

J. QUEREDA SALA*
E. MONTÓN CHIVA*
J. ESCRIG BARBERÁ*

RESULTADOS PRELIMINARES DEL PLAN EXPERIMENTAL DE OBSERVACIONES TÉRMICAS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (2000-2004)

RESUMEN

El presente estudio ofrece los resultados preliminares de un plan experimental cuyo objetivo es comparar la evolución térmica de observatorios urbanos con la registrada en observatorios ubicados en áreas poco afectadas por la actividad humana. Los resultados preliminares de este plan, referidos al quinquenio 2000-2004, han permitido poner de manifiesto la existencia de un evidente efecto térmico de urbanización que puede estar enmascarando las series de temperaturas en los observatorios históricos.

PALABRAS CLAVE: Temperatura, efecto urbano, cambio climático global.

ABSTRACT

The present study shows the preliminary results of an experimental plan whose objective is to compare the thermal evolution of urban observatories with it registered in observatories located in areas little affected by the human activity. The preliminary results of this plan, referred al five-year period 2000-2004, have permitted to show the existence of an evident thermal effect of urbanization that may be disguising the series of temperatures in the historic observatories.

KEY WORDS: Temperature, urban effect, global climate change.

INTRODUCCIÓN: FUNDAMENTOS DE LA HIPÓTESIS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Toda una serie de anomalías, especialmente la progresiva elevación de las temperaturas, las alteraciones del régimen pluviométrico y los numerosos sucesos excepcionales, detectados recientemente en los elementos climáticos regionales y mundiales, ha llevado a interrogarnos sobre la causa y perspectivas futuras de las mismas. La búsqueda de un modelo climático para los albores del siglo XXI, que integre todas las anomalías observadas, se ha convertido así en uno de los mayores retos científicos actua-

* Laboratorio de Clima, Universitat Jaume I.
Fecha de recepción: marzo 2005. Fecha de aceptación: junio 2005

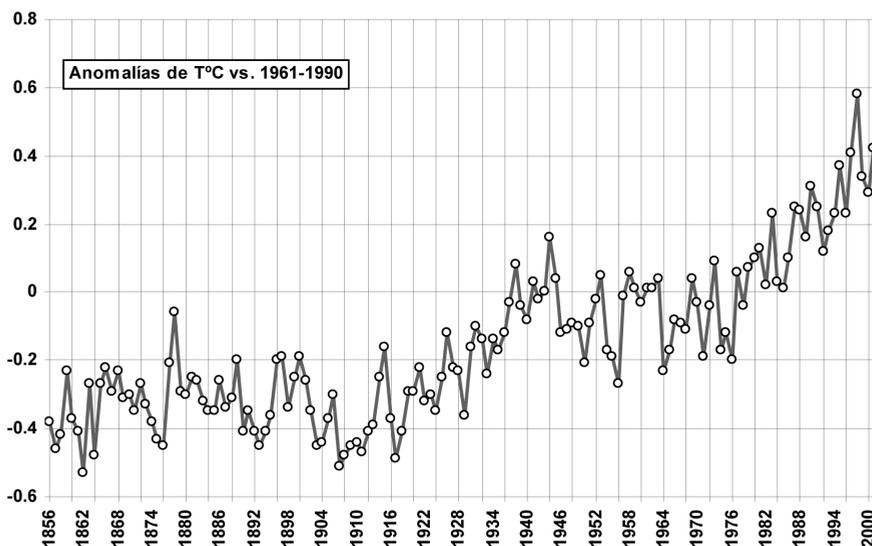


Figura 1. Evolución térmica global en anomalías con respecto a la media de 1961-1990. P. D. JONES *et al.*, 1856-2002.

les. No en balde el mayor impacto ambiental previsto para los próximos cincuenta o cien años viene constituido por el cambio climático global, en su mayor parte atribuido a la actividad humana.

Las anomalías térmicas globales

En el eje de estas anomalías se halla la observación de que, desde finales del siglo XIX, se viene asistiendo al final de la época fría que caracterizó al clima mundial entre los siglos XVI y XVIII. Los datos mejor establecidos, en *grids* hemisféricos y globales, comprenden ya el análisis de 2.666 estaciones, de las que 118 comenzaron en 1860 y 509 en 1900 para el Hemisferio Norte, mientras que en el Hemisferio Sur, el estudio se realiza sobre 610 estaciones si bien tan sólo siete de ellas se inician en 1860 y 45 en el comienzo del siglo XX (JONES *et al.*, 1986, 1991, 1994; WILSON and JANSEN, 1994; VINNIKOV *et al.*, 1994; JONES, 1996; JONES *et al.*, 2000). Estos análisis permiten afirmar que, a partir de 1880, la mayor parte de los observatorios mundiales han registrado una elevación térmica. Este aumento de las temperaturas en el Hemisferio Norte ha sido estimado en 0'7 y 0'8°C a lo largo del siglo XX, tratando de corregir en lo posible el efecto generalizado de la urbanización. Un proceso que, como veremos, suscita serias interrogantes y justifica estudios como el presente. En todo caso, y para la serie global, esa elevación térmica está especialmente localizada entre 1920 y 1945 y en las dos últimas décadas del siglo XX.

En definitiva, la integración de los registros de temperaturas de más de tres mil estaciones, repartidas por todo el mundo, ha permitido establecer la secuencia climática global, entre los siglos XIX y XX, en tres fases:

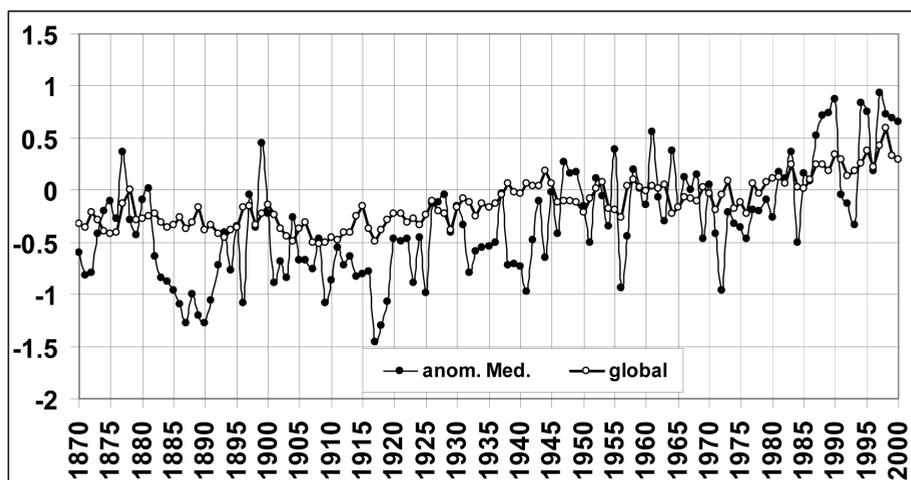


Figura 2. La evolución térmica mediterránea comparada con la global, anomalías con respecto al periodo 1960-1990 (1870-2000). La media mediterránea corresponde a los 12 observatorios de primer orden de todas las capitales de provincia de la región mediterránea española.

- Un intenso calentamiento del clima en el periodo 1920-1945, con elevación media y global entre 0'4°C y 0'6°C.
- Un proceso de enfriamiento o palier en el aumento anterior que se produce entre 1946 y 1980.
- Desde comienzos de la década de 1980, se asiste a una nueva elevación de las temperaturas. Este calentamiento se ha registrado con una mayor intensidad que en la primera mitad del siglo XX. Así, durante el periodo 1976-2000, se ha registrado una anomalía positiva de 0'5°C sobre la media de 1940-1975 (figura 1). El aumento ha sido incluso más sensible a partir de 1990. De este modo durante la última década se han registrado nueve de los diez años más calurosos del siglo y el año 1997 parece ostentar el record de año más caluroso del milenio.

Las anomalías térmicas en el Mediterráneo

La evolución térmica registrada en nuestra región mediterránea no parece corresponderse plenamente con la manifestada por la mayor parte de los observatorios mundiales desde fines del siglo XIX y a lo largo del siglo XX. Un hecho que no puede sorprender por cuanto que la misma serie global ha mostrado rectificaciones importantes a medida que se han ido incorporando observatorios y métodos (VINNIKOV *et al.* 1994). La región mediterránea española experimenta dos periodos con una sostenida elevación de las temperaturas. La primera va desde 1942 hasta 1962, siendo la fase en la que se opera una mayor disfunción con los registros globales que, contrariamente, muestran un sensible enfriamiento. La segunda fase evolutiva se produce durante los últimos quince años con plena coincidencia de calentamiento con la serie global. Entre ambas fases de calentamiento se sitúa el sensible periodo de enfriamiento que transcurre entre 1963 y 1986. En este segundo y actual periodo de calentamiento, la temperatura media anual de los observatorios

mediterráneos españoles, 17°7°C, muestra un incremento de 0'5°C con respecto a la media de las cuatro décadas anteriores, 1941-1980 (figura 2).

Esta es precisamente la anomalía más importante que se ha venido registrando en el clima mediterráneo actual. Desde 1985 hasta el último año de 2000 ha transcurrido el periodo más caluroso del siglo XX. A lo largo del mismo y sobre el litoral mediterráneo español se han registrado nueve de los diez años más cálidos desde 1870, siendo 1997 junto a 1990 y 1994 los récords térmicos (QUEREDA *et al.* 2000).

De este modo y como eje de todas las anomalías climáticas registradas, el calentamiento climático del globo se ha convertido en uno de los mayores retos científicos actuales. En consecuencia, y dado que en la naturaleza y especialmente en el sistema climático todo aparece gobernado por lo térmico, las cuestiones claves que se plantean son dos: ¿Está cambiando el clima actual? y ¿Cual será la nueva readaptación bioclimática del globo? Éstas son las inquietudes presentes. Unas inquietudes y exigencias acrecentadas con el desarrollo demográfico y económico modernos y que han planteado un auténtico reto investigador en los momentos en que las hipótesis sobre un cambio climático, simultáneamente a la elevación global de las temperaturas, proyectan sensibles alteraciones de los regímenes pluviométricos y de los recursos hídricos.

Consecuentemente, la búsqueda de un modelo climático para los albores del siglo XXI, que integre todas las anomalías observadas, se ha convertido en uno de los mayores retos científicos actuales. Un reto ciertamente complejo, por cuanto que el clima se engendra en el seno de un colosal sistema regido por factores astronómicos, atmosféricos y geográficos en interacción constante, sin modelo mínimo alguno capaz de reproducir las relaciones más elementales. Y por ello un reto en el que todo cuanto se pueda decir y modelizar hacia el futuro, podría estar sujeto a graves errores si no se parte de nuestros actuales conocimientos sobre las circulaciones atmosféricas general y regional, así como de sus manifestaciones en la climatología pasada y presente (LAMB, 1977).

¿QUÉ APORTAN LAS ENSEÑANZAS DE LA PALEOCLIMATOLOGÍA?

La paleoclimatología nos enseña que el clima terrestre está en continua evolución y cambio. El más reciente de estos cambios se produjo con el notable enfriamiento registrado entre los siglos XVII y XVIII, un periodo que incluso ha sido denominado Pequeña Edad Glacial. Las temperaturas reconstruidas en Inglaterra central y en París permiten estimar que fueron 1 ó 2 grados inferiores a las actuales (MANLEY, 1974 y DETWILLER, 1981). En la región mediterránea española algunos hechos fenológicos parecen manifestaciones de este clima más frío: el mismo río Ebro se congeló en siete ocasiones, alguna durante más de quince días y esas nieves y aguas fueron el fundamento de una ingente actividad y arquitectura de neveras y molinos ya languideciente a partir de mediados del XIX (figura 3). En efecto, la documentación alude a las quejas de las ciudades por cuanto que la disminución de cargas de hielo, cada vez con más tierra y hierbas, no permite atender las necesidades terapéuticas (QUEREDA *et al.*, 1999).

La causa natural de esta crisis climática radicó en el notable descenso de la actividad solar, hecho que aparece demostrado en la gran laguna de anillamiento de los bosques de coníferas por carencia de fotosíntesis (ZEUNER, 1956, CREUS *et al.*, 1996). El frío perduró hasta bien entrado el siglo XIX forzado por una intensa actividad volcánica cuya secuela de aerosoles disminuyó la radiación solar, Tambora (1816), Coseguina (1835) y Krakatoa (1883). Ya

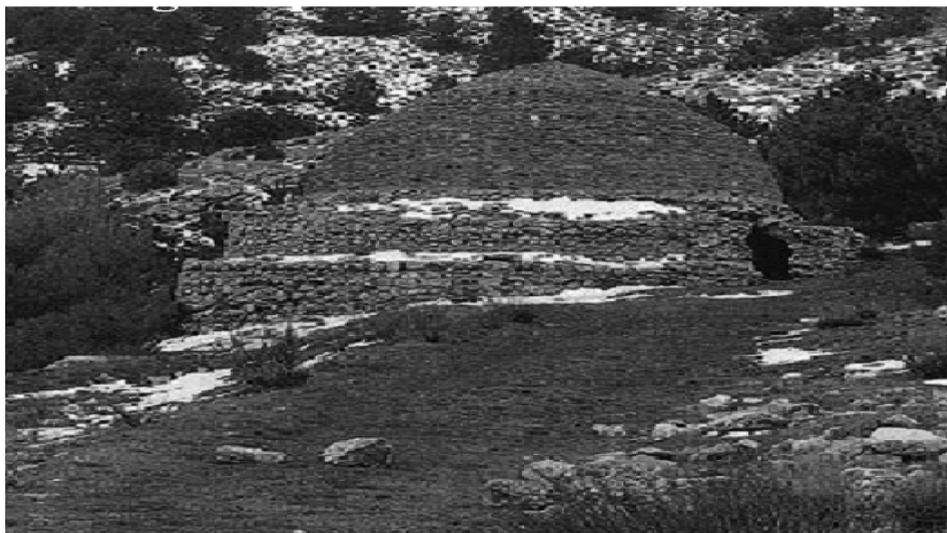


Figura 3. El aspecto de la rambla del Cervol con el molino (Canet) y la nevera de Totana (Sierra España) son indicadores paleoclimáticos de la pequeña edad glacial en la región mediterránea.

desde fines del siglo XIX las temperaturas han iniciado una paulatina recuperación cuyo valor se ha estimado en 0'6-0'7°C. Hasta aquí todo esto aparece bien fundamentado.

Ahora bien, la hipótesis de cambio climático actual viene a establecer que esa elevación térmica registrada desde fines del siglo XIX está provocada por el efecto de inver-

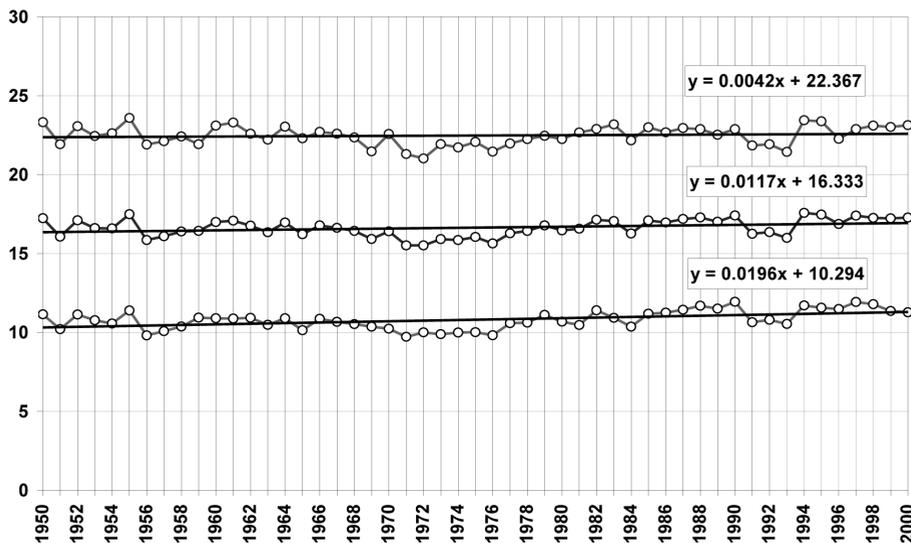


Figura 4. Evolución y tendencia de las temperaturas medias anual, máxima y mínima en los observatorios de las regiones de Valencia y de Murcia. Fuente: INM y elaboración propia.

nadero desarrollado a medida que la acción humana ha aumentado la concentración de gases atmosféricos con su *vedette* en el CO₂. Los modelos desarrollados sugieren que la temperatura media mundial se habrá elevado en 5 ó 6°C a fines del actual siglo XXI, con efectos más o menos catastróficos sobre el Planeta y en todo caso con una gran vulnerabilidad de nuestra región mediterránea por su repercusión sobre los recursos hídricos y extremos climáticos.

LA HIPÓTESIS DE EFECTO INVERNADERO Y SUS INCERTIDUMBRES

La actual hipótesis está construida sobre el aumento de las temperaturas detectado en las series térmicas de los principales observatorios históricos mundiales. Sin embargo aquí, y sobre el mismo eje que fundamenta la hipótesis del efecto de invernadero, comienzan las debilidades e incertidumbres. Los observatorios históricos fueron implantados a finales del siglo XIX o principios del XX en la periferia de las grandes ciudades y poco a poco han sido englobados por el crecimiento de las metrópolis y urbes, amén de estar afectados por frecuentes cambios de localización y variación de entorno. De este modo, al menos, una pequeña o gran parte del aumento térmico que han venido registrando podría ser atribuido a la generación urbana de calor.

