

“Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país”.

ANTECEDENTES CLIMATICOS I REGIÓN DE TARAPACA

Gabriel Henriquez
Ingeniero Agrónomo
ghenriquez@ciren.cl

ABRIL 2013

ANTECEDENTES CLIMATICOS I REGIÓN DE TARAPACA

1. INTRODUCCION

El presente es el resultado del análisis de la información climática recopilada en el marco del proyecto “Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país”.

Los antecedentes que se analizan, se relacionan con la situación climática imperante en la región, con énfasis en el área de estudio, la cual, es poseedora de características específicas que permiten el desarrollo de una especial y a la vez frágil biodiversidad, influenciada en gran medida por la variación de los factores que aquí se mencionan.

La Región de Tarapacá (I) se ubica en el norte del país, a una distancia superior a 1.800 kilómetros de la capital de Chile. Posee una superficie de 42.272,79 kilómetros cuadrados, equivalentes al 5,6% del territorio nacional. Cuenta, según el censo de 2002, con una población de 238.950 habitantes y una densidad de 5,6 habitantes por kilómetro cuadrado. Limita al norte con la Región de Arica-Parinacota, al este con la República de Bolivia y al oeste con el Océano Pacífico, abarcando desde los 18° 56' hasta los 21° 38' de latitud sur aproximadamente. Esta región se caracteriza por un clima donde predomina la ausencia absoluta de precipitaciones, convirtiéndose en un paisaje de extrema aridez y escasa vegetación, llegando a ser una de las regiones más secas del mundo. (2)

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a los sectores de humedales altoandinos ubicados sobre los 2.000 m.s.n.m. (Figura 1). Estas comunidades ocupan normalmente los fondos de los valles abiertos, pudiendo formar también manchones irregulares en las colinas alimentados por pequeñas vertientes originadas por el derretimiento de nieves que cubren la cima de los numerosos conos volcánicos existentes. Generalmente se ubican en alturas que varían entre los 4000-4500 msnm. Estos humedales son la principal fuente de recarga de los acuíferos subterráneos, los cuales proveen de agua para el desarrollo de la ciudadanía y la industria en la región.



Figura 1. Área de estudio en la Región de Tarapacá

3. ANTECEDENTES CLIMATICOS

3.1 Situación Regional General

La I Región de Tarapacá, se encuentra inserta en la zona intertropical sudamericana, hecho que le confiere características específicas respecto al resto del país, como es la presencia en la zona del altiplano de una variedad climática de influencia tropical, en cuya estación estival influyen, masas de aire provenientes del nororiente, portadoras de humedad que son originadoras de lluvias en este sector. (8) En esta zona, la pluviosidad anual es la mayor de la región. Influenciada por el efecto de borde del Invierno Boliviano, llega hasta aproximadamente 350 mm, siendo normales entre 300 y 250 mm y disminuyendo paulatinamente hacia el Sur. Las temperaturas medias anuales fluctúan, en casi toda el área, entre 3° y 5°C en algunos períodos invernales. (9)

Las temperaturas en el Norte varían más en sentido longitudinal que latitudinal (Almeyda y Saez, 1958; Huber, 1975). Las temperaturas presentan una marcada disminución altitudinal y latitudinal (10). En las localidades litorales uno de los factores que influye

sobre la temperatura es el efecto regulador de las aguas marinas (di Castri y Hajek, 1976). En el interior, en cambio, la altitud sería un factor importante. (5) La oscilación térmica aumenta hacia el interior, como producto de la distancia al océano, siendo más abrupto el aumento a sotavento de las grandes cadenas montañosas (10). En la figura 2 se ilustra las variaciones de temperatura descritas.

