



E. ARUFFO¹, G. BOSCAINO², M.A. CERASOLI³, P. DI CARLO⁴

OMOGENEIZZAZIONE DI SERIE STORICHE DI TEMPERATURA REGISTRATE IN ABRUZZO

PESCARA 2020

CON LA COLLABORAZIONE DI MARINA FEBO

Regione Abruzzo

Dipartimento Territorio - Ambiente

Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile

Ufficio Idrografico e Mareografico

Via Catullo 2, Pescara

Tel.: 085 61119; 085 60919 Fax: 085 691700

idrografico@regione.abruzzo.it

<https://www.regione.abruzzo.it/content/idrografico-mareografico>

In copertina: Stazione Meteorologica "Tavola Rotonda", 2337 m s.l.m., Campo di Giove (L'Aquila),

Parco Nazionale della Majella

- 1- Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. Ricercatrice presso il Dipartimento di Scienze Psicologiche della Salute e del Territorio.
- 2- Regione Abruzzo, Dipartimento Territorio - Ambiente, Geologo, Responsabile dell'Ufficio Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo.
- 3- Regione Abruzzo, *Dipartimento Territorio - Ambiente*, Ingegnere, Specialista Tecnico Rischio Idrogeologico e Idraulico, Centro Funzionale.
- 4- Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara. Professore Associato presso il Dipartimento di Scienze Psicologiche della Salute e del Territorio

Omogeneizzazione di serie storiche di temperatura registrate in Abruzzo

Sommario

Prefazione	7
1. Introduzione	13
2. Dati e Metodo.....	16
2.1 Il software HOMER.....	17
2.2 Il controllo qualità e l'omogeneizzazione	17
3. Risultati: Le serie storiche	20
3.1 Serie storica delle temperature massime, minime e medie (annuali) omogeneizzate della Regione Abruzzo	22
3.2 Serie storica delle temperature massime, minime (annuali) omogeneizzate delle diverse stazioni della Regione Abruzzo	24
4. Conclusioni	47
Referenze	48
Indice delle Figure	49

La lotta ai *cambiamenti climatici* rappresenta oggi un obiettivo centrale nell'agenda politica nazionale, europea e internazionale.

L'impegno profuso da ogni singola Regione, unito a quello degli altri attori istituzionali, può concretamente realizzare un sistema integrato ed efficiente per fronteggiare quella che rappresenta una reale minaccia per i nostri territori e le nostre comunità.

La Regione Abruzzo, che mi onoro di rappresentare, è impegnata in prima linea in questo ambito e, tra le varie iniziative, ha realizzato con l'Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara, un importante studio finalizzato ad analizzare i dati di temperatura degli ultimi 100 anni e a valutare, pertanto, l'incidenza sui cambiamenti climatici in atto.

Si tratta di un lavoro molto prezioso che ci fornisce una fotografia molto chiara di come il nostro territorio regionale stia cambiando negli anni e che ci consente di orientare la nostra agenda politica in maniera adeguata, individuando non solo tutte le contromisure necessarie per far fronte alle pericolosità in atto o in essere nel futuro prossimo, ma anche di adottare una programmazione più lungimirante non solo in tema di protezione civile e sicurezza e incolumità pubblica, ma anche nel campo dell'ambiente, dell'urbanistica, dell'agricoltura, delle infrastrutture e dei trasporti.

Oltre al coinvolgimento degli attori istituzionali, nel sistema di *governance* multilivello, va realizzata una importante ed efficace azione volta a creare consapevolezza sui cambiamenti climatici da parte dei cittadini, a partire da quelli più piccoli: in questo senso, le scuole e le famiglie potrebbero essere maggiormente stimolate e sostenute, con risorse e accordi di collaborazione, al fine di favorire una maggiore cittadinanza attiva.

La Regione Abruzzo proseguirà in questa direzione con determinazione e con la convinzione di realizzare in questo modo un reale servizio alla collettività e al bene comune, per lasciare alle future generazioni un mondo migliore di quello che abbiamo trovato.

Nicola Campitelli

*Assessore all'Urbanistica, Territorio, Demanio
Marittimo, Paesaggi, Energia e Rifiuti*

Il rapporto tra cambiamenti climatici ed eventi metereologici estremi è sempre più stretto e ci costringe ad un costante miglioramento delle soluzioni da mettere in campo e della ricerca di risposte sempre più efficaci.

Il monitoraggio dell'innalzamento delle temperature è, infatti, un'attività centrale per la protezione civile di cui mi occupo da tanti anni, sia per la gestione delle emergenze, sia per la programmazione delle azioni di prevenzione.

I dati di temperatura degli ultimi 100 anni, raccolti dall'Ufficio Idrografico e Mareografico all'interno del servizio di Protezione civile che mi onoro di dirigere, hanno consentito l'effettuazione di una prima importante valutazione relativa ai cambiamenti climatici e, interconnessi con altre informazioni, serviranno senz'altro a realizzare analisi molto più approfondite e utili per l'intera collettività.

Oltre che per i dati termometrici, l'obiettivo di medio termine della mia dirigenza, sarà quello di analizzare ed elaborare i dati della rete in telemisura dell'Ufficio Idrografico (pluviometria, idrometria, freatimetria), in particolare per la valutazione degli apporti pluviometrici anche in fase post-evento e per il monitoraggio quantitativo della risorsa idrica superficiale e sotterranea.

Si è appena conclusa la Conferenza Internazionale delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici a Madrid e, mentre gli scienziati di tutto il mondo si interrogano sul piano internazionale su come invertire la tendenza sul surriscaldamento del Pianeta, i livelli nazionali, regionali e locali sono sempre più a lavoro per fronteggiare gli effetti che ne derivano sui territori e sulle popolazioni e per arginare e scongiurare le conseguenze più nefaste per il futuro.

La risposta migliore è un approccio integrato tra Emergenza e Prevenzione nel quale la raccolta e l'analisi dei dati giornalieri è il punto di partenza della costruzione di una strategia di *bottom up* di breve, medio e lungo periodo, che si interconnetta dal basso con gli altri livelli istituzionali.

La mano dell'uomo ha senz'altro contribuito ai cambiamenti climatici in atto, ma ora è il momento di darsi da fare tutti insieme per consegnare alle future generazioni un mondo più sicuro e abitabile per tutti”.

Silvio Liberatore

Dirigente dei Servizi

Emergenze di Protezione Civile,

Programmazione Attività di Protezione Civile

Partiamo da un presupposto che ci trova tutti - o quasi - d'accordo: la strategia di Noè, quella dell'Arca, oggi appare a dir poco anacronistica. Infatti sia la capacità di sviluppare attendibili modelli matematici previsionali sia quella di individuare azioni strategiche resilienti diversificate, hanno raggiunto un tale progresso che il vero problema sta nella volontà politica di agire concretamente. Lo scopo è, evidentemente, quello di mitigare gli effetti della variazione climatica in atto sulle aree antropizzate e, più in generale, sulle attività umane.

Il problema da affrontare nell'immediato non è tanto il cambio da una condizione climatica A ad una condizione B ma è comprendere e prevedere, a livello qualitativo e quantitativo, i processi che accompagnano il passaggio tra le due condizioni. Quello che appare certo dal record geologico è che il transito da condizioni climatiche globali più fredde a quelle più calde è generalmente più brusco dell'inverso: il segnale che i geologi leggono nelle analisi di tipo stratigrafico indica che, alla scala temporale geologica, tale variazione climatica può essere considerata istantanea.

Per quanto ciò possa suscitare un interesse meramente scientifico da parte degli esperti della materia, è proprio questo quello che ci deve preoccupare di più. Esiste un effetto soglia che fino ad un certo punto il sistema ambiente, globalmente, tende a contenere per una sorta di inerzia interna. Pertanto le variazioni di quei parametri che inducono un incremento di energia vengono, fino ad un certo punto, attenuate con meccanismