

# ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA ESTIVA SUL PERIODO 1963-2014 PER LA STAZIONE DI GENOVA SESTRI

L.Onorato <sup>1</sup>, L.Rusca <sup>1</sup>, G.Agrillo <sup>2</sup>

1 Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria ARPAL, - viale Brigate Partigiane, 2, Genova, Italia

2 CNR ISAC via Piero Gobetti, 101, Bologna, Italia

## Abstract

L'andamento delle temperature e delle relative anomalie del periodo estivo può giocare un ruolo importante, su Liguria e Nord-Ovest italiano, nel determinare un aumento dell'instabilità atmosferica e l'innescare di fenomeni precipitativi intensi, legati alla formazione di frequenti e profonde ciclogenesi (Trigo et al., 1999; Trigo et al., 2002). In questa fase di riscaldamento globale, che ha visto un incremento di quasi 1°C nel secolo scorso (IPCC, 2007), si sono potuti osservare trend annuali di temperatura crescenti anche a livello locale, particolarmente evidenti nelle zone interne e caratterizzati da contributi più significativi nella stagione estiva. Si è quindi indagato sul trend cinquantennale di temperatura media a livello estivo per la stazione storica di Genova Sestri tra 1963 e 2014. I risultati hanno evidenziato trend positivi in linea con l'andamento globale, più accentuati nei mesi di giugno e agosto e soprattutto a partire dagli anni '90. I trend di temperatura media di tutti e tre i singoli mesi estivi e sull'intero trimestre sono risultati significativi statisticamente dal t-test di Student al livello del 90%.

**Parole chiave:** Climatologia, serie termometriche, trend, anomalie, cambiamento climatico

## 1. Introduzione

Nel corso del secolo appena passato le temperature medie globali hanno visto un aumento di circa 1°C con un'accelerazione del riscaldamento più evidente a partire dagli anni '80 (IPCC, 2007). Le anomalie termiche globali oceano-terre emerse, rispetto al XX secolo, sono risultate sempre positive a partire dal 1977 ([http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/land\\_ocean/ytd/8/1880-2014](http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/land_ocean/ytd/8/1880-2014)) e dei primi 14 anni più caldi, dal 1880 ad oggi, addirittura 12 sono successivi al 2000 (i restanti due sono 1997 e 1998). Anche scendendo alla scala locale di Nord-Italia e Liguria, è stato possibile riscontrare una tendenza all'aumento del campo termico nell'arco dell'ultimo cinquantennio, trend che sembra essere più evidente nelle zone interne e durante la stagione estiva (Atlante Climatico della Liguria, 2013; Hardenberg et al., 2007). Sulle zone alpine l'incremento è risultato circa tre volte superiore alla media mondiale, anche se in quest'area le ricorrenti fasi di NAO positiva successive agli anni '90 hanno avuto un peso importante nel determinare questa forte anomalia termica (Diaz and Bradley, 1997; Jones and Moberg, 2003; Beniston, 2005).

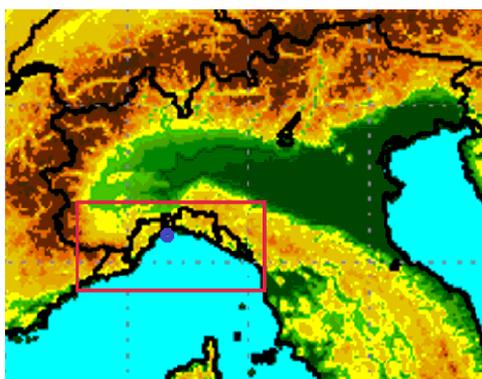
Recenti pubblicazioni focalizzate sul Nord-Ovest italiano e l'area alpina hanno evidenziato come la stagione estiva sia un precursore termico potenzialmente importante nel condizionare gli eventi di pioggia intensa che spesso interessano le aree liguri nel periodo autunnale. A fine estate – inizio autunno, le temperature superficiali marine ancora molto elevate forniscono un notevole serbatoio di

umidità e calore favorevole allo svilupparsi di condizioni potenzialmente instabili con l'approssimarsi dei primi sistemi atlantici più intensi, soprattutto in prossimità dei rilievi.

Lo scopo della presente ricerca, esulando dal voler trovare evidenze di un aumento dei fenomeni convettivi autunnali in Liguria, è voluto piuttosto essere quello di indagare sull'andamento estivo della temperatura media e della sua anomalia, rispetto al periodo climatologico 1971-2000, per la stazione di Genova Sestri Aeroporto, sul periodo di circa mezzo secolo dal 1963 al 2014. In questo modo si è voluto estendere a livello dei tre singoli mesi estivi e non solo a livello complessivo stagionale il lavoro precedentemente fatto nell'Atlante Climatico della Liguria (Agrillo e Bonati, 2013), considerando inoltre una nuova stazione rispetto a quelle analizzate nella precedente analisi.

## 2. Analisi dei dati

In questa analisi si sono voluti osservare andamento e tendenze della temperatura media stagionale estiva e delle temperature medie mensili di giugno, luglio e agosto (che insieme rappresentano l'estate meteorologica) all'incirca negli ultimi cinquant'anni tra 1963 e 2014. La stazione storica considerata è stata quella di Genova Sestri Ponente che fa parte della rete GTS (Global Telecommunication System) del servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. La stazione è ubicata sulla costa presso l'area aeroportuale di Sestri Ponente, a 3 metri s.l.m. e alle coordinate geografiche 44°25'N 8°51'E.



**Figura 1-** L'ubicazione della stazione di Genova Sestri Aeroporto (cerchio blu) in cui si sono analizzate le serie di temperatura 1963-2014 (52 anni)

I dati di temperatura media mensile (ottenuti dalla media di 8 rilevazioni tri-orarie giornaliere) sono stati scelti in quanto rappresentativi dell'andamento giornaliero, pur perdendo i segnali individuali dei valori minimi e massimi.

Si sono inoltre calcolate le anomalie termiche dei tre mesi estivi nel corso dell'ultimo cinquantennio, rispetto alle rispettive medie climatologiche di riferimento 1971-2000 (Tabella 1).

**Tabella 1-** medie mensili climatologiche 1971-2000 per le temperature di Genova Sestri

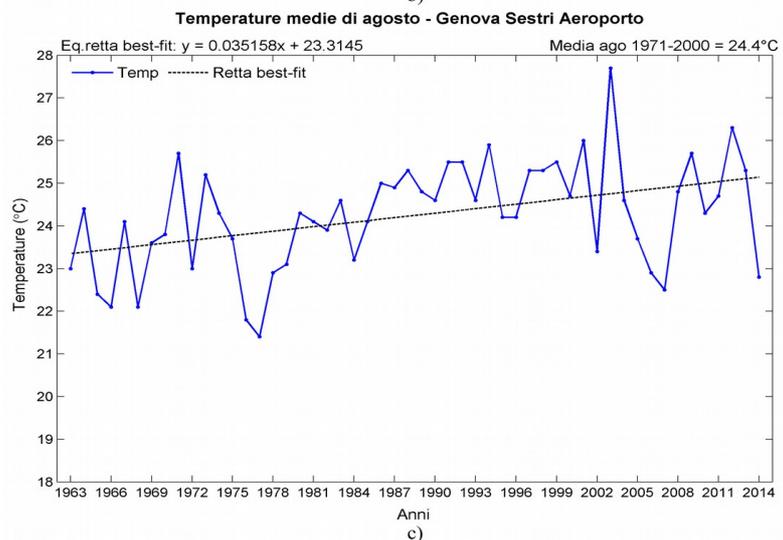
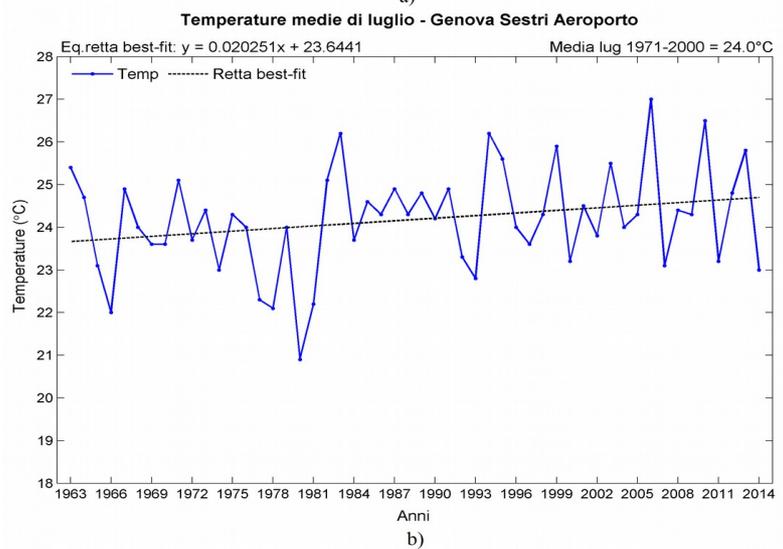
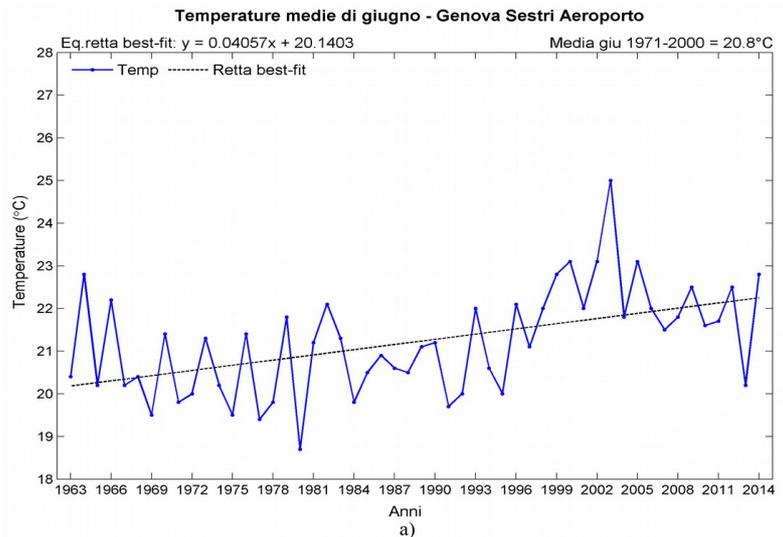
MESE	Temperatura media climatologica 1971-2000 (°C)	N° valori temperature medie per periodo 1963-2014
<b>Giugno</b>	20.8	52
<b>Luglio</b>	24.0	52
<b>Agosto</b>	24.4	52

