



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



Variabilidad térmica invernal en Tucumán y su relación con el consumo de gas

Marianela Groppa ^a, María Paula Llano ^b

^a *Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO),
Argentina, marianela.groppa@gmail.com.*

^b *DCAO -CONICET, Argentina, mp Llano@at.fcen.uba.ar.*

RESUMEN: El estudio de las condiciones climáticas en la ciudad de Tucumán es de gran importancia dada la población que habita en la misma, cambios en las temperaturas extremas pueden generar un gran impacto en la provisión de los servicios de energía. En este trabajo se estudia la variabilidad de las temperaturas máxima y mínima a lo largo del siglo XX, con énfasis en los periodos fríos y su relación con el consumo residencial de gas natural.

A lo largo del período de estudio (1909-2017) la duración de los periodos fríos se ve reducida casi un mes para las temperaturas mínimas, mientras que para las máximas se observa un aumento de 2 días. Mostrando que son las temperaturas mínimas las que mayores variaciones sufrieron. El estudio demostró una correlación inversa entre las temperaturas y el consumo de gas y dado que el consumo residencial de gas es en gran medida para la calefacción, este aumento en la temperatura podría ocasionar una disminución en el consumo.

PALABRAS CLAVE: invierno, temperatura, duración, energía, extremo

1. INTRODUCCIÓN

El clima de una región está afectado por su latitud, altitud y el tipo de terreno entre otros factores fundamentales. El clima en latitudes medias se caracteriza por la alternancia de estaciones frías y cálidas claramente diferenciadas, las mismas pueden presentar modificaciones a lo largo del tiempo, tanto en su duración como en su intensidad. Trabajos en otras regiones del mundo muestran que es el invierno la estación que más cambios sufre en relación con estas propiedades (Jaagus, Truu, Ahas y Aasa, 2003; Llano y Vargas, 2016).

Los estudios climáticos en las ciudades son de gran interés ya que estas conforman una pequeña región del planeta, ocupando solo un 2% de la superficie de la Tierra, pero consumen el 78% de la energía. Así mismo, las zonas urbanizadas son las más vulnerables a las variaciones en los extremos de temperatura, los cuales pueden producir un gran impacto en las provisiones de energía. La energía es un bien fundamental para el desarrollo de las sociedades modernas, poder generar una proyección de la demanda puede ser clave para el desarrollo económico.

En Argentina el petróleo y el gas contabilizan casi el 90% de la energía consumida, siendo el gas natural la componente más importante de la matriz energética, ya que aporta más de la mitad de toda la energía primaria. (Gil, Givogri, Codesiera, 2015).

Dado que el consumo residencial de gas se ve aumentado durante el semestre frío del año debido a su uso para la calefacción, en el presente trabajo se estudiará la evolución de diferentes propiedades térmicas de las temperaturas máxima y mínima durante los inviernos a lo largo del período 1909-2017 en la estación Tucumán Aero (26°49'26.9"S 65°13'21.36"O) representativa del noroeste argentino.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

Se utiliza una base de datos que comprende la serie de valores diarios de temperaturas máxima y mínima de la estación Tucumán, provista por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1909-2017.

También se utiliza una base de datos que comprende la serie de valores anuales de consumo residencial de gas natural en la provincia de Tucumán, provista por el Sistema Estadístico Provincial del Gobierno de Tucumán para el periodo 1993-2015.

Para definir el semestre frío se emplea la metodología de análisis armónico con el cual se suaviza a la onda anual. Se define un período “natural” que comprende 20 años: 1909-1928, el mismo es determinado a partir del estudio del crecimiento de la ciudad en base a la información de los censos nacionales, obtenida desde el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), así como también el estudio de las tendencias lineales de los valores medios de temperatura máxima y mínima de invierno, tomando el invierno meteorológico (jun-jul-ago).

Los años del período natural son promediados día a día generando una serie de valores medios, con dichos valores se genera la onda anual mediante el primer armónico. El año es dividido en un semestre cálido y uno frío, ubicados por encima y por debajo del valor medio anual. Este valor, al que llamaremos valor de corte, es empleado en la identificación del periodo frío en cada uno de los años a lo largo de todo el registro, incluyendo el periodo natural. Para las temperaturas máximas el valor de corte es de 26,26 °C, y para las temperaturas mínimas es de 12,69 °C.