Ello resulta evidente cuando se analiza el comportamiento térmico de las regiones de Valencia y de Murcia. El aumento de las temperaturas, a lo largo del siglo XX, es con 0'6-0'7°C de la misma magnitud que el apreciado en las series térmicas mundiales. Sin embargo, la distinta magnitud del calentamiento registrado en nuestros observatorios y el diferente comportamiento de las temperaturas máximas y las mínimas sugieren dudas



Figura 5. Observatorio universitario marino (izquierda de la foto). Este observatorio está situado sobre la plataforma petrolífera de BPOil a 3 Km de la costa y sobre isobatas de -15 a -20 metros. Las coordenadas geográficas son 39°56'42''N y 00°01'36''E.

sobre la verdadera naturaleza del calentamiento registrado. Aquí es donde comienzan a surgir alguna de las grandes debilidades o interrogantes de la teoría:

- ¿Por qué todo el aumento térmico registrado se opera en las temperaturas mínimas?
- ¿Por qué el aumento térmico de los observatorios urbanos duplica o triplica al registrado en observatorios más rurales?

Estos procesos (figura 4) son propios, salvo complejas alteraciones de la nubosidad, del efecto de calor urbano y vendrían a explicar una tercera interrogante: si la elevación de las temperaturas es un hecho real y no de efecto urbano, la evaporación de las aguas superficiales del Mediterráneo debe de haber aumentado simultáneamente. ¿Dónde está ese vapor? El análisis de su comportamiento en todos los observatorios de la España mediterránea (1945-2000) no muestra aumento alguno (QUEREDA *et al.*, 2004). Un verdadero talón de Aquiles en la hipótesis ya que el vapor de agua es el principal gas del efecto invernadero. Asimismo ello vendría a explicar el hecho de que nuestro régimen y valores pluviométricos no acusen cambio alguno a lo largo del siglo XX, en neta contradicción con las previsiones de los modelos iniciales que auguraban una acusada sequía.

En el estado actual de las investigaciones resulta todavía muy aventurado afirmar la existencia de un cambio climático global por el efecto invernadero inducido por el aumento en la concentración atmosférica de gases emitidos básicamente por la actividad humana. A pesar del éxito de la hipótesis en la que cabe todo, frío, calor, lluvias, sequías, faltan todavía muchos estudios que unan juiciosamente todas las anomalías climáticas observadas y expliquen las numerosas debilidades e interrogantes que presenta la actual hipótesis del cambio climático global.



Figura 6. Localización de los observatorios utilizados en este estudio.

RESULTADO PRELIMINAR DE LA EVOLUCIÓN TÉRMICA REGISTRADA EN LA RED EXPERIMENTAL

Al objeto de profundizar en el análisis de los dos rasgos inherentes al proceso de aumento térmico registrado en la región mediterránea, la distinta magnitud del calentamiento registrado entre observatorios y el diferente comportamiento de las temperaturas máximas y las mínimas, hemos diseñado un plan experimental de observación. Este plan ha consistido básicamente en la instalación de una red de observatorios ubicados en emplazamientos no afectados por la urbanización y dotados de un equipamiento técnico homólogo consistente en estaciones automáticas de meteorología (figura 5). Aunque el plan definitivo consta de doce estaciones, el quinquenio 2000-2004 ya ha tenido un registro continuado en tres de ellas: la estación ubicada en la plataforma marina de BPOil, la estación de Benlloch (335 m) y la estación de la Serra (780 m).

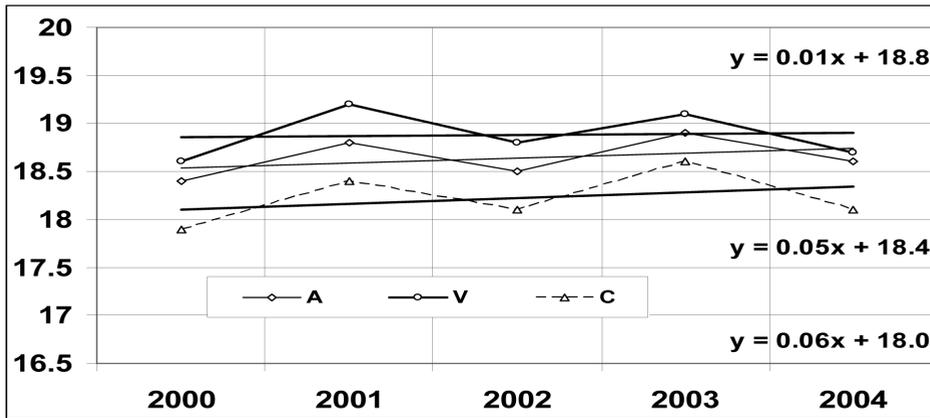


Figura 7. Evolución térmica en los observatorios de Alicante, Valencia y Castellón, INM.

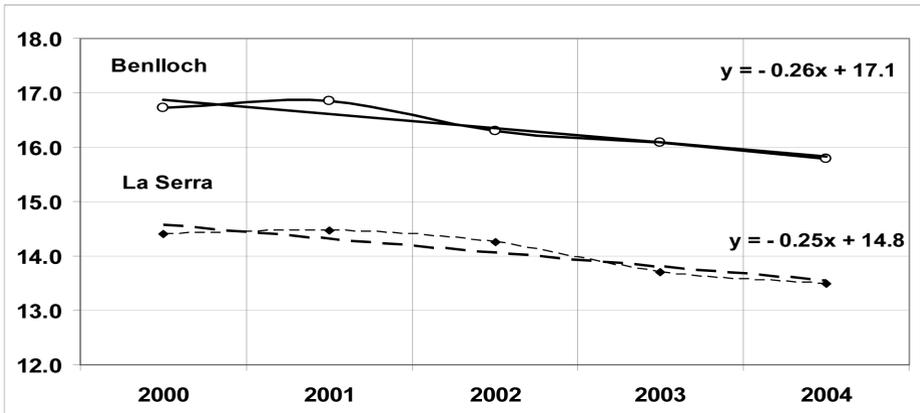


Figura 8. Evolución térmica en los observatorios de Benlloch y la Serra.

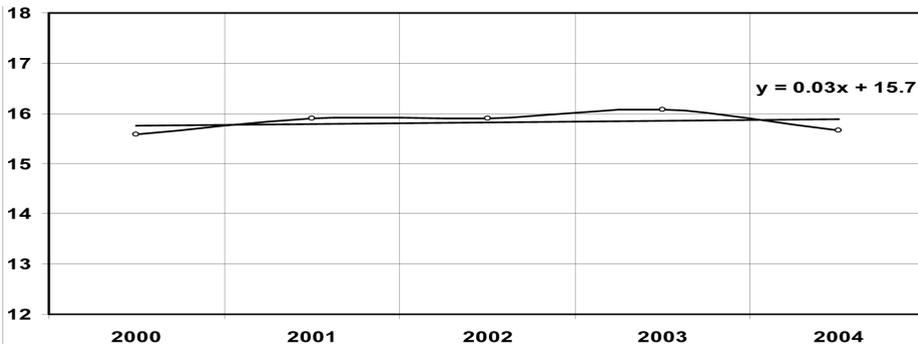


Figura 9 . Evolución térmica en el observatorio de Atzeneta (INM).

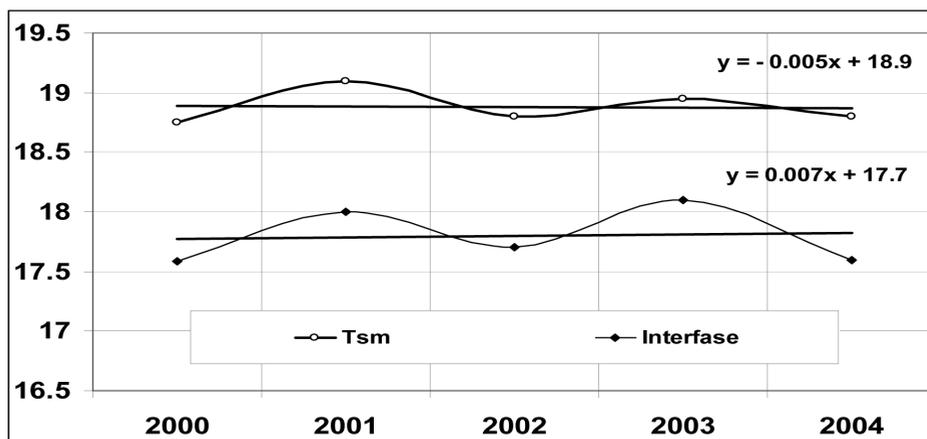


Figura 10. Evolución térmica en el observatorio universitario marino, plataforma de BPOil. Tsm, temperatura superficial del mar, interfase, temperatura registrada en la capa aérea a 12 metros sobre el nivel del mar.

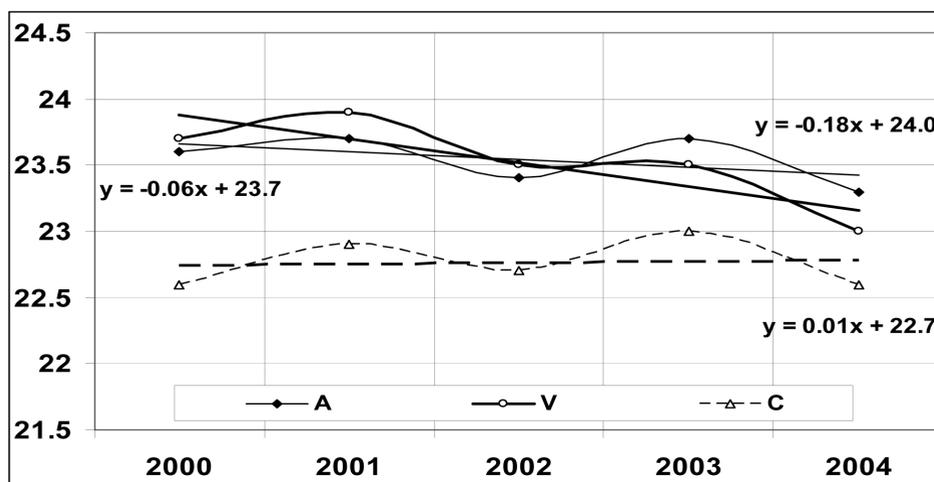


Figura 11. Tendencia de las temperaturas máximas en los observatorios urbanos (INM).

En el presente estudio se ofrecen los resultados preliminares obtenidos en el análisis comparativo de la evolución térmica registrada en los observatorios no urbanos de la red experimental y la evolución térmica registrada en los tres principales observatorios urbanos valencianos pertenecientes a la red del INM, Alicante, Valencia y Castellón. Asimismo, y por su proximidad a la red experimental, se incluyen los datos del observatorio de Atzeneta, villa de dos mil habitantes, perteneciente al INM. El periodo observado, quinquenio 2000-2004, a pesar de su brevedad, no hurta observaciones de interés (figura 6).

