad en la conducta de los caudales, el cual presenta un régimen pluvial.
- **Norte Chico (III y IV región):** Las precipitaciones irregulares y las condiciones climáticas semiáridas, provocan una alimentación fluvial mixto.
- **Valle Central (Aconcagua a Canal de Chacao):** Posee un tipo de alimentación fluvial, de régimen mixto, que se divide en dos (2) secciones. La primera, correspondiente desde el Aconcagua al Río Imperial con cursos torrentosos de régimen mixto permanente, por lo que su alimentación es debido a las lluvias y los deshielos. De esta forma presenta dos tipos de crecidas, una en los meses de lluvia Junio y Julio, y otra en la etapa de deshielos en primavera. Por otra parte, la segunda sección comprende desde el Imperial hasta el Canal de Chacao. Ésta posee drenes tranquilos, regulados por lagos.
- **Desde el Seno de Reloncaví:** En esta zonificación, la exposición de las vertientes de la Cordillera de Los Andes acentúa las manifestaciones que sobre los caudales produce la distribución de las precipitaciones.

- Archipiélagos: Se encuentran en la ladera occidental de la Cordillera, que expone escurrimientos cortos, caudalosos, surgidos por deshielos y altamente influidos por violentas crecidas provocadas por las intensas precipitaciones que se registran.
- Vertiente Oriental de la Cordillera de los Andes: La disminución de las precipitaciones produce drenes tranquilos, con nacimientos en sectores más bajos de la Cordillera y caudales de menor envergadura.

4.4.2 Metodología

La metodología empleada consistió en la revisión bibliográfica de información relativa al sistema hidrológico para realizar una caracterización general del área de estudio en cuanto a la hidrografía de su emplazamiento.

4.4.3 Resultados

El área de emplazamiento del Proyecto corresponde a la cuenca hidrográfica del Río San José.

La cuenca del valle de Azapa o del río San José se ubica administrativamente en la Región de Arica y Parinacota, y es importante a nivel regional desde el punto de vista del desarrollo agropecuario, pues dispone para agricultura actualmente de unas 2.620 ha bajo canal, en las cuales se explotan importantes rubros tales como olivos, tomates, ajíes y frutos tropicales.