A cada uno de los años del registro se los suaviza calculando el primer armónico, y en base a los valores de corte se define el período frío y por ende los días del comienzo y fin del mismo. Estos días calendario son empleados en los datos originales (temperaturas sin el suavizado del primer armónico) y se calcula la temperatura media para las máximas y las mínimas del semestre frío, a la que llamaremos intensidad del mismo.

Para verificar la significancia de las tendencias de cada serie, se utiliza el método t-Student con un 5% de significancia. Para encontrar la relación entre la temperatura y el consumo de gas natural se utiliza el coeficiente de correlación lineal de Pearson, el cual es testeado con un 95% de confianza.

3. RESULTADOS

3.1. *Caracterización climática del periodo frío*

3.1.1. *Duración*

Los semestres fríos presentan una gran variabilidad en su duración, en la Figura 1 se observa una tendencia negativa a lo largo del registro para la temperatura mínima y una tendencia positiva para la temperatura máxima, ambas significativas (t-Student, 5%). En el caso de la temperatura máxima esta presenta un aumento en la duración de los periodos fríos durante la segunda mitad del siglo XX, este coincide con el cambio de tendencia de la década de 1950 relacionada con un enfriamiento en el NO argentino (Minneti, Vargas; 1997). Para la temperatura mínima, el período frío

más largo se produjo en el año 1921 con 196 días y el período más corto en 2014 con sólo 125 días, mientras que para la temperatura máxima el más largo se produjo en 1963 con 233 días de duración y el período más corto fue en el año 1945 con 118 días.

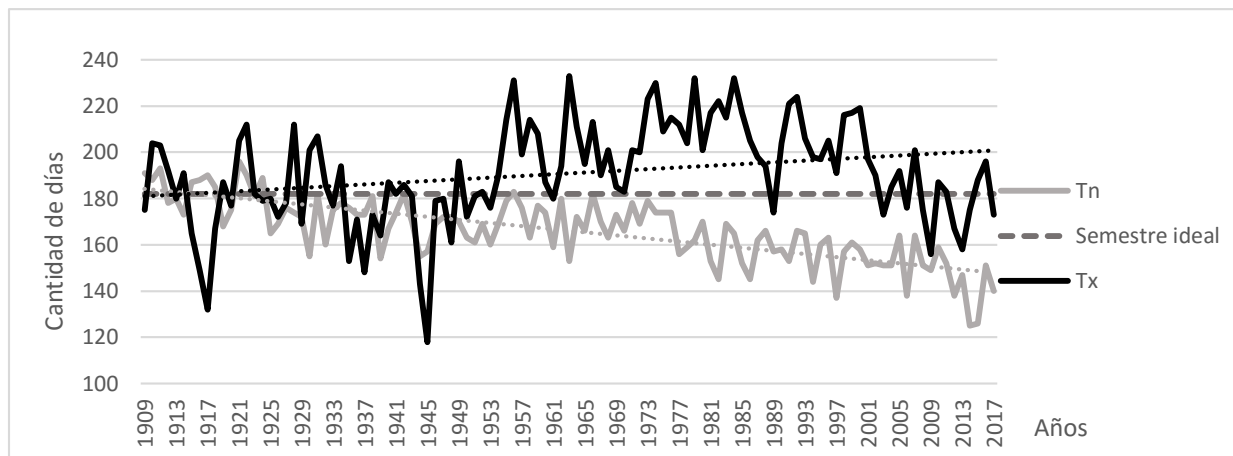


Figura 1. Cantidad de días que se encuentran por debajo del valor de corte (línea negra: máximas- línea gris: mínimas). En línea horizontal gris a trazos se presenta el semestre ideal, es decir los 182 días fríos que se deberían tener al dividir al año en 6 meses fríos y 6 meses cálidos.

3.1.2. Intensidad

La intensidad se define como el valor medio de la temperatura real (no suavizada) de cada periodo frío. En la Figura 2 se puede observar la variación de la intensidad a lo largo del registro para ambas temperaturas, la temperatura mínima presenta una tendencia positiva significativa, mientras que la temperatura máxima presenta una tendencia negativa no significativa. El valor promedio para la temperatura mínima durante el periodo natural es de 7,18°C mientras que al promediar los últimos 20 años este valor es de 9,38°C, observándose un aumento de 2,2°C en 109 años. En el caso de la temperatura máxima, el valor promedio del periodo natural es de 22,22°C y el valor promedio de los últimos 20 años es de 22,23°C, no observándose variación en la intensidad de los periodos fríos a lo largo del registro.