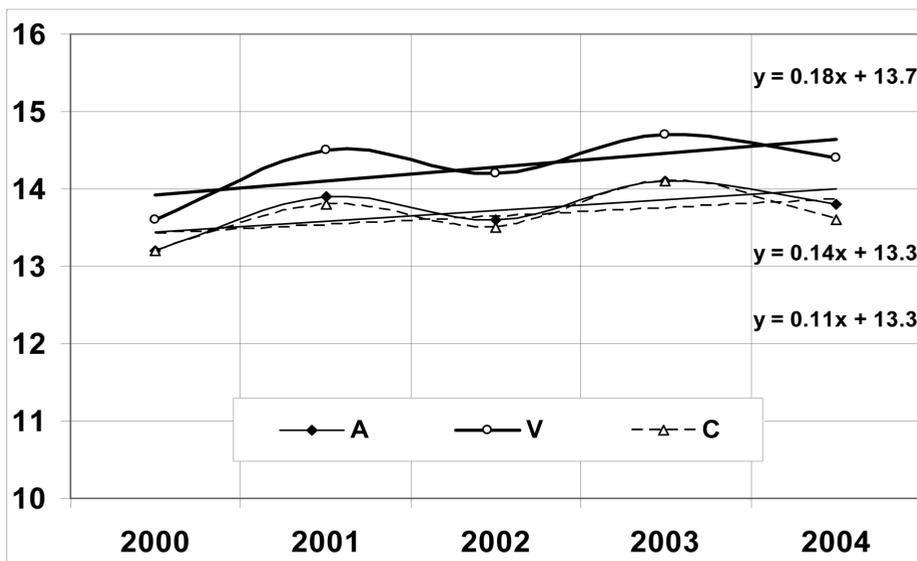


Figura 12. Tendencia de las temperaturas medias mínimas anuales en los observatorios urbanos (INM).

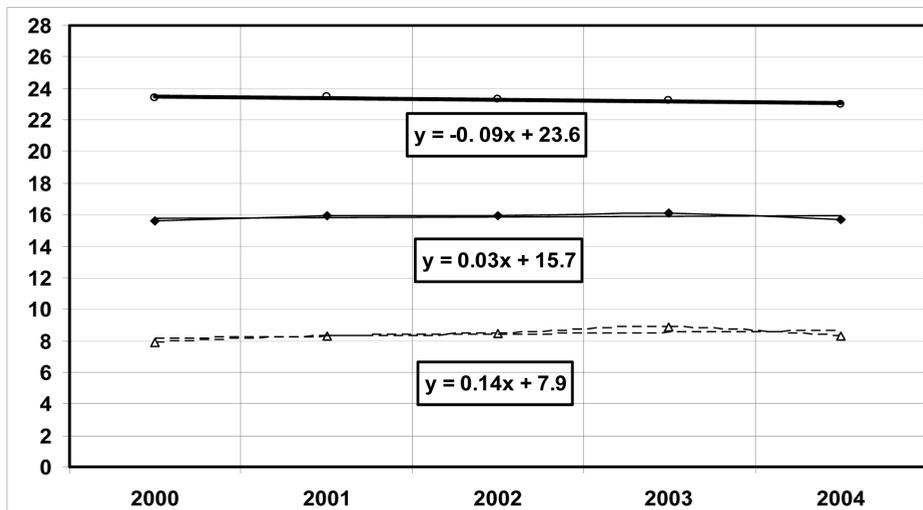


Figura 13. Evolución de las temperaturas medias, medias de máximas y medias de mínimas anuales en el observatorio de Atzeneta.

El comportamiento de las temperaturas medias anuales

La red de observatorios urbanos correspondiente a las tres capitales valencianas ha mostrado, a lo largo del quinquenio 2000-2004, una evolución de las temperaturas que

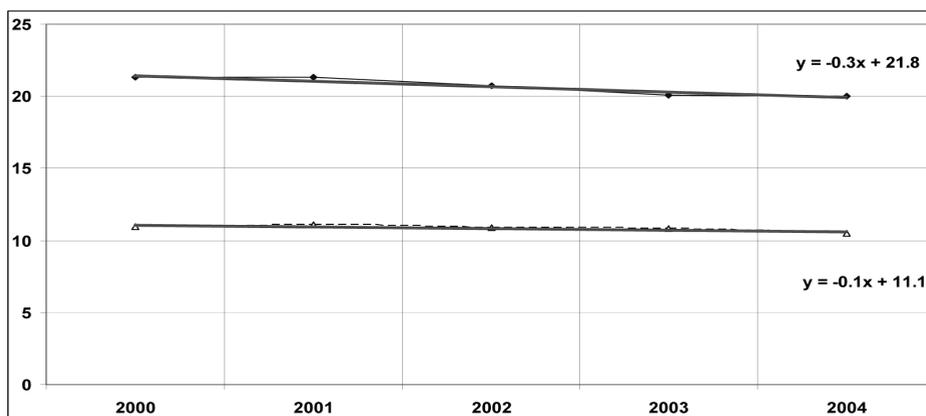


Figura 14. Tendencias de las temperaturas máximas y mínimas medias anuales promediadas en los observatorios de Benlloch y la Serra.

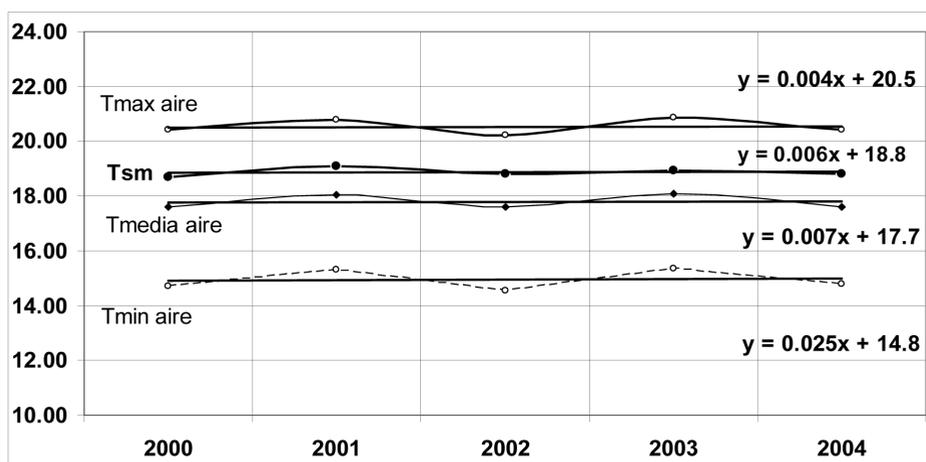


Figura 15. Evolución y tendencia de las temperaturas en el observatorio universitario de la plataforma de BPOil.

mantiene el trend ascendente de la última década del siglo XX. De igual modo, esta tendencia de calentamiento ha mostrado magnitudes muy diferentes ya que mientras en el observatorio de Valencia es de $0'01^{\circ}\text{C}$, en los de Alicante y Castellón ha sido de $0'05 / 0'06^{\circ}\text{C}$ respectivamente (figura 7).