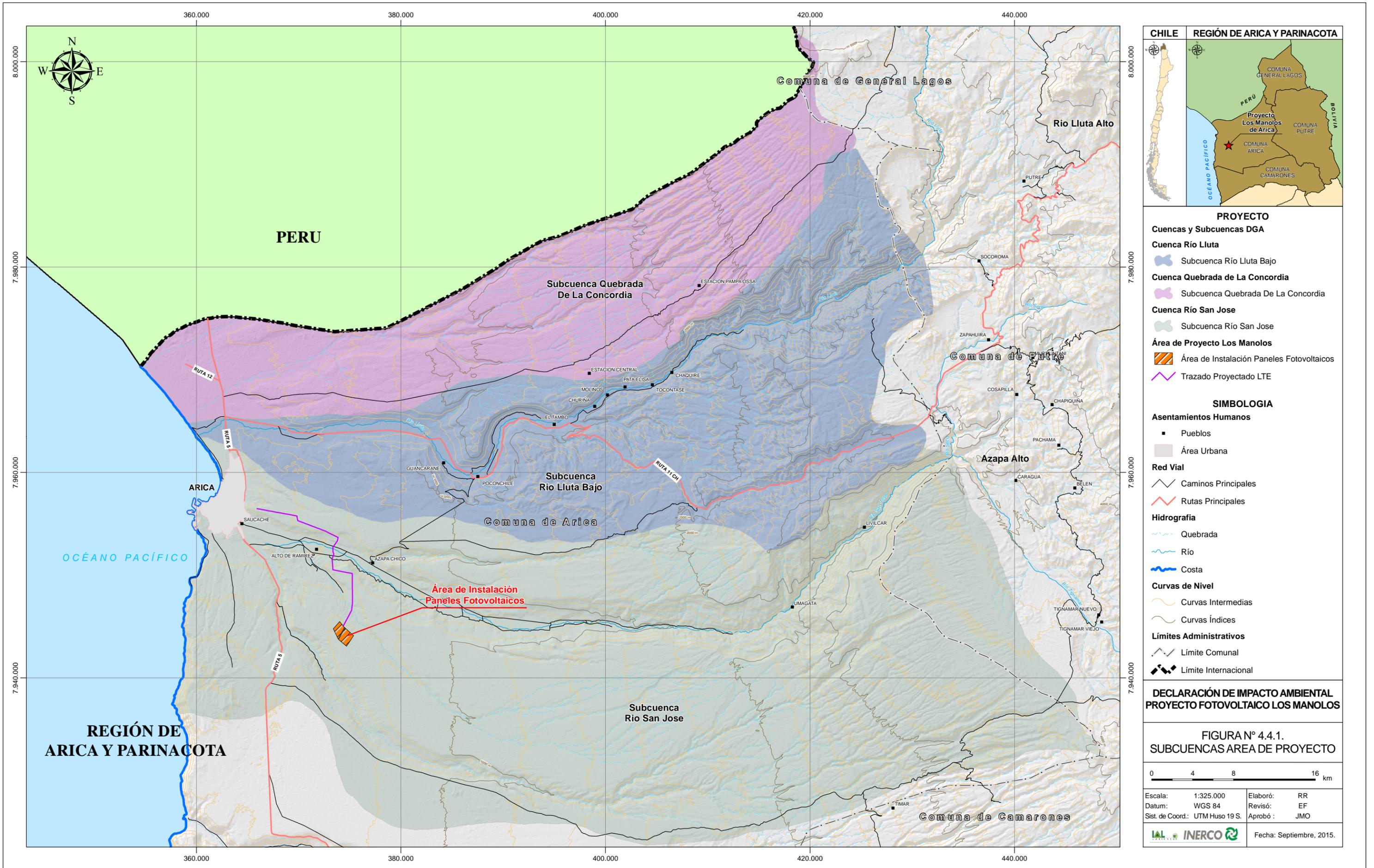
El suministro hídrico del valle de Azapa proviene del río San José como resultado de aportes pluviales, río que nace en límite poniente del Altiplano Andino. Los cursos superiores de este río se caracterizan por sus cauces estrechos, encajonados y sinuosos, que permiten un limitado desarrollo del suelo y la agricultura. En su curso medio y una vez pasada la sierra de Huaylillas, el cauce se ensancha permitiendo un adecuado proceso de edafogénesis que permite generar suelos aptos para uso agropecuario, los cuales presentan limitaciones por el contenido salino menor al del río Lluta (Campos, 2005).

El río San José ostenta un caudal permanente, pero en cantidades reducidas sólo en su curso superior, recurso que se puede utilizar localmente para desarrollar una agricultura de subsistencia. Sólo en los meses estivales del invierno altiplánico -entre diciembre y marzo- su caudal en la forma de torrente aluvional logra alcanzar a su curso inferior e incluso al mar, razón por la cual se ajusta a la definición de río efímero planteada por Wetzel (1975). En los meses de excedentes hídricos en la precordillera se producen infiltraciones que recargan las napas subterráneas y/o alimentan las vertientes existentes en las secciones inferiores del cauce de descarga.

El desarrollo agrícola actual del valle de Azapa está fuertemente limitado por la cantidad y calidad de los recursos hídricos existentes. Estudios recientes de la Dirección de Obras Hidráulicas (D.O.H.) asignan a este valle una superficie agrícola potencial de 4.450 ha, área de explotación superior en un 70% a los terrenos actualmente cultivados bajo canal (2.620 ha).

Sin perjuicio de lo señalado en cuanto a la descripción general de la cuenca del río San José, el parque fotovoltaico se emplaza en la Pampa de Acha aproximadamente a 5,5 km en línea recta del valle de Azapa, donde no se presentan cursos de agua superficiales ya sea permanentes o esporádicos, y su relación espacial con el valle refiere al emplazamiento de torres para atravesar de manera perpendicular el valle como parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica proyectada, sin tener por tanto influencia sobre las actividades que tienen lugar en el valle.

La siguiente figura muestra la ubicación del Proyecto a nivel de subcuencas donde se observa su emplazamiento en la cuenca del río San José.



4.4.4 Conclusiones parciales

El área de emplazamiento del Proyecto correspondiente al parque fotovoltaico no presenta mayor interés hidrológico producto de la ausencia de cursos de agua superficiales ya sea permanentes o esporádicos. Sin embargo cabe señalar que parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica atraviesa el valle de Azapa de forma perpendicular, sin embargo, esta obra referida a la transmisión de energía mediante torres de alta tensión para sujeción del cableado eléctrico, no interfiere con las características hídricas del valle.