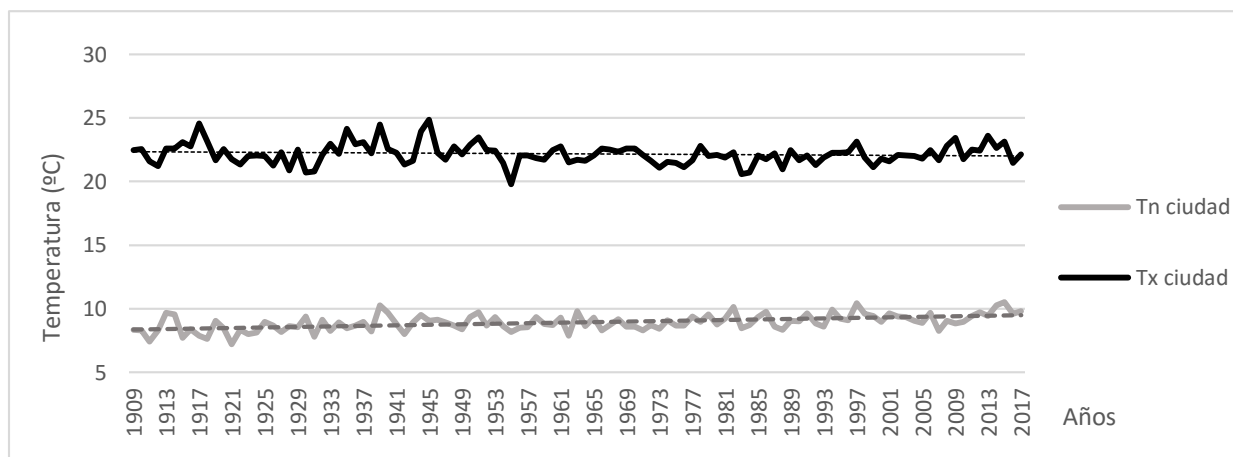


Figura 2. Evolución de la temperatura (máxima-negro y mínima-gris) media en el periodo frío.

3.1.3. Amplitud

Al hacer la diferencia entre la temperatura máxima y la temperatura mínima, suavizadas por el primer armónico, se obtiene la amplitud térmica. Luego, al promediar estos valores en el periodo de invierno meteorológico (jun-jul-ago), se llega a la amplitud diaria media de invierno. La Figura 3 muestra la serie temporal para la misma, pudiéndose observar una tendencia negativa y significativa con t-Student al 95% de confianza. Esta disminución en la amplitud térmica durante los meses de invierno, se relaciona con un aumento de las temperaturas mínimas, lo que lleva a tener noches menos frías, mientras que las temperaturas máximas no presentan variaciones significativas.

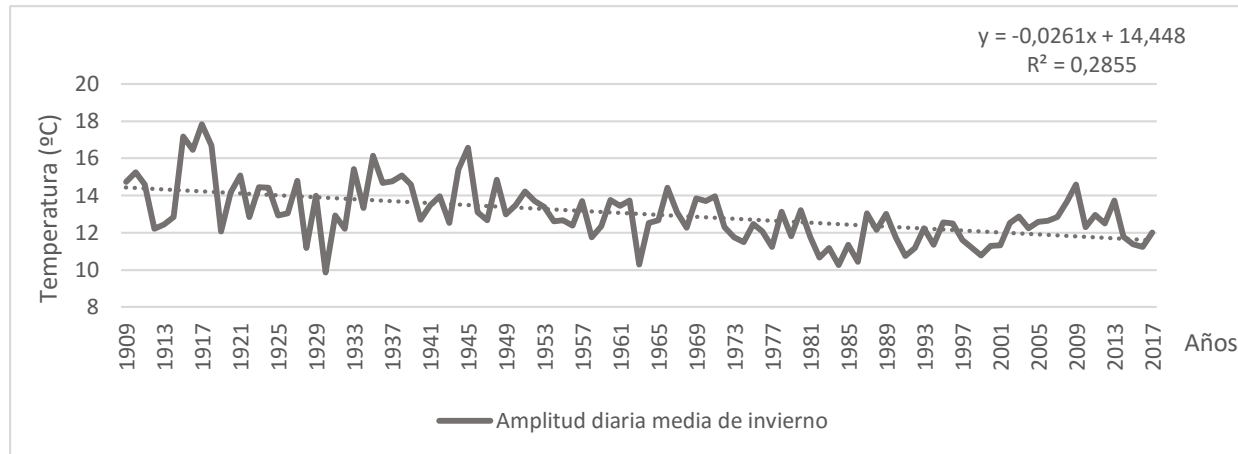


Figura 3. Serie temporal de la amplitud térmica diaria media de los meses del invierno meteorológico (jun-jul-ago)

