

**EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DEL DESIERTO DE  
ATACAMA:  
CAMBIOS EN EL CONFORT CLIMÁTICO DE LA CIUDAD DE ARICA.**

**Manuel Méndez Díaz<sup>1</sup>**

**Pamela Smith Guerra<sup>2</sup>**

[mendez.diaz.manuel@gmail.com](mailto:mendez.diaz.manuel@gmail.com)

[pamelasmit@gmail.com](mailto:pamelasmit@gmail.com)

**Introducción**

Desde mediados de los años 1980 se viene trabajando en Chile acerca del “cambio climático” y sus posibles efectos en el que hacer social y económico nacional, entendiendo este “cambio” como una intensificación del efecto invernadero por causa de un aumento de los gases antropógenos (IPCC, 1995). Sin embargo, no es hasta la década de los 90’s que la temática adquiere un carácter masivo, tanto en la producción y difusión científica, como en el debate socio-político internacional y local. Es así como el llamado “calentamiento global” ha devenido, desde un tema estrictamente técnico-científico, en una discusión global esencialmente ética y económica.

A nivel mundial se ha avanzado bastante en el reconocimiento de las causas fisico-químicas de la problemática, sus efectos en el medio ambiente humano y natural, así como también, en la proyección de la variabilidad de los elementos climáticos a través de modelos. En este sentido, a fines del año 2006 se publica el trabajo; “Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI”, licitado por CONAMA y llevado a cabo por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (DGF). Esta investigación modela las condiciones climáticas del país sobre la base de dos escenarios socioeconómicos mundiales distintos y en él se destacan los posibles impactos del cambio climático en Chile hacia fines del siglo XXI, entre los cuáles se pueden nombrar: aumento diferencial de la temperatura en los diferentes ambientes ecológicos, +4°C en el norte grande, +2°C en el sector mediterráneo y +1°C en el sur austral; disminución estacional y concentración temporal de la precipitación y elevación de la altitud donde se presenta la isoterma 0°C (lo que traería un aumento de las precipitaciones líquidas a las cuencas). Estos cambios en la temperatura y precipitación generarían variadas consecuencias en aspectos socioeconómicos del país, tanto en pérdidas de vidas humanas frente a eventos desastrosos, entre otros.

Es en este contexto que nace la idea de la presente investigación, la cual pretende analizar la problemática desde lo local, como un aporte al entendimiento y discusión del problema desde la realidad regional. En ella, se indaga cómo han evolucionado las principales variables climáticas en la ciudad de Arica, tendencias, anomalías, sus posibles causas y cómo estas han influido en la población. Finalmente, esboza cuáles serían los posibles efectos productivos y económicos de la variabilidad climática en el desarrollo de la nueva región de Arica-Parinacota.

**Datos y metodología**

---

<sup>1</sup> Geógrafo, Departamento de Geografía, Universidad de Chile.

<sup>2</sup> Geógrafo, Mg. En Gestión y Planificación Ambiental, Departamento de Geografía, Universidad de Chile.

Entendiendo al clima como “*el promedio de las condiciones atmosféricas de al menos 30 años*” (IPCC, 1995), se analizan todos los datos meteorológicos históricos de la ciudad, capturados por la Oficina Meteorológica de Chile y su sucesora la Dirección Meteorológica de Chile (VALDERRAMA, *et al*, 2008), cuya base de datos se extiende desde el año 1929 a la fecha.

Las variables atmosféricas consideradas son las más recurrentes en la bibliografía de estudios climáticos y del fenómeno “cambio climático” (FUENZALIDA, *et al*, 1989; MARTIN, 1991; FERNÁNDEZ, 1996; BARRY & CHORLEY, 1999; VILLARROEL, *et al*, 2006; DGF, 2006; IPCC, 2007); temperatura, precipitación, nubosidad, humedad y viento.

Entre la base de datos analizada, 4620 observaciones, un 2,68% se encontraba sin registro, por lo cual se procedió a interpolarlos con los 4 meses que rodeaban a la casilla sin información (MOREIRA *et al*, 2006).

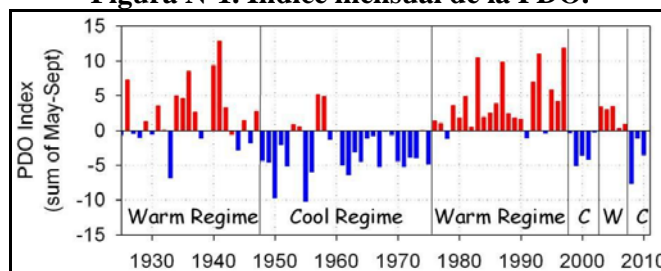
El análisis de los datos se llevo a cabo en tres etapas:

A) En la primera etapa se realizó la búsqueda de tendencias y anomalías en la temperatura, precipitación, nubosidad, humedad y viento, provocadas por el cambio climático. Lo anterior mediante el análisis del comportamiento de los promedios anuales de cada una de las variables en el periodo de estudio (1929-2007) y la relación de este comportamiento con los procesos globales y locales de interacción océano-atmósfera-tierra a los que están supeditados, además de la influencia del calentamiento climático sobre ellas.