4.4.5 Bibliografía

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). Inventario público de cuencas hidrográficas y lagos. Disponible en: http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/inventario_cuencas_lagos/Paginas/default.aspx. Fecha de visita: 22 julio 2015.

HUMBERTO CAMPOS ORTEGA, GONZALO DÍAZ MUÑOZ, CLAUDIO CAMPOS ORTEGA: 2007. Aportes sedimentarios de los ríos Lluta y San José en la zona costera de la rada de Arica, Chile. IDESIA (Chile) Vol. 25, N° 2; 37-48.

4.5. Edafología

4.5.1 Antecedentes generales

El Proyecto se encuentra inserto en un área rural, fuera de los límites urbanos definidos para la comuna de Arica.

En cuanto al contexto edáfico del área de emplazamiento del Proyecto, se trata de suelos recientes con poca evolución, preferentemente situados en la costa, ya sea porque son delgados, muy estratificados. Pueden presentar una gran pedregosidad en el perfil debido a su origen coluvial, es decir, materiales provenientes de derrumbes (Luzio & Alcayaga, 1992).

Los suelos de las llanuras depositacionales o suelos de la pampa, que se encuentran entre las precordilleras de la Cordillera de Los Andes y de la Cordillera de la Costa, corresponden a extensas áreas de la zona desértica de Chile de pendientes uniformes con lomajes suaves, presentando suelos con diferentes grados de salinidad, pudiendo presentar altos contenidos de sales y una conductividad eléctrica elevada e irregularmente variable en profundidad según la estratificación que presente el perfil.

Taxonómicamente, estos suelos pertenecen al Orden de los Entisoles, el cual corresponde al suelo con más baja evolución y sus propiedades están ampliamente heredadas por el material original, de horizontes diagnósticos que se originan fácilmente. Casi siempre se caracterizan por horizontes diagnóstico ócrito y sólo algunos con hístico y con albico (desarrollados a partir de arena). Su desarrollo puede obedecer al clima severo, erosión intensa, aportes continuos de aluviones o coluviones recientes, materiales originales muy estables con minerales muy resistentes y con material que no evoluciona como las arenas de cuarzo como lo es en este caso.

El clima corresponde al Clima Desértico con nublados abundantes, el cual se presenta en todo el sector costero de la Región, caracterizándose por la nubosidad estratocumiforme de limitado espesor que se presenta en horas de la noche disipándose en el transcurso de la mañana.

Según datos extraídos del sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), disponible en formato shape como cobertura nacional a Escala 1:250.000 de erodabilidad y erosividad de suelo según fuente CONAMA (2002), el área de estudio presenta un rango de erodabilidad bajo, y un rango muy bajo de erosividad. Esto correspondería a que tanto las características del suelo como de los agentes erosivos, posibilitan de manera reducida la pérdida de suelo en el lugar.

4.5.2 Metodología

La metodología empleada consistió en la revisión bibliográfica de información sobre suelos para realizar una caracterización general del área, con el objeto de determinar el emplazamiento geográfico del Proyecto, considerando el contexto edáfico de su emplazamiento.

4.5.3 Resultados

4.5.3.1 Ocupación de suelo del área de Proyecto

El Proyecto Fotovoltaico Los Manolos se encuentra en la Comuna de Arica, fuera de los límites urbanos definidos por el Plan Regulador Comunal de Arica. En cuanto a usos previos al área de Proyecto, en el sector de emplazamiento de la Planta Fotovoltaica se tienen referencias de uso del área como campo de ejercicios militares, el área no presenta mayores evidencias caracterizándose por ser un descampado y desprovisto de vegetación. Como una excepción a lo anterior está la Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) Córdones – Parinacota y su camino de acceso, la cual atraviesa el área del Proyecto de Surponiente (SW) a Nororiente (NE). En el contexto próximo al área del Proyecto puede mencionarse el valle de Azapa ubicado a 2 km y la quebrada de Llosys ubicada a 1 km. El tramo de la LTE que se localizará en el fondo de la Quebrada Las Llosys, atraviesa un sector carente de cultivos agrícolas, sin embargo en sectores próximos de la quebrada se aprecian incipientes cultivos desarrollados por asociaciones indígenas de la zona; otra porción del tramo de la LTE cruza de manera perpendicular el Valle de Azapa, valle en el cual se encuentran cultivos de *Mangifera indica* L. (Mango), *Passiflora edulis* Sims (Maracuya), *Solanum lycopersicum* L. (Tomate) y *Olea europea* L. (Olivo). Cabe señalar que el emplazamiento de la línea de transmisión eléctrica asociado a estas áreas, no interfiere en el ejercicio de la actividad agrícola en ellas desarrollada.