Fonte: stazione storica di Genova Sestri Ponente GTS (Global Telecommunication System, G.T.S.)

I trend per i singoli mesi e per le varie stagioni al livello estivo sono stati calcolati sul periodo 1963-2014 individuando per ciascuna serie la retta di regressione con il metodo dei minimi quadrati

(Hayslett, 1981). La loro significatività è stata valutata tramite il t-test di Student al livello di confidenza del 90%.

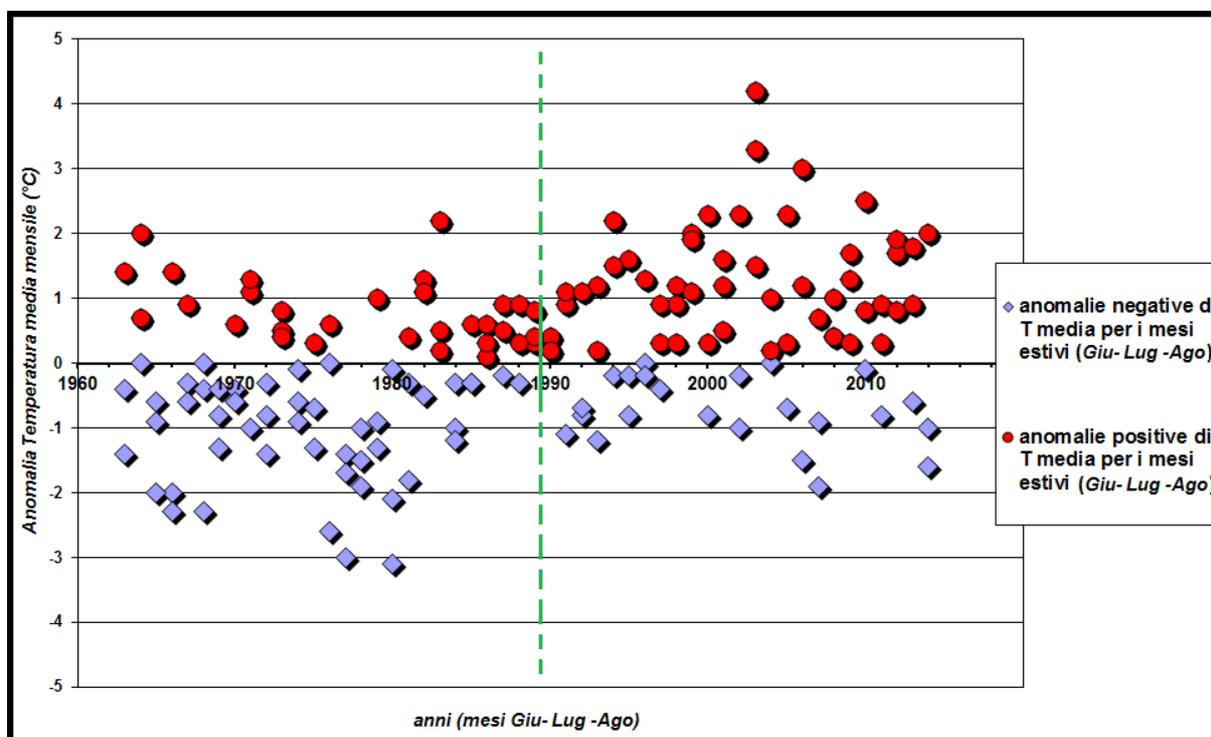
I risultati dell'analisi hanno evidenziato trend positivi statisticamente significativi per tutti e tre i mesi. In questo contesto è stato comunque possibile notare un trend minore per il mese di luglio, quantificabile in circa  $0.2^{\circ}\text{C}/\text{decennio}$ . Per i mesi di giugno ed agosto invece si sono trovati in entrambi i casi trend positivi di addirittura circa  $0.4^{\circ}\text{C}/\text{decennio}$ .