Estadísticamente, se definen las siguientes anomalías: “eventos elevados” como los años en que se superan la primera desviación estándar, positiva y negativa y “eventos extremos” como los años en que se supera la segunda desviación (FERNÁNDEZ, 1996; MANTUA, *et al*, 1997; LÓPEZ-DÍAZ, 2003; VILLARROEL, *et al*, 2006; OMM, 2007).

El primer proceso oceánico-atmosférico tomado en cuenta fue la Oscilación Decadal del Pacífico, PDO por sus siglas en inglés, y que es una irregular fluctuación interanual e interdecadal de las temperaturas del Océano Pacífico, que modifica la temperatura atmosférica y la precipitación de toda su cuenca (MANTUA, *et al*, 1997). En la figura N°1 se observa como han ocurrido sucesivos periodos cálidos y/o positivos (identificados con la letra C en los gráficos) y fríos y/o negativos (identificados con la letra F en los gráficos) desde 1900 hasta el año 2010. Para el presente estudio se considerará como periodos cálidos a las secuencias comprendidas entre los años 1929-1947, 1977-1998 y 2002-2007, y como periodos frío 1948-1976 y 1999-2001. Para profundizar en este fenómeno ver MANTUA, *et al*, 1997; RUTLLANT, *et al*, 1998; RUTLLANT, 1999; VARGAS, *et al*, 2000; VILLARROEL, *et al*, 2006 y VARGAS, *et al*, 2007.

**Figura N°1. Índice mensual de la PDO.**



Fuente: [www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fed/oeip/ca-do.cfm](http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fed/oeip/ca-do.cfm)

El otro proceso considerado en el análisis es la Oscilación del Sur en su fase cálida, conocida como El Niño, y en la que, por variaciones en las presiones atmosféricas de la cuenca del Pacífico, se provoca, entre otros fenómenos, un debilitamiento de los vientos alisios, lo que a su vez causa una disminución de las surgencias de aguas frías de la corriente de Humboldt y por ende un calentamiento de las aguas superficiales que bañan las costas peruanas y chilenas. En el fenómeno La Niña ocurre lo contrario, es decir, una disminución de las temperaturas superficiales de las costas del Pacífico suroccidental a causa de un fortalecimiento de las surgencias provocadas por una mayor intensidad de los alisios (TRENBERTH, 1997).

B) En una segunda etapa, se repite la indagación de relaciones entre las tendencias de las variables estudiadas y las anomalías estadísticas causadas por fenómenos atmosférico-oceanográficos y el cambio climático. Sin embargo, y en la búsqueda más acuciosa de alguna tendencia más relevante, se utilizan los promedios móviles de 5 para cada variable según estaciones: verano (diciembre, enero y febrero) e invierno (junio, julio y agosto).

Otro cambio en el análisis, respecto al apartado anterior, es la afinación de la metodología para encontrar irregularidades climáticas. En este caso son estudiadas a través de los percentiles 90% y 10%, para determinar, estadísticamente, años climáticamente anómalos (FERNÁNDEZ, 1996; MANTUA, *et al*, 1997; LÓPEZ-DÍAZ, 2003; VILLARROEL, *et al*, 2006; OMM, 2007).

C) Finalmente, y sobre la base de los resultados de las etapas A) y B), se calcula la “sensación térmica”, para lo cual se adoptó la fórmula de Poder de Refrigeración de HILL y MÖRIKOFER, en GONZÁLEZ, (2001), que mide las calorías perdidas por condiciones atmosféricas y que se modificó según los parámetros climáticos y biológicos de IRIARTE, (2000) y ANGULO, *et al*, (2004).

### **Evolución de variables climáticas 1929-2007.**

#### *Temperatura*

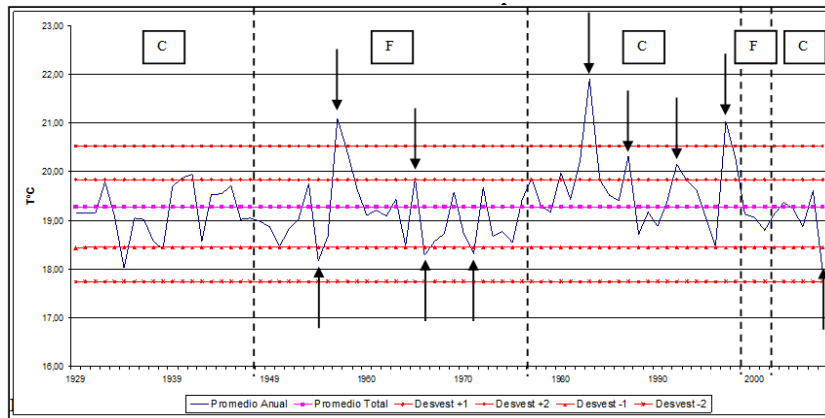
La primera variable analizada es la temperatura, que se visualiza en la figura N°2, del cual se desprende:

- Los promedios anuales de temperatura han mantenido una evolución muy cercana al promedio total del período y no poseen tendencias aparentes.
- La mayoría de los eventos elevados y extremos, positivos (indicados en gráficos con flecha descendentes) y negativos (indicados en gráficos con flechas ascendentes), se encuentran relacionados con algunos de los fenómenos El niño; 1957, 1965, 1983, 1987, 1992, 1997 y 2007, y La niña; 1954, 1967 y 1971<sup>3</sup>.
- El fenómeno PDO cálido; 1977 a 1998, aumenta la recurrencia de los eventos cálidos, elevados y extremos. A su vez, el PDO frío; 1948 a 1976, aumenta la recurrencia de los eventos elevados fríos.
- Desde mediados de los años 80's se presenta una mayor recurrencia de los eventos elevados y extremos cálidos, lo que se podría asociar a la intensificación de los eventos climáticos, mencionada en la literatura como un efecto del “cambio climático” (FUENZALIDA, 1989; MARTIN, 1991; FERNÁNDEZ, 1996; BARRY & CHORLEY, 1999; DGF, 2006; IPCC, 2007).

### **Figura N°2. Promedios anuales de temperatura 1929-2007.**

---

<sup>3</sup> Se consideraron sólo los fenómenos ENOS y La niña de intensidad moderada a fuerte (MOORE, 2007).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

### Precipitación

En el análisis de la precipitación es importante señalar que en el año 1957 se produce un cambio en la localización de la estación meteorológica, desde el aeródromo “El Buitre”, enclavado entre las nacientes de la cordillera de la costa (18° 30' 36" Lat. S y 70° 17' 21" Long. O, 100 metros de altura), hacia el aeropuerto “Chacalluta” (18° 20' 55" Lat. S, 70° 20' 19" Long. O, 49 metros de altura) ubicado sobre la planicie costera, lo puede explicar el aumento en el registro de esta variable. Algunos aspectos extraídos del análisis son:

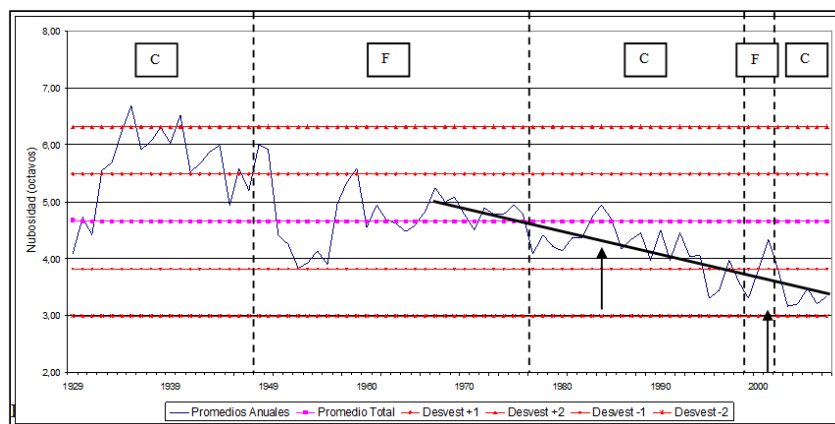
- Los promedios anuales de precipitación se han mantenido relativamente constantes en el período analizado.
- Los eventos extremos de precipitación están asociados a la ocurrencia de El Niño; 1959, 1979, 1981 y 2007.
- No se vislumbran relaciones de los eventos elevados y extremos con los ciclos de PDO.

### Nubosidad

Respecto a la nubosidad es posible determinar que (figura 3):

- No existe una relación aparente entre la nubosidad y los periodos PDO.
- Existe una notoria tendencia a la baja desde mediados de la década de los 60's, que no coincide en los ciclos de la PDO, ante lo cual, se podría afirmar que esta disipación de la nubosidad observada podría estar supeditada a cambios climáticos globales y locales (RUTLLANT, 1999; IPCC, 2007; VARGAS, *et al*, 2007; MENA, 2008). Además, es posible observar que existen dos años en que la nubosidad repunta sobre la tendencia, coincidente con fenómenos La niña; 1984 y 2001 (TREMBERTH, 1997).
- Se presenta un período de alta nubosidad, que podría estar ligado con una baja intensidad del viento (ver gráfico N°6); 1932 a 1949, seguido de uno bastante estable, respecto a la media; 1950 a 1976.

**Figura N°3. Promedios anuales de nubosidad 1927-2007.**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

### *Humedad Relativa*

A partir de los datos de humedad relativa se puede extraer:

- Las secuencias de PDO no parecen afectar la humedad, a excepción de la tendencia a la baja que se presenta desde el año 2000 a la fecha, y que coincide mayormente con un período frío. Sin embargo, habría que estudiar en profundidad esta relación, pues no se presenta el mismo fenómeno entre 1948 y 1977 (ciclo frío de la PDO).
- Antes del año 1957 la humedad se presenta bastante alta, con un promedio por sobre el general, lo que podría deberse al cambio territorial de la estación meteorológica.
- Desde 1957 al 1999, se presenta una tendencia bastante estable, que se mantiene entre las desviaciones + 1 y -1. No obstante, entre estos años se presenta una anomalía de eventos elevados y extremos que se relacionan con una seguidilla de sucesos ENOS (1972, 1973, 1976 y 1977).

### *Viento*

Finalmente, se analiza el comportamiento del viento, de cuyo análisis se puede decir:

- Existe un período de eventos extremos bajos; 1927 a 1950, que podría tener relación con la metodología de captura del dato, por su gran diferencia respecto al resto de la información. Sin embargo, no existe referencia alguna en los anuarios meteorológicos.
- En el periodo comprendido entre los años 1953 al 1977 se aprecian irregularidades supeditadas a fenómenos El Niño. Sin embargo, y a partir de 1978, se aprecia una “estabilización” de los datos, con una tendencia bastante cercana al promedio.
- Finalmente, la mayoría de los eventos elevados, y cercanos a la primera desviación estándar, coinciden con los años ENOS; 1958, 1965, 1973, 1987, 1992 y 1997.

### **Análisis de variables por estación Verano-Invierno.**

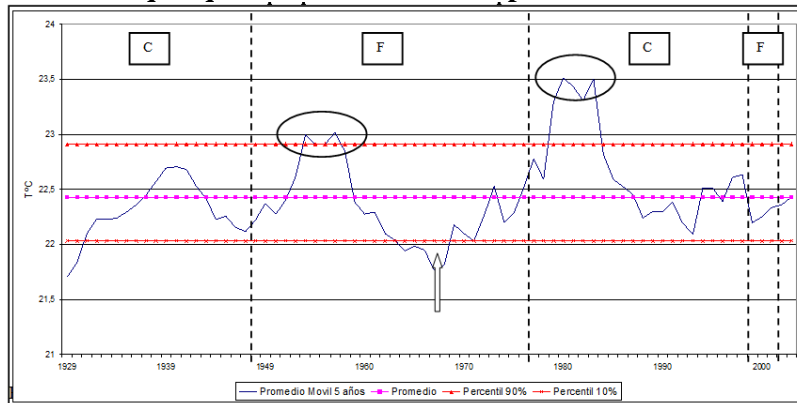
En la profundización de los análisis por variables, se desestimo la precipitación y el viento, debido a que durante todo el periodo de estudio se observaron cambios poco significativos. Las variables de temperatura, nubosidad y humedad relativa son analizadas según estaciones de verano (diciembre, enero y febrero) e invierno (junio, julio y agosto).

### *Temperatura*

Las figuras 4 y 5 muestran el comportamiento de los promedios móviles quinquenales de la temperatura en las estaciones de verano e invierno respectivamente, de su análisis es posible afirmar que:

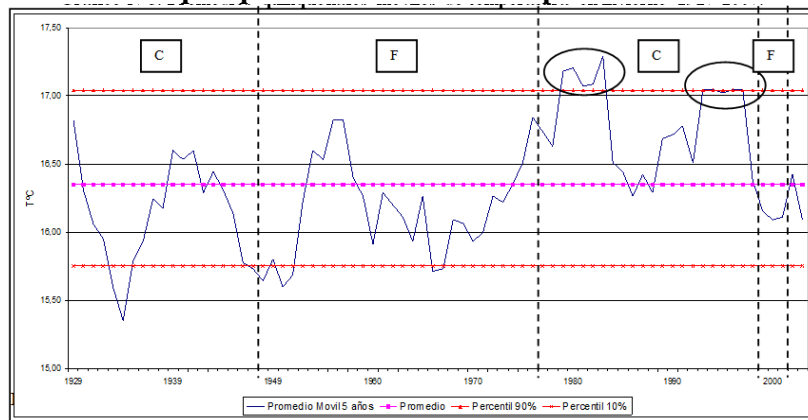
- La curva de verano se visualiza zigzagueante en torno a la media y con escasas anomalías cálidas y frías, asociadas a los fenómenos El Niño (círculo) y La Niña (flecha ascendente), respectivamente.
- En invierno, las anomalías cálidas, también se relacionan con eventos ENOS. Sin embargo, y a partir de 1973, se observa una tendencia a la regularización y cercanía de los promedios móviles con el promedio del período de estudio, lo que explicaría el comportamiento anual (véase gráfico N°2).

**Figura N°4. Promedios quinquenales móviles de temperatura en verano 1927-2007.**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

**Figura N°5. Promedios quinquenales móviles de temperatura en invierno 1927-2007.**



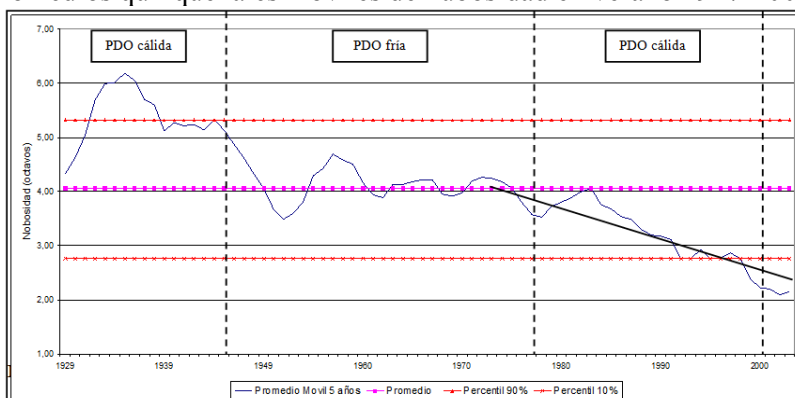
Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