Por el contrario, la red de observatorios no urbanos, Benlloch y la Serra, ha mostrado una evolución térmica en la que se aprecia una tendencia de enfriamiento que contrasta netamente con la de los observatorios urbanos. Los valores de trend obtenidos son de $-0'2^{\circ}\text{C}$ (figura 8).

El observatorio rural correspondiente a la villa de Atzeneta ha mostrado una ligera tendencia de calentamiento, cuyo valor de trend, $0'03^{\circ}\text{C}$, se sitúa entre los observatorios urbanos de Alicante y Castellón y el Valencia (figura 9).

Finalmente adquiere un gran interés el trend registrado en la estación marina. La evolución de las temperatura medias anuales vuelve a mostrarse sin significación, de modo semejante a la registrada en el observatorio de Valencia así como en los observatorios rurales (figura 10). La magnitud obtenida $0'01^{\circ}\text{C}$, idéntica a la del observatorio de Valencia, es pura abstracción matemática. Un valor que es el obtenido tanto en la temperatura superficial del mar, T_{sm} , como en el valor térmico del sensor situado a 12 metros sobre el mar en la interfase atmósfera-mar.

El comportamiento de las temperaturas medias máximas y mínimas

La evolución de las temperaturas máximas y mínimas ha vuelto a mostrar un comportamiento muy diferenciado. Así, en lo que concierne a las temperaturas medias máximas anuales la tendencia característica ha sido la de un sensible descenso en todos los observatorios analizados. La única excepción ha sido la del observatorio de Castellón que no acusa tendencia significativa (figura 11).

Este comportamiento de las temperaturas máximas contrasta sensiblemente con el registrado en las temperaturas mínimas. En efecto, tal y como puede observarse en la figura 12, las temperaturas medias mínimas anuales muestran una significativa tendencia de calentamiento en todos los observatorios. Una tendencia que se manifiesta asimismo más homogénea que la seguida por las temperaturas máximas (figura 12).

El observatorio de la villa de Atzeneta muestra el mismo comportamiento que los observatorios urbanos, si bien la magnitud de las tendencias se sitúa en un valor inferior (figura 13).

Por el contrario, resulta muy contrastado el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas en los observatorios no urbanos de Benlloch y la Serra. La figura 14 muestra que ambas temperaturas han seguido una tendencia descendente a lo largo del último quinquenio 2000-2004. Una evolución y tendencias que resultan de gran interés por su contraste con los observatorios enclavados en núcleos urbanos.

Todos estos comportamientos adquieren una gran significación en lo que concierne a la evolución de las temperaturas que se han registrado en la estación marina a lo largo el quinquenio. En la figura 15 puede observarse que el comportamiento térmico tanto en la superficie marina, T_{sm} , como en la capa interfase situada a 12 metros sobre el nivel del mar, no permite detectar tendencia alguna.

CONCLUSIONES

El presente estudio contiene los resultados preliminares obtenidos en el estudio experimental de la evolución térmica valenciana durante el quinquenio 2000-2004. El objetivo de este estudio es el de contribuir a despejar alguna de las grandes debilidades e incertidumbres que planean sobre la hipótesis del efecto global de invernadero. Una hipótesis construida sobre el aumento de las temperaturas detectado en las series térmicas de los principales observatorios históricos regionales y mundiales, progresivamente englobados por el crecimiento de las metrópolis y urbes. De este modo, al menos, una pequeña o

gran parte del aumento térmico que han venido registrando podría ser atribuido a la generación urbana de calor. Un proceso que bien podría estar reflejándose en los dos principales rasgos que configuran el calentamiento que registran las series históricas de temperatura.

Al objeto de profundizar en el análisis de esos dos rasgos característicos inherentes al proceso de aumento térmico registrado en la región mediterránea, la distinta magnitud del calentamiento registrado y el diferente comportamiento de las temperaturas máximas y las mínimas, hemos diseñado un plan experimental de observación. Este plan ha consistido básicamente en la instalación de una red de observatorios ubicados en emplazamientos no afectados por la urbanización y dotados de un equipamiento técnico homologado consistente en tres estaciones automáticas de meteorología. Aunque el plan definitivo consta de doce estaciones, el quinquenio 2000-2004 ya ha tenido un registro continuado en tres de ellas: la estación ubicada en la plataforma marina de BPOil, la estación de Benlloch y la estación de la Serra d'Engarcerán.

El presente estudio contiene los resultados preliminares obtenidos en el análisis comparativo de la evolución térmica registrada en los observatorios no urbanos de la red experimental y la evolución térmica registrada en los tres principales observatorios urbanos valencianos pertenecientes a la red del INM, Alicante, Valencia y Castellón. Asimismo y por su proximidad a la red experimental se incluyen los datos del observatorio de Atzeneta, villa de dos mil habitantes, perteneciente al INM.

El análisis realizado, sin menoscabo de su carácter preliminar, permite establecer algunas conclusiones. La primera de ellas es que los observatorios de la red del Instituto Nacional de Meteorología, ubicados en el seno de aglomeraciones o núcleos de población, ha registrado un aumento de las temperaturas a lo largo del quinquenio estudiado. Esta tendencia de calentamiento climático se configura con los dos rasgos básicos manifestados en toda la serie histórica de registros desde mediados del siglo XX: una gran diferencia en la magnitud del ascenso térmico y un contrastado comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas. En este último proceso las temperaturas mínimas son las que parecen determinar todo el aumento de las temperaturas, ya que las temperaturas máximas no experimentan elevación alguna sino que, por el contrario, descienden.

Simultáneamente y en lo que concierne al comportamiento de las temperaturas en los observatorios alejados de núcleos de población, la tendencia térmica ha sido de neto enfriamiento. Este marcado contraste entre los observatorios urbanos y los alejados de actividad humana alcanza su mayor significación en el comportamiento térmico registrado en el excepcional observatorio universitario marino. Tal y como hemos podido observar en la figura 15 el comportamiento térmico tanto en la superficie marina, Tsm, como en la capa interfase situada a 12 metros sobre el nivel del mar, no permite detectar tendencia significativa alguna.

BIBLIOGRAFÍA

- BODEN T. A., KAISER, D. P., SEPANSKI, R.J. and STOSS, F. W. (eds.) (1994): *Trends '93: A compendium of data on global change*. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn. U.S.A.
- BRADLEY, R. S., KELLY, P. M., JONES, P. D., GOODESS, C. M. and DIAZ, H. F. (1985): *A climatic data bank for Northern Hemisphere land areas, 1851-1980*. TR017, DOE/EV/10739-2,

- Carbon Dioxide Research Division, U. S. Department of Energy, Washington, D. C.
- BRIFFA, K. R. and JONES, P. D. (1993): Global surface air temperature variations during the twentieth century: Part 2, implications for large-scale high-frequency palaeoclimatic studies. *The Holocene*, 3, pp. 77-88.
- CREUS, J. FERNÁNDEZ, A. y MANRIQUE, E. (1996): *Evolución de la temperatura y precipitación anuales desde el año 1400 en el sector central de la Depresión del Ebro*, Lucas Mallada, 8, pp. 9-27.
- DETTWILLER, J. (1981): Les températures annuelles à Paris durant les 300 dernières années, *La Météorologie*, VI, 25, pp.103-110.
- HANSEN, J., WILSON, H. and RUEDY, R. (1991): Temperature-Global and Hemispheric anomalies. pp. 517-523. En BODEN, T. A., SEPANSKI, R. J. and STOSS, F. W. (eds.), "*Trends'91: A Compendium of Data on Global Change*", ORNL/CDIAC-46. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.
- JONES, P.D., PARKER, D.E., OSBORN, T.J., and BRIFFA, K.R. (2000): Global and hemispheric temperature anomalies—land and marine instrumental records. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- LAMB, H. H. (1977): *Climate, Past, Present and Future*. Methuen, London. Vol. 2.
- LE ROY LADURIE, E. (1983): *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, 3 vols.
- MANLEY, G. (1974): Central England Temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Q.J.R.M.S.*, 100, pp. 389-405.
- MASS, C. and SCHNEIDER, S.H. (1977): Influence of Sunspot and Volcanic Dust on Long-term Temperature Records Inferred by Statistical Investigations. *Journal of Atmospheric Sciences*, 34, pp. 1995-2004.
- MONTÓN CHIVA, E. y QUEREDA SALA, J. (1997): *¿Hacia un cambio climático?: Las tendencias del clima en la cuenca occidental del mediterráneo desde mediados del siglo XIX*". Fundación Dávalos Fletcher. Castellón. 520 pp.
- QUEREDA SALA, J. (1992): Significant warming trend in the Spanish Mediterranean. *Weather*, 47, 7, pp. 274-275.
- QUEREDA SALA, J., OLCINA CANTOS, J. and MONTÓN CHIVA, E. (1996): Red dust rain within the Spanish Mediterranean area. *Climatic Change*, 32, pp. 215-228.
- QUEREDA SALA, J., OBIOL MENERO, E., MONTÓN CHIVA, E. et ESCRIG BARBERÁ, J. (1999): Les névières et les glacières de la Méditerranée espagnole: usages et signification. *La glace et ses usages*, Troisième journée d'études du Centre de Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes. Pôle Universitaire Européen de Montpellier et du Languedoc-Roussillon. Collection Études. Presses Universitaires.
- QUEREDA SALA, J., GIL OLCINA, A., OLCINA CANTOS, J., RICO AMORÓS, A. MONTÓN CHIVA, E. and ESCRIG BARBERÁ, J. (2000): Le réchauffement climatique à l'Espagne. *La Météorologie*, 32, Société M. de France, pp. 40-46.
- QUEREDA SALA, J., GIL OLCINA, A., PÉREZ CUEVA, A., OLCINA CANTOS, J., RICO AMORÓS, A. and MONTÓN CHIVA, E. (2000). "Climatic warming in the Spanish Mediterranean: Natural Trend or Urban effect", *Climatic Change*, 46, 4. Univ. de Standford, Kluwer Academic.
- QUEREDA SALA, et al. (2004): Evolución del vapor de agua en la interfase atmósfera-mar del sureste español, *Investigaciones Geográficas*, Instituto Universitario de Geografía, Univ. de Alicante, 33, pp. 5-16.

- SCHNEIDER, S. H. (1983): Volcanic Dust Veils and Climate: How Clear is the Connection?. *Climatic Change*, 5, 2, pp.111-113.
- VINNIKOV, K. YA, GROISMAN, P. YA and LUGINA, K. M. (1994): Global and hemispheric temperature anomalies from instrumental surface air temperature records. pp. 615-627. En T. A. BODEN, D. P. KAISER, R. J. SEPANSKI, and F. W. STOSS (eds.) "*Trends'93: A Compendium of Data on Global Change*". ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn, U.S.A.
- WILSON, H. and HANSEN, J. (1994): Global and hemispheric temperature anomalies from instrumental surface air temperature records. pp. 609-614. En T. A. BODEN, D. P. KAISER, R. J. SEPANSKI, AND F. W. STOSS (eds.) "*Trends'93: A Compendium of Data on Global Change*". ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn, U.S.A.
- ZEUNER, F.E. (1956): *Geocronología*, Ed. Omega, Barcelona,440 pp.