

1

AMBIENTAL

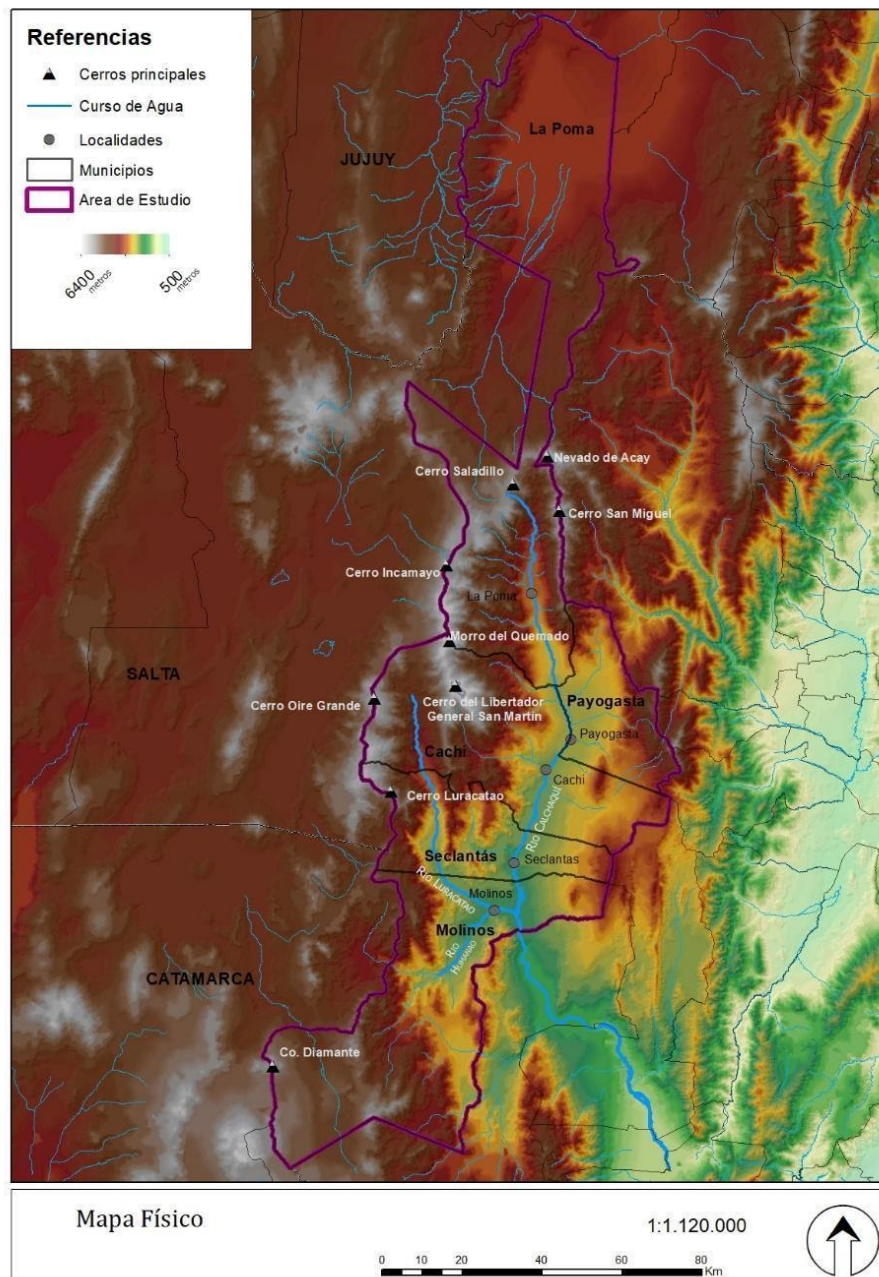


Fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/161285230389967575/>

1.1. INTRODUCCIÓN

Los valles andinos de la región del noroeste de la Argentina representan unidades morfoestructurales de indudable importancia geológica y ambiental. El caso del Valle Calchaquí es de particular interés por ofrecer relevantes aspectos geológicos, estratigráficos, tectónicos y geomorfológicos, como se verá en la sección 1.4.

Mapa 1.1.a. Mapa físico de la Región NO, con detalles del Alto Valle Calchaquí



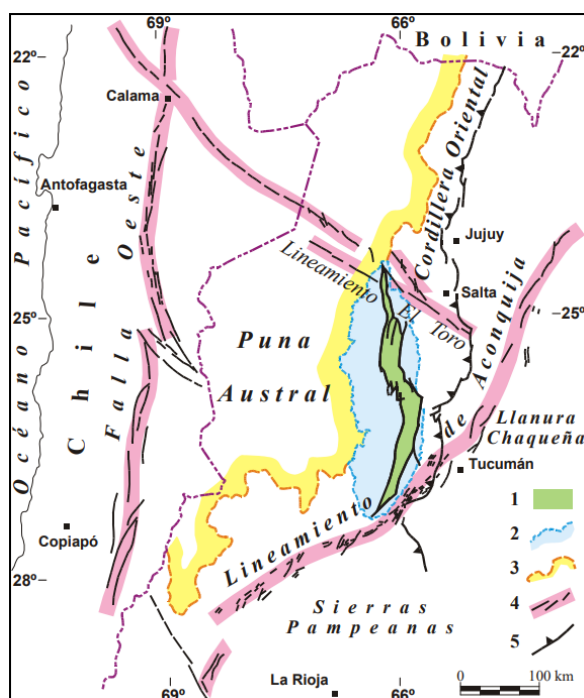
Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Desde el punto de vista fisiográfico, la zona de estudio está limitada por elevados cordones montañosos, elongados en sentido norte-sur. La altura de estas serranías occidentales (como la sierra de Cachi-Palermo) oscilan entre 5000 y 6000 m.s.n.m., donde se destacan picos como El Libertador (6380 m.s.n.m.). El Nevado de Acay (en La Poma), Cerro Diamante (en Molinos) son otros picos importantes dentro de la zona estudiada. Las serranías orientales (como el cerro Tin Tin y sierra de la Apacheta) se encuentran entre los 3000 y 4000 m.s.n.m.

El río principal es el río Calchaquí, que nace en el Acay y fluye hacia el sur hasta unirse con el río Santa María, a la altura de Cafayate y conformar el río de Las Conchas que atraviesa la quebrada homónima hacia el dique Cabra Corral. Este sistema conforma la alta cuenca del río Juramento. Dentro de la zona de estudio, el río Calchaquí recibe sus afluentes principales desde las laderas occidentales desde los ríos Cachi (a partir de los ríos Las Arcas, Las Trancas y Las Pailas), Luracatao y Amaicha (que forman el río Molinos). Las vertientes orientales presentan una red de drenaje menos desarrollada, destacándose el río Tin Tin. Sin dudas los aportes de agua subterránea son también importantes, aunque no son visibles. En la zona hay picos nevados y permafrost, cuyo deshielo aporta a los ríos. En otras secciones de este capítulo se presentan más ampliamente estos aspectos. El mapa 1.1.a refleja el relieve de la zona de estudio, así como los principales cauces fluviales.

Como se menciona más adelante, la zona de estudio se ubica entre la Puna y la Cordillera Oriental, existiendo importantes lineamientos que controlan esta región. La orientación de los cordones montañosos, de los valles y los ríos están fuertemente condicionados por este marco tectónico regional. Con el objeto de ilustrar estos aspectos, el mapa 1.1.b muestra la posición de las cuencas Calchaquí-Santa María y los valles homónimos, también los lineamientos regionales.

Mapa 1.1.b. Marco del emplazamiento tectónico del Valle Calchaquí (Adaptado de Salfity 2004).



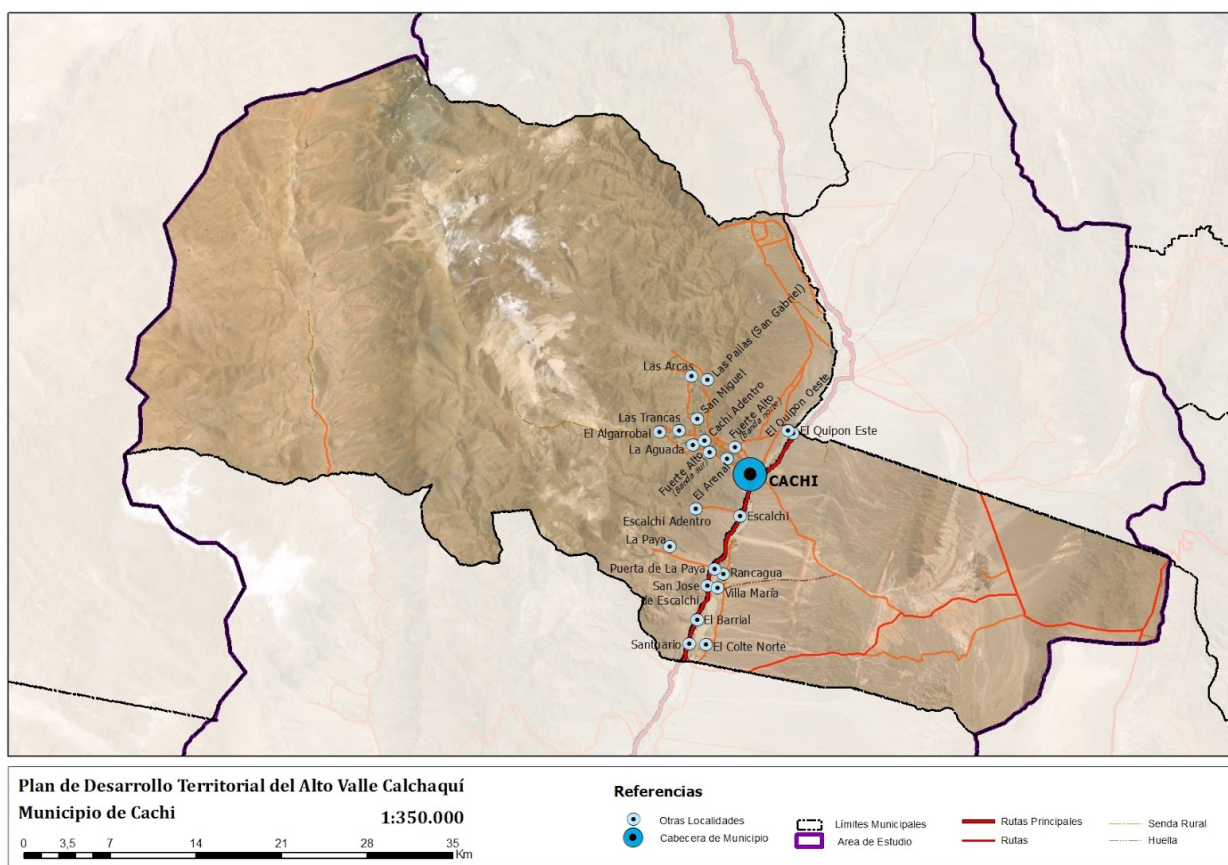
- 1 Valle Calchaquí-Santa María,
- 2 Cuenca hídrica del río Calchaquí-Santa María
- 3 Límites oriental y austral de la Puna,
- 4 Lineamiento,
- 5 Corrimiento Oclóyico.

Fuente: Geología regional del Valle Calchaquí, Argentina. José A Salfity, Universidad Nacional de Salta y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

El valle del río Calchaquí es, estructuralmente, una fosa tectónica de 200km de longitud emplazada entre el macizo puneño y parte de la cordillera oriental, en un ámbito semiárido, con grandes extensiones de mantos rocosos, extensos depósitos de piedemonte, conos aluviales y bajadas, y varios niveles de terrazas en las depresiones de la región. Estos depósitos, de época cuaternaria, están constituidos por sedimentos fluviales medianos a finos, originados en los períodos de mayor precipitación, distribuidos en los flancos de los ríos principales que drenan la región (Zelarayán y Fernández, 2015).

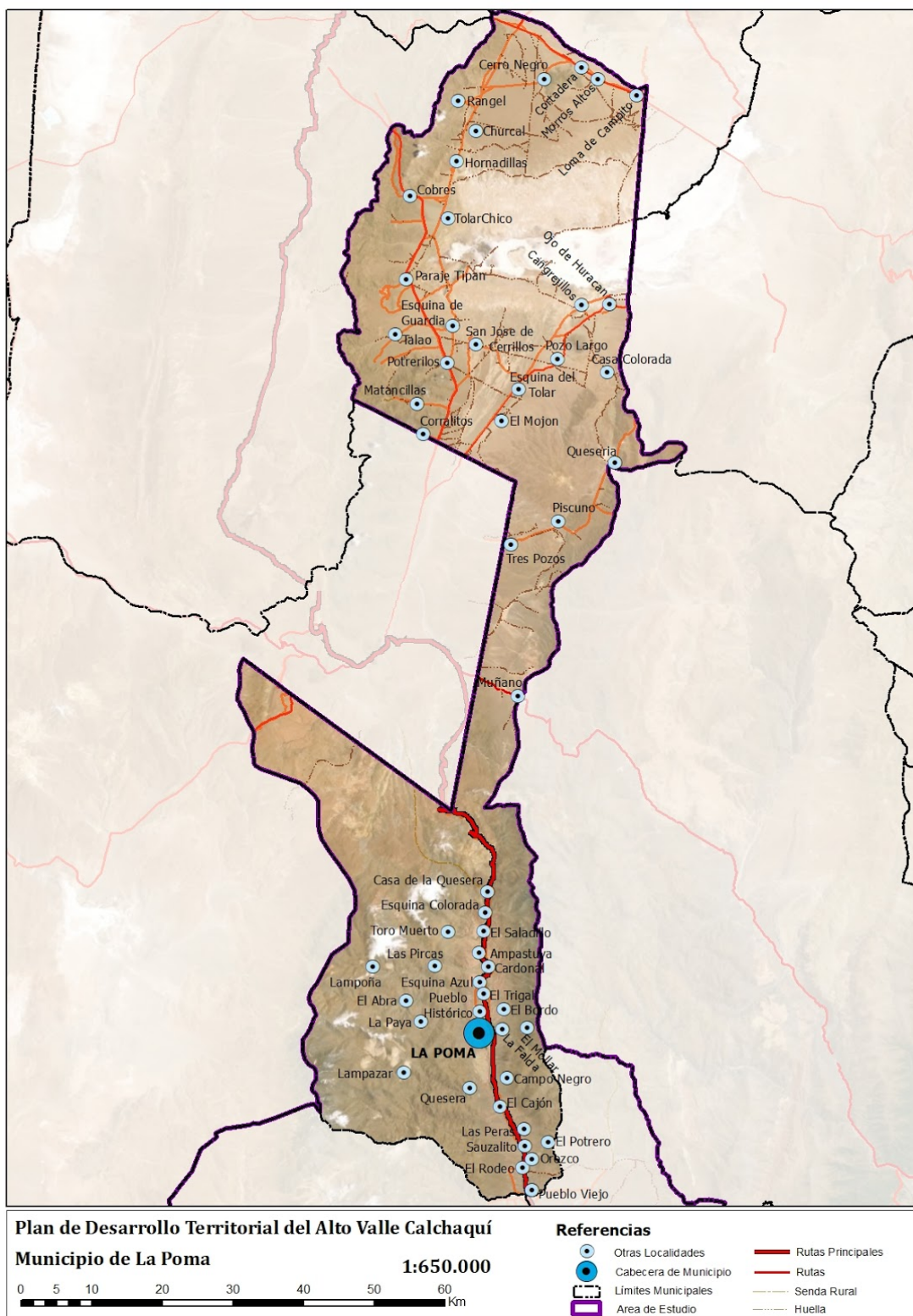
El presente trabajo se centra en el Alto Valle Calchaquí, ubicado en la parte norte de esta región y que comprende los Departamentos La Poma, Cachi, (que incluye los municipios de Cachi y Payogasta) y Molinos (con los municipios Molinos y Seclantás) (Mapa 1.2.a-1.2.b-1.2.c-1.2.d-1.2.e y 1.2.f).

Mapa 1.2.b. Municipio Cachi



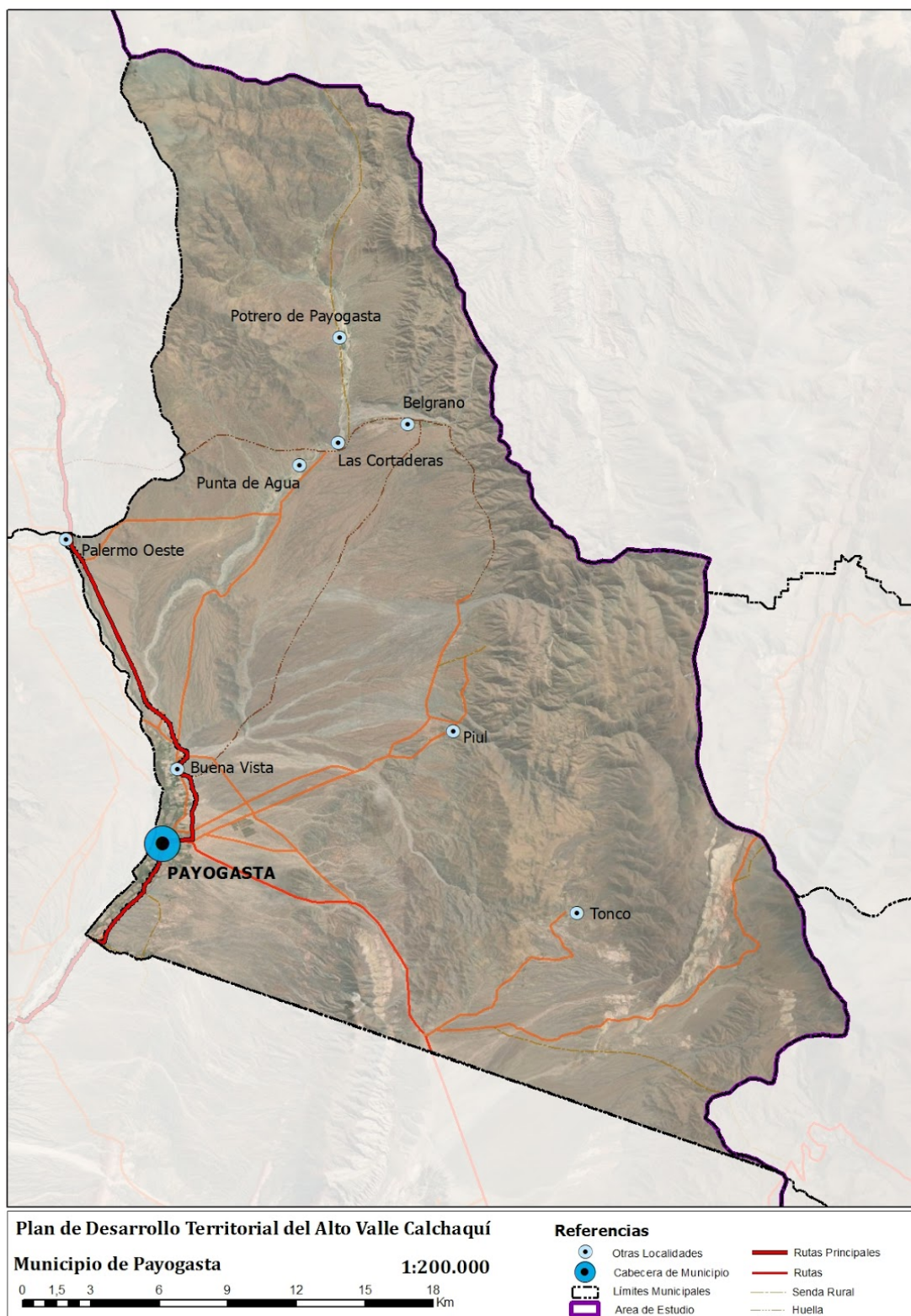
Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.2.c. Municipio La Poma



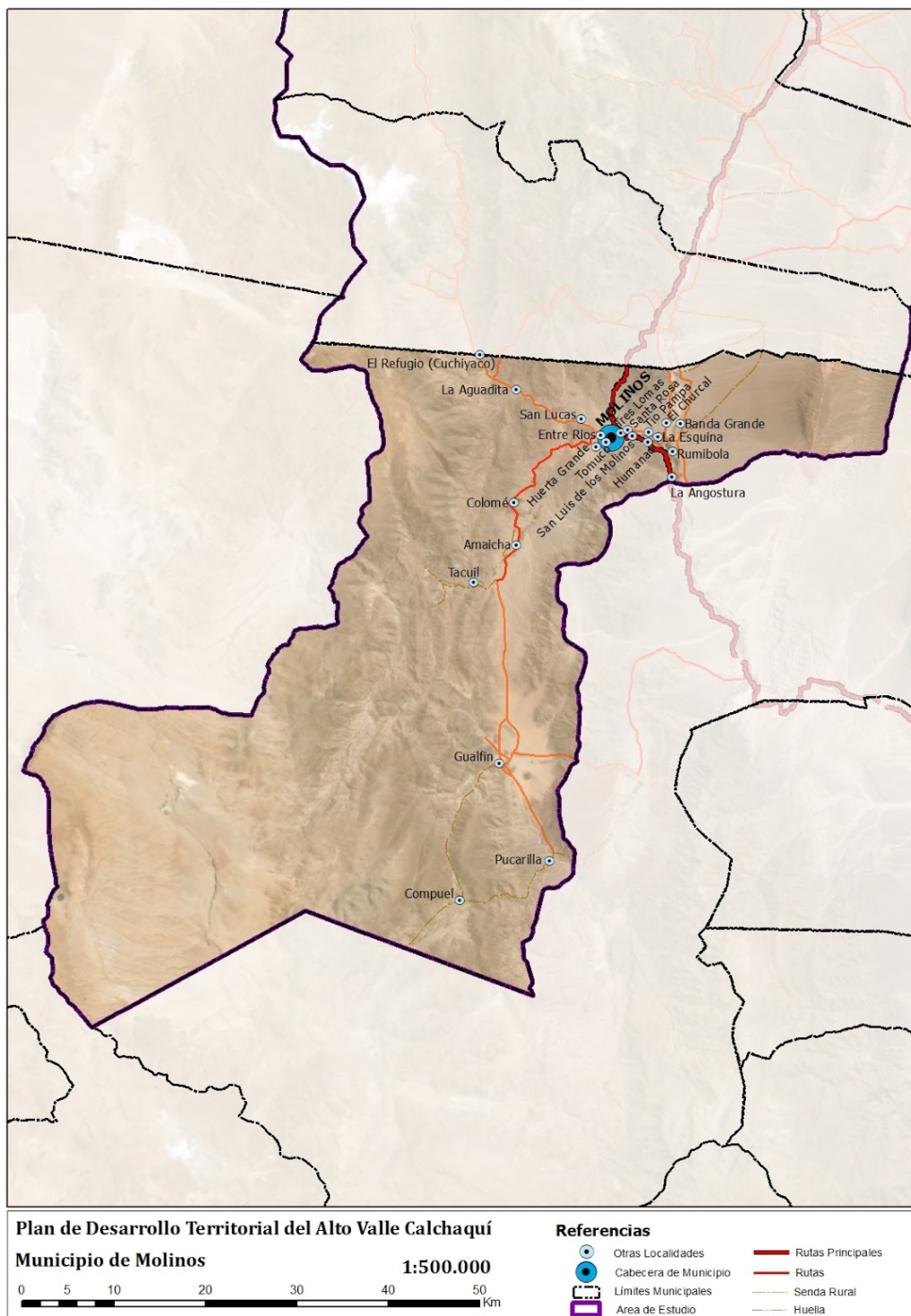
Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.2.d. Municipio Payogasta



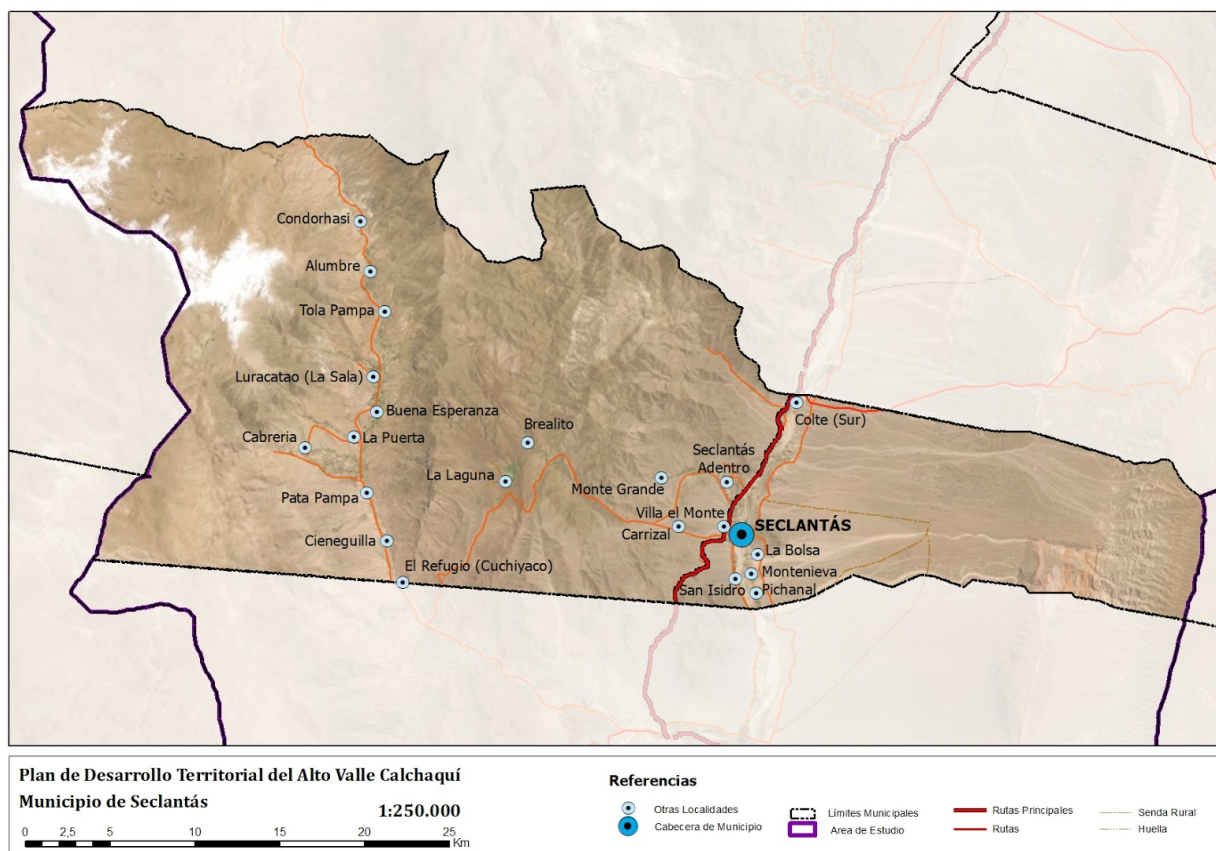
Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.2.e. Municipio Molinos



Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial

Mapa 1.2.f. Municipio Seclantás¹



Fuente: Elaboración propia sobre información de base del Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

1.3. Clima

La región se caracteriza por su clima semiárido de altura y el árido de Sierras y Bolsones, con altos índices de radiación solar, continentalidad y lluvias escasas, con nevadas en las altas cumbres.

El clima de la zona está determinado por la orografía, se caracteriza por ser seco y templado en la parte baja del valle y frío en serranías y áreas elevadas.

La llegada de los vientos húmedos del Este al NOA, en la estación estival, causan precipitaciones que van disminuyendo de Este a Oeste, pero cuando se acercan al reborde montañoso vuelven a sufrir un incremento por efecto orográfico. Esta corriente de aire asciende por las vertientes orientales enfriándose adiabáticamente, lo que provoca la formación de nubes de gran desarrollo vertical y generación de copiosas lluvias, que alcanzan su óptimo pluvial entre los 1000 y 1500 metros snm. Al descender por las vertientes occidentales se invierte el proceso: el aire se calienta adiabáticamente y se seca,

¹ Los límites municipales y la localización precisa de algunos de los parajes están sujetos a verificación debido a que no hay coincidencias en las fuentes.

provocando la aparición de ámbitos áridos y semiáridos en los bolsones y valles del Oeste montañoso. Las vertientes orientales de estas cuencas intermontanas, son las beneficiadas con las escasas precipitaciones que produce el aire al ascender nuevamente y repetir el proceso que realizó al encontrar los primeros cordones orográficos, pero cada vez con menor contenido de vapor de agua disponible, por lo cual las depresiones más alejadas del Atlántico serán las más secas.

En invierno, los cambios en la circulación atmosférica y el enfriamiento estacional del continente provocan determinan una estación seca invernal.

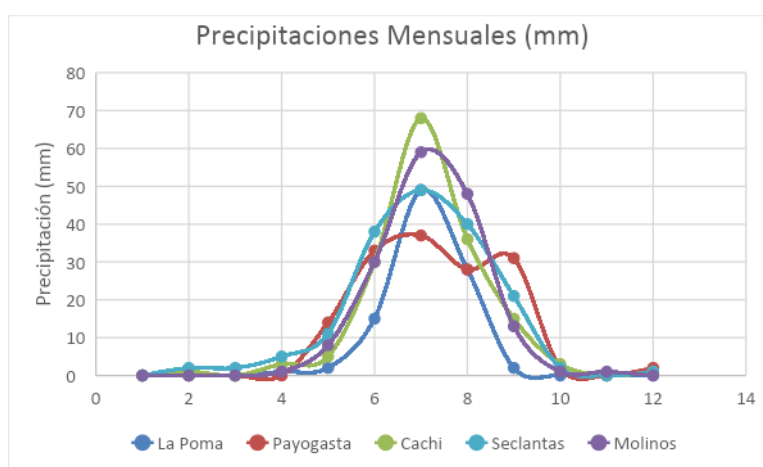
Como consecuencia de este proceso las lluvias, en la Región del estudio, son estivales, cayendo de noviembre a marzo del 90 a 95% de la precipitación anual (Tabla 1.3.a y Figura 1.3.a). Por otra parte son torrenciales, lo que produce procesos de erosión de suelos y arrastre de importantes cantidades de sedimentos en los cauces de ríos (barro, piedras, arena).

Tabla 1.3.a. Precipitaciones medias mensuales (mm)

MUNICIPIO	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Anual
La Poma	9,4	10,7	10,9	13,1	14	15	15,2	15,3	14	13,7	12,1	9,7	12,8
Payogasta	9,4	12,3	14,1	14,9	17,1	18,1	17,8	17,7	16,8	15,6	12,2	11,1	14,8
Cachi	10	11,3	13	15,9	17,6	18,4	18,5	17,7	16,9	14	11,1	9,6	14,5
Molinos	7,7	10	12,7	15,7	17,7	19	19,2	18,6	17,1	14,1	10,8	8	14,2
Seclantás	8,3	10,3	13,1	15,2	17,4	18,6	18,5	18	16,8	13,5	10,9	8,2	14,1

Fuente: Elaboración propia en base a datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) instaladas en la provincia de Salta. Las mismas pertenecen y son administradas por Instituciones del estado nacional, provincial y empresas.

Figura 1.3.a. Distribución anual de las precipitaciones (mm) en los municipios estudiados

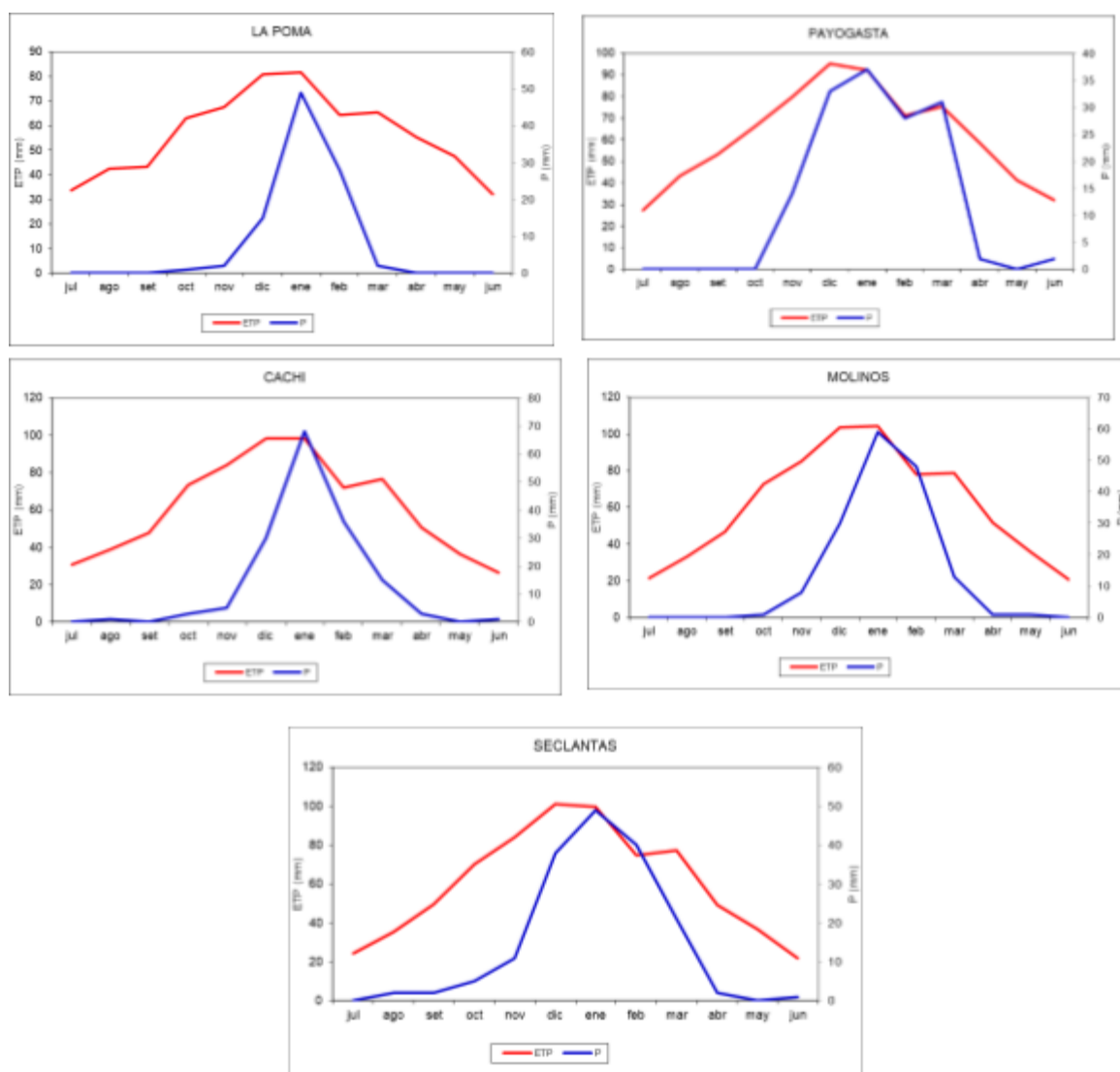


Fuente: Elaboración propia en base a datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) instaladas en la provincia de Salta. Las mismas pertenecen y son administradas por Instituciones del estado nacional, provincial y empresas.

La época de lluvias coincide con las temperaturas elevadas, en consecuencia, se produce una alta evapotranspiración, con un menor aprovechamiento del agua por el suelo; hay que tener en cuenta también que los suelos por sus características físicas tienen baja capacidad de retención.

La evapotranspiración anual calculada varía muy poco en la zona de los municipios estudiados (Figura 1.3.b y Tabla 1.3.b) y supera en todos los meses del año a las precipitaciones, por lo cual se registra un déficit hídrico permanente. Aunque no se dispone de registros sistemáticos, se producen algunas nevadas que aportan humedad a los suelos como consecuencia de su derretimiento.

Figura 1.3.b. Balance hídrico en cada uno de los municipios analizados.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) instaladas en la provincia de Salta. Las mismas pertenecen y son administradas por Instituciones del estado nacional, provincial y empresas.

La distribución espacial de las precipitaciones en la mayor parte del área de estudio (Mapa 1.3.a) está comprendida entre las isohietas de 100 y 200 mm, excepto en una pequeña franja al este donde aumentan hasta 500mm y que corresponde al borde occidental del área correspondiente a la influencia de los vientos húmedos del este.

Los vientos en la zona de estudio son secos e intensos, con predominio del Noroeste y Oeste, y la sequedad ambiente sólo es compensada por la evaporación de humedad del río Calchaquí. Cabe mencionar dos problemas que ocasiona el viento, por una parte un aumento de la evapotranspiración y por otra erosión eólica.

Tabla 1.3.b. Evapotranspiración anual (mm) en los municipios analizados

MUNICIPIO	ETP (mm)
La Poma	677,1
Payogasta	735,6
Cachi	734
Molinos	731,9
Seclantás	724,6

Fuente: Elaboración propia en base a datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) instaladas en la provincia de Salta. Las mismas pertenecen y son administradas por Instituciones del estado nacional, provincial y empresas

Las temperaturas medias anuales en la zona de estudio (Tabla 1.3.c y Figura 1.3.c) varían entre 12,8°C (La Poma) y 14,8°C (Payogasta). La amplitud térmica ronda los 14°C, lo que sumado a la intensa radiación solar y las elevadas temperaturas durante el día, condicionan fuertemente la disponibilidad de agua, tanto para riego como para uso doméstico.

El periodo libre de heladas es relativamente prolongado, entre los 227 días en su extremo sur y los 180 días en las zonas más altas al norte, siendo esta situación un elemento beneficioso para la producción agrícola en esta región. El período medio comprende desde comienzo de mayo a mediados de septiembre; aunque pueden ocurrir heladas con menor frecuencia en marzo, abril, octubre y noviembre.

Tabla 1.3.c. Temperaturas medias mensuales (°C)

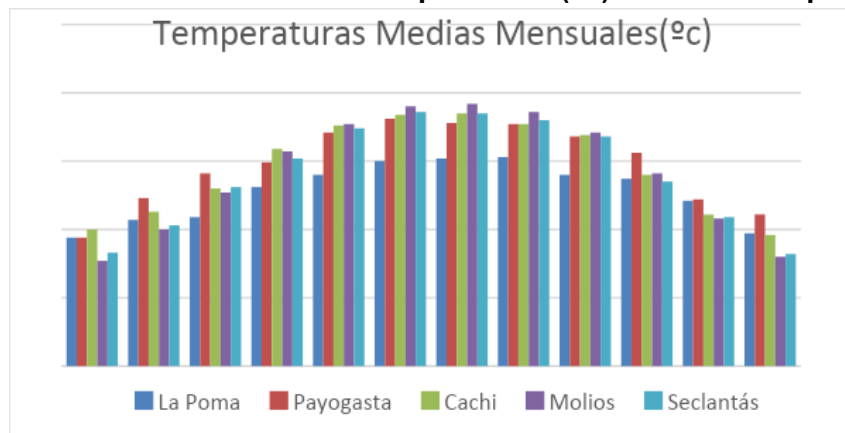
MUNICIPIO	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Anual
La Poma	9,4	10,7	10,9	13,1	14	15	15,2	15,3	14	13,7	12,1	9,7	12,8
Payogasta	9,4	12,3	14,1	14,9	17,1	18,1	17,8	17,7	16,8	15,6	12,2	11,1	14,8
Cachi	10	11,3	13	15,9	17,6	18,4	18,5	17,7	16,9	14	11,1	9,6	14,5
Molinos	7,7	10	12,7	15,7	17,7	19	19,2	18,6	17,1	14,1	10,8	8	14,2
Seclantás	8,3	10,3	13,1	15,2	17,4	18,6	18,5	18	16,8	13,5	10,9	8,2	14,1

La amplitud térmica anual no es excesivamente acentuada en los valles, aunque la amplitud térmica diaria es importante, caracterizándose por la alta heliofanía y la baja humedad relativa ambiental.

Las temperaturas son diferenciadas en función de la altura y de la latitud oscilando habitualmente entre los 20 y 25°C con máximas de 35°C en verano y mínimos de 5°C y hasta 15 grados bajo cero en los inviernos muy rigurosos.

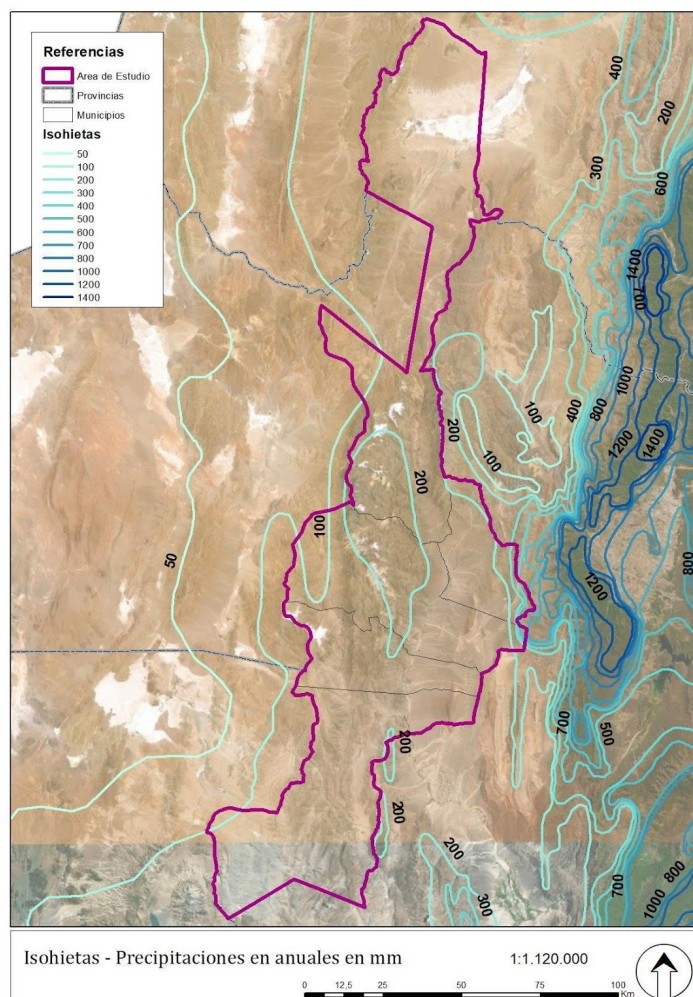
El fuerte contraste de temperaturas entre el día y la noche da al Valle la privilegiada y profunda luminosidad de su cielo y la diafanidad de su atmósfera. Este ambiente fresco y saludable es rico en radiaciones ultravioletas.

Figura 1.3.c. Distribución anual de las temperaturas (°C) en los municipios estudiados



Fuente: Elaboración propia en base a datos de las estaciones meteorológicas automáticas (EMA) instaladas en la provincia de Salta. Las mismas pertenecen y son administradas por Instituciones del estado nacional, provincial y empresas.

Mapa 1.3.a. Distribución de las precipitaciones anuales (mm)



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

1.4. GEOLOGÍA

“Una cordillera extraordinaria como la de los Andes se extiende donde en el pasado hubo cuencas oceánicas de gran profundidad. En la naturaleza todo está sometido a cambio permanente. Una película de los últimos 200 millones de años en cámara rápida permitiría ver cómo en un mismo espacio se arman y desarman continentes, nacen y se extinguen los volcanes, el clima pasa por etapas glaciares, desérticas o tropicales, aparecen y desaparecen formas de vida, el mar invade y se retira muchas veces del continente, se construyen y destruyen las montañas; en fin, podría virtualmente apreciarse como todo fluye y nada permanece” (Alonso, 2015c p. 26).

El tipo de rocas que afloran en la zona de estudio, la posición de unas respecto a otras, su inclinación, la presencia de ciertos fósiles, etc.; son algunas de las herramientas que permiten a los geólogos “leer” la historia geológica e interpretar los ambientes que existieron en otros tiempos. Todo el conjunto de Los Andes se está deformando por compresión, elevándose en unas partes y hundiéndose en otras, a causa de la subducción de la placa de Nazca (oceánica) debajo de la placa continental. Alonso (2015c, 96-97 p.) compara esta deformación con un “arrugamiento constante de la tela geológica andina” sin prisa pero sin pausa; sin embargo aclara que a las fuerzas endógenas –o internas- que elevan las montañas se oponen las fuerzas exógenas –o externas- que tienden a degradarlas por erosión. Las lluvias, el viento y el hielo van desgastando esos relieves. Todo el proceso tectónico se produjo en los últimos 15 millones de años a partir del momento en que se elevaron las montañas que cerraron la Puna por el este (las sierras de Cachi-Palermo forman parte de esa cadena montañosa). Hace 6 millones de años, el Valle Calchaquí tenía frondosas selvas tropicales, pantanos, cocodrilos, tortugas y ríos que drenaban de este a oeste. Se hallaron fósiles en diferentes rocas de la zona que permiten conocer ese pasado. Al elevarse las montañas orientales, esos ambientes cambiaron y los ríos se adaptaron a los nuevos valles, corriendo de norte a sur. Los vientos húmedos fueron obstruidos por las montañas y el clima se fue volviendo más árido, hasta presentar las características ambientales que conocemos en la actualidad.

Ya se ha dicho que la delimitación del área de estudio coincide con los límites jurisdiccionales de los departamentos de La Poma, Cachi y Molinos. Una buena parte de este territorio pertenece al alto valle Calchaquí (AVC), incluyendo a las siguientes subcuencas: Calchaquí superior; Luracatao y Blanco-Tacuil-Humano, estas últimas corresponden al río Amaicha. Sin embargo, la porción norte del departamento de la Poma, pertenece a la cuenca de las Salinas Grandes-Guayatayoc; asimismo, una pequeña porción al sudoeste del departamento Molinos, corresponde a la cuenca del río Los Patos. Las últimas dos cuencas se ubican en el ambiente de la Puna, razón por la cual, no forman parte del AVC en sentido estricto. Conviene aclarar esto porque los límites jurisdiccionales no coinciden con los límites naturales y este factor muchas veces genera confusiones. Por otro lado, las características geológicas de una zona, permiten separarlas en “provincias geológicas”, con sus propios límites. Roller (1976, p. 240) define una *provincia geológica* como “una región caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos peculiares, siendo el conjunto expresión de una particular historia geológica”. El área de estudio queda comprendida en la provincia geológica de la Cordillera Oriental, con excepción de los sectores mencionados anteriormente, que corresponden a la provincia geológica de La Puna. El Mapa 1.4.a ilustra

las provincias geológicas del NOA, señalando –a grandes rasgos- la ubicación de la zona de estudio en la Cordillera Oriental y parte de la Puna.

Mapa 1.4.a. Provincias geológicas del NOA. En naranja se señala la zona de estudio.



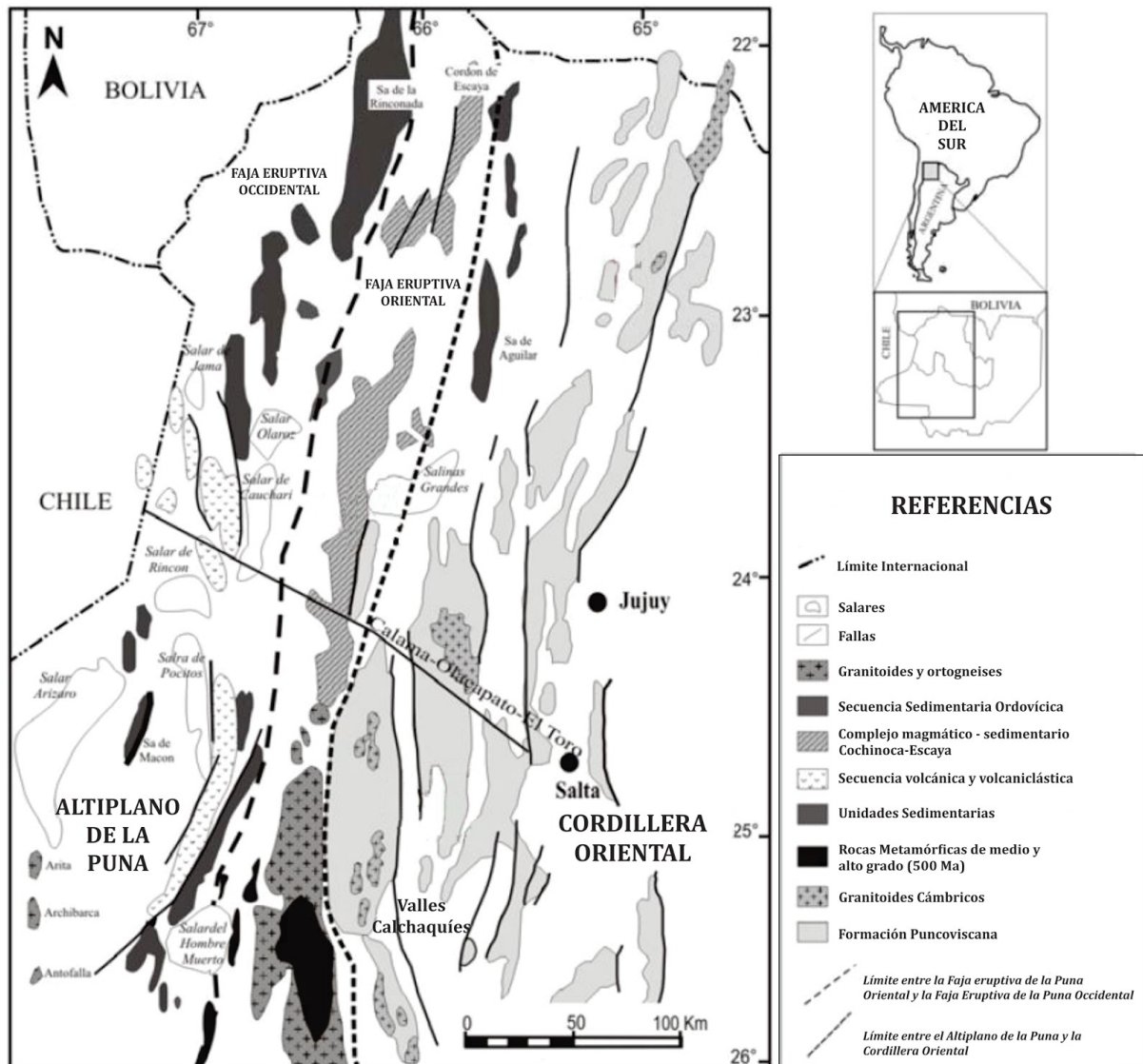
Fuente: Modificado de Ramos (1999)

Ramos (1999) caracteriza a la provincia geológica de la **Puna** como una altiplanicie sobreelevada por encima de los 3.700 m.s.n.m. con límites bien definidos con la Cordillera Oriental, al este. Está formada por rocas sedimentarias de diferentes edades asentadas sobre un basamento metamórfico paleozoico. Presenta rocas volcánicas –ordovícicas- en la conocida “faja eruptiva de la puna oriental”. Sin embargo, el rasgo más distintivo es su volcanismo orogénico –cenozoico-, constituido por estratovolcanes y domos volcánicos (de composición andesítica y dacítica), calderas volcánicas, algunas de grandes dimensiones, asociadas a flujos ignimbríticos y conos basálticos monogénicos. Estos productos volcánicos se intercalan con sedimentitas –terciarias- continentales que se desarrollaron en cuencas intermontanas, la mayor parte de ellas endorreicas, que culminan con depósitos evaporíticos. Estos constituyen los grandes salares de la Puna, otro de sus rasgos más típicos.

Alonso (2015a, p. 28) se refiere a la **Cordillera Oriental** como una región morfotectónica formada por bloques de montañas que delimitan valles y quebradas. Los nevados de Cachi y Palermo, cerro Acay, forman parte de esta provincia geológica y se elevan entre 5 y 6 mil metros. Todas estas montañas y sus respectivos valles son el resultado de la fuerte compresión andina cuyos profundos fallamientos elevaron las rocas a gran altura y las sobrepusieron unas encima de otras, dando gruesos apilamientos (de rocas multicolores, en muchos casos). Ramos (1999) establece que en esas láminas (cordones montañosos) están formados por un núcleo de rocas levemente metamorizadas correspondientes a la Formación Puncoviscana y rocas ígneas (granitos) que la intruyen. Sobre ese conjunto de

rocas antiguas, se apoyan las rocas sedimentarias más jóvenes (cretácicas y cenozoicas), culminando con los depósitos cuaternario de acarreo fluvial. El Mapa 1.4.b muestra los afloramientos del basamento en el NOA; se observa que en los cordones montañosos del Valle Calchaquí aflora la formación Puncoviscana y granitos -cámbricos-. No se representan en el mapa las formaciones cenozoicas ni cuaternarias, a excepción de los salares.

Mapa 1.4.b. Afloramientos del basamento Neoproterozoico-Paleozoico inferior del NOA



Fuente: Modificado de Do Campo y Guevara, 2005; Viramonte, 2007 y Hauser, 2007.

Finalmente, vale la pena agregar que los factores climáticos típicos del régimen árido o semiárido actúan como agentes exógenos sobre la roca desnuda. Esto favorece el fraccionamiento y produce la acumulación de grandes volúmenes detríticos en las vertientes de pendientes abruptas. Al saturarse con el agua de lluvia, pierden estabilidad y se

encauzan deslizándose pendiente abajo hasta descargar su material en un cono aluvial, alcanzando terrenos más bajos, cubriendo poblados o campos de cultivos (Barrientos y Alonso, 2001). Existen numerosos casos de deslizamientos de rocas y de “volcanes barro” en el NOA y la región de los Valles Calchaquíes no es la excepción, siendo este uno de los principales riesgos naturales a los que están expuestas las poblaciones. Con frecuencia, estos fenómenos se desencadenan luego de eventos sísmicos, y la región pertenece a una zona de riesgo sísmico moderado, de acuerdo a la clasificación del INPRES.

Afloramientos geológicos en la zona de estudio

En geología se usa comúnmente el término “afloramiento” para hacer referencia a la exposición de una unidad litológica (rocas in situ) en la superficie. Si bien los afloramientos de rocas cristalinas como la Formación Puncoviscana (laja gris) o los granitos que las intruyen (granitos La Paya, Cachi, entre otros) se encuentran muy bien representados en los núcleos de las sierras del valle, los afloramientos de rocas sedimentarias antiguas están restringidos a algunos sitios aislados. Aquellas rocas correspondientes a los Subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara (cretácico-eoceno), consisten en conglomerados y areniscas rojizas, bien consolidados; algunas afloran en la laguna de Brealito, en los alrededores del pueblo de Molinos y en los flancos de algunas lomadas al oeste del municipio de Seclantás, en las cuevas de Acsibi; también hay pequeños afloramientos en la sierra de Cachi. La Formación Yacoraite (parte del subgrupo Balbuena) es un excelente nivel guía formado por calizas, margas y arenas claras con abundante contenido de fósiles; estas rocas afloran en el flanco occidental del cerro Tin Tin. Las rocas sedimentarias más jóvenes (correspondientes al cenozoico medio-superior) corresponden a las formaciones Luracatao, Quebrada de Los Colorados, Angastaco, Palo Pintado, entre otras y afloran en diferentes quebradas del valle de Luracatao o Amaicha y en los flancos de las sierras de la Apacheta o al pie del Cerro Tin Tin, en la quebrada del río homónimo. Los sedimentos cuaternarios, producto de la erosión de las montañas y de las mencionadas formaciones geológicas, son transportadas por los ríos y arroyos actuales o simplemente movidos por acción de la gravedad y cubren estas rocas en los valles. Al pie de las montañas, existen extensos depósitos como abanicos aluviales, bajadas y varios niveles de terrazas labradas por los ríos a lo largo de su historia geológica reciente (últimos 2 millones de años).

Por todo lo mencionado hasta aquí, vemos que en la zona de estudio confluyen diversos factores que dan como resultado paisajes de alto valor como patrimonio natural geológico. A continuación, se describen algunos de estos sitios, aunque debido a la geodiversidad existente, podría señalarse muchos más.

Salinas Grandes

En la parte norte del municipio de La Poma se encuentra las Salinas Grandes (compartidas con la provincia de Jujuy), que forma parte de una extensa cuenca cerrada, con drenaje interno, que en su centro contiene un lago seco de sal evaporada. La salina limita al este con las Sierra Alta y Sierra de Chañi y al oeste con la Sierra de Cobres, en cuyo pie se ubica la localidad homónima. Alonso (2015a, 195-198 p.) explica que la cuenca de Salinas Grandes se estructuró durante el Cuaternario con los materiales arrancados por la erosión de las montañas cercanas, así como por abundante caída de ceniza volcánica de los volcanes cordilleranos. Las aguas confluyen a la depresión donde finalmente se evaporan,

pero gran parte de los caudales provienen de forma subterránea, sólo algunos de forma superficial. Las aguas dulces, salobres y saladas, frías o termales, fueron concentrándose, y por evaporación depositaron distintos tipos de sales minerales, entre ellas los carbonatos en forma de travertinos, los sulfatos (yeso), los boratos (ulexita) y cloruro de sodio (halita o sal común), con una marcada zonación desde los bordes hacia el centro de la salina en función de la solubilidad. Muchas de las aguas se alimentaron superficial o subterráneamente en zonas de aparatos volcánicos. Alonso aclara que la costra salina puede ser lisa como un espejo o formar polígonos que crecen a diferentes alturas, pero toda la sal es de origen continental y no tiene nada que ver con el mar. También menciona la explotación de estas sales por los incas y luego por los españoles, pero en los últimos años creció el interés por el litio contenido en las salmueras que yacen debajo de la costra de sal; con lo cual concluye que esto podría llevar a una tercera era de desarrollo económico que comenzó con la sal gema, siguió con los boratos y podría continuar con las salmueras de litio. Asimismo, indica la existencia de estudios sísmicos que indican que debajo de las salinas hay rocas y estructuras con potencial de almacenar hidrocarburos.

Imagen 1.4.a. Salinas Grandes.



Fuente: <https://aliarviajes.tur.ar/salinas-grandes/>

Volcanes Gemelos y Puente del Diablo

En la zona sur del municipio La Poma, junto a la ruta 40, existen dos volcanes que erupcionaron uno junto a otro y se conocen como “Volcanes Gemelos de La Poma”. Tal como afirma Alonso (2015b, p. 162-164), se trata de volcanes extraños y llamativos porque se encuentran fuera del ámbito geológico de la Puna, que es su región natural. El autor afirma que son volcanes jóvenes de unos 50 mil años de antigüedad, que han derramado sus lavas basálticas y eyectado material lapillítico clausurando el río Calchaquí y produciendo un dique natural. Aguas arriba del dique se formó un gran lago, donde hoy es el pueblo de La Poma, cuyos sedimentos claros arcillosos aún se aprecian en algunos cortes. La temperatura de los volcanes calentó las aguas y se formaron una amplia variedad de fuentes termales y géiseres que derramaron líquidos carbonáticos dando lugar a importantes mantos de travertinos. Al romperse el dique natural, se cavó un profundo cañón con paredes verticales que alcanzan un centenar de metros. Como producto de estos fenómenos quedó un particular rasgo geomórfico, una especie de túnel de unos 110 m de longitud.

Imagen 1.4.b. Izq. Volcanes Gemelos de La Poma

Fuentes: <https://es.wikiloc.com/rutas-senderismo/volcanes-los-gemelos-la-poma-salta-44997833>). Der.: Puente del Diablo. Fuente: <http://saltasoy.com.ar/la-tenes-que-conocer-la-caverna-donde-vive-el-diablo-una-verdadera-joya-de-la-naturaleza>

El río está sembrado de truchas arcoíris y en el lugar se aprecian cangrejos y distintos insectos que viven asociados a este particular ecosistema. Tal como sostiene Alonso, el Puente del Diablo no sólo tiene valor científico, sino también como geositio, es un atractivo turístico importante por su belleza natural. En la última década, fue visitado por grupos de espeleólogos que exploraron su interior y dejaron instrucciones sobre el peligro de entrar sin precauciones, pues las paredes del cañón son abruptas y las rocas que la conforman son resbalosas.

Fuerte de Tacuil

La ignimbrita es una roca ígnea y depósito volcánico que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales en una matriz de fragmentos vítreos. En la zona de estudio es frecuente encontrar este tipo de depósitos. Alonso (2015a, p.26) afirma que más de mil volcanes se encuentran en los Andes Centrales y una porción interesante en Salta y Jujuy; los hay de distinto tipo (estratovolcanes, conos basálticos, domos) y en todos los estados (activos, inactivos, dormidos, apagados). Algunos de ellos colapsaron en el pasado dando lugar a gigantescos cráteres llamados calderas. Un ejemplo emblemático es la Caldera de Galán (en la puna catamarqueña), con 40 km de diámetro y coladas ignimbríticas que llegan hasta los valles calchaquíes, a más de 100 km del centro de emisión. Un retazo de esa ignimbrita forma el Fuerte de Tacuil, al sur de municipio de Molinos. No obstante, la roca que predomina en este sector es granítica y de edad ordovícica, con algunos afloramientos aislados de areniscas y conglomerados naranjas a rojos correspondientes a la Formación Quebrada de Los Colorados.

Laguna de Brealito

La laguna de Brealito es otro sitio de gran atractivo paisajístico, se trata de un cuerpo de agua contenido en areniscas y conglomerados rojizos del Subgrupo Pírgua, rodeado por las rocas graníticas –proterozoicas– que afloran en las Cumbres de Brealito.

Imagen 1.4.c. Laguna de Brealito

Fuentes: <https://www.facebook.com/Visit.Salta/posts/1859690797401782> y
<http://www.radiocafayate.com/?p=29034>

Es interesante destacar brevemente la historia de este sitio: las rocas cristalinas se fracturaron formando una cuenca que permitió la acumulación de las areniscas y conglomerados del subgrupo Pirgua en el Cretácico superior, Hongn y Seggiaro (2001) describen las tres formaciones de este subgrupo en esta zona (La Yesera, Las Curtiembres y Los Blanquitos). El origen de la laguna, es atribuido a un importante deslizamiento de bloques que endicaron un afluente del río Brealito. Los autores sostienen que este deslizamiento (como otros de la región) se encuentra vinculado a un sistema de fracturas secundarias que afectan a los depósitos conglomerádicos y señalan dos probables mecanismos (posiblemente uno activado por la acción del otro) como causantes del deslizamiento: la actividad sísmica y el peso de los sedimentos en zonas de debilidad estructural. El paisaje en esta zona, así como la disponibilidad de un espejo de agua a esta altitud en un clima árido, generan un escenario de gran atractivo para actividades recreativas.

Cuevas de Acsibi

Este sitio, ubicado al sudoeste del municipio de Seclantás, unos 15 km al oeste de Monte Nieva, ha sido explotado turísticamente en los últimos años. Consiste en un potente paquete de rocas sedimentarias continentales de coloración rojiza pertenecientes a los subgrupos Pirgua, Balbuena y Santa Bárbara –de edad Cretácico superior, Eoceno-.

En la Hoja Geológica 2563-III Cachi, Hongn y Seggiaro (2001), identifican a las tres formaciones del grupo Santa Bárbara: Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera. Estas rocas fueron cubiertas por la Formación Angastaco, compuesta por conglomerados y areniscas grises y pardas que afloran en el cerro de la Apacheta, al oeste. Esta secuencia de rocas sedimentarias ha sido plegada durante la orogenia andina, y luego erosionada por los agentes atmosféricos a lo largo de millones de años. En el paisaje de la zona se puede interpretar una estructura anticlinal (pliegue), en cuyo eje afloran las rocas más antiguas (areniscas y conglomerados rojos del subgrupo Pirgua) y en su flanco occidental afloran las rocas más jóvenes (areniscas finas y medianas rojas, así como las limolitas rojo ladrillo de la formación Lumbrera. Toda la secuencia ha sido erosionada, generando geoformas típicas de estos ambientes con gran atractivo paisajístico.

Imagen 1.4.d. Cuevas de Acsibi.



Fuentes:

https://www.tripadvisor.com.ar/Attraction_Review-g2260886-d2232480-Reviews-Cuevas_de_Acsibi-Seclantas_Province_of_Salta_Northern_Argentina.html y <http://www.amarela.com.ar/tour/experiencia-cuevas-de-acsibi/>

Paisaje del río Calchaquí

Finalmente, a lo largo del río Calchaquí y márgenes de la ruta nacional 40, afloran rocas de diferentes colores, edades y posiciones que permiten reconstruir la historia geológica de la región e imaginar paisajes perdidos. Sería interesante identificar nuevos puntos sobre el camino para poder realizar una explicación del paisaje.

Imagen 1.4.e. Río Calchaquí y algunas formaciones geológicas circundantes.



Fuente: <https://www.dexotic.com/tours/valles-calchaquies-2-dias>

1.5. RECURSOS NATURALES

1.5.1. SUELOS

Los suelos del área de estudio son en general de escaso desarrollo pedológico, y abarcan desde texturas arenosa pasando por franco, franco arenoso y franco limosa, excesivamente drenados y a menudo con presencia de gravas y guijarros, con considerables concentraciones de sales y sodio presentes en algunas zonas; en general el contenido de materia orgánica es bajo.

Imagen 1.5.1.a. Suelo cultivado con pimientos (derecha) y pilas de pimientos recién cosechados (izquierda) en el Municipio de Molinos.



Fuente: <https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/valles-calchaquies-parada-pimiento-tour-nid2299636>

La fragilidad de los suelos los hace susceptibles a procesos de erosión, tanto eólica como hídricas, siendo más relevante como mencionamos anteriormente la ocasionada por la acción del viento, lo cual deteriora aún más su baja fertilidad. Es importante analizar las características de los suelos en distintos puntos del valle, debido a que por sus características particulares condicionan notablemente la producción agropecuaria y define diferentes prácticas agrícolas. Por lo que podemos diferenciar los suelos ubicados en el fondo del Valle de los de pie de cerro.

Los suelos ubicados en el fondo de Valle, son jóvenes de escaso desarrollo, pobres en materia orgánica, nitrógeno y fósforo, no así en potasio. En general son suelos bien a moderadamente bien drenados. Ocupan la terraza antigua perteneciente a la cuenca de deposición fluvio-lacustre del río Calchaquí y parte terminal de las planicies de los conos aluviales, integradas por depósitos provenientes del terciario continental.

Estos materiales constitutivos de los suelos, son arenas finas y limos arenosos y arcillosos con alto contenido de carbonatos de calcio, color pardo oscuro con tonalidad rosada, que la diferencia de los suelos desarrollados a partir de sedimentos provenientes de basamentos cristalinos. Son de texturas finas y poco permeables. El relieve es plano a ligeramente ondulado, sin pedregosidad en superficie ni en el subsuelo, excepto en los sectores limitantes con las planicies de los conos aluviales.

La escasa vegetación natural está formada por: algarrobos (*Prosopis alba* y *nigra*), tala (*Celtis* sp.), brea (*Cercidium australe*), chañar (*Geoffroea decorticans*), jarilla (*Larrea divaricata*) y distintas especies de cactáceas. La vegetación disminuye a medida que se alcanza el ambiente de cono aluvial. Son suelos que tienen cierta potencialidad o aptitud de ser cultivados, siendo los principales cultivos: el pimiento para pimentón, alfalfa, maíz, tomate, cebolla, comino, poroto pallar y hortalizas varias.

El área de uso agropecuario con niveles de boro (B) potencialmente tóxicos definida por la superficie irrigada por los ríos Calchaquí, Luracatao, Cachi, Las Trancas, Cabrería y Percayo, plantea limitaciones tanto para el desarrollo productivo como para la incorporación de nuevas producciones agroecológicamente óptimas para este clima y suelo.

Es importante desarrollar nuevas líneas de trabajo que identifiquen a lo largo del año el comportamiento de las concentraciones de B en los ríos (en crecida y estiaje) y los métodos de mitigación apropiados para mejorar el uso agrícola de esta zona. Asimismo, podrían aplicarse tecnologías como el filtrado de agua de riego por el método de ósmosis inversa y/o la incorporación de especies tolerantes con acumulación de B.

Los bajos rendimientos que se obtienen, se deben principalmente a deficiencias en el manejo del suelo, a la poca cantidad de agua disponible, al tiempo entre riegos y a la falta de infraestructura, tanto a nivel predial como comunitario. Actualmente, con la escasez de agua del río Calchaquí, sólo se cultiva, aproximadamente, el 30% de la superficie total.

Los suelos ubicados en lo denominado Pie de Cerro, se caracterizan por ser jóvenes, de escaso desarrollo, con abundante material grueso, de baja retención de humedad, pobres en materia orgánica, nitrógeno y fósforo. En general son suelos bien a excesivamente drenados, con alto contenido de carbonatos de calcio, poseen colores pardos a grisáceos, reacción neutra a alcalina. No hay presencia de sales en el perfil que restrinjan la producción. El relieve presenta pendientes mayores al 2% con pedregosidad abundante en superficie.

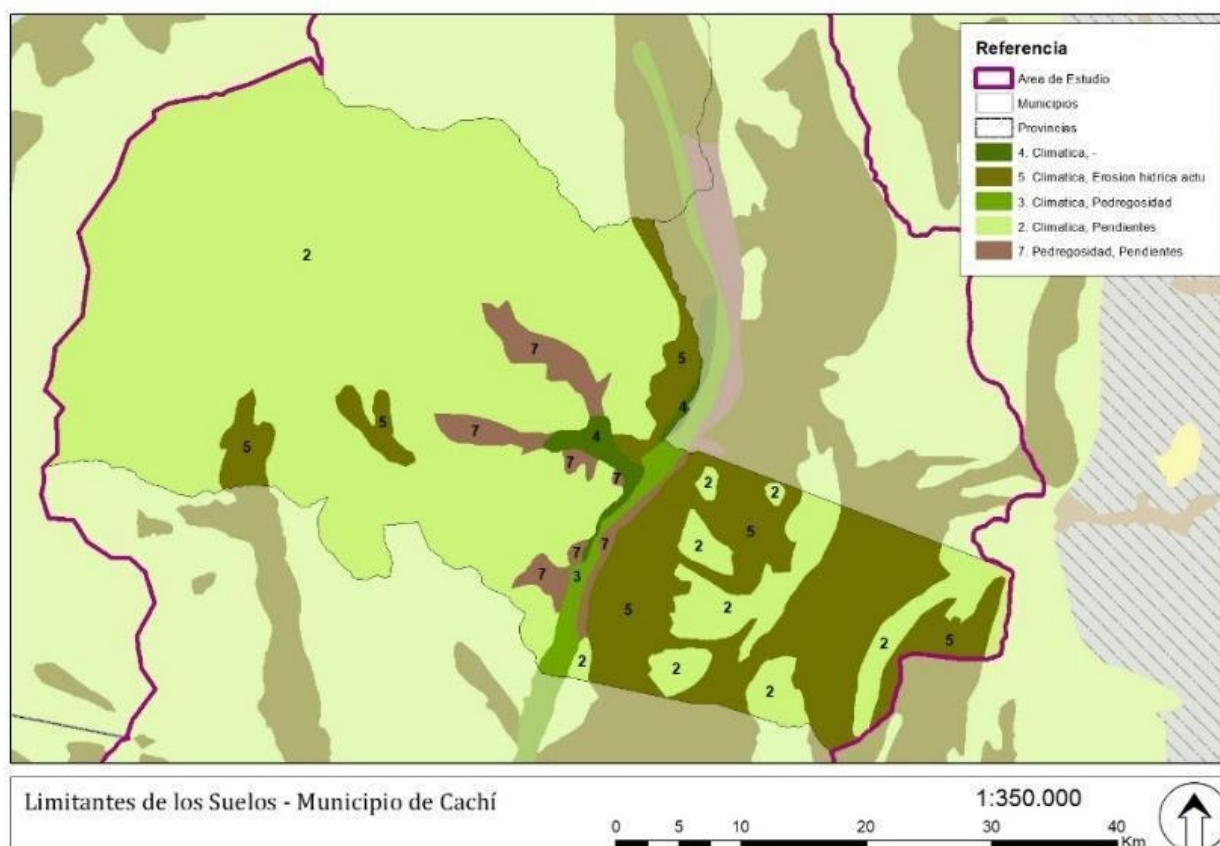
Resumiendo, los principales limitantes de la producción de los suelos son: Climáticas, Erosión hídrica, Pedregosidad y Pendiente. Estas variables se pueden ver en los mapas 1.5.b, 1.5.c, 1.5.d, 1.5.e y 1.5.f correspondientes a los municipios bajo estudio.

Imagen 1.5.1.b. Campo de secado de pimienta roja en los Valles Calchaquíes



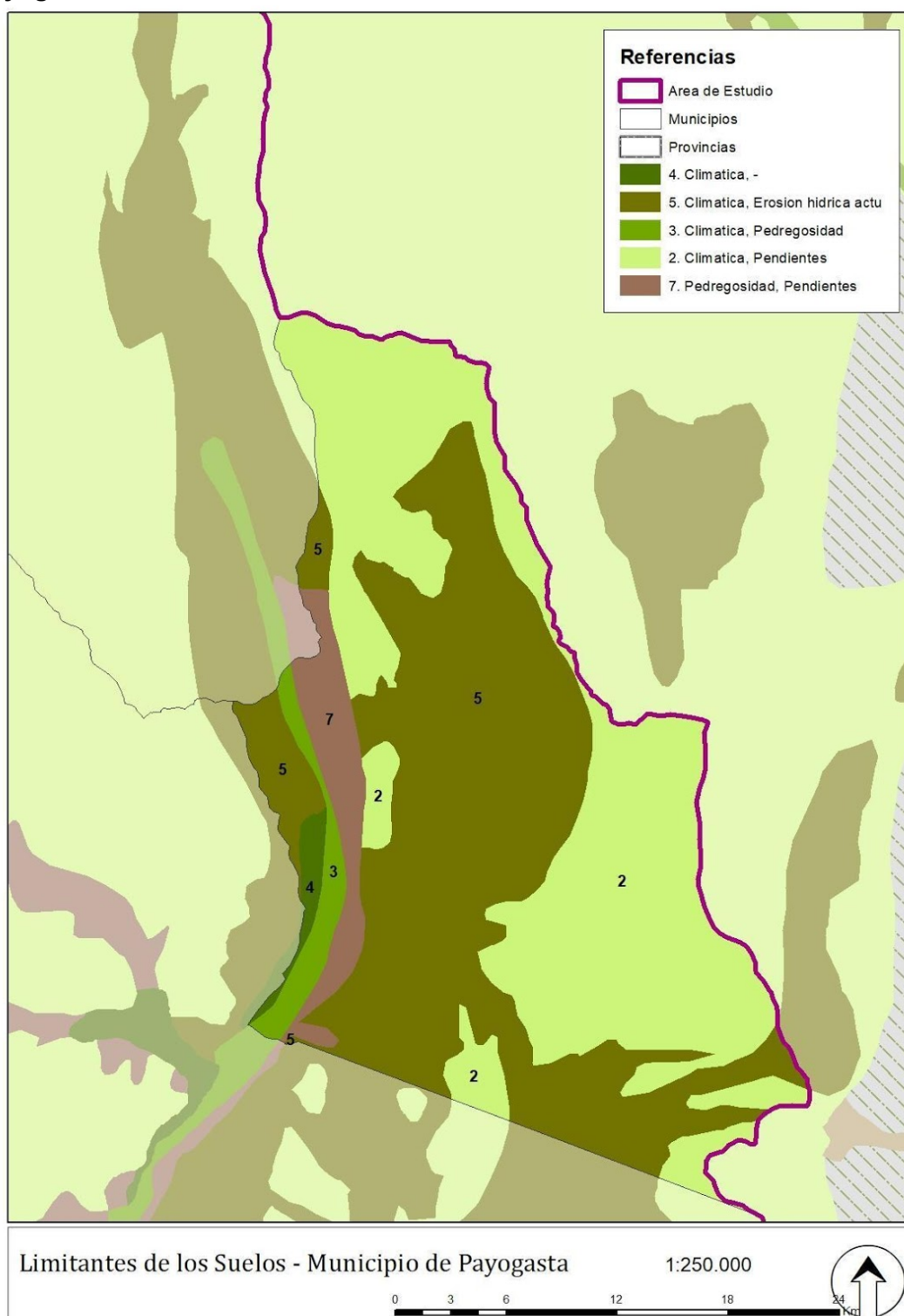
Fuente: <https://vove.com.ar/pimiento-en-rojo/>

Mapa 1.5.1.b. Limitantes de la Producción primaria en los suelos del Municipio de Cachi



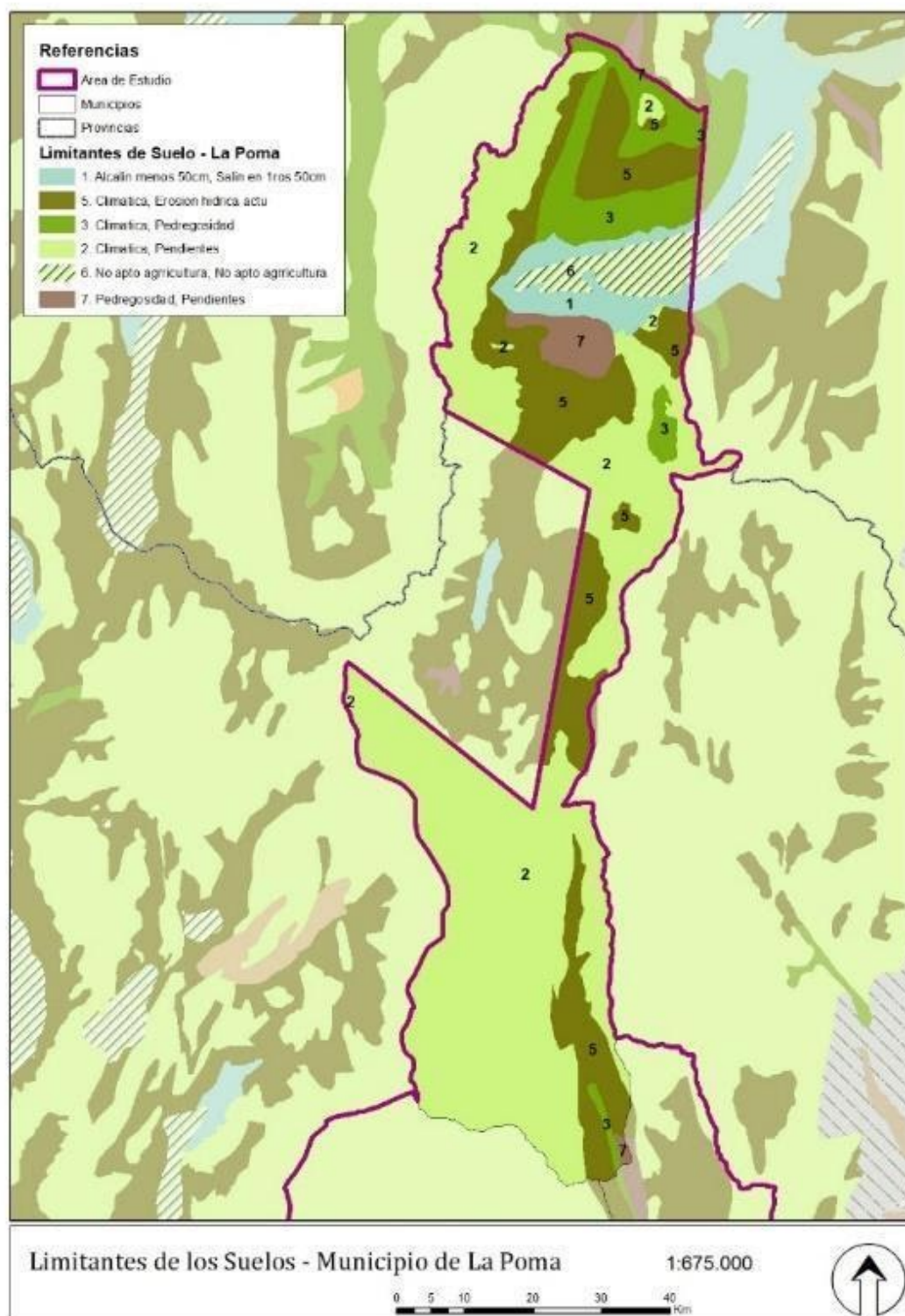
Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.5.1.c. Limitantes de la Producción primaria en los suelos del Municipio de Payogasta



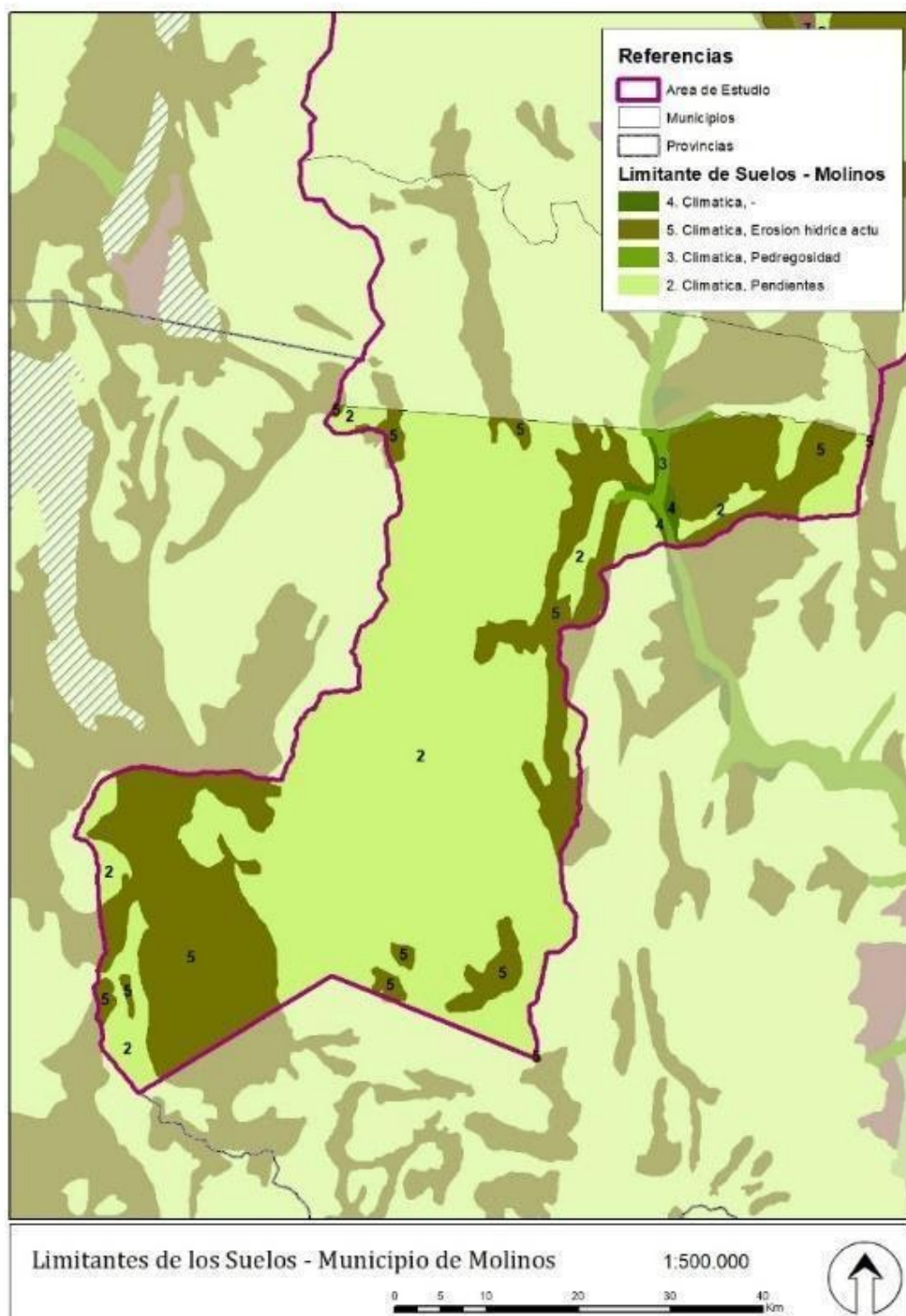
Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.5.1.d. Limitantes de la Producción primaria en los suelos del Municipio de La Poma



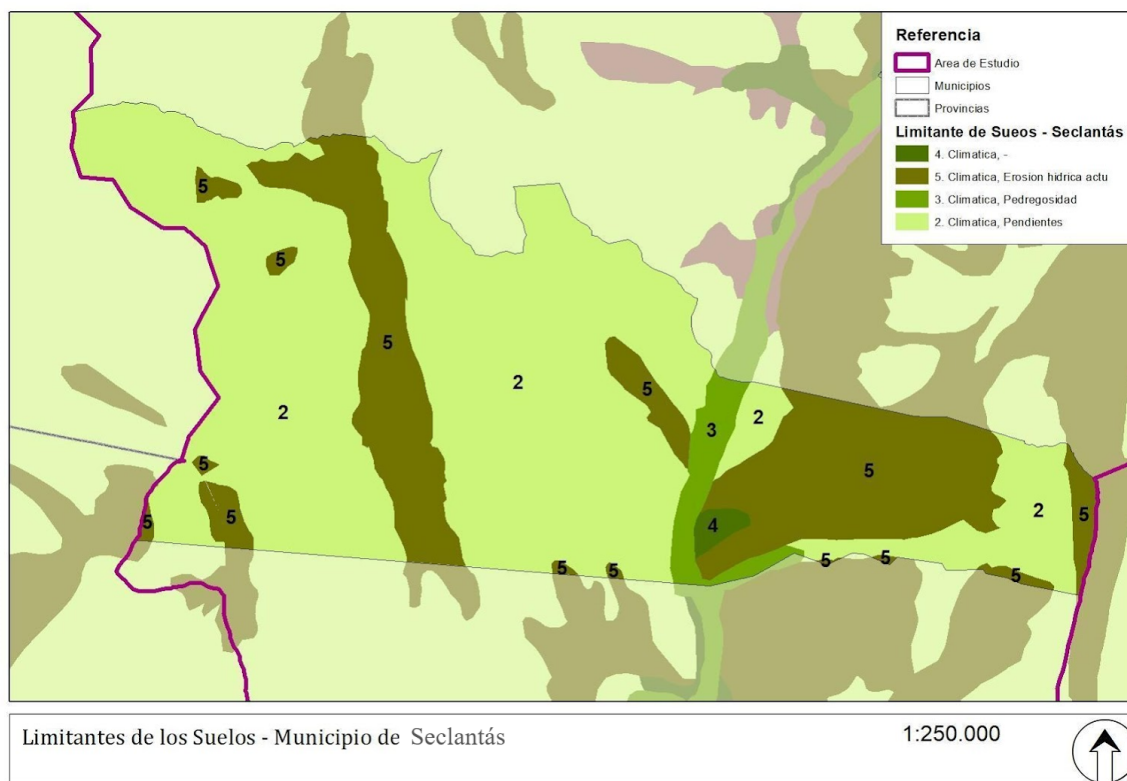
Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.5.1.e. Limitantes de la Producción primaria en los suelos del Municipio de Molinos



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Mapa 1.5.1.f. Limitantes de la Producción primaria en los suelos del Municipio de Seclantás



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Los terrenos agrícolas de la zona ocupan los faldeos enriquecidos por depósitos fluvio-lacustres.

En la zona de estudio las unidades cartográficas presentes se pueden ver en el Mapa 1.5.f.

Las unidades cartográficas de los suelos mencionados en las referencias del Mapa 1.5.f corresponden a las siguientes características:

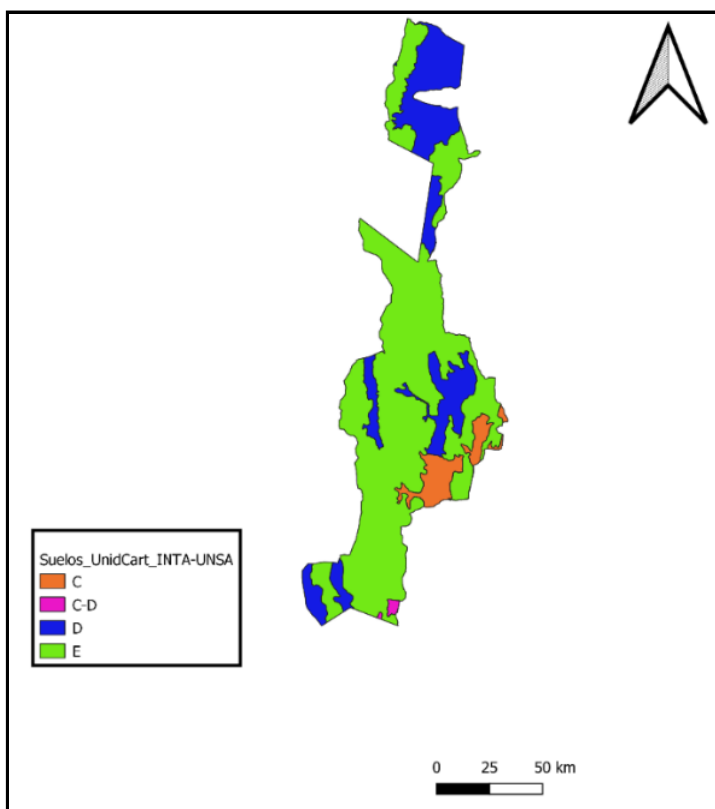
C: Constituyen áreas de tercer orden para el desarrollo agrícola. El 50% del área está cubierta por suelos aptos para el cultivo con dominancia de la clase C, o bien presenta una composición de clases que se asemeja en promedio a aquella. Las prácticas de manejo deben ser especiales y aplicadas en tratamientos constantes e intensivos, exigiendo una implementación de tratamientos estructurales (desagües, drenajes).

D: Conforman áreas no aptas para la agricultura y que en general sólo admiten una planificación pecuaria y forestal debido a las severas limitaciones que presentan los suelos para el cultivo. Requieren de estudios complementarios para delimitar y definir sub-áreas con suelos aptos para el cultivo, que por razones de escala no han sido separadas.

C-D: Corresponde a un mosaico formado por la combinación de las unidades C y D, compuesta, aproximadamente, por el 50% de cada una de ellas.

E: Estas áreas presentan muy severas limitaciones, resultando inaptas para la agricultura. Generalmente quedan excluidas de los programas de desarrollo, mejoramiento y recuperación. Los tratamientos quedan supeditados al uso que se les puede dar y a la real necesidad local de extender la agricultura.

Mapa 1.5.1.g. Clasificación de los suelos de los Municipios analizados según el Soil Taxonomy



Fuente: Unidades Cartográficas INTA-UNSA de Adecuación a un Sistema de Información Geográfica del estudio Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy), Nadir y Chafatinos 1990 - Convenio INTA UNSA.

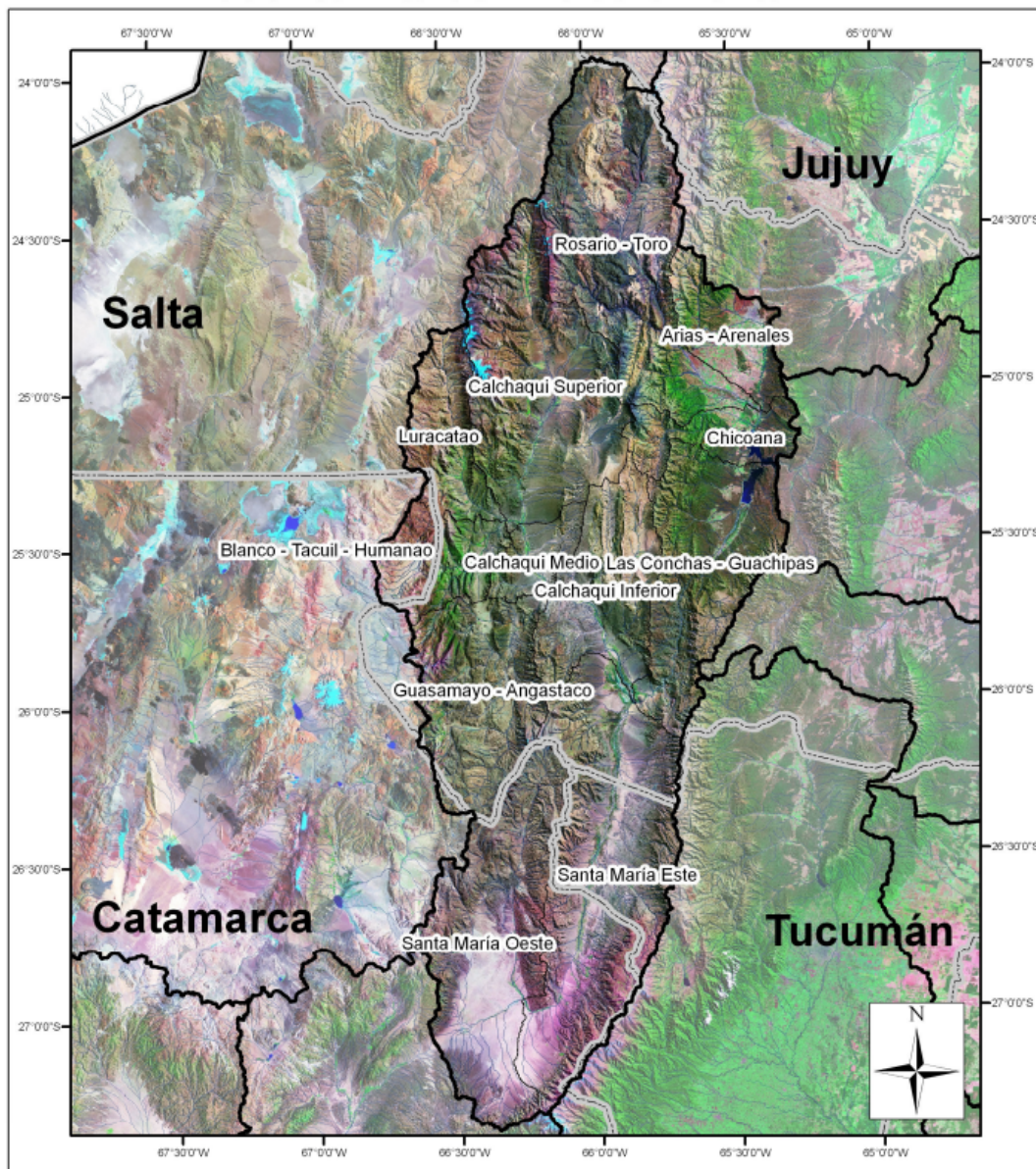
1.5.2. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parte media y superior de la cuenca del río Calchaquí, cuyo valle es una fosa tectónica emplazada entre el macizo puneño y parte de la cordillera oriental, en un ámbito semiárido, con grandes extensiones de mantos rocosos, extensos depósitos de piedemonte, conos aluviales y bajadas, y varios niveles de terrazas en las depresiones de la región.

Estos depósitos, de época cuaternaria, están constituidos por sedimentos fluviales medianos a finos, originados en los períodos de mayor precipitación, distribuidos en los flancos de los ríos principales que drenan la región.

El río Calchaquí fluye por su propio valle hasta unirse con el río Santa María para luego seguir su curso por la quebrada de las Conchas y aportar su caudal al dique Cabra Corral (Mapa 1.5.2.a).

Mapa 1.5.2.a. Cuenca Alta del Río Juramento



Fuente: Caracterización de las cuencas hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. EEA INTA SALTA (Paoli et al. 2011).

La cuenca superior del río Calchaquí se desarrolla dentro de la provincia de Salta. Desde sus nacientes hasta el dique Cabra Corral la cuenca abarca una superficie de

32.806,1km². Hasta ese punto de confluencia, se diferencian los siguientes sistemas hídricos ubicados en el sector oeste de la Provincia de Salta en la zona denominada Valles Calchaquíes (Tabla 1.6.a).

Tabla 1.5.2.a. Red Fluvial de la Alta Cuenca del río Juramento en la provincia de Salta

Nombre de la Cuenca	Superficie (Km2)
Calchaquí Superior	4391,18
Arias - Arenales	1226,13
Chicoana	1063,12
Luracatao	1418,52
Blanco - Tacuil - Humanao	1351,73
Calchaquí Medio	654,78
Santa María Oeste	4098,75
Rosario - Toro	4779,89
Guasamayo - Angastaco	2833,53
Calchaquí Inferior	2291,83
Las Conchas - Guachipas	3147,83
Santa María Este	5549,19

Fuente: Caracterización de las cuencas hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. EEA INTA SALTA.

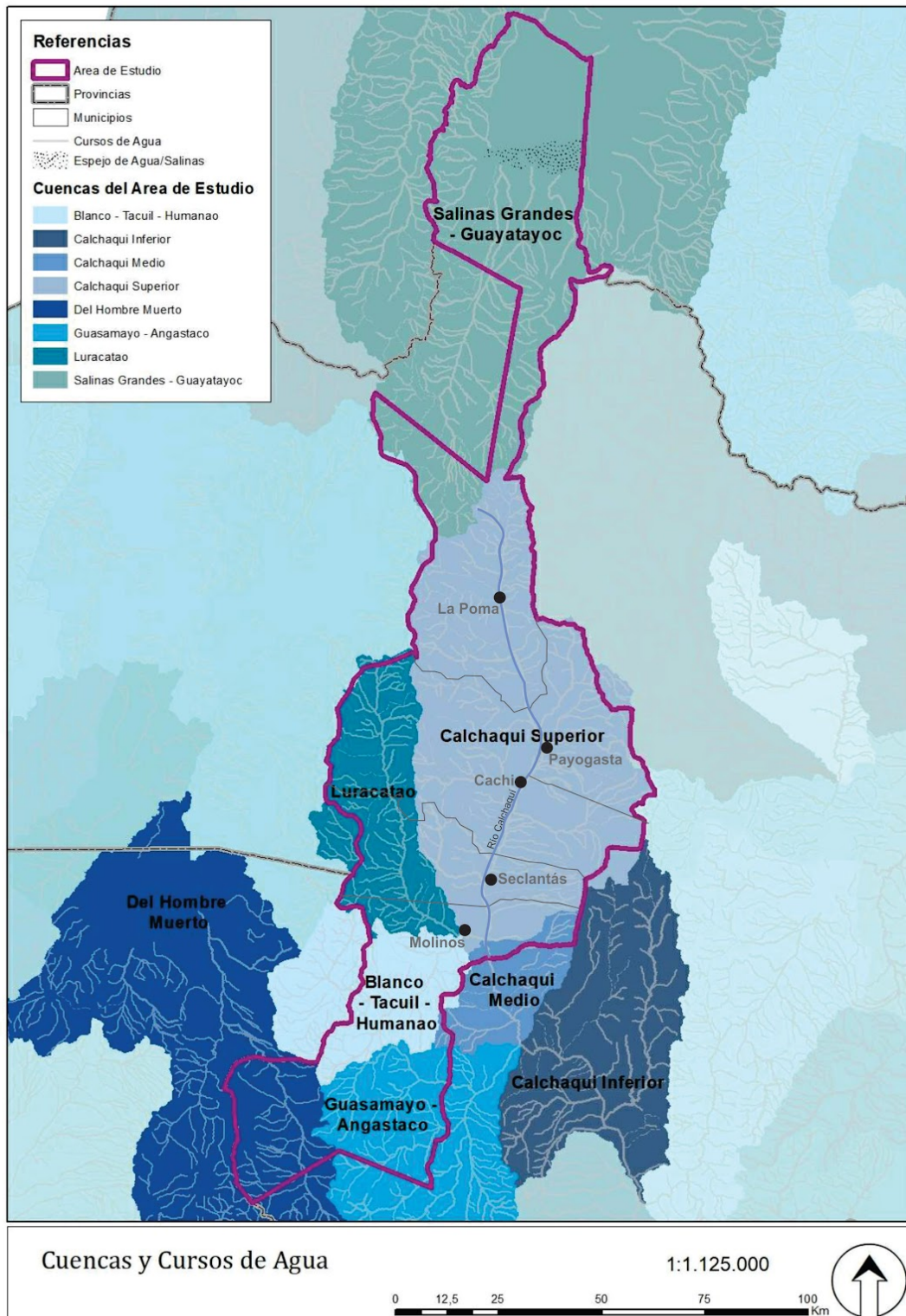
A lo largo del valle, el río Calchaquí recibe numerosos ríos tributarios de caudal variable (Mapa 1.5.2.b). Estos ríos conforman valles secundarios, como los de Angastaco, Tacuil, Amaicha, Luracatao, Breallito, Cachi y Palermo. También son frecuentes los arroyos de aguas cristalinas que bajan de los cerros occidentales a enriquecer el caudal del río principal.

El “Calchaquí” confluye con el río Santa María entre las localidades de Cafayate y San Carlos, conformando el río Las Conchas para avanzar por la quebrada homónima o de Guachipas, desembocando finalmente en el dique General Belgrano o Cabra Corral.

En el tramo centro-norte del Valle Calchaquí -entre Payogasta y Angastaco-, su flanco oriental presenta una larga pendiente desde el pie montañoso con numerosos cursos temporarios, de escaso caudal - a excepción del río Tintín-. En el lado occidental por la mayor disponibilidad de agua, las cuencas se caracterizan por cursos permanentes.

Las Cumbres de Luracatao reciben 400 milímetros de precipitaciones anuales aproximadamente, fundamentalmente en forma de granizo en verano, que funde en invierno por la irradiación solar alimentando al río homónimo.

Mapa 1.5.2.b. Ubicación de las Subcuencas de la Alta cuenca del Río Juramento y de la Cuenca Cerrada de Salinas Grandes-Guayatoc comprendidas dentro de los Municipios incluidos en el estudio.



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

El río Luracatao con rumbo norte sur, confluye con el río Amaicha, formando el río Molinos que, por un valle semiplano de unos 5 kilómetros de longitud, desagua en la margen derecha del Calchaquí. (Baldini, 2003).

El río Calchaquí, nace en el Acay y fluye hacia el sur, recibiendo afluentes tanto de las vertientes occidentales como orientales de la cuenca del AVC. Las redes de drenaje de vertientes occidentales presentan mayor desarrollo que aquellas desarrolladas al oriente. Asimismo, la calidad del agua de las primeras es mejor que la calidad de las segundas. Entre Cachi y Molinos, el flanco occidental, presenta una pendiente pronunciada hasta el nivel basal de la puna, la cual comienza atravesando el frente montañoso occidental de los valles de Luracatao y Tacuil- Amaicha. Las cumbres de Luracatao, los cerros Leones y la sierra de Vázquez conforman la divisoria de aguas que escurren hacia la puna al oeste y al ámbito del valle al este, con cursos de agua producto del deshielo de cinco glaciares situados a más de 4000m de altura. La característica de los glaciares salteños es que no se los detectan a simple vista. Parecen una parte más del paisaje árido cordillerano, pero bajo esas formaciones camufladas existen grandes reservorios de agua congelada, fundamentales para la regulación de los recursos hídricos.

A estas geoformas se las conoce como glaciares de escombros, que revelan la presencia del denominado "permafrost" o suelo permanentemente congelado. Ese piso incluye roca, hielo y materia orgánica, que se genera en el ambiente conocido como periglacial (Imagen 1.5.2.a).

Imagen 1.5.2.a. Permafrost en el Nevado de Cachi



Fuente: <https://www.eltribuno.com/salta/nota/2018-5-17-0-0-0-los-glaciares-ocultos-de-la-puna-saltena>

El porcentaje de hielo en los glaciares de escombros varía entre el 40% y el 60%, de ahí su vital importancia como reservorio de agua dulce y regulador del ciclo hidrológico en regiones como los valles productivos del noroeste argentino. En la región de estudio se encuentran áreas importantes de "permafrost" en las altas cumbres, ubicados, con distintas superficies

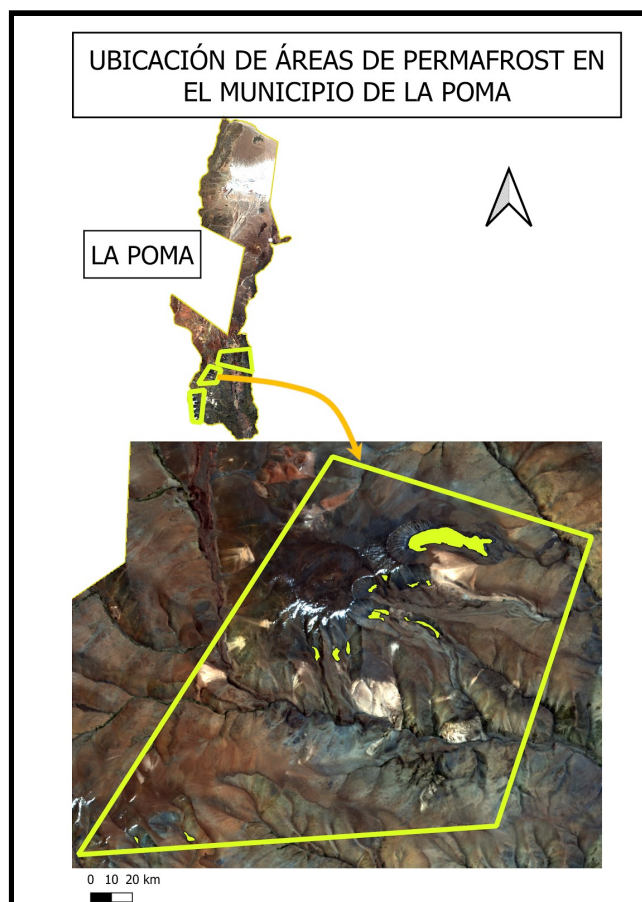
(Tabla 1.5.2.b), al oeste de los municipios de La Poma, Seclantás, Cachi y Molinos (Mapas 1.5.2.c. d. e y f).

Tabla 1.5.2.b. Área de Permafrost en los Municipios analizados de la Provincia de Salta

MUNICIPIO	ÁREA DE PERMAFROST (Km ²)
La Poma	5,5
Seclantás	0,5
Cachi	5,8
Molinos	0,1

Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Atlas de Glaciares de la Argentina.

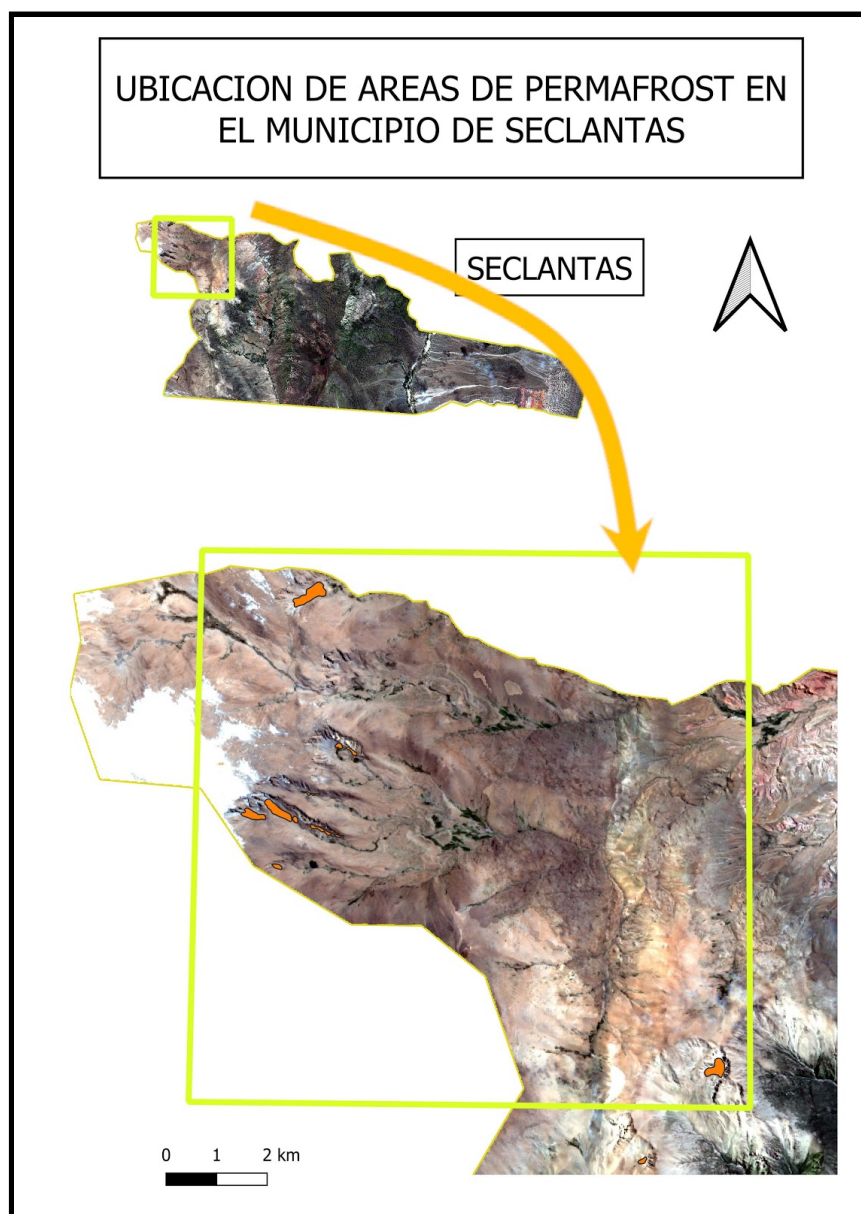
Mapa 1.5.2.c. Ubicación del Permafrost en las altas cumbres del Municipio de La Poma



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Atlas de Glaciares de la Argentina.

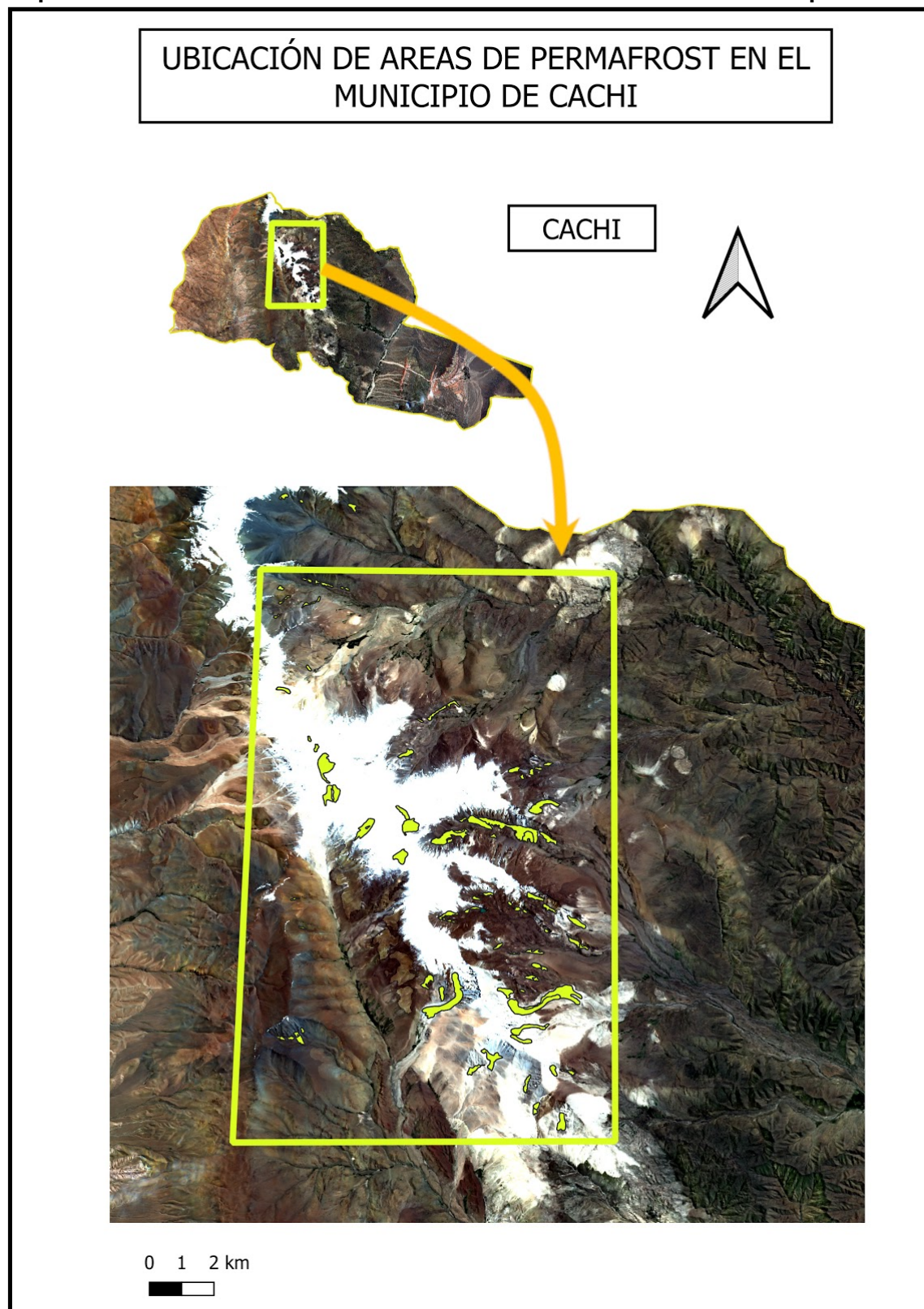
Estos glaciares están protegidos por la Ley Nacional N° 26.639 De Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial y la Ley de la Provincia de Salta N° 7.141. Ambas leyes tienen por objeto la protección de los glaciares para preservarlos como reservas estratégicas de Recursos Hídricos para el consumo humano; para la agricultura y como proveedores de agua para la recarga de cuencas hidrográficas; para la protección de la biodiversidad; como fuente de información científica y como atractivo turístico, estableciendo que los mismos constituyen bienes de carácter público.

Mapa 1.5.2.d. Ubicación del Permafrost en las altas cumbres del Municipio de Seclantás



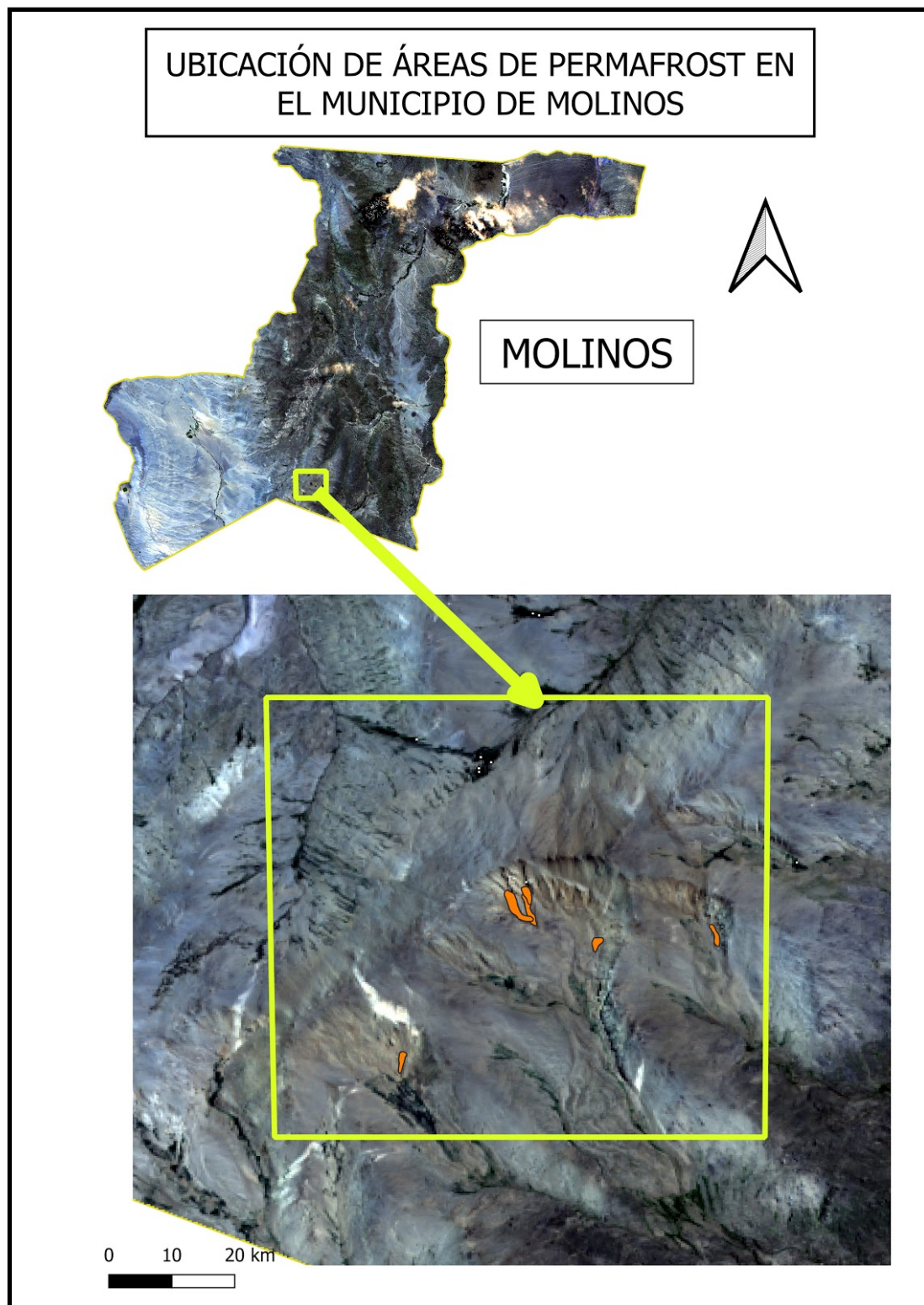
Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Atlas de Glaciares de la Argentina.

Mapa 1.5.2.e. Ubicación del Permafrost en las altas cumbres del Municipio de Cachi



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Atlas de Glaciares de la Argentina.

Mapa 1.5.2.f. Ubicación del Permafrost en las altas cumbres del Municipio de Molinos



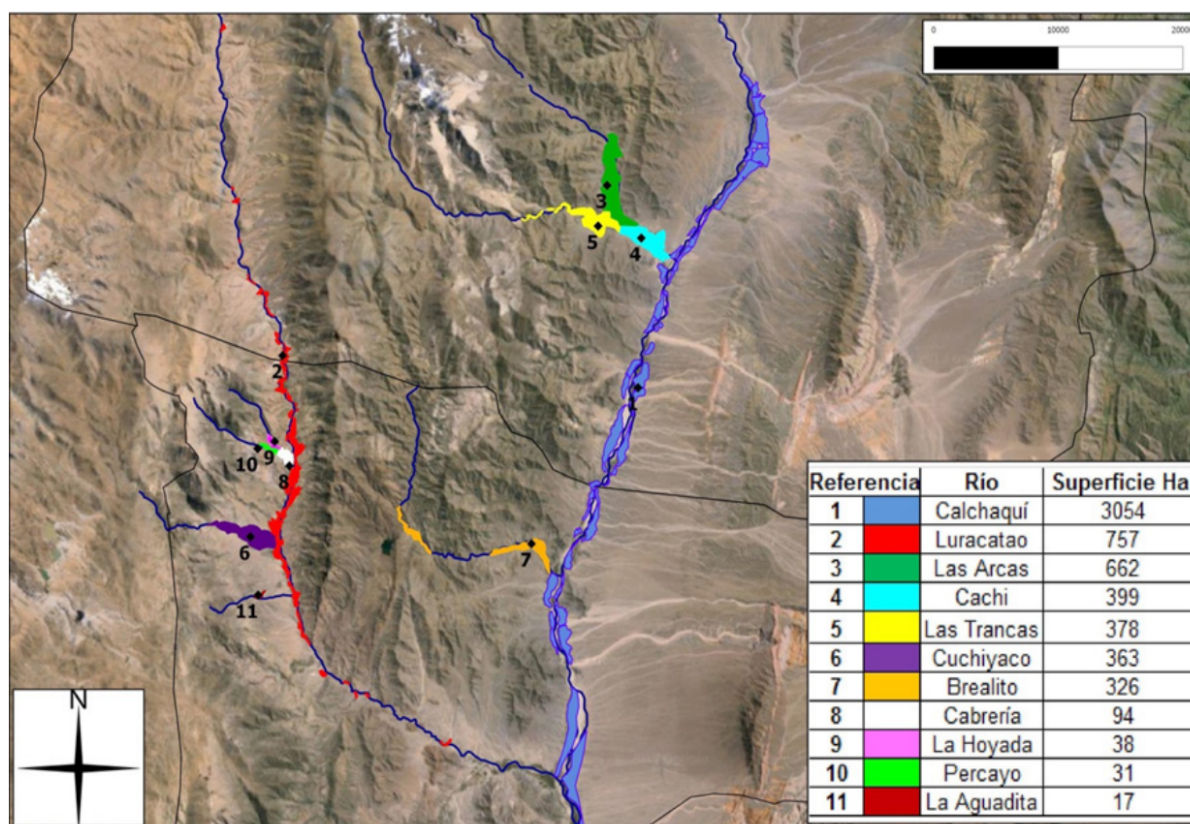
Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Atlas de Glaciares de la Argentina.

En algunos de los ríos que atraviesan el valle se ha detectado presencia de boro (B) con niveles mayores a 1 mg L-1 (Walter, 2019), que son considerados niveles tóxicos y producen limitaciones en la diversificación productiva y en la potencialidad económica de la zona.

Uno de estos ríos es el Calchaquí, cuyas aguas se utilizan para el regadío de los departamentos La Poma, Cachi y Molinos, que involucra este estudio. La cuenca de este río presenta valores de B que varían entre 0.19 mg/L (río Hoyada) hasta 3,62 mg/L (río Percayo), presentando el río Calchaquí un valor promedio de 2,4 mg/L. Estos valores pueden ocasionar efectos contaminantes que limiten el establecimiento de especies, con la consecuencia de un menor rendimiento y, en algunos casos, de afectación del crecimiento.

Las áreas estimadas para producción en las márgenes de los ríos en estudio se pueden ver en el Mapa 1.5.2.g. Estas áreas representan las zonas modificadas por el hombre para la producción bajo riego, ya sean de uso actual o potencial para los 11 ríos que proveen aguas de riego todo el año.

Mapa 1.5.2.g. Áreas estimadas para la producción en las márgenes del río Calchaquí y sus afluentes.



Fuente: Walter, 2019. El área modificada antrópicamente para uso agropecuario en los valles Calchaquíes salteños y sus limitaciones por efecto de contaminación

Las áreas involucradas suman en total 6.119ha. La superficie mayor corresponde al río Calchaquí, con 3.054 ha (50%), el Luracatao con 757ha, Las Arcas con 662ha, Cachi con 399ha, Las Trancas con 378 ha, Cuchiyaco con 363ha, Brealito con 326ha, Cabrería con 94ha, La Hoyada con 38ha, Percayo con 31ha y La Aguadita con 17ha.

Relacionando las zonas modificadas con los niveles de B, encontramos que las áreas de estudio que están afectadas con aguas de riego con B en exceso (con niveles comprendidos entre más de 1 mg/L y 3,62 mg/L, es decir, con limitaciones para uso productivo) abarcan una superficie aproximada de 4.713ha (cerca del 77% del total). Por lo tanto, quedaría un área sin limitaciones para la producción de 1.406ha.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA CERRADA DE SALINAS GRANDES – GUAYATOC

La configuración de la cuenca de Salinas Grandes es groseramente semilunar al adaptarse su margen occidental al lineamiento convexo del extenso abanico del río Las Burras, a lo largo de aproximadamente 40km. Este abanico, aunque no funcional, posee un extenso desarrollo en superficie, lo que permite la recepción de agua de precipitación que, luego de una rápida infiltración y posterior percolación en el subsuelo, recarga las reservas subterráneas, convirtiendo este depósito en un importante reservorio acuífero.

LAGUNAS

La Laguna de Brealito, en el departamento Molinos (Mapa 1.5.2.b), ubicada a 2700 msnm., tiene una superficie de 50 has, entre los cerros de Luracatao, de El Refugio y de Brealito. Es una laguna con una profundidad que se calcula en 20 metros, que es un valle profundo con una base muy quebrada. Su interesante historia geológica se detalla en este Informe en el parágrafo 1.4 Geología.

1.5.3. FLORA

La composición florística de los valles pertenece a la Región Neotropical, en el Dominio Chaqueño, correspondiente a dos provincias fitogeográficas, “Monte” y “Prepuna” (Cabrera, 1976). La vegetación predominante es una mezcla de elementos andinos y chaqueños, donde estos últimos disminuyen en número en relación con la altitud.

Entre las especies arbóreas nativas se puede citar: algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), molle (*Schinus molle*), el churqui (*Acacia caven*), tusca (*Acacia aroma*), chañar (*Geoffroea decorticans*), arca (*Acacia visco*) en ambientes más húmedos y de transición; en ambientes más puneños habita el cardón (*Trichocereus pasacana*, *T. terscheckii* y *T. tarijensis*).

Las especies exóticas más difundidas son el álamo (*Populus sp*), eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), y el sauce criollo (*Salix humboldtiana*). En el estrato arbustivo se encuentra con frecuencia jarilla (*Larrea divaricata* ó *L. cuneifolia*), brea (*Cercidium australis*), poleo (*Lipia*



turbinata), pilchana (*Senna aphilla*, *Senna crasiramea*), rodajilla (*Plectocarpa ronguesii*) y retama (*Spartium junceum*).

En el estrato inferior, predominan las hierbas anuales y las gramíneas mientras que en el estrato intermedio existen arbustos o arbolitos ramificados desde la base, muy tortuosos.

En las zonas inundadas y salitres, aparece la vegetación particular de estos ambientes: gramilla rastrera (*Cynodon hirsutus*), pata de perdiz (*Cynodon dactylon*), pelo de chancho (*Distycklis spicata*), unquillo (*Scirpus elneyi*), cachiuyo (*Atriplex lampa*, *A. undulatum*) y junco (*Juncus acutus*).

En las laderas rocosas crecen gramíneas duras y diferentes clases de cactáceas como del género *trichocereus*, sobre todo variedades de arbustos como la roseta (*Plectocarpa tetracantha*). En las

orillas de los ríos se pueden identificar jume y simbol.

Fuente de la foto: Propia

1.5.4. FAUNA

Imagen 1.5.4.a. Vicuña



Fuente: <https://www.portal.catamarca.gob.ar/noticias/ambiente>

Entre los mamíferos, los camélidos o auquénidos americanos como el guanaco (*Lama guanicoe*), la vicuña (*Vicugna vicugna*) en peligro de extinción y con protección mediante Ley provincial N°6709/93, y la llama (*Lama glama*). En los cerros de cierta altura habita la taruca o huemul del Norte (*Hipocamelus antisensis*) en peligro de extinción, (Monumento Nacional. Ley N° 22.351).

Entre los carnívoros el puma o león (*Felis concolor*), zorro colorado (*Dusicyon culpaeus*), zorro gris chico (*Dusicyon griseus*), zorrino castaño (*Conepatus humboldtii castaneus*) y probablemente el gato montés (*Felis geoffroyi*), y roedores como la comadreja común (*Didelphis albiventris*), el pericote andino (*Auliscomys sublimis*), cuis o coy, (*Microcavia australis*) ardilla y la vizcacheta serrana (*Lagidium viscacia*).

El número de especies de aves supera el centenar, siendo las más conocidas el ñandú, en los remansos de agua las garzas, variedad de patos y gansos (Teseira & Sola, 2001), también el cóndor (*Vultur gryphus*), la perdiz o guapo, halcones (*Falco spp.*) y gavilanes (*Accipiter nisus*), loros, pájaros carpinteros de los Cardones (*Melanerpes Cactorum*) y Andino (*Colaptes rupicola*), palomas, jilgueros, etc. Entre los reptiles, el Lagarto Ututo (*Tupinambis sp*) y ofidios como la falsa Coral (*Lampropeltis sp*), la Coral (*Micrurus sp*) y la Yarará (*Bothrops sp*).

Entre los desdentados figuran quirquincho chico (*Chaetophractus vellerousus*) y armadillos.

Los peces de la región están vinculados a la estacionalidad de las crecientes, algunos son exclusivos del río Calchaquí como las madrecitas, otra especie muy común son los toritos o bagrecillos, entre otros.

1.5.5. RECURSOS MINERALES

Los recursos minerales o recursos mineros son los compuestos y sustancias de origen geológico que se encuentran en la corteza terrestre. Una vez extraídos pueden servir de materia prima para numerosos y muy diversos procesos industriales. Este tipo de materiales pueden ser muy distintos entre sí, pero tienen en común su método de extracción: la minería.

La provincia de Salta posee el 54% de su territorio ocupado por una fisiografía montañosa difícil para el desarrollo de actividades como la agricultura, pero con un gran potencial geológico minero que podría llevar a ser, en la provincia, una economía clave para su desarrollo. La incidencia actual de la actividad minera en la economía de la provincia solo alcanza un dígito en el Producto Bruto. Estos valores son logrados por su actividad minera tradicional como la producción de boratos, a los que se sumaron otros productos como perlita, sulfato de sodio y más recientemente carbonato de litio, cloruro de potasio y sodio. La producción minera de boratos, en la Provincia, ha crecido en los últimos 10 años a una tasa promedio anual del 20%.

A partir del año 1994, la Ley de inversiones mineras estableció un nuevo rumbo en base a la creación de un marco de estabilidad a las empresas inversoras en minería. Desde entonces, la actividad minera exploratoria se incrementó sensiblemente teniendo en cuenta el potencial geológico – minero de la provincia de Salta y el marco político respecto a la

actividad minera que los diferentes gobiernos establecieron. Hoy más de 2 millones de hectáreas se encuentran concedidas en la provincia para la exploración minera. La actividad exploratoria se encuentra trabajando a pleno logrando que en el 2011 trabajen más de 30 equipos de perforación de manera simultánea.

Muchos proyectos mineros salteños con mineralización de oro, plata, cobre, plomo, zinc, litio, potasio, tierras raras y uranio entre otras, lograron durante los últimos años avanzar en el proceso exploratorio llegando en la actualidad algunos a lograr factibilidad. Se estima que en los próximos años, manteniendo la política minera, la provincia de Salta tendrá un importante cambio en la economía argentina a raíz de la puesta en producción de algunas minas y optimización de otras.

Es importante señalar que no solo es interesante el crecimiento de los minerales mencionados sino también el crecimiento en la demanda que podrán tener los elementos llamados tierras raras de abundancia en diferentes unidades geológicas, al igual que el uranio debido a la creciente necesidad de producir mineral para las plantas argentinas. En los municipios a los que se refiere este estudio, excepto en Payogasta, existe un área importante de Recursos Mineros (Tabla 1.5.5.a)

Tabla 1.5.5.a. Estimación de la superficie de Recursos Minerales por Municipio en la zona del estudio.

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)
CACHI	100915,5
LA POMA	305633,3
MOLINOS	81680
SECLANTAS	18275,3

Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

El área de recursos mineros indicada en la tabla 1.5.5.a, está distribuida en los municipios según los números indicados en la Tabla 1.5.5.b., para cada tipo mineral. Los tipos minerales comúnmente se dividen en dos tipos: minerales metálicos y no metálicos.

Los elementos metálicos se clasifican en cuatro tipos:

- Básicos:** Cobre, plomo, zinc, estaño.
- Ferrosos:** Hierro, manganeso, molibdeno, cobalto, tungsteno, titanio, cromo.
- Preciosos:** Oro, plata, platino.
- Radioactivos:** Plutonio, uranio, radio, torio.

La minería no metálica comprende la actividad de extracción de recursos minerales que, luego de un tratamiento especial, se transforman en productos que por sus propiedades físicas y/o químicas pueden aplicarse a usos industriales y agrícolas. Por ejemplo, salitre, yodo, yeso, carbonato de litio, potasio, carbonato de calcio, cal, asbesto, arcillas comunes o sulfato de sodio.

Es por eso que el interés público y privado por su desarrollo se orienta tanto a su fase productiva como a su uso final. Y la mediana y pequeña minería es la que más se dedica a explotar este tipo.

Dada la diversidad de productos no metálicos considerados de interés, para efectos de análisis de su comportamiento y en virtud de su importancia económica y características de su mercado, se los clasifica en 4 grupos:

Grupo I

Productos originados a partir de recursos caracterizados por sus muy buenas perspectivas geológicas, que permiten obtener ventajas comparativas en el mercado mundial. Comprende aquellos recursos salinos provenientes de depósitos y de salmueras, con reservas de calidad y ubicación favorables para una prolongada explotación. La lista de productos del grupo, en orden de importancia, es: SALITRE (Nitrato de Potasio, Nitrato de Sodio y Salitre Potásico); YODO (Yodo y sus sales derivadas Yoduros y Yodatos); SALES DE LITIO (Carbonato y Cloruro); BORATOS (Ulexita y sus derivados Ácido Bórico, Bórax refinado); CLORURO DE SODIO; SALES POTÁSICAS (Cloruro y Sulfato).

Grupo II

Productos provenientes de recursos de buenas perspectivas geológicas y abundantes en el país. Se caracterizan por su bajo valor unitario y altos volúmenes de producción, preferentemente integrada a una industria consumidora (autoabastecimiento). Por ejemplo, industrias relacionadas a la construcción y cerámicas. Se considera que existe sólo un mercado marginal, aunque creciente, para estos productos.

Se incluyen en este grupo según su orden de importancia: CARBONATO DE CALCIO (Caliza para cemento y cal); YESO (Para objetos de yeso y cemento); PUZOLANA (Para cemento); ARCILLAS (Arcillas comunes y plásticas); ÓXIDO DE HIERRO (Para cemento y pigmentos); PIROFILITA (Para cerámicas); CEMENTO (Se incluye como producto industrial) CAL (Se incluye como producto industrial).

Grupo III

Productos muy diversos de recursos relativamente abundantes en el país, de razonables perspectivas geológicas que se explotan en volúmenes de producción de mediana y baja escala. Tienen una amplia gama de aplicaciones industriales en el país y existe una oferta diversificada, por tipos de productos y calidades. Se destinan preferentemente al mercado nacional, donde deben competir con productos similares importados. Algunos de ellos alcanzan grados de calidad que les permite ser exportados.

La nómina de productos de este grupo, en orden de importancia, es: FOSFATADOS (Superfosfatos, Fosfatos de amonio, Roca fosfórica, Guano); ARCILLAS CAOLINÍFERAS (Caolín, Arcillas Refractarias); RECURSOS SILÍCEOS (Sílice, Cuarzo, Arenas Silíceas);

SULFATO DE SODIO; DIATOMITA; AZUFRE (Crudo, Sublimado); CARBONATO DE CALCIO (Creta, C.C. Granulado y Precipitado); TALCO; FELDESPATO; ROCAS (Mármol, Granito); BENTONITA(Cálcica y Sódica); ABRASIVOS (Piedra pómez, ; WOLLASTONITA; PERLITA; BARITINA; SULFATO DE ALUMINIO; CIMITA.

Grupo IV

Productos que, por estar basados en recursos de menores perspectivas geológicas, según el conocimiento geológico actual, no registran producción significativa nacional. En consecuencia, el abastecimiento nacional es de origen importado, pero se incluyen en el presente análisis por su importancia en el consumo nacional y como antecedente para eventuales desarrollos mineros a futuro.

Los productos de mayor interés, son los siguientes: CARBONATO DE SODIO; MAGNESIO (Dolomita, Magnesita, Magnesita); ASBESTO; ÓXIDO DE ALUMINIO (Alúmina, Bauxita); CROMITA; GRAFITO NATURAL; ANDALUCITA; FLUORITA; MICA

Tabla 1.5.5.b. Estimación de la superficie de Recursos Minerales por Municipio en la zona del estudio.

COMBINACIÓN DE TIPOS MINERALES Y CATEO	CACHI	LA POMA	MOLINOS	SECLANTAS	Total general
Cateo	7	8	4	1	20
Grupo IV	8	4		1	13
Grupo I	2	60			62
Grupo I y Grupo III		2			2
Grupo I y Grupo III	1				1
Grupo I y Grupo IV	1	12			13
Grupo I, Grupo III, Grupo IV		2			2
Grupo II		1			1
Grupo III		1			1
Grupò III		1			1
Grupo III y Grupo IV		1			1
Grupo III, Grupo IV,	1				1
Grupo IV		8		1	9
M. Básicos y Grupo I		1			1
M. Básicos		1	4		5

M. Básicos y Grupo IV	3	3			6
M. Básicos y M. Ferrosos			2		2
M. Básicos y M. Preciosos		3			3
M. Básicos y Radiactivos	2	2			4
M. Básicos, Grupo I y Grupo IV		2			2
M. Básicos, Grupo IV		2			2
M. Básicos, M. Ferrosos y Clase IV		1			1
M. Básicos, M. Ferrosos y Grupo IV	2	3			5
M. Básicos, M. Ferrosos y M. Preciosos		6			6
M. Básicos, M. Preciosos y Grupo III		1			1
M. Básicos, M. Preciosos y M. Ferrosos			1		1
M. Básicos, M. Ferrosos y M. Preciosos y Grupo IV		1			1
M. Básicos y M. Preciosos		2			2
M. Básicos y Grupo IV		1			1
M. Ferrosos	1	4		1	6
M. Ferrosos y M. Preciosos		1			1
M. Ferrosos, Grupo III y Grupo IV		2			2
M. Ferrosos, Grupo III y Grupo IV	9	2			11
M. Ferrosos, M. Básicos y M. Preciosos		3			3
M. Ferrosos, Grupo I y Grupo III		1			1
M. Preciosos		11	1		12
M. Preciosos y M. Básicos	3	26		1	30
M. Preciosos, M. Básicos y Grupo IV		1	1		2
M. Preciosos, M. básico y Grupo I		4			4

M.Básicos	1	14			15
M.Basicos, M. Preciosos, Grupo I		1			1
M.Ferrosos y Grupo III				1	1
Manifestación		3			3
MK. Básicos y Grupo III		1			1
Radiactivos	1	3	18		22
Salinas		51			51
Salinas y Grupo I		1			1
Servidumbre de Agua		1			1
Servidumbre de Camino		1			1
Servidumbre de Campamento		8			8
Total general	42	268	31	6	347
Total general	42	269	31	6	348

Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

La distribución de los tipos minerales indicados en la tabla 1.5.5.b. en los municipios involucrados en el estudio se puede observar en el Mapa 1.5.2.b.

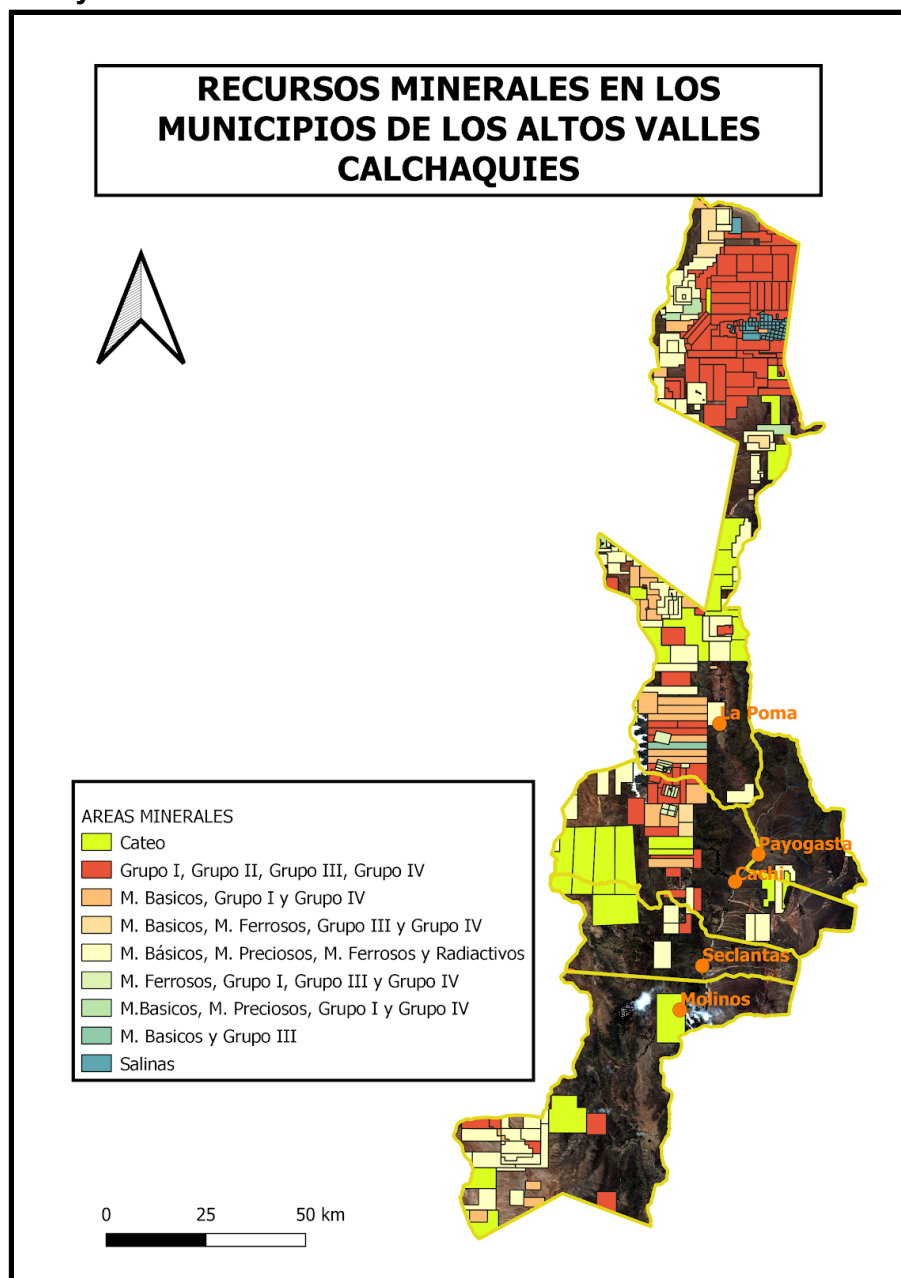
Uno de los sitios de explotación minera de gran importancia en la región es la cuenca de las salinas grandes, cuyo extremo occidental está ubicado al NE del municipio de La Poma. La sal extraída en estas inmensas salinas se vende para fines industriales y de alimentación. También se explotaron intensamente los boratos entre ellos los de Cangrejillos en el NO del municipio de La Poma.

Miles de obreros trabajaron en la extracción de los nódulos algodonosos de ulexita o borato común de los bordes de la salina hacia fines del siglo XIX, y aún hoy se ven las ruinas de los viejos campamentos mineros abandonados.

En los últimos años creció el interés por el litio contenido en las salmueras que yacen por debajo de la costra de sal. Esto podría llevar a una tercera era de desarrollo económico que comenzó con la sal gema, siguió con los boratos y ahora podría consolidarse con las salmueras de litio, siempre y cuando se mantenga el interés de los mercados internacionales para la fabricación de autos ecológicos en base a baterías eléctricas. Por su compleja geología, su larga historia y por su belleza paisajística, las Salinas Grandes de Salta y Jujuy comprenden un rico ambiente que merece ser destacado por su potencial

económico y por encontrarse entre los principales atractivos turísticos de la región (Alonso, 2019).

Mapa 1.5.5.b. Distribución de los tipos minerales en los Municipios de La Poma, Cachi, Molinos y Seclantás



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de Geoportal IDESA, Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial.

Consecuencias negativas para el ambiente por la extracción de minerales

Algunas de las consecuencias negativas más importantes de la minería moderna para el medio ambiente, son las siguientes:

- Cambios en la morfología del terreno: la extracción de minerales sobre la superficie de la tierra da lugar a grandes excavaciones. Además, se deforestan grandes extensiones de tierra, teniendo como consecuencia las pérdidas de suelo por la erosión, pérdida de hábitats de muchas formas de vida, pérdidas de biodiversidad o alteración de algunos ciclos biogeoquímicos como el del agua.
- Contaminación del aire: las extracciones de minerales liberan polvo y otros gases tóxicos al medio ambiente, que se originan en las explosiones que rompen las rocas. Estos gases pueden generar graves problemas respiratorios a los seres humanos y animales que habitan las zonas próximas. Además, son gases que pueden subir a la atmósfera y ser causantes del efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático y a sus consecuencias.
- Contaminación a las aguas superficiales: en ocasiones, los materiales químicos que se utilizan o liberan durante las extracciones, no son tratados correctamente y pueden filtrarse accidentalmente hacia las aguas superficiales, ocasionando graves perjuicios para su fauna y flora incluyendo su pérdida.
- Contaminación de aguas subterráneas: los desechos de las minas suelen ser lavados por el agua de la lluvia y a veces son llevados y filtrados hacia los yacimientos de agua subterránea.
- Daños a la flora y a la fauna: daños que se producen como consecuencia de los puntos anteriores. Se disminuyen la cantidad de especies y se las desplaza de su hábitat, entre otros perjuicios.

Los impactos negativos de la extracción de minerales al medio ambiente, también dependen en una gran medida del tipo de explotación minera, distinguiéndose fundamentalmente dos tipos de minas: minas subterráneas y minas a cielo abierto.

Las minas subterráneas se excavan como galerías interconectadas bajo la tierra, ayudándose de explosivos. En general, el impacto ambiental de este tipo de minas es menor, ya que los cambios en la superficie terrestre se reducen, aunque igualmente se produce la contaminación del agua y acuíferos. Este tipo de minas se están sustituyendo progresivamente por métodos más eficientes de extracción representados por la minería a cielo abierto.

El impacto ambiental de la minería a cielo abierto, que actualmente representa la gran mayoría de explotaciones mineras, es mucho mayor que las anteriores, ya que influye más sobre el medio, causando deforestación, mayores pérdidas de hábitats o contaminación del agua. Se diferencian en tres tipos: **a-** minas a cielo abierto propiamente dichas, **b-** canteras (peligrosas por su mayor proximidad a zonas urbanas que dan lugar a vertederos urbanos) y **c-** minería por lixiviación, que usa productos químicos para el lavado (lixiviado) de los minerales que se pretende extraer, causando gran contaminación a las aguas.

1.5.5. RECURSOS ENERGÉTICOS

1.5.6.1. Hidrocarburos

El petróleo es actualmente la fuente de energía predominante en el mundo y es una materia prima fundamental para elaborar una gran cantidad de productos de uso cotidiano. El gas natural tiene un gran desarrollo en la Argentina y una gran participación en nuestra matriz energética.

La cuenca noroeste es una cuenca predominantemente gasífera, llegando en un momento a ocupar el 2º puesto en la producción total del país. La Formación Los Monos es la principal roca madre en la cuenca Paleozoica del noroeste. Además de su importancia como roca generadora y como ocurre en otras unidades políticas reconocidas como roca madre en diferentes cuencas alrededor del mundo, esta unidad también muestra potencial como reservorio no convencional.

En ese orden, es importante tener presente la posición geopolítica con la que cuenta la provincia, red de distribución y capacidad de transporte a través de distintos gasoductos.

Dentro de la provincia se encuentra la única refinería del norte del país, Refinor, que recibe el petróleo crudo y el gas natural proveniente de la cuenca del Noroeste y de Bolivia.

Las áreas hidrocarburíferas de Explotación y Exploración de la Provincia de Salta se encuentran dispuestas sobre tres subcuencas generadoras y productoras de Hidrocarburos:

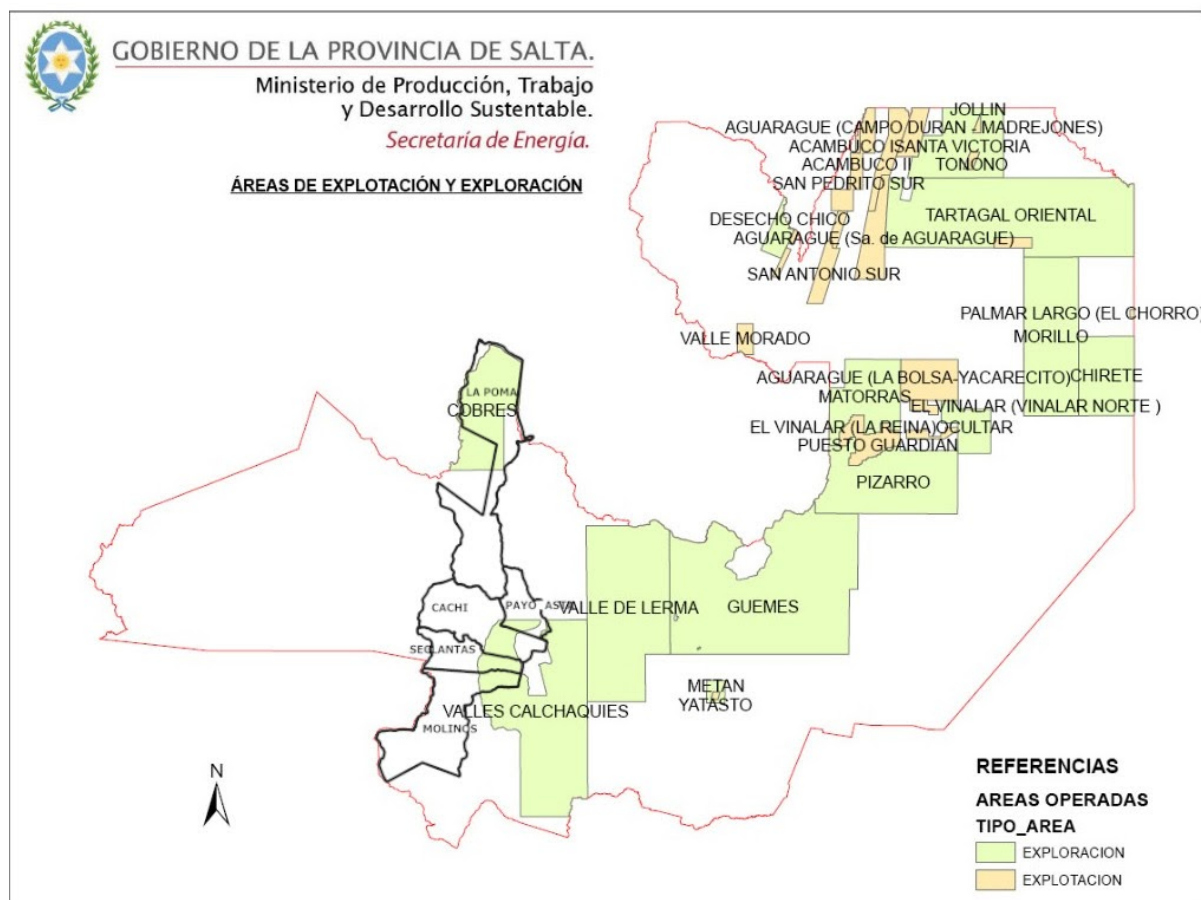
- Subcuenca Siluro Devónica
- Subcuenca Carbónica
- Subcuenca Cretácica

Son áreas que por sus antecedentes revisten un potencial concreto para la provincia. Las áreas de Explotación presentan niveles considerables de producción de recursos naturales con más de 4 décadas de producción.

Las áreas de exploración muestran un potencial a desarrollar, ya que las mismas poseen información técnica en constante crecimiento y análisis, de acuerdo a los nuevos avances tecnológicos, con la única finalidad de definir nuevas reservas.

En los municipios involucrados en este estudio se encuentran dos áreas de exploración, no así de explotación de hidrocarburos. Una de ellas, el área Cobres, está ubicada al norte de la región en el Municipio La Poma, la otra, el área Valles Calchaquíes, se encuentra en el este de los municipios Payogasta, Cachi, Seclantás y Molinos (Mapa 1.5.6.1.a).

Mapa 1.5.6.1.a. Áreas de exploración y explotación de hidrocarburos en la Provincia de Salta con especial referencia a los los Municipios del estudio.



Fuente: Elaboración propia sobre información de base de la Secretaría de Energía la Provincia de Salta.

1.5.6.2. Electricidad

La planificación, diseño e implementación de políticas de energía eléctrica es promovida a través de estudios, programas de cooperación, y programas de gestión en temas de demanda eléctrica, eficiencia energética y desarrollo energético sustentable. La ubicación privilegiada de la provincia permite fomentar la integración energética con otros mercados nacionales y regionales y promover el desarrollo de corredores eléctricos que abastezcan a provincias y países vecinos, propiciando la expansión de la generación, con énfasis en las fuentes renovables, la transmisión de energía eléctrica, la incorporación de estaciones transformadoras y la ampliación del alcance de la red de distribución. La provincia de Salta es pionera en el desarrollo de los nuevos paradigmas de distribución de electricidad con su ley provincial de Balance Neto de Energía Eléctrica con fuentes Renovables, incorporando a los usuarios, que cumplan con lo establecido en la reglamentación, como generadores de electricidad en distintos puntos de la provincia.

El sistema eléctrico de la provincia de Salta, que se encuentra vinculado al (Sistema Argentino de Interconexión) SADI, se integra por el sistema de Transporte Eléctrico en Extra

Alta Tensión (500 kV) que es atendido por TRANSENER S.A. El sistema de Transporte Troncal de Energía Eléctrica (132 kV), servicio que es prestado por TRANSNOA S.A. y el servicio de Distribución de Energía eléctrica prestado por EDESA S.A. (66 kV, 33 kV, 13,2 kV, 0,4 kV y 0,2 kV). Se integran al sistema de transporte y distribución, las Estaciones Transformadoras, que reducen el nivel de tensión para que puedan ser utilizados por los usuarios del servicio eléctrico. Completan el sistema eléctrico las centrales de Generación que producen la energía que se consume tanto en la provincia como la que se transporta a otras regiones.

En las localidades, parajes y usuarios que no pueden ser abastecidos por el SADI, presta servicio ESED S.A. acercando soluciones de acceso a la electricidad a éstos usuarios.

En los municipios comprendidos en este estudio existen redes del servicio de distribución de 33.000v y 13.200v, en todos los municipios y al sur del Municipio de La Poma se encuentra una Central Hidroeléctrica atendida por el Municipio y dos Centrales Térmicas, una en La Poma y otra en Cachi (Mapa 1.5.6.2.a)

Mapa 1.5.6.2.a. Red eléctrica de los Municipios del Alto Valle Calchaquí



Fuente: Elaboración propia sobre mapa base de las Redes de Energía de la Secretaría de Energía de la Provincia de Salta

1.5.6.3. Energías Renovables

La utilización de energías renovables permite cuidar el medio ambiente, mejorar la competitividad industrial, ahorrar los consumos de energías convencionales y mejorar la calidad de vida de las personas. Por ello, con el fin de incentivar estas fuentes de energía, a través del Plan Provincial de Energías Renovables (Secretaría de Energía - Pcia. de Salta) se planteó como objetivo general “Fomentar la generación y el uso de las energías renovables, a fin de satisfacer y diversificar los requerimientos energéticos de los habitantes de la provincia”, siendo una muestra clara de que en la provincia se impulsa el uso de una energía diferente, menos contaminante y que brinde igualdad de oportunidades en toda Salta.

A continuación se detallan las fuentes energéticas renovables susceptibles de ser utilizadas en la los municipios analizados y sus posibles aplicaciones:

a. **Solar.**

La energía solar transforma los rayos del sol en electricidad. Lo hace de forma directa usando energía fotovoltaica, o de forma indirecta a través de energía solar concentrada. Otra forma de utilización es la energía solar térmica que aprovecha la energía del sol para generar calor o energía térmica. La energía se recoge mediante paneles solares o colectores solares, se concentra y se usa para calentar el agua a nivel doméstico o industrial. Se puede utilizar para purificar agua, generar energía eléctrica y otros usos domésticos o industriales.

b. **Hidráulica**

Aprovecha la energía de la caída del agua desde cierta altura. Este tipo de energía se convierte en energía cinética. El agua a gran velocidad mueve las turbinas y a través de generadores se transforma en electricidad.

No existe en los Municipios ninguna planta de generación eléctrica de este tipo y las posibilidades de su instalación son poco probables debido a la escasez de agua, al régimen extremadamente estacional de las precipitaciones y a la muy alta evapotranspiración que dificultaría la retención de agua en los reservorios.

c. **Eólica**

Es la fuente de energía generada por el viento, por el movimiento continuo de las masas de aire. Se puede transformar directamente en energía mecánica (por ejemplo, molinos de viento) e indirectamente en electricidad (por ejemplo, turbinas eólicas). Esta propuesta tendría buenas posibilidades de aplicación en los Municipios, pero su escala excede las posibilidades de los mismos, independientemente de la participación del estado provincial o nacional.

d. Biomasa

Son recursos orgánicos (biológicos) que pueden usarse como combustibles. Por ejemplo, los desechos del procesamiento agroalimentario se pueden usar como materia prima para producir energía térmica (calor) a través de la combustión. Algunas sustancias orgánicas (por ejemplo, azúcar, cereales, aceites, etc.) se pueden transformar en biocombustibles.

Por otro lado, también a través de la fotosíntesis las plantas capturan energía del sol. Esta energía acumulada en maderas, cáscaras de frutos, plantas, y otros residuos orgánicos, al quemarse libera energía acumulada. Otra forma de utilizar la energía de la biomasa es el aprovechamiento de biogás en los sectores agropecuarios productivos para la generación de energía eléctrica y/o térmica. La utilización de este tipo de energía depende de los sistemas de producción agrícola, agroalimentaria, forestal y, eventualmente del aprovechamiento de los compuestos orgánicos de los Residuos Urbanos. Su aprovechamiento en los Municipios depende de la evaluación cuantitativa de estos productos como insumos para su producción.

1.6. NIVELES DE FRAGILIDAD

1.6.1. RIESGOS NATURALES

La organización del espacio de un territorio depende de la combinación compleja de las características del ambiente, del proceso histórico de ocupación, de la organización social, las relaciones comerciales y culturales con el exterior y la presión demográfica. El resultado final es entonces, un modo particular de aprovechamiento del territorio, que se manifiesta en determinados patrones de ocupación del espacio.

Cuando esta ocupación espontánea y sin planificación, muchas veces desatiende lo que naturalmente se expresaba sobre ese espacio (llanura aluvial, relieves deprimidos, conos aluviales, etc.), esto origina riesgo.

El riesgo, es la probabilidad (o la frecuencia) de ocurrencia de un suceso o episodio de una cierta dimensión (o magnitud), con efectos o consecuencias no deseadas sobre personas o bienes.

Entre los riesgos naturales en la zona, se pueden mencionar los siguientes: sismos, volcanes de barro, derrumbes de laderas, crecidas de ríos que afecten a áreas urbanas (el caso del pueblo de Molinos es crítico en este sentido). También hay que considerar riesgos que tienen influencia antrópica (incendios, propagados rápidamente en épocas de sequía, especialmente si corre viento zonda).

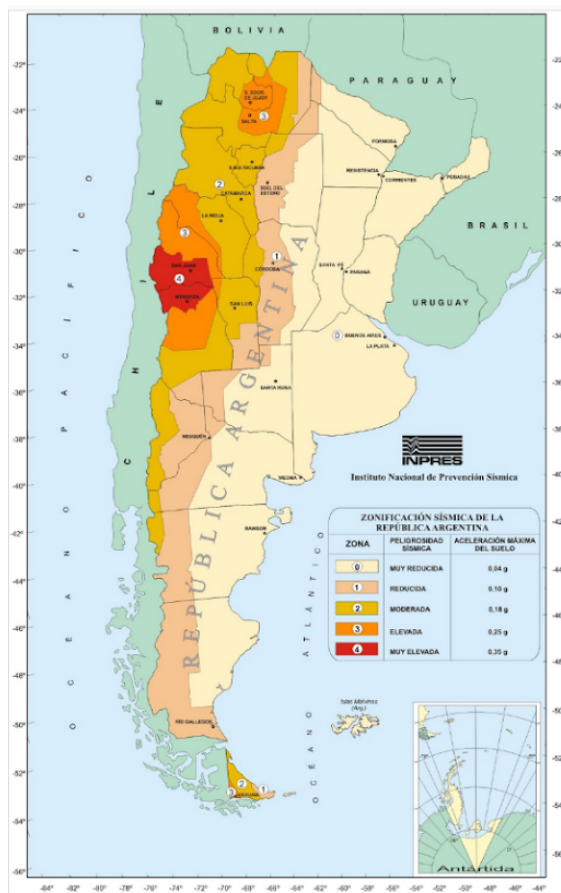
1.6.2. SISMICIDAD

El peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, depende del nivel de sismicidad de

cada zona. Los Mapas de Zonificación Sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de Peligro Sísmico.

En el Mapa de Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES-CIRSOC 103, se encuentran identificadas 5 zonas. Un valor que permite comparar la actividad sísmica en cada una de ellas es la máxima aceleración del terreno "as" para el sismo de diseño antes definido.

Mapa 1.6.2.a. Zonificación sísmica de la Argentina



Esta aceleración se expresa en unidades de "g", siendo "g", la aceleración de la gravedad. Los valles Calchaquíes están clasificados en la zona 2, con peligrosidad sísmica moderada (Mapa 1.6.2.a).

Fuente: Instituto Nacional de Prevención Sísmica

No obstante se han registrado en el tiempo movimientos sísmicos de alta peligrosidad. Se citan a continuación los más relevantes:

- 1 de febrero de 1909: Produjo daños en el pueblo de La Poma, Salta. Fue sentido en las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta. La intensidad fue de VI grados Mercalli Modificada. Latitud: 24,700 – Longitud: 66,250
- 23 de septiembre de 1930: El área epicentral se ubicó entre los pueblos de San Carlos y Angastaco, donde se reportaron daños importantes en las viviendas y edificios públicos. La intensidad fue estimada en VI grados Mercalli. Latitud: 25,700 – Longitud: 66,000
- 24 de diciembre de 1930: Los daños más importantes se localizaron en La Poma, donde hubo derrumbes y agrietamiento de viviendas. Se informó de 31 muertos y 70 heridos. El sismo fue sentido en todo el noroeste argentino. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli. Latitud: 24,700 – Longitud: 66,300.²

donde hubo derrumbes y agrietamiento de viviendas. Se informó de 31 muertos y 70 heridos. El sismo fue sentido en todo el noroeste argentino. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli. Latitud: 24,700 – Longitud: 66,300.²

1.6.3. LA VULNERABILIDAD POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO E IMPACTOS OBSERVADOS

En la Argentina se han observado cambios en el clima desde la segunda mitad del siglo pasado que, de acuerdo con las proyecciones de los modelos climáticos, en general se intensificarían o al menos no se revertirían en este siglo (SAyDS, 2015).

² Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de Seclantás (Polliotto, 2019)

TEMPERATURA

En la mayor parte de la Argentina hubo un aumento de temperatura de hasta medio grado entre 1960 y 2010. En el centro del país hubo un aumento menor de temperatura e incluso disminución en algunas zonas. La temperatura mínima tuvo mayores aumentos que la temperatura máxima, o sea que se achicó la brecha entre la temperatura máxima y mínima. En la Patagonia, el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C.

Los cambios en el este y norte del país en los índices relacionados con las temperaturas extremas son consistentes con el calentamiento observado en la temperatura media, donde las olas de calor aumentaron considerablemente.

PRECIPITACIÓN

En el periodo 1960-2010 la precipitación aumentó en casi todo el país aunque con variaciones interanuales e interdecadales. Los mayores aumentos se registraron en el este del país, con más de 200mm en algunas zonas, pero los aumentos porcentuales fueron más importantes en algunas zonas semiáridas, lo que facilitó, en conjunto con otros factores no climáticos, la expansión de la frontera agrícola.

Este cambio trajo importantes consecuencias en el balance hídrico y la hidrología de la región; en el oeste y centro de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sur de Corrientes, muchos campos se han transformado en lagunas permanentes y varios espejos de agua, como las lagunas de Mar Chiquita en Córdoba y de la Picasa en Santa Fe, aumentando considerablemente su superficie.

Por el contrario, sobre los Andes patagónicos las precipitaciones tuvieron un cambio negativo en el periodo 1960–2010. En el caso particular de Cuyo, las tendencias de los caudales de algunos ríos en el norte de Mendoza y en San Juan a lo largo del siglo XX parecen indicar menores precipitaciones en sus altas cuencas. Si esta tendencia continúa se restringiría la disponibilidad de agua de riego necesaria para mantener los niveles actuales de la actividad vitivinícola y frutihortícola en los oasis de riego.

Entre 1960 y 2010 hubo un cambio hacia precipitaciones intensas más frecuentes en gran parte del país y con mayores valores en algunas zonas. La precipitación diaria máxima del año ha aumentado en casi todo el país, aunque solo en pocas zonas en forma significativa. La frecuencia de las precipitaciones intensas aumentó, al menos en la región Litoral húmeda donde hay suficiente información.

La consecuencia de estos cambios fue una mayor frecuencia de inundaciones urbanas, ocasionadas por una inapropiada ocupación y uso del espacio, que generó zonas con alta exposición y por la inadecuación de las obras hídricas que fueron planificadas para condiciones climáticas que ya no están vigentes.

La máxima duración de días en el año sin prácticamente precipitación (racha seca) ha disminuido en la Pampa Húmeda y la Patagonia no andina consistentemente con el aumento de las precipitaciones anuales.

En cambio, en el oeste y notoriamente en el norte, estos periodos secos se han hecho más largos.

En estas regiones, la precipitación en el invierno es escasa o nula y por lo tanto el aumento de la racha máxima de días secos está indicando un cambio hacia una prolongación del periodo seco invernal. Esto podría estar generando problemas en la disponibilidad de agua para algunas poblaciones, condiciones más favorables para incendios incontrolados de bosques y pasturas y condiciones de estrés sobre la actividad ganadera.

1.6.4. ESCENARIOS DEL CLIMA FUTURO (SIGLO XXI)

La temperatura media aumentaría en todo el país en los dos escenarios, tanto para el futuro cercano como para el lejano y en ambos casos los aumentos de temperatura son mayores hacia fin de siglo. De acuerdo a lo esperado, el futuro lejano muestra mayor calentamiento. En el futuro cercano, se proyectan aumentos muy similares con valores entre 0,5 y 1°C en casi todo el país. Esto implicaría una aceleración del calentamiento observado entre 1986-2010, que en casi todo el país fue menor a 0,5°C.

El aumento de la temperatura proyectado es mayor en el norte que en el sur, con un máximo en el noroeste que se extiende hacia el sur en los escenarios de mayor calentamiento llegando hasta el centro de la Patagonia con más de 3°C. **La región de máximo calentamiento sería la del noroeste** que no solo está muy alejada del mar, sino que sus características continentales están agudizadas por estar encerrada entre las sierras pampeanas desde Salta hasta San Luis por el este, por los Andes al oeste y por la Puna al norte, lo que aumenta su aislamiento de las masas de aire provenientes del mar, que si penetraran el calentamiento sería menor.

En cuanto a las precipitaciones, los cambios proyectados no son grandes, están entre -10% y 10% en el futuro lejano, cifras dentro del rango del posible error, por tanto poco relevantes.

1.6.5. REGIÓN CORDILLERANA

Contexto regional

Esta región abarca las zonas de los Andes, su piedemonte y los llanos a lo largo de 6 provincias de centro a norte de Argentina: Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy. De acuerdo a los estudios y a la información disponible, esta es la región de Argentina que presenta los mayores riesgos por el cambio climático. Las proyecciones de los modelos climáticos en todos los escenarios son de un calentamiento muy importante, más pronunciado en el norte con escasos cambios en las precipitaciones, lo que acentuaría el estrés hídrico y provocaría un retroceso generalizado de los glaciares cordilleranos, entre otros impactos. **La región andina, junto con sus quebradas y valles del piedemonte en el centro oeste y noroeste de Argentina, con alturas sobre el nivel del mar que van de**

unos 700 a poco menos de 7000 m, tiene climas que van del semiárido al desértico extremo, por lo que el principal factor limitante para los sistemas ecológicos y la vida es el agua.

En los Altos Andes, los ecosistemas acuáticos con sus glaciares cumplen un rol fundamental en el abastecimiento de agua a las poblaciones y al sistema productivo de los oasis de riego aguas abajo. También en la ecorregión Puna los ecosistemas acuáticos son los que tienen mayor importancia. Si bien en esta zona no hay presencia de glaciares como se presentan en la región patagónica, se encuentra el permafrost andino (Ahumada y otros, 2009) con importantes reservorios de agua dulce para abastecer las tierras bajas del oriente, como se analiza en el punto 1.5.2. de este informe.

En la ecorregión del Monte de Sierras y Bolsones la actividad económica depende en gran parte de los aportes hídricos de sus ríos (para los oasis de riego) y embalses (producción hidroeléctrica) destacándose los cultivos permanentes como la vid y la fruticultura que tienen gran importancia económica.

Estas ecorregiones presentan zonas de alto valor ecológico ya que sus recursos naturales como glaciares, bosques nativos, endemismos, por citar algunos de los más importantes, brindan un gran número de servicios ecosistémicos cruciales para el funcionamiento y mantenimiento de la población regional.

TENDENCIAS DEL CLIMA EN EL PERÍODO 1950-2010

La temperatura media anual aumentó entre 1950 y 2010 sobre casi la totalidad de la región y en promedio 0,6 °C, llegando 0,7 °C en Salta y Jujuy. Este aumento se registró tanto en las temperaturas máximas como en las mínimas, pero más marcadamente en estas últimas, con una general disminución en parámetros relacionados con temperaturas extremas frías, como el número de días con heladas y la frecuencia de noches frías. El valor mínimo anual de la temperatura diaria mínima tuvo en el promedio regional un aumento de 3° C. La reducción de los extremos fríos ha sido mayor en Mendoza y San Juan que en Salta y Jujuy.

En el período 1950-2010 las precipitaciones en la región aumentaron levemente, excepto en la zona linderas entre Catamarca y Salta. Lo contrario ocurrió en los Altos Andes donde debido a la limitación de datos de precipitación, las tendencias sólo se pueden inferir de los caudales de ríos que nacen en la cordillera y que tuvieron leves tendencias negativas durante el siglo XX en un contexto de gran variabilidad interanual e interdecadal. Los mayores caudales se registraron en la década de 1980, registrándose desde entonces una tendencia negativa que no alcanzó a revertir el aumento precedente.

Hubo una tendencia a que las precipitaciones se concentran en menos días, con eventos más intensos, especialmente en el norte de la región. En particular, en algunas localidades hubo un leve incremento de lluvias mayores a 30mm en un solo evento en las últimas cuatro décadas, lo que posiblemente haya aumentado la ocurrencia de aluviones.

En cuanto a la estacionalidad, se han estado acentuando las diferencias entre la estación seca y la estación húmeda, con aumento de las precipitaciones de verano y otoño y decrecimiento en las de invierno y primavera. En el caso del invierno se ha prolongado el

número de días sin precipitación, lo que unido a mayores temperaturas, ha agravado el estrés hídrico sobre la vegetación.

1.6.6. PROYECCIONES CLIMÁTICAS PARA EL SIGLO XXI

Esta es la región del país para la que se proyecta el mayor calentamiento en este siglo.

En el futuro cercano el aumento de la temperatura media no dependería mucho del escenario de concentraciones y sería mayor a 1°C en gran parte de la región con una lengua de mayor calentamiento que se extiende desde el norte y a lo largo del oeste. En el futuro lejano, el aumento de la temperatura media sigue el mismo patrón de entre 3,5 y 7°C.

Debido al calentamiento de la región, se proyecta un aumento de la altura de la isoterma de 0°C continuando con la tendencia observada en las últimas décadas, lo cual ocasionará una aceleración del derretimiento del permafrost y los glaciares. El aumento de la altura de la isoterma 0°C será mayor en el sur de la zona cordillerana en las provincias de San Juan y Mendoza, desde la cuenca alta del Río Jáchal hasta el de la cuenca alta del Río Colorado.

En esta zona se estima que el aumento de la isoterma de 0°C será de unos 260m en el futuro cercano y de más de 500m a fin de siglo, alcanzando para entonces unos 4000m. Como en la ecorregión de la Alta Montaña de estas provincias la precipitación es invernal, la reducción de la cubierta de hielo y nieve conducirá a seguir modificando el ciclo anual de los ríos, aumentando los caudales de invierno y reduciendo los del verano. En la zona norte, más precisamente en Salta y Jujuy, se proyecta que para ese mismo escenario, la isoterma de 0°C subirá 220m en el futuro cercano y 480m en futuro lejano. Si bien el aumento sería menor que en la zona sur, la altura de esa pasaría de 4180m, en la actualidad a más de 4400m en el futuro cercano y de cerca de 5000m en el futuro lejano, por lo que numerosas áreas de la ecorregión de los Altos Andes quedarían sin hielos perennes.

Los patrones de cambio en la precipitación media anual son parecidos entre sí y en los dos horizontes temporales con incrementos menores al 10% en el este de la región y con disminuciones del mismo orden sobre las regiones de la Puna y de los Altos Andes. Este patrón de cambio es similar al que ya ha estado ocurriendo desde 1980, aunque debe señalarse que los cambios proyectados son de escasa relevancia, porque son pequeños porcentajes en precipitaciones medias anuales exiguas y porque además los valores proyectados están dentro del margen de incerteza de las proyecciones.

La proyección de similares precipitaciones junto con un rápido calentamiento en la franja cordillerana configura un escenario comprometido para la vegetación y los recursos hídricos de los oasis del piedemonte cordillerano, que se verían exigidos por una mayor demanda hídrica debido a las mayores temperaturas.

1.6.7. TALLER CAPACITACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. CONCLUSIONES³

Mediante convenio entre la Fundación Hombre y Hábitat y las fundaciones Runa y El Abra se realizaron dos talleres de capacitación sobre Cambio Climático en el Alto Valle Calchaquí en febrero de 2020. A continuación se extraen las conclusiones del Informe que se hizo llegar a esta Consultora a ser tenido en consideración.

“Surge como aspecto central y común a la Región del AVC la necesidad de implementar las medidas tendientes a la gestión de los recursos hídricos ya que se detectan deficiencias en la provisión y administración del agua lo cual se suma a los cambios en los regímenes pluviales y fluviales de la zona. La problemática del agua fue una manifestación permanente de todos los participantes.

La producción agropecuaria local también se manifiesta como un sector de vulnerabilidad relevante, en especial entre los pequeños productores, a la que se necesita incorporar tecnificación y asistencia técnica a fin de lograr la adaptación del sistema.

El patrimonio cultural, cascos históricos, sitios arqueológicos y áreas protegidas, son identificados también como aspectos preponderantes a ser revalorizados (puesta en valor), restaurados y protegidos a través de la infraestructura correspondiente, a fin de evitar su deterioro y/o pérdida.

Los participantes también resaltaron la importancia de las acciones tomadas desde el ámbito escolar municipal o fundaciones para reciclar, reutilizar o reducir la generación de residuos. En este sentido también surge la necesidad de contar con un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos para erradicar los vertederos a cielo abierto y sin control.

El rol de las mujeres y jóvenes se vislumbra como fundamental frente al cambio climático ya que los mismos son generadores de conciencia ambiental promotores en el ámbito familiar y local y transmisores de conocimientos.

Los participantes se identificaron y asumieron el rol de “catalizadores climáticos”, ya que cuentan con los conocimientos suficientes en la temática como para transmitirlos cada uno en su ámbito de acción y multiplicar rápidamente la inquietud frente a la problemática con sus eventuales soluciones.

Es importante mantener la continuidad de estas capacitaciones que son un espacio de participación de toda la comunidad y observar la adopción de las recomendaciones realizadas y los avances logrados entre los diferentes sectores involucrados”.

1.7. CONCLUSIONES DEL INFORME AMBIENTAL

Las características ambientales generales detalladas en el presente informe, revelan un conjunto de rasgos típicos de las zonas áridas de la región del NO argentino, caracterizadas por la presencia de ambientes montañosos de roca expuesta rodeados de zonas de depósitos sedimentarios de piedemonte y fondo de valle, que constituyen la base sedimentaria sobre la que se forman los valles de ríos y arroyos, estos últimos

³ Taller Cambio Climático en el Alto Valle Calchaquí. Fundación Hombre y Hábitat

principalmente transitorios, alimentados por las escasas precipitaciones concentradas en los meses de verano.

Este paisaje, determinado por los procesos geomorfológicos clásicos de las zonas áridas, conducen a la formación de ambientes de una gran belleza paisajística, que constituyen el principal patrimonio natural de la Región del Alto Valle Calchaquí que tienen un enorme potencial para el aprovechamiento turístico. Sin embargo, es importante destacar que el desarrollo turístico de esta Región presenta desde el punto de vista ambiental, independientemente de la infraestructura vial y hotelera necesaria, una fragilidad principal derivada de la inestabilidad de las áreas pedemontanas, ya mencionadas, a los eventos de precipitaciones torrenciales que pueden producir deslizamientos de sedimentos de diferente tipo, desde arcillas hasta fragmentos de roca de diferente tamaño, que pueden resultar catastróficos para los asentamientos humanos de la zona. Este fenómeno podría agravarse en el futuro, debido a las consecuencias del Cambio Climático, ya mencionadas.

Por otra parte, debido a las características geomorfológicas generales de la zona, los valles, modelados por los cursos de agua, presentan un desarrollo lateral en muchos casos reducido, por estar encajonados por los frentes montañosos cercanos, por lo que pueden ser periódicamente afectados por las inundaciones provocadas por las lluvias torrenciales estivales. Debido a que las zonas de cultivo de la Región, se establecen en los suelos someros, formados sobre estos valles, existe el peligro de que éstas sufran inundaciones durante la época de lluvias que coincidan con las del desarrollo de los cultivos, produciendo la disminución o incluso la pérdida de los mismos.

Las características ambientales ya mencionadas, se distinguen por la fragilidad derivada de pertenecer a una zona árida de montaña con poca capacidad de resiliencia frente a los impactos originados por distintas causas, algunas ya mencionadas, como el Cambio Climático. Otras fragilidades derivan de: **a-** sobrepastoreo, **b-** interferencia de poblaciones de especies exóticas **c-** procesos erosivos y **d-** infraestructura.

a- El sobrepastoreo remite a una situación que atraviesa cuestiones ecológicas, sociales y políticas vinculadas fuertemente con la intervención del espacio social. Sus principales consecuencias sobre el ambiente son: *erosión* - producida por el pisoteo que provoca también la compactación y alteración de la estructura superficial de los suelos, que unida a la pendiente y a las precipitaciones estacionales, desencadenan la erosión hídrica en forma laminar, en surcos y procesos graves de erosión superficial en forma de profundos zanjones de erosión hídrica (cárcavas). Esto es consecuencia de un pastoreo continuo sin descanso. *Cambios en comunidades naturales* - las especies extrañas a un ecosistema generan cambios al interactuar con sus elementos; si estas especies exóticas se transforman en dominantes, generan transformaciones importantes y suelen alterar los principales procesos que rigen el ecosistema otrora natural. Actualmente la biomasa de grandes herbívoros corresponde a mamíferos exóticos, principalmente ganado (vacuno, caprino, ovino y equino) y burros asilvestrados, observándose interferencia directa con herbívoros nativos, cambios en la cobertura, fenología y diversidad de la vegetación, además de la aceleración de procesos erosivos.

b- Existen unas pocas especies animales y vegetales exóticas que parecen implicar riesgos importantes a la biodiversidad. Los burros asilvestrados y la liebre entre los animales y el Cadillo (*Dipsacus fullonum*) entre los vegetales empiezan a presentar mayores densidades,

requiriendo de planes de control. Se observa en general que la introducción y colonización de exóticas en el área, ocurre en torno de áreas disturbadas en forma recurrente (camino, entorno de puestos y áreas de pastoreo intenso). Cabe mencionar en este punto el caso de la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), introducida hace 70 años. La trucha, que es un salmónido, pertenece a una familia de peces originaria del hemisferio Norte, no es originaria de América del Sur y es una de las 100 especies más invasoras, según la UICN (Unión Internacional por el Cuidado de la Naturaleza) que evalúa este tipo de riesgos. Este pez ya ha generado varios trastornos en especies que están al borde de la extinción en los Valles Calchaquíes como la mojarra desnuda, e incluso las crías de macá tobiano son atacadas por estos peces. Se trata de una especie muy voraz que hace peligrar muchos ecosistemas (Molinieri, 2008). Sin embargo en la Región se fomenta su protección como si fuera una especie nativa. De hecho, en la zona de La Poma se celebra un festival de la trucha: Todos los años se hace el festival provincial de la trucha, que es muy interesante en términos culturales, pero es un error fomentar la protección. La Poma está dentro de un área protegida con todas sus particularidades biológicas y si esas especies endémicas se extinguen, no se encuentran en ningún otro lugar de la Tierra. Los especialistas aconsejan dejar de proteger a esta especie como si fuera nativa y de esta manera tratar de producir su extinción.

c- En ambientes áridos estacionales y montañosos este proceso resulta condicionante de muchos otros, con implicancias importantes sobre la biodiversidad. El área parece haber atravesado en el pasado reciente cambios en las condiciones de humedad que, involucrando cambios sustanciales de cobertura del suelo, permiten el desarrollo de comunidades estables en algunos sectores y de otras sucesionales en extensas superficies. Sin embargo, la característica natural erosiva del sistema puede verse notablemente aumentada por disturbios intensos, como el sobrepastoreo o incendios de pastizal, condición que se manifiesta claramente en algunos sectores. El fenómeno del cambio climático a su vez, podría en buena medida potenciar mayores efectos erosivos. En tal sentido adquiere singular importancia, la combinación de factores predisponentes de la erosión hídrica de los suelos como lluvias intensas, pendientes acentuadas y reducción de la cobertura vegetal afectada por la extracción indiscriminada. A partir de la información existente se puede concluir que los fenómenos hidrometeorológicos son la causa de, aproximadamente, el 75% de los eventos de desastre registrados en general en la provincia de Salta, aunque los municipios involucrados en este estudio presentan un bajo nivel de riesgo a los procesos de remoción en masa e inundaciones por precipitaciones y desborde de los ríos y entre media y baja a los procesos erosivos y desertificación. Respecto del desborde de los ríos debemos mencionar como excepción el pueblo de Molinos que presenta un elevado riesgo ante crecidas de ríos (desborde del río Amaicha y acreción del lecho fluvial)⁴.

d- Las vías de tránsito principales, como la ruta 40, y otras secundarias de acceso a las áreas de pobladores, son frecuentadas por personas en tránsito y también por turistas, generando procesos de interferencia diversos. El impacto del turismo, si bien hasta ahora resultó escaso, en el futuro presenta alternativas de desarrollo interesantes debido, principalmente, al patrimonio cultural y paisajístico. Como regla general sería interesante

⁴ Ver PDUA Molinos.

http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2018/03/pdua_molinos_informe-final.pdf

establecer un plan de planificación turística que minimice los impactos de los cambios futuros derivados de esta actividad.

Es importante destacar que, si bien las características climáticas (clima seco, inviernos fríos, alta heliofanía y temperaturas estivales benignas) conjugadas con la aplicación del riego, determinan excelentes condiciones agroecológicas para el desarrollo de cultivos y la obtención de productos con características organolépticas deseables y reconocidas por los mercados, como por ejemplo pimentón, comino y otras aromáticas; frutales de carozo, de pepita y uvas (y sus subproductos); nueces y otros frutos secos; y hortalizas varias, las limitaciones edáficas potenciadas por la acción del clima, principalmente la deficiencia de precipitaciones y la frecuencia e intensidad de los vientos determinan condiciones adversas para el desarrollo de los cultivos. El impacto de los vientos sobre suelos y cultivos se constituye en el factor desencadenante de una intensa erosión eólica, que puede dar origen a la formación de médanos activos de 3 a 8m de altura, además el régimen torrencial de las escasas precipitaciones estivales, las altas pendientes y la friabilidad de los suelos, originan fenómenos de erosión hídrica severa, siendo frecuentes la formación de aluviones y desbordes de torrentes, que llegan a cubrir suelos y cultivos.

Respecto de la actividad minera, es importante resaltar la importancia de establecer un análisis preliminar de las posibles consecuencias de los proyectos de explotación mediante estudios de Impacto Ambiental por consultores independientes de las empresas mineras, realizados bajo la supervisión estatal. Por otra parte, una vez iniciada la explotación, esta debería ser sometida a controles frecuentes para asegurar que se cumplan los estándares ambientales fijados por la ley.

En consecuencia, la inestabilidad del equilibrio ambiental de los Valles Calchaquíes exige normas especiales de manejo del suelo y del agua. El control de la erosión hídrica y eólica tiene un carácter prioritario. En este sentido deben encararse medidas al nivel regional y al nivel de sitio.

A nivel regional: (i) controlar el sobrepastoreo; (ii) controlar, encauzar y estabilizar torrentes; (iii) establecer cortinas rompevientos para evitar la erosión eólica; y (iv) fijar dunas activas.

A nivel de sitio: (i) racionalizar el tipo, forma y oportunidad del laboreo del suelo; (ii) sistematizar áreas irrigadas; (iii) implantar cultivos en contorno o en fajas contra el viento; (iv) introducir la rotación de cultivos y las enmiendas orgánicas; y (v) aplicar métodos de riego que contribuyan a controlar el proceso erosivo y a mantener e incrementar la capacidad productiva de los suelos.

Como se ha explicado, el AVC tiene una amplia geodiversidad que incluye salinas, volcanes, cuevas labradas en antiguas rocas por los agentes atmosféricos, lagunas formadas luego de derrumbes de laderas, entre otros. Tanto la belleza de estos paisajes como la historia que explica su génesis y evolución son relevantes para potenciar aún más estos sitios, que ya son explotados turísticamente. La identificación de nuevos sitios como estos, así como la elaboración de una guía turística didáctica -en conjunto con los guías turísticos locales-, sería un interesante aspecto para contribuir y desarrollar en el PDT del AVC.