#### Nubosidad

El comportamiento de la nubosidad se gráfica en las figuras 6 y 7, y se concluye que,

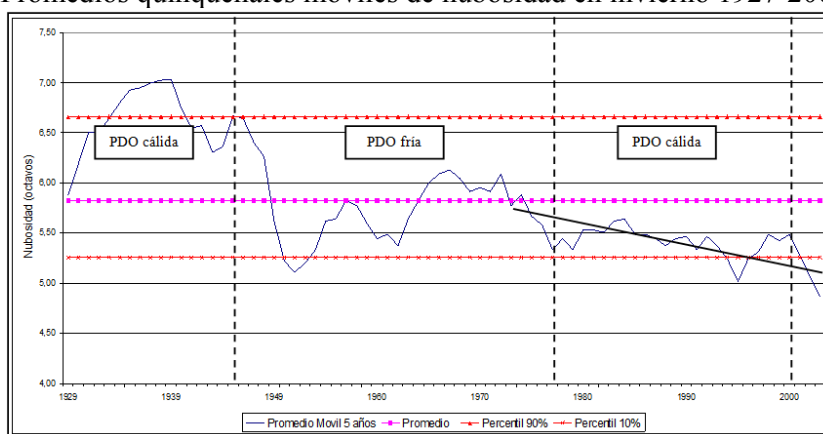
- La diferencia principal, en la curva de promedios, es que; en verano la curva se presenta mas suavizada, lo cual podría ser explicado por la gran estabilidad atmosférica que se produce frente a nuestras costas en el verano austral (RUTLLANT, 1999).
- En ambas estaciones se aprecia una fuerte tendencia a la baja desde 1975 hasta hoy en día. Esta inclinación, como ya se mencionó, se relaciona a la disipación de la nubosidad a causa de los cambios climáticos globales (RUTLLANT, 1999; IPCC, 2007; VARGAS, *et al*, 2007; MENA, 2008), la cual se intensificaría en la temporada estival, visualizándose en que la tendencia negativa es mayor en esta temporada.

Figura N°6. Promedios quinquenales móviles de nubosidad en verano 1927-2007.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

Figura N°7. Promedios quinquenales móviles de nubosidad en invierno 1927-2007.



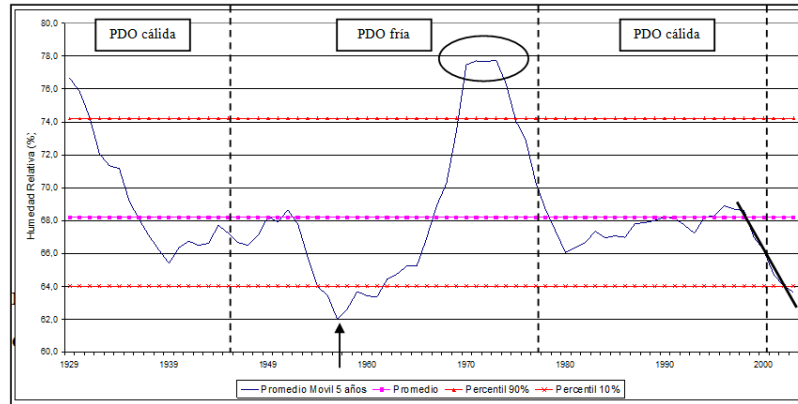
Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

#### *Humedad Relativa*

Del análisis de las tendencias en la humedad (figuras 8 y 9), es posible señalar que:

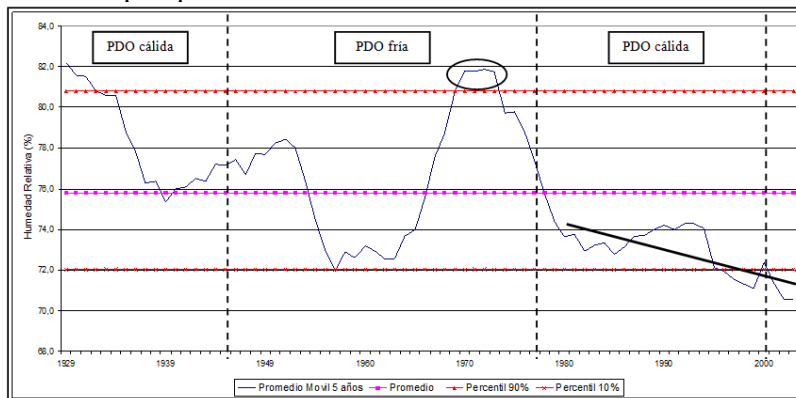
- En el periodo veraniego se observan sólo dos anomalías, asociadas a los eventos La niña (negativo); 1957 y ENOS (positivo); 1972-1973. En este mismo periodo, se puede observar una abrupta caída desde 1998 a la fecha, relacionado con la acentuación de la tendencia a la baja de la nubosidad.
- En el invierno, las anomalías antes nombradas, se presentan suavizadas, aún siendo importante en el evento ENOS; 1972-1973. Además, se presenta una tendencia negativa constante desde 1975 a la fecha. Esta inclinación a la baja puede ser explicada por la disminución de la nubosidad, lo que implica una mayor radiación solar y una disipación de la humedad (RUTLLANT, *et al*, 1998; RUTLLANT, 1999; VARGAS, *et al*, 2007). También, se puede encontrar una relación entre estos eventos y el alza de las temperaturas durante el mismo periodo (ver gráfico N°7), todos fenómenos encadenados con el “calentamiento global” (RUTLLANT, 1999; IPCC, 2007; MENA, 2008).

Figura N°8. Promedios quinquenales móviles de humedad relativa en verano 1927-2007.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

Figura N°9. Promedios quinquenales móviles de humedad relativa en invierno 1927-2007.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

### Efectos del cambio climático

El impacto más notorio del “cambio climático” en la ciudad de Arica, es la desecación de las condiciones atmosféricas, denotada a través de una disminución de la nubosidad y de la humedad relativa. Esto trae como consecuencia una variación de la sensación térmica, entendida como la “temperatura que siente una persona frente a una determinada combinación de la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento” (IRIARTE, 2000; ANGULO, *et al*, 2004). Este parámetro se calculó mediante la fórmula (1), que indica la sensación térmica o índice de confort climático (IC), expresado en pérdida de calorías por centímetro cuadrado de piel. Este índice se grafica a través de los promedios móviles para las temporadas de verano e invierno, visualizados en los gráficos N°15 y N°16, respectivamente.

$$(1) \quad IC = [36,5 - T^\circ] * [0,05 + (0,04 * \sqrt{v}) + (1 - h/250)]$$

Donde:

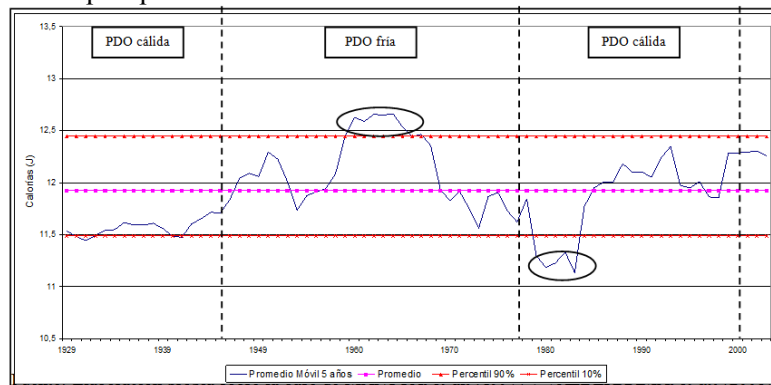
- $T^\circ$  = temperatura del aire en  $^\circ\text{C}$ .
- $v$  = viento en metros por segundo
- $h$  = humedad relativa en %

Respecto de los resultados del Índice de Confort (figuras 10 y 11) se puede señalar lo siguiente:



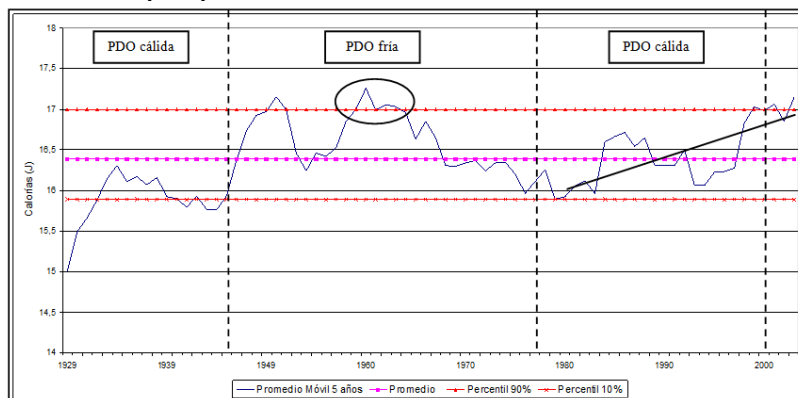
- En verano se observa una curva zigzagueante, por los ciclos de la Oscilación del Sur, y una leve tendencia al alza, durante la última década, en la pérdida de calorías (sensación fría).
- En la temporada estival las anomalías cálidas y frías se encuentran ligadas a eventos El Niño (1979-1980 y 1982-1983) y La Niña (1964-1965), respectivamente y coincidente con las fases PDO; 1945-1977 frío y 1977-2000 cálido (MANTUA, *et al*, 1997). Lo mismo pasa en invierno para la anomalía fría.
- En invierno se denota una marcada tendencia a la elevación de la pérdida de calorías (sensación fría) que comienza en el cambio de década 1970-1980. Esto coincide con los resultados encontrados por VALDERRAMA, *et al*, (2008), respecto a la percepción climática de los habitantes de Arica. En ellos se señala que alrededor del 80% de los encuestados percibe que en los últimos 20 años el clima ha estado mas frío en la temporada de invierno. Climatológicamente hablando, esta tendencia, aparentemente, no se asocia a ningún evento cíclico atmosférico-oceanográfico; PDO y Oscilación del sur (cálida y fría), sino mas bien a la elevación de la temperatura mundial (VARGAS, *et al*, 2007), lo cual disipa la nubosidad y humedad, esta última directamente relacionada al IC.