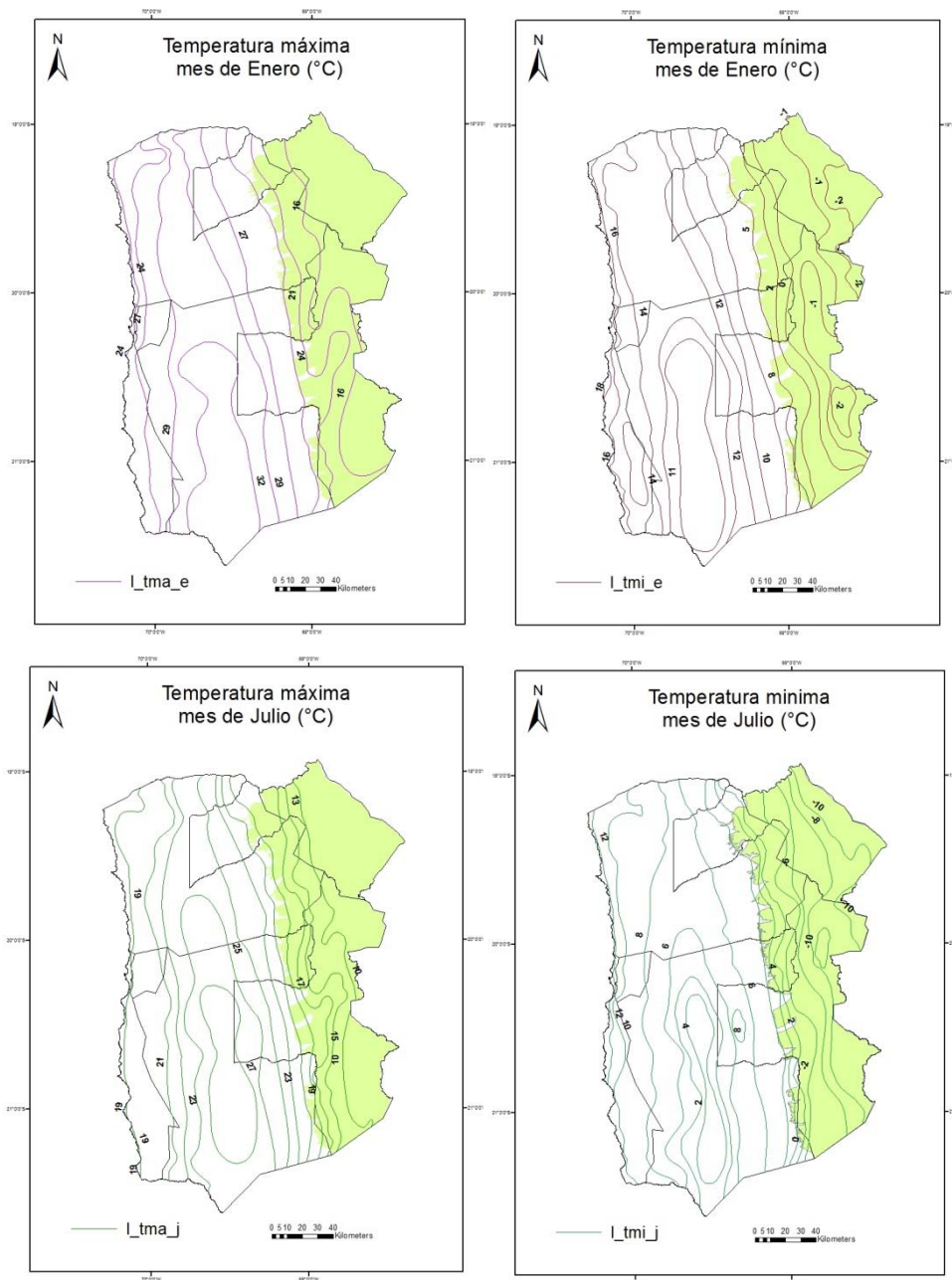


Figura 2. Isotermas de temperatura máxima y mínima para Enero y Julio, región de Tarapacá. Área de estudio se destaca en color. **Fuente:** Actualización extensión de la información climática normalizada a nivel nacional. Escala 1:1.000.000. CIREN (1992).

Uno de los rasgos más notables del clima de la zona norte de Chile es la variación interanual que presentan las precipitaciones. Los montos de precipitación varían de un año a otro, ocurriendo períodos de uno más años secos. La duración e intensidad de los períodos secos tiende a variar en el espacio geográfico y tienen una fuerte influencia sobre la vegetación (Dillon y Rundel 1990, Muñoz-Schick *et al.* 2001). (10) Los patrones de precipitación presentan una variación geográfica en sentido noreste-sudoeste (Figura 3): las localidades situadas más hacia el noreste presentan los mayores montos de precipitación estival, los que progresivamente decrecen hacia el sudoeste; a la inversa, las zonas situadas hacia el sudoeste son las que presentan mayores montos de precipitación invernal, decreciendo hacia el noreste. (9)

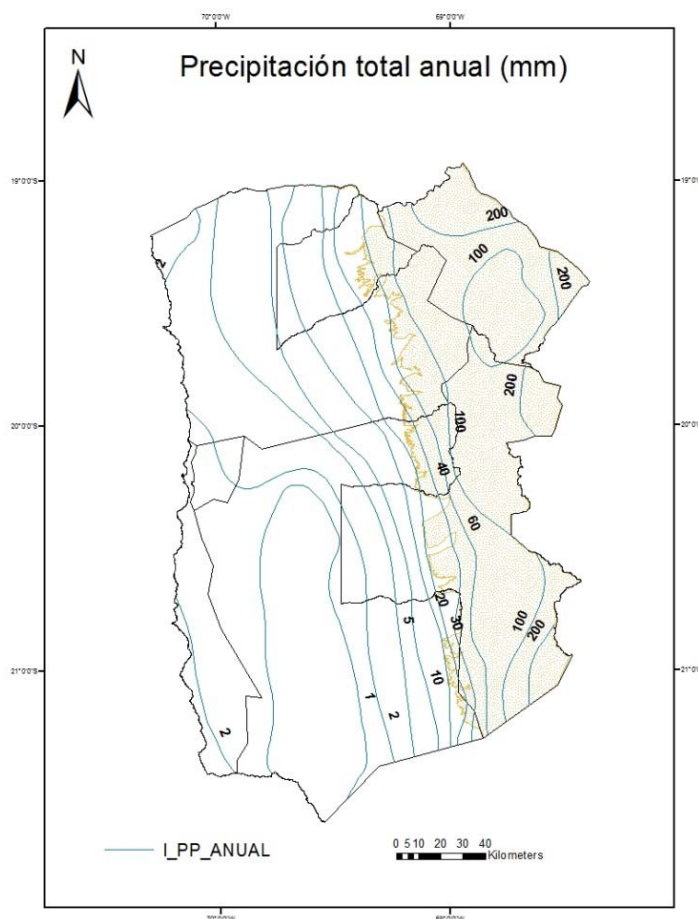


Figura 3. Precipitación anual (mm), XV región de Tarapacá. Fuente: Actualización extensión de la información climática normalizada a nivel nacional. Etapa III: Regiones I a IV. Escala 1:1.000.000. CIREN (1992).

La humedad atmosférica también sufre variaciones de importancia. En la costa, influida por el mar, las neblinas y la nubosidad costera existen en un promedio alto, casi

inexistente en el resto de la Región. En las planicies intermedias disminuye fuertemente hasta llegar a la precordillera y altiplano donde vuelve a aumentar ligeramente. (9)

3.2 Situación en el Área de Estudio

En general el clima de la meseta altiplánica se caracteriza por presentar los efectos propios de la altura, como son los valores relativamente bajos de temperatura, humedad, presión y densidad del aire. La ocurrencia de las precipitaciones se concentran en los meses de Diciembre a Marzo, durante la estación de verano, momento en que sufre un avance hacia el sur la Convergencia Intertropical, siguiendo el movimiento aparente del sol, lo que se traduce en un mayor desarrollo de nubosidad convectiva localizada en el sector sur de la cuenca amazónica, sector desde los cuales el flujo de vientos hacia el SE aporta el vapor de agua que da origen a las precipitaciones estivales. (8)

La Ecorregión altiplánica o Región de Estepa Alto-Andina, subregión del altiplano y de la puna y se define como el sector de la estepa alto-andina situado generalmente por sobre los 4.000 m. de altitud y se caracteriza por presentar un régimen climático de influencias tropicales con predominio de lluvias estivales con un gradiente decreciente a medida que se avanza hacia el sur (Gajardo, 1994) (2). Las características climáticas en las que se inserta la zona en referencia de estudio son muy diferentes a las de los países vecinos, para el caso del altiplano chileno corresponde al de puna seca en tanto que para Perú y Bolivia corresponde al de puna húmeda (Olson et al. 2001, WWF 2001, según Squeo et al, 2006). (2)

Otro criterio de clasificación para esta misma zona la circunscribe por sobre los 3.500 msnm hasta los 4.500 msnm. de altitud, como rango promedio, señala que predomina un régimen climático de tundra fría de altura, con influencia tropical que determina precipitaciones concentradas en la temporada de verano, con presencia de marcada aridez en la medida que se avanza en sentido norte-sur (Ahumada y Faúndez, 2001). (2)

Al igual que en el caso de la región de Arica y Parinacota, los tipos de clima basados en la clasificación de Koppen que predominan en el área de estudio para la región corresponden al Clima Desértico Marginal de Altura (BWH) y al Clima de Estepa de Altura (BSH) (Figura 4). De acuerdo a esta clasificación, los tipos de clima pertenecientes al área de estudio corresponderían a los siguientes:

3.2.1 Clima Desértico Marginal de Altura (BWH). Este clima se presenta en las zonas próximas a la cordillera por encima de los 2.000 m de altura. Esta zona se ve caracterizada por una masa de aire inestable que por efectos de la altura produce nubosidad de desarrollo vertical que da origen a precipitaciones durante casi todos los veranos. Si bien no son tan abundantes como para eliminar la característica desértica, crean condiciones

para la existencia de una incipiente vegetación estacional. Las temperaturas muestran un régimen relativamente frío, con un promedio no superior a los 10° C (9).

Dentro de este plano inclinado la variabilidad de las temperaturas medias anuales, se asocia en forma inversa con la altura quedando comprendida entre 10°C y menos de 0°C entre los límites inferior y superior respectivamente, de esta tipología. Las amplitudes medias anuales son del orden de los 7°C. Sin embargo este valor no refleja las grandes variaciones diurnas, las que pueden llegar a duplicar el valor medio anual (10).

En promedio y en forma creciente con la altura, las precipitaciones toman valores anuales entre los 50 y los 200 mm., los que se concentran durante los meses de Diciembre a Marzo. A pesar de la escasa vegetación existente y la menor disponibilidad de agua por precipitación que en los sectores más elevados, durante el invierno recibe las migraciones del ganado auquénido proveniente del altiplano. (10)

La humedad relativa se mantiene a niveles muy bajos debido a la gran capacidad de absorción de vapor de agua que posee la masa de aire, de características subsidentes que se mantiene sobre el sector. (10)

3.2.2 Clima de Estepa de Altura (BSH). El carácter estepario de este tipo climático le es impreso por una serie de fenómenos meteorológicos, que si bien afectan prácticamente en igual manera a toda la región, no producen los mismos efectos en cada sector de ella por causas orográficas localizadas. (9) Este clima se presenta por sobre los 3.500 m, elevación tal que las temperaturas medias no sobrepasan los 5° C y produce una gran amplitud térmica entre el día y la noche. Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano (8). Ellas están estrechamente asociadas a los movimientos convectivos de masas de aire inducidos por la acción de la baja presión continental, que se sitúa en el centro del continente sudamericano, a una latitud aproximada entre los 17 y 20° de latitud sur (9).

La principal característica es el aumento de las precipitaciones que alcanzan a 300 mm de agua caída en el año. (6) En algunos sectores superan los 400 mm al año pero disminuyen hacia el sur. La humedad relativa en general es baja. (8)

Durante el verano los termómetros pueden descender aproximadamente a -4°C y en invierno a menudo va más allá de -15°C. Por otra parte durante el día la insolación es tan directa como la pérdida calórica nocturna y la consecuencia lógica es el aumento de la temperatura a valores de 20°C como máximas en verano. En invierno las temperaturas máximas no sobrepasan los 5°C, debido a que gran parte de la superficie permanece congelada otorgando una reflectividad mayor al suelo. (9)

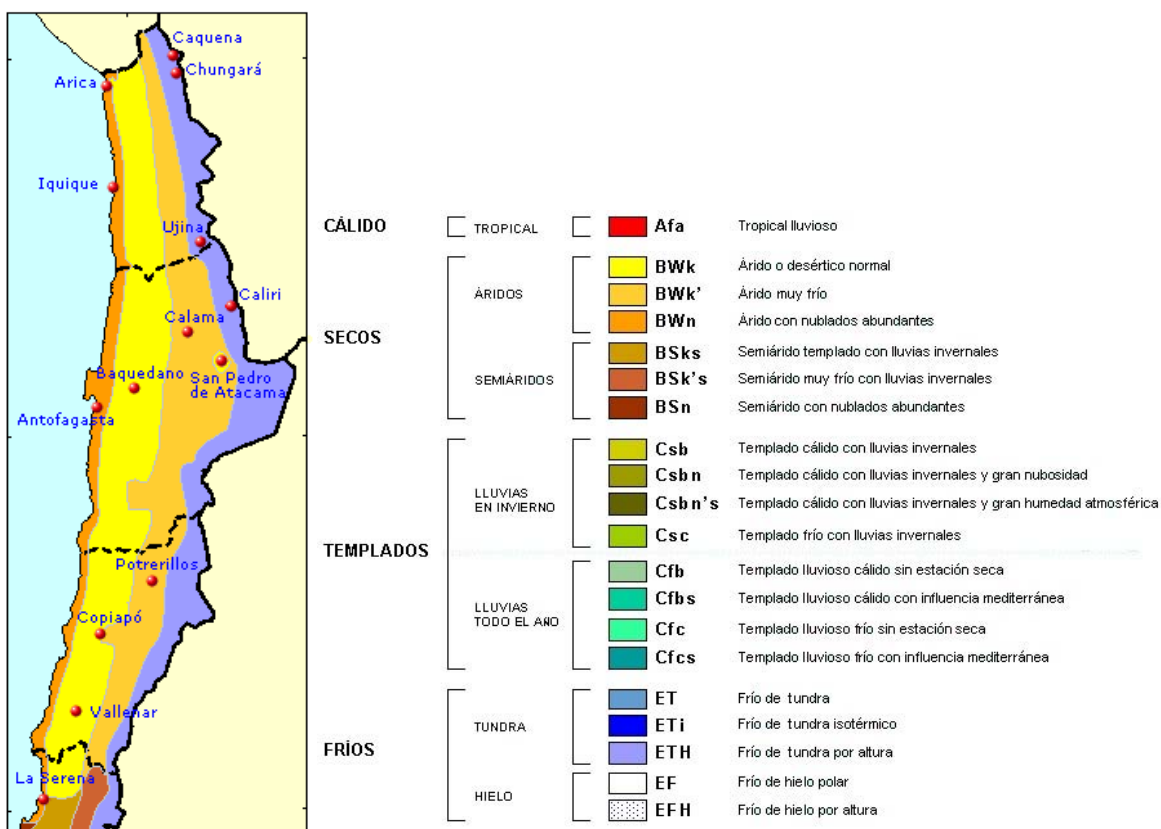


Figura 4. Climas de Chile, según la clasificación de Köppen. **Fuente:** Cartografía interactiva de los Climas de Chile. Disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/cartografiainteractiva/Continental/Paginas/UntitledFrameset-1.htm

De acuerdo al sistema climático propuesto por Köppen, se presentan algunas dificultades para la simbolización de las características climáticas en este sector. Estas radican en la gran amplitud de los rangos que cada símbolo representa, así este sector fluctúa entre las clasificaciones BSH y ETH, adoptándose la primera porque además de la vegetación xerófila no excluye la presencia de especies arbóreas como es el caso de las queñoas. (9)

Si bien la amplitud térmica media anual es relativamente pequeña, no lo es la amplitud térmica diaria consecuencia de una gran transparencia atmosférica, en especial durante las noches lo que ocasiona una enorme pérdida de calor por radiación nocturna desde la tierra hacia el espacio, trayendo consigo un enfriamiento brusco de la superficie (9).

3.3 Estaciones pluviométricas del Área de Estudio

Como parte de la recopilación de antecedentes que dan cuenta del contexto climático que impera en el área de estudio regional, se recopilieron series históricas de precipitaciones para las estaciones pluviométricas de la Dirección General de Aguas (DGA), a partir de las cuales se obtuvieron cifras de precipitación promedio mensual y precipitación total anual total anual. La cantidad de años disponibles en cada serie histórica difieren para cada estación, sin embargo cada serie histórica se enmarca entre los años 1968 y 2009.

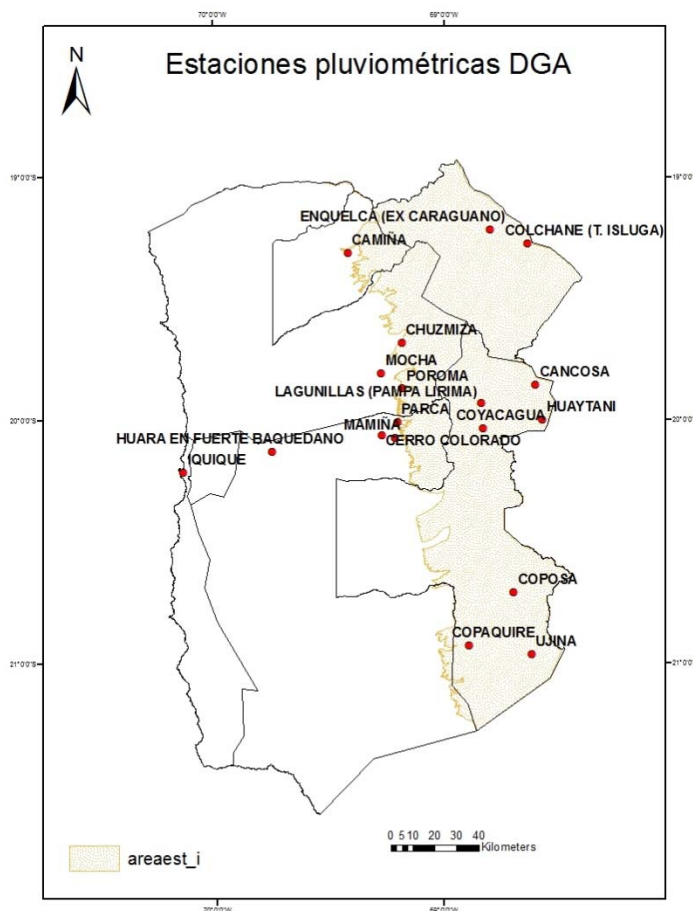


Figura 5. Estaciones pluviométricas disponibles dentro del área de estudio (señalada en color). Región de Tarapacá. Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

A partir de las series históricas disponibles, se realizó una estimación de la precipitación total anual promedio por estación. Para tal efecto, en primer lugar se debió completar los casilleros de los meses sin información de los años considerados, con el objetivo de poseer cifras para todos los meses del año en todas las series utilizadas, y de esta manera calcular promedios anuales y mensuales parciales sin ausencia de datos en el cálculo de los

promedios. El resultado de la completación de casilleros, y del posterior promedio de precipitaciones totales anuales por serie se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Precipitación total anual promedio por serie histórica, para las estaciones pluviométricas DGA disponibles en la región de Tarapacá.

Nombre Estación	Código DGA	Latitud S	Longitud W	Altura (msnm)	Inicio serie	Fin serie	Pp. total anual promedio serie (mm)
CAMIÑA	01611001-9	19 18 49	69 25 02	2500	1971	2008	36,7
CANCOSA	01042001-6	19 51 19	68 36 06	3930	1976	2008	162,3
CERRO COLORADO	01740002-9	20 03 54	69 16 13	2510	1993	2008	20,0
COLCHANE (T. ISLUGA)	01041003-7	19 16 35	68 38 16	3700	1978	2008	126,9
COPAQUIRE	01770001-4	20 55 49	68 53 32	3540	1978	2008	81,0
COPOSA	01700009-8	20 42 31	68 41 39	3760	1983	2008	102,9
COYACAGUA	01050007-9	20 02 04	68 49 44	3950	1962	2008	139,5
CHUZMIZA	01730020-2	19 40 59	69 11 00	3400	1989	2008	144,4
ENQUELCA (EX CARAGUANO)	01041004-5	19 13 00	68 48 00	3900	1985	2008	122,5
HUARA EN FUERTE BAQUEDANO	01700010-1	20 07 51	69 44 59	1100	1995	2008	0,2
HUAYTANI	01042002-4	20 00 01	68 34 14	3950	1983	2008	145,6
IQUIQUE	01820001-5	20 12 55	70 08 10	50	1985	2008	1,2
LAGUNILLAS (PAMPA LIRIMA)	01730018-0	19 56 00	68 50 13	4020	1983	2008	144,5
MAMIÑA	01750003-1	20 04 31	69 12 53	2730	1986	2008	29,7
MOCHA	01730019-9	19 48 35	69 16 23	2150	1988	2008	25,8
PARCA	01740001-0	20 00 44	69 12 12	2650	1978	2008	28,1
POROMA	01730017-2	19 52 19	69 10 59	2880	1968	2008	41,1
UJINA	01080001-3	20 58 00	68 37 00	4300	1974	2008	176,7

De acuerdo a los datos disponibles, el aumento en la intensidad de las precipitaciones, estaría mayormente correlacionado con el aumento altitudinal y longitudinal. Las líneas de tendencia establecidas (Figura 6), indican que la proporción de variabilidad de precipitación total anual promedio es explicada de mejor manera por la variación

geográfica en el sentido altitudinal y longitudinal (coeficientes de determinación $R^2=0,87$ y $R^2=0,78$ para las variables altitud y longitud, respectivamente).