3.2. Relación con el consumo de gas

Como se mencionó anteriormente, el mayor consumo de energía se da en las ciudades, donde habita la mayor cantidad de la población de un país. La información meteorológica utilizada corresponde a la capital provincial (San Miguel de Tucumán) y los datos de consumo residencial de gas natural de Tucumán, pertenecen al registro de toda la provincia, dada esta situación se considera que los mismos pueden ser representativos de la ciudad capital, donde se encuentra el mayor número de habitantes, por lo cual se puede deducir que es de donde proviene el mayor porcentaje de consumo.

La Figura 4 muestra la serie para el consumo residual anual de gas natural para la provincia de Tucumán, esta presenta tendencia lineal positiva y significativa durante el registro. En la misma figura se observa la serie con la tendencia filtrada (resta de la pendiente de la recta año a año), esta última es la que se utiliza para realizar los cálculos de correlación con las temperaturas en el período frío y el invierno astronómico.

En el caso de las temperaturas, la máxima presentaba tendencia lineal positiva significativa en el periodo 1993-2015 y fue filtrada para el estudio (resta de la pendiente de la recta año a año), mientras que la temperatura mínima no presentaba tendencia significativa.

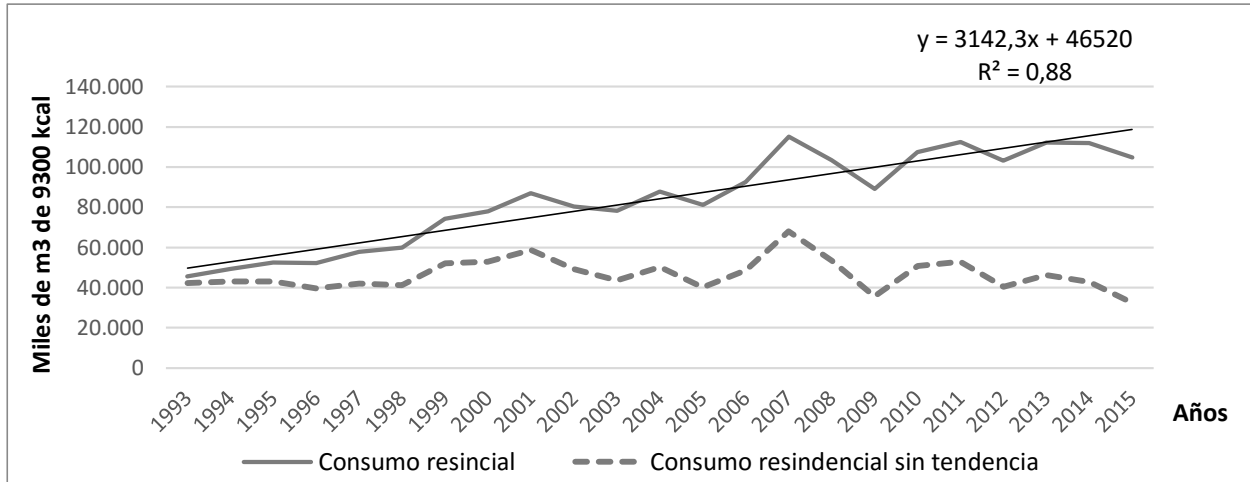


Figura 4. Consumo residencial anual de gas natural (línea llena gris) con su tendencia lineal (línea llena negra). Consumo residencial anual de gas natural sin tendencia lineal (línea punteada gris).

Al correlacionar el consumo residencial anual de gas con la temperatura máxima media de los periodos fríos, se obtuvo un valor de -0.54 , mientras que al correlacionarlo con la temperatura mínima media de los periodos fríos el valor fue de -0.42 ambos significativos con t-Student al 95% de confianza. Las correlaciones son inversas en ambos casos, en la Figura 5 se muestra la correlación entre el consumo y la temperatura mínima, en esta se observa como el consumo disminuye al aumentar la temperatura.