La alteración del recurso suelo en el sector de emplazamiento del Proyecto está directamente relacionada con la presencia de huellas de acceso a las torres de alta tensión de la LTE preexistente Córdones – Parinacota y numerosas huellas de vehículos que atraviesan el polígono del Proyecto.

4.5.3.2 Pérdida y degradación del recurso natural suelo

Las características climáticas determinan un escaso desarrollo de suelos en el desierto, limitando la expresión de los factores formadores del suelo, presentando escasa profundidad, escaso desarrollo del perfil, y sin presentar estructura en el horizonte superficial, apreciándose además una pedregosidad media. La geología data del Mioceno Inferior Medio, el cual se describe como secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales: gravas, arenas y limos con ignimbritas intercaladas.

La materia orgánica es prácticamente nula determinando colores claros, sin que existan condiciones para su acumulación debido a la ausencia de vegetación ante las condiciones de aridez. Lo anterior se condice con las condiciones de salinidad del suelo, la escasez de agua y la pedregosidad del perfil del suelo sumándose a los antecedentes desfavorables para cultivos agrícolas y forestales.

Conforme a lo anterior, los suelos presentan una clase VII de capacidad de uso, sin valor agrícola ni forestal. Esta clase es una de las más desfavorables de la clasificación de capacidad de uso de suelos, se refiere a tierras de uso limitado, sin valor agrícola, no adaptadas para cultivos. En resumen, las características de textura, escaso desarrollo y condición climática inhabilitan los suelos para un uso productivo del recurso en las condiciones naturales que presenta. De acuerdo a lo anterior, se requerirían importantes manejos y prácticas culturales para dar a estos suelos algún uso agrícola, caso contrario

a los suelos del Valle de Azapa, el que presenta mejores condiciones hídricas y una mayor cantidad de suelo orgánico.

Conforme a ello, la ejecución del Proyecto no producirá pérdida ni degradación del suelo y no afectará la capacidad productiva actual del suelo del área de emplazamiento del Proyecto ni de los terrenos aledaños.

Las figuras siguientes muestran el contexto en relación al uso de suelo, en que se ubica el Proyecto. En la foto de la izquierda se aprecia la presencia de las torres de transmisión eléctrica que atraviesan el área de Proyecto (LTE Cóndores - Parinacota). En la foto de la derecha, se aprecia parte de las numerosas huellas vehiculares que surcan el área.

Figura N° 4.5.1 Contexto del uso de suelo en los alrededores del área de emplazamiento del Proyecto



Fuente: Fotografía capturada en terreno, 2013.

La figura siguiente muestra las condiciones que presenta el terreno donde se emplazará el Proyecto Fotovoltaico, destacándose la ausencia de vegetación en el lugar.

Figura N° 4.5.2. Condiciones del terreno en el área de Proyecto



Fuente: Fotografía capturada en terreno, 2013.

4.5.3.3 Generación de núcleos al margen de la planificación urbana

El carácter de producción de energía solar del Proyecto no tiene relación con la generación de nuevos núcleos urbanos al margen de la planificación urbana, considerando que la mano de obra se acota a un máximo de 248 operarios en la fase de construcción del Proyecto, los cuales viajarán desde la Ciudad de Arica diariamente. Durante la fase de operación en tanto, se contemplan alrededor de 4 operarios en forma permanente (guardias de seguridad) y la visita esporádica de personal encargado del mantenimiento ordinario (15 personas), ésta última consiste en una visita programada cada 3 meses durante una semana completa.

4.5.3.4 Características del suelo del lugar

El sector presenta una pendiente levemente inclinada (3% – 8%). La superficie tiene forma de abanico aluvial, presenta una pedregosidad superficial media con presencia de rocas subangulares.

En el perfil del terreno se observa material depositado mezclado con afloramientos de una estrata clara compactada, probablemente salina. El lugar presenta suelo natural con muy escaso desarrollo, prácticamente sin incorporación de materia orgánica en el suelo ante la ausencia de vegetación, y sin condiciones hídricas que promuevan la ocurrencia de procesos edáficos.