Figura N°10. Promedios quinquenales móviles de sensación térmica en verano 1927-2007.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

Figura N°11. Promedios quinquenales móviles de sensación térmica en verano 1927-2007.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de MANTUA, *et al*, (1997) y VALDERRAMA, *et al*, (2008).

El desecamiento de las condiciones atmosféricas por efecto de la disminución de la nubosidad y humedad, por causas globales y locales, respectivamente (vislumbrado tras el análisis de las distintas variables meteorológicas en la ciudad), podría afectar directamente la disponibilidad

de agua en la vegetación y en las primeras capas del suelo. Esto debido a que la evapotranspiración potencial, entendida como el cálculo teórico de la pérdida de agua desde el suelo y vegetación a causa de la evaporación y transpiración (SÁNCHEZ, 2006), es dependiente de las variables climáticas que se han visto modificadas con el alza de temperatura global. En términos simples, las condiciones atmosféricas y de insolación actual incrementarían la pérdida de agua desde los cultivos, necesiéndose un mayor riego por unidad de área, hecho que acentuaría la escasez de agua de los Valles de Azapa y Lluta (JICA, 1995; CAVIERES, et al, 2007). Sumado a esto, se agrega el posible incremento de la salinidad del suelo superficial por efecto de la precipitación química de las sales y minerales (muy abundantes en los suelos del norte de Chile) causada por la evaporación. Estos fenómenos, según lo expuesto por BARRY & CHORLEY, (1999), ya se han presentado en otras partes del mundo, ante lo cual se está investigando la ocurrencia de ellos en el Valle de Azapa, encontrándose resultados preliminares que indican un aumento de la evapotranspiración en la zona.

### **Conclusiones**

El estudio de las características climáticas anuales demuestra que existe una relación compleja de los procesos de gran escala, como lo son el fenómeno El Niño, La Niña y la PDO y los fenómenos climáticos locales (ORTLIEB, 1995; RUTLLANT, 1999; VARGAS, *et al*, 2000; VARGAS, *et al*, 2007). De esta forma, El Niño genera, reiteradamente, eventos positivos de temperatura, precipitación y humedad, aunque es necesario acotar que el fenómeno por sí solo no es la única condición para la ocurrencia de anomalías de estas variables (ORTLIEB, 1995). A su vez, La Niña altera negativamente la temperatura y positivamente la nubosidad. La PDO por su parte, en sus ciclos cálidos, aumenta la frecuencia e intensidad de los fenómenos El Niño y por ende cuando este se presenta existe una tendencia al alza de la temperatura y la precipitación, no encontrándose una relación semejante con los eventos de La Niña. No se visualiza una relación de los procesos oceánico-atmosféricos con la notoria tendencia a la baja de la nubosidad, por lo que se vincula a las condiciones de aumento de la temperatura global (VARGAS, *et al*, 2007).

En cuanto al análisis por temporada, se construyó un cuadro resumen (Nº1), en el cual se cruzan las variables climáticas estudiadas con las temporadas de verano e invierno, visualizando las principales tendencias y las causas indagadas en el estudio. En este cuadro se puede apreciar que los principales cambios climáticos, causados por diversos factores, se desarrollan en la temporada de invierno; aumento de la temperatura, intensificación de la precipitación, menor humedad y la marcada disminución de la nubosidad (ambas temporadas). Estas variaciones traen consigo no sólo un perceptible cambio en el clima de la ciudad, sino además, una alteración de las condiciones agroclimáticas; menor nubosidad, menor humedad, mayor insolación y mayor temperatura, lo que afectaría de forma directa las condiciones de humedad de la vegetación y el suelo.

Es importante indagar en profundidad las conclusiones primarias de esta investigación, debido a las consecuencias socioeconómicas que pudiese tener el “calentamiento global” en la disponibilidad de agua subterránea para el abastecimiento de la ciudad y de riego para la agricultura de los valles de Azapa y Lluta, actividad bastante valorada en la Estrategia de Desarrollo Regional de la Región de Arica-Parinacota (UTA, 2008).

### **Bibliografía**

ANGULO, Q. MUÑOZ, A. y BARRADAS, V. (2004) *Estudio del bioclima humano en dieciséis localidades del estado de tabasco mediante el índice de confort temperatura*

*efectiva*. Revista Universidad y Ciencia, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco N°20, Tabasco, Méjico, 69 – 80.

BARRY, R. y CHORLEY, R. (1999) *Atmósfera, tiempo y clima*. (Editorial Omega), Barcelona, España.

CAVIERES, E. ISUCK, D. y LAGOS, V. (2007) *Ocupación con fines agrícolas de las laderas del sector medio-bajo del valle de Azapa y disponibilidad hídrica para los cultivos*. Tesis de Pedagogía en Historia y Geografía, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA UNIVERSIDAD DE CHILE, DGF. (2006) *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI*. Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA), Santiago, Chile.

FERNÁNDEZ, F. (1996) *Manual de climatología aplicada*. (Editorial Síntesis), Madrid, España.

FUENZALIDA, H. VILLAGRAN, C. BERNAL, P. FUENTES, E. SANTIBAÑEZ, F. PEÑA, H. MONTECINO, V. HAJEK, E. y RUTLLANT, J. (1989) *Cambio climático global y eventuales efectos en Chile*, Revista Ambiente y Desarrollo Vol. V N°2: 37 – 42, Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente, CIPMA, Chile.

GONZÁLEZ, O. (2001) *Confort climático*. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM, Bogotá DC, Colombia.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. (1995) *Climate change*. Second report, Ginebra, Suiza.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. (2007) *Climate change*. 2007 report. Ginebra, Suiza.

IRIARTE, E. (2000) *Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio*. American College of Sports Medicine, editorial Paidotribo, Barcelona, España.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, JICA. (1995) *The Study on the Development of Water Resources in Northern Chile*. Report A; surface water. Pacific Consultants International, Tokio, Japan.

LÓPEZ-DÍAZ, J. (2003) *A Nonparametric Test for Trends in the Occurrence of Rare Events*. Revista Journal of Climate N°16. Washington, Estados Unidos, 2602 – 2614.

MANTUA, N. HARE, S. ZHANG, Y. WALLACE, J. y FRANCIS, R. (1997) *A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production*. Revista Bulletin of the American Meteorological Society N°78. Washington, Estados Unidos, 1069 – 1079.

MARTIN, J. (1991) *Fundamentos de climatología aplicada*. (Editorial Síntesis), Madrid, España.

MÉNA, M (2008) *Comunicación personal*. Arica, Chile.

MOREIRA, J.M.; CORZO, M.; PITA, M.; GUERRERO, C. 2006. *El clima, una herramienta para la gestión de la información climatológica en Andalucía*. *Comunización 272, tecnimap, Sevilla*. 1-8 p. En: [www.administracionelectronica.gob.es/recursos/pae\\_000002499.pdf](http://www.administracionelectronica.gob.es/recursos/pae_000002499.pdf)

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, OMM. (2007) *Función de las normales climatológicas en un clima cambiante*. Informe N°61 Programa mundial de datos y vigilancia del clima, Ginebra, Suiza.

- ORTLIEB, L. (1995) *Eventos El Niño y episodios lluviosos en el Desierto de Atacama: El registro de los últimos dos siglos*. Revista Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos Vol. 24 N°3. Lima, Perú, 519 – 537.
- RUTLLANT, J. FUENZALIDA, H. TORRES, R. y FIGUEROA, D. (1998) *Interacción océano-atmósfera-tierra en la región de Antofagasta (Chile 23°S): Experimento DICLIMA*. Revista chilena de historia natural N°71. Santiago, Chile, 405 – 427.
- RUTLLANT, J. (1999) *Influencia del Pacífico sureste en el clima regional y local*. Primer encuentro de Universidades del Pacífico, Piura, Perú.
- SÁNCHEZ, J. (2006) *Evapotranspiración*. Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- TRENBERTH, K. (1997) *The definition of El Niño*. Revista Bulletin of the American Meteorological Society N°78. Washington, Estados Unidos, 2771 – 2777.
- UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ, UTA. (2008) *Propuesta de estrategia de desarrollo para la región de Arica-Parinacota*. Arica, Chile.
- VALDERRAMA, I. DONOSO, D. y VILLEGAS, C. (2008) *Análisis de la percepción de la población de Arica respecto al cambio climático*. Tesis de Pedagogía en Historia y Geografía, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.
- VARGAS, G. PANTOJA, S. RUTLLANT, J. LANGE, C. y ORTLIEB, L. (2007) *Enhancement of coastal upwelling and interdecadal ENSO-like variability in the Perú-Chile current since late 19<sup>th</sup> century*. Revista Geophysical research letters. Vol. 34 L13607. Washington, Estados Unidos.
- VARGAS, G. ORTLIEB, L. y RUTLLANT, J. (2000) *Aluviones históricos en Antofagasta y su relación con eventos El Niño/Oscilación del sur*. Revista Geológica de Chile, Vol. 27, N°2, Santiago, Chile, 157 – 176.
- VILLARROEL, C. ROSENBLUTH, B. y ACEITUNO, P. (2006) *Climate change along the extratropical west coast of south america (Chile): daily max/min temperatures*. Proceedings of 8° Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography (ICSHMO), Foz de Iguazu, Brasil, 487 – 489.