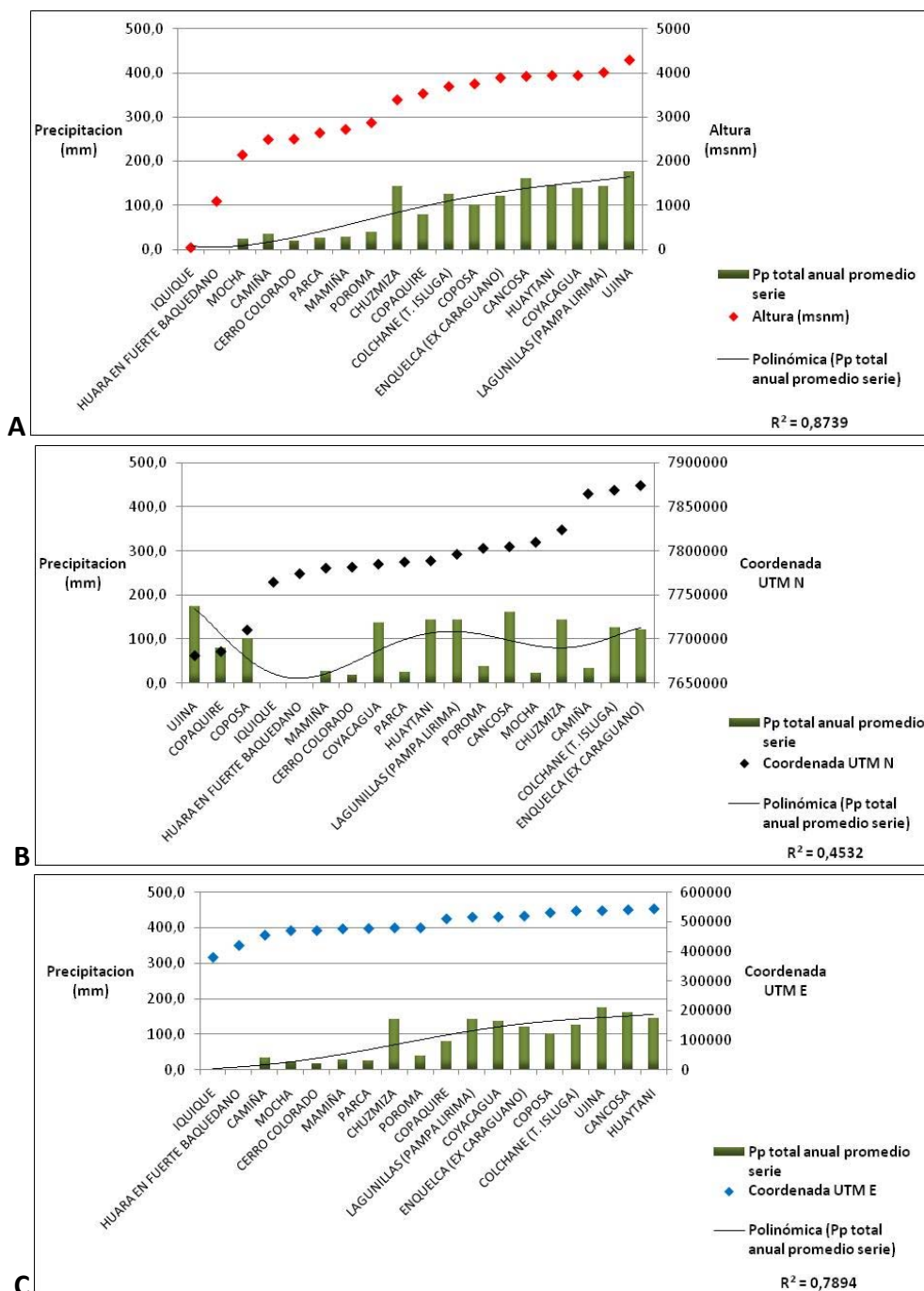


Figura 7. Coeficientes de determinación (R^2) para precipitación total anual promedio de estaciones pluviométricas de la DGA, Región de Arica y Parinacota, en función del aumento de las variables altitud (A), latitud (B) y longitud (C).

4. BIBLIOGRAFIA

1. Ahumada, M. y Faúndez, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Eco región Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118 p.
2. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region1/>
3. CIREN (2010). Determinación de la Erosión Actual y Potencial de los Suelos de Chile. Región de Tarapacá. Síntesis de Resultados. Publicación N°141. Registro de propiedad intelectual: 200588.
4. Contreras, R. (2007). Uso de Vegas y Bofedales de la Zona Cordillerana y Precordillerana de la Región de Atacama. Memoria de Título. Facultad de ciencias Forestales. Universidad de Chile.
5. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. DIBAM (1979). Revista Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso. N°12.
6. Dirección General de Aguas (2004). Diagnostico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según objetivos de calidad. Cuenca del Rio Lauca. CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería.
7. EBAL Consultorías. Línea Base Proyecto Solar Almonte, Región de Tarapacá. Disponible en http://seia.sea.gob.cl/archivos/ANEXO_N_4_LINEA_BASE_PROYECTO_SOLAR_ALMONTE.pdf
8. EIA Proyecto de Exploración Minera Catenave. SRK Consulting. Disponible en https://www.e-seia.cl/archivos/Cap_2_Descripcion_Proyecto.pdf
9. IREN. 1979. Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. Informe 40. Instituto Nacional de Recursos Naturales-CORFO, s.p.
10. Luebert, F., Pliscoff, P. (2004). Informe 3. Pisos de vegetación de la Zona Norte de Chile (I-III). Clasificación de Pisos de Vegetación y Análisis de Representatividad de Áreas propuestas para la Protección en Chile.
11. Squeo, F., Arancio, G., Gutiérrez, J., eds. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile. 2:13-24.
12. Squeo, F., Arancio, G., Gutiérrez, J., eds. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile. 3: 25-42.