**Figura 2:** andamento temperatura media e trend su base annuale per Genova Sestri Aeroporto nei mesi di:  
a) giugno b) luglio c) agosto

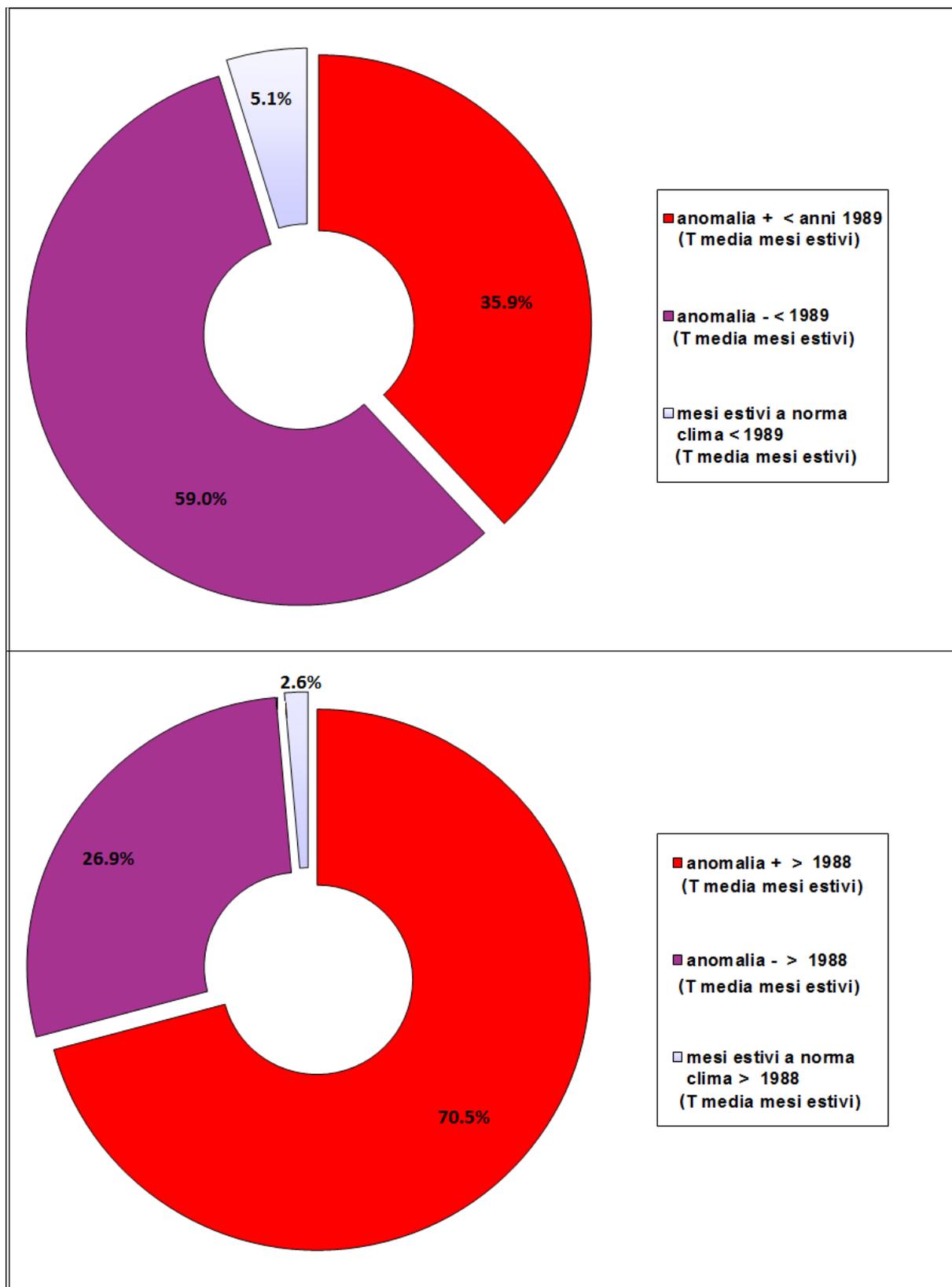
A livello complessivo stagionale il trend delle temperature medie è risultato anch'esso significativo e pari a circa  $0.3^{\circ}\text{C}/\text{decennio}$  (figura non mostrata).