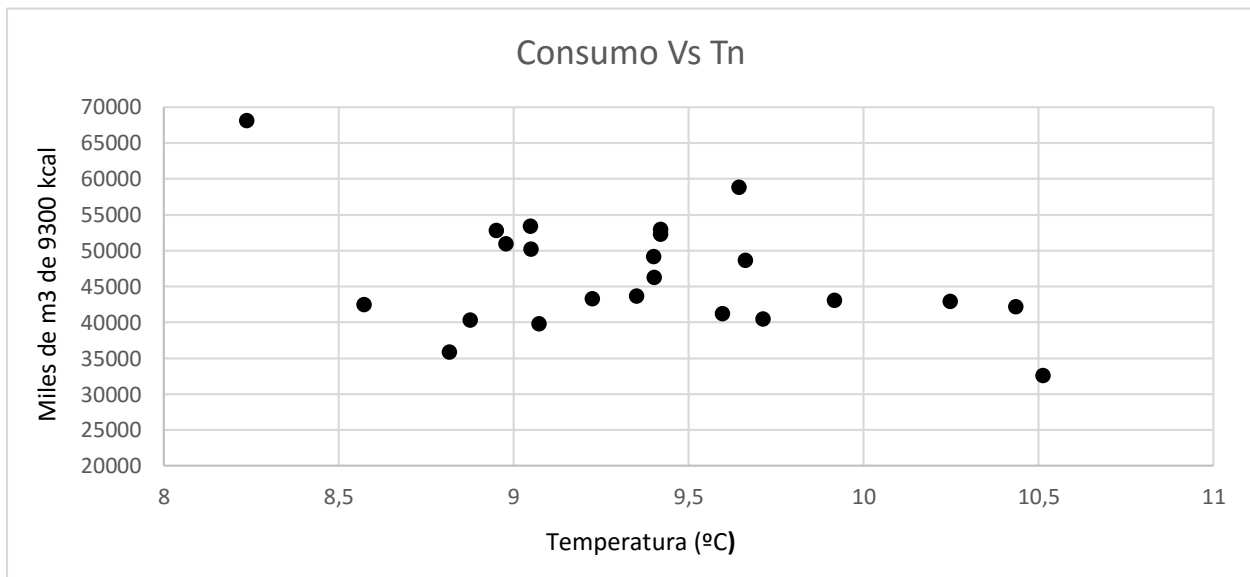


Figura 5. Correlación entre la temperatura mínima media de los periodos fríos y el consumo residencial anual de gas natural.

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizan las variaciones que sufrieron las temperaturas extremas durante el semestre frío, en la ciudad de Tucumán a lo largo del siglo XX, y su relación con el consumo de gas natural.

La longitud del semestre frío de 182 días para el estado natural se ve reducida en aproximadamente 1 mes para las temperaturas mínimas, mientras que para las temperaturas máximas se produce un aumento en promedio de 2 días.

En el caso de las temperaturas al analizar los días que se encuentran por debajo del valor de corte las mínimas sufrieron un aumento de 2,2°C, mientras que las máximas no presentan cambios a lo largo de los 109 años de registro. Estos resultados muestran que son las temperaturas mínimas las que mayores variaciones sufrieron, lo que se podría relacionar con noches cada vez menos frías y con una disminución de la amplitud térmica diaria de invierno.

Por otro lado, se encuentra una relación entre el consumo de gas y las temperaturas, produciéndose un mayor consumo residencial cuando se dan contextos de bajas temperaturas.

En conclusión, el aumento progresivo de las temperaturas mínimas, y la generación de inviernos menos fríos y de menor duración podría generar una disminución en el consumo residencial de gas, resultado que podría ser de interés para las grandes empresas distribuidoras. A su vez, hay que tener en cuenta en esta conclusión final los cambios en los hábitos de consumo de gas.

5. AGRADECIMIENTOS

Al servicio meteorológico Nacional y al Gobierno de Tucumán por los datos.

6. REFERENCIAS

Vargas, W. y Minetti, L., 1997: Inhomogeneidades en series de temperatura del noroeste argentino. *Meteorológica*, 22, 23-33.

Jaagus, J., Truu, J., Ahas, R. y Aasa, A., 2003: Spatial and temporal variability of climatic seasons on the East European Plain in relation to large-scale atmospheric circulation. *Climate Research*, 23, 111-129.

Gil, S., Givogri, P. y Codesiera, L., 2015: El gas natural en Argentina proyecciones (2016-2025). Serie 26 del Área de Pensamiento Estratégico: "Pensar el Futuro – Construcción y Desarrollo – 2016-2025". Cámara Argentina de la Construcción.

Llano, M.P. y Vargas, W., 2017: Características de las temperaturas extremas en Buenos Aires mediante registros centenarios. Estudio de las condiciones invernales. *Meteorológica*, 42, 43-58.