Figura N° 4.5.3. Características de suelo del área de Proyecto



Fuente: Fotografía capturada en terreno, 2013.

4.5.4 Conclusiones parciales

Los suelos del emplazamiento del parque fotovoltaico corresponden a Entisoles con escaso desarrollo edáfico, los cuales no poseen potencial productivo desde el punto de vista agrícola, y poseen importantes factores limitantes, principalmente por clima, lo que incide en las características de aridez del área, con lo cual el área se encuentra

desprovista de vegetación, lo que incide en una prácticamente nula incorporación de materia orgánica en el perfil de suelo.

Por otra parte, la línea de transmisión eléctrica del Proyecto atraviesa de forma perpendicular el valle de Azapa, sin embargo, el emplazamiento de esta obra no interfiere con las condiciones hídricas del valle ni con las actividades que en él se desarrollan.

4.5.5 Bibliografía

LUZIO, W. & ALCAYAGA S., 1992. Mapa de Asociaciones de Grandes Grupos de Suelos de Chile. Agricultura Técnica (Chile), 52 (4): 347 – 353 p.

LUZIO, W., 2010. Suelos de Chile. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 364 P.

5. CONCLUSIONES MEDIO FÍSICO

De acuerdo a Borgel (1963), el emplazamiento del parque fotovoltaico en torno a los 600 msnm, se relaciona principalmente con la zona geomorfológica denominada como Pampitas, debido a las características de planicie del área; por otra parte, aunque en menor medida, se identifica con los denominados llanos de sedimentación, particularmente en lo referido a la quebrada Llosyas y a la quebrada de Azapa, debido al paso de la línea de transmisión eléctrica por estas áreas.

Finalmente, debido a las características de pampa del área de emplazamiento del Proyecto, y al paso de la línea de transmisión eléctrica por el vale de Azapa, se observan en el lugar grandes extensiones de terreno con rango de pendiente uniforme.

En el área Proyecto se distinguen las siguientes formaciones geológicas con sus periodos correspondientes:

- Secuencias sedimentarias de abanicos aluviales, pedimento o fluviales (M1c del Mioceno Inferior-Medio). Corresponde al emplazamiento del parque fotovoltaico
- Depósitos de remoción en masa (PPI1r Plioceno-Pleistoceno), relacionado con parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica
- Secuencias piroclásticas dacíticas a riolíticas asociadas a calderas de colapso (OM3t Oligoceno-Mioceno): relacionado con parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica

En cuanto a la hidrogeología del área, los depósitos de rellenos cuaternarios constituyen los principales contenedores de agua subterránea en el valle de Azapa.

La profundidad de la napa subterránea en el valle de Azapa, llega entre 30 y 35 m en el sector de San Miguel, produciéndose una disminución de profundidad aguas abajo, hasta llegar a unos 15 m en el área ubicada frente a la Quebrada de Llosyas.

El parque fotovoltaico se emplazará unos 5 km en línea recta al Suroeste (SO) del valle de Azapa, en un área con permeabilidad primaria (en formación porosa), correspondiente a un depósito no consolidado (relleno) con importancia hidrogeológica alta a media.

En cuanto a la hidrografía, el área de emplazamiento del parque fotovoltaico no presenta mayor interés hidrológico producto de la ausencia de cursos de agua superficiales ya sea permanentes o esporádicos. Sin embargo cabe señalar que parte del trazado de la línea de transmisión eléctrica atraviesa el valle de Azapa de forma perpendicular, sin embargo, esta obra referida a la transmisión de energía mediante torres de alta tensión para sujeción del cableado eléctrico, no interfiere con las características hídricas del valle.

Los suelos del emplazamiento del parque fotovoltaico corresponden a Entisoles con escaso desarrollo edáfico, los cuales no poseen potencial productivo desde el punto de vista agrícola, y poseen importantes factores limitantes, principalmente por clima, lo que incide en las características de aridez del área, con lo cual el área se encuentra

desprovista de vegetación, lo que incide en una prácticamente nula incorporación de materia orgánica en el perfil de suelo.

Por otra parte, la línea de transmisión eléctrica del Proyecto atraviesa de forma perpendicular el valle de Azapa, sin embargo, el emplazamiento de esta obra no interfiere con las condiciones hídricas del valle ni con las actividades que en él se desarrollan.