In questa analisi, come detto, si sono prese in considerazione anche le anomalie dei singoli mesi estivi rispetto ai loro corrispondenti valori medi calcolati sul trentennio climatologico 1971-2000 (Figura 3). Si può notare come negli anni 1963-1988 fossero prevalenti anomalie negative, in contrapposizione evidente con quanto invece avvenuto negli anni 1989-2014. I mesi con anomalie negative, oltre ad essere nettamente più numerosi negli anni precedenti al 1989, erano stati caratterizzati anche da valori assoluti maggiori dell'anomalia stessa (fino a circa  $-3^{\circ}\text{C}$ ) rispetto alle loro corrispondenti medie climatologiche 1971-2000. Analizzando le anomalie positive è evidente un andamento speculare rispetto a quelle negative. Anche senza tenere conto dei valori del 2003 (caratterizzato da anomalie positive di temperatura media fino a più di  $4^{\circ}\text{C}$  nel mese di giugno e fino a più di  $3^{\circ}\text{C}$  in quello di agosto), si può evidenziare come, a partire dagli anni '90, ci sia una netta preponderanza di mesi caratterizzati da anomalie positive. Contemporaneamente, inoltre, le anomalie positive sono risultate mediamente paragonabili ai valori assoluti di quelli che erano state le anomalie negative dei mesi della prima metà della serie, ovvero compresi tra 1963 e 1988. Più quantitativamente, fino al 1988, i mesi estivi più freddi della norma avevano avuto anomalie negative medie di circa  $-1.1^{\circ}\text{C}$ , mentre i mesi più caldi della norma avevano avuto in media anomalie positive di circa  $0.8^{\circ}\text{C}$ . Dal 1989 al 2014, la situazione si è pressoché invertita con i mesi più caldi che hanno avuto in media un'anomalia positiva di circa  $1.2^{\circ}\text{C}$  e quelli più freddi con anomalia negativa media di circa  $-0.8^{\circ}\text{C}$ . Figura 3 riassume visivamente queste considerazioni.



**Figura 3:** Andamento dell'anomalia di temperatura media per il periodo 1963-2014 rispetto al 1971-2000. Anomalie positive (pallini rossi), anomalie negative (rombi viola). La linea tratteggiata verde suddivide il periodo considerato negli anni fino al 1988 e dal 1989 in poi

In Figura 4 viene rappresentato il contributo percentuale delle diverse anomalie (oltre ai mesi ad anomalia nulla) per i due sotto-periodi oggetto d'indagine (1963-1988 e 1989-2014), trovando significativi sfasamenti nel corso dei due periodi. Si passa da circa un 60% di anomalie negative prima del 1989, a un 30% scarso nel periodo successivo. In effetti, dopo il 1990, le anomalie positive si sono verificate in più del 70% dei mesi estivi ad evidenza di un netto riscaldamento nella seconda parte del cinquantennio considerato.



**Figura 4:** Distribuzione percentuale dei mesi con anomalie positive, negative e ad anomalia nulla rispetto al 1971-2000 per 1963-1988 (sopra) e 1989-2014 (sotto)

### 3. Conclusioni

I risultati dell'analisi hanno confermato evidenze precedenti come ad esempio i trend ottenuti, tutti significativi a livello sia dei tre singoli mesi estivi, sia dell'intero trimestre. L'estate è in effetti risultata come la stagione che ha finora dato il maggior contributo a livello annuale in termini di trend di crescita delle temperature (Atlante Climatico della Liguria, 2013; Hardenberg et al., 2007). Il segnale del riscaldamento a livello estivo è evidenziato anche nella netta prevalenza di anomalie positive dopo gli anni '90. Questa analisi su lungo periodo a livello locale, coerente sia con quanto riscontrato a livello nazionale, sia in un contesto più ampio di *global warming*, non deve dunque far perdere di vista questa problematica che tende spesso ad essere sottostimata o dimenticata sull'onda delle sensazioni della singola annata, spesso soggettive in quanto legate alle condizioni meteorologiche (copertura nuvolosa, precipitazioni, ecc). Ad esempio in seguito all'ultima estate i dati analizzati per Genova Sestri Aeroporto hanno evidenziato come i mesi di luglio e agosto (ma non giugno) siano risultati oggettivamente piuttosto freschi. In effetti luglio ed agosto hanno registrato quest'anno rispettivamente anomalie di circa  $-1^{\circ}\text{C}$  e  $-1.6^{\circ}\text{C}$ . Al contrario giugno con un'anomalia positiva di circa  $2^{\circ}\text{C}$  ha determinato, a livello stagionale a Genova Sestri, un'anomalia solo lievemente negativa e quantificabile in circa  $-0.2^{\circ}\text{C}$ . Anche allargando il contesto a tutto il Nord-Italia, in riferimento alla climatologia 1961-1990, il trimestre estivo è stato caratterizzato da temperature confrontabili alla media (comunicazione personale ARCIS, 26 settembre 2014 - <http://www.arcis.it/>).

Come ulteriore sviluppo futuro si vorrebbero considerare più stazioni e non solo a livello estivo per studiare in maniera simile i trend delle serie temporali ed analizzare in maggior dettaglio eventuali differenze apprezzabili tra le zone costiere ed interne della regione ligure.

## Bibliografia

- Agrillo G., Bonati V., *Atlante Climatico della Liguria*, ARPAL – Centro Funzionale della Regione Liguria, 2013.  
[http://www.arpal.gov.it/contenuti\\_statici//clima/atlante/Atlante\\_climatico\\_della\\_Liguria.pdf](http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//clima/atlante/Atlante_climatico_della_Liguria.pdf),  
[http://www.res-mar.eu/upload\\_docs/Atlante\\_climatico\\_della\\_Liguria.pdf](http://www.res-mar.eu/upload_docs/Atlante_climatico_della_Liguria.pdf)
- Beniston M., 2005. *Mountain climates and climatic change: an overview of processes focusing on the European Alps*, Pure and App. Geophys., 162: 1587-1606
- Diaz, H.F. and Bradley, R.S., 1997. *Temperature Variations during the Last Century at High Elevation Sites*, Climatic Change, 36: 253–279
- Hardenberg J., Ciccarelli N., Provenzale A., Ronchi C., Vargiu A. & Pelosini R., 2007. *Variabilità climatica in Italia nord-occidentale nella seconda metà del XX secolo*. CNR, Volume Clima 07: 221-224.
- Jones, P.D. and Moberg, A., 2003. *Hemispheric and Large-scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001*, J. Climate, 16: 206–223.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Hayslett H.T., 1981. *Statistics Made Simple*, Heinemann, London.
- Trigo I.F., Davies T.D. & Bigg G.R., 1999. *Objective Climatology of Cyclones in the Mediterranean Region*, Journal of climate, 12: 1685-1696.

Trigo I.F., Bigg G.R. & Davies T.D., 2002. *Climatology of Cyclones in the Mediterranean*, Monthly Weather Review, 130: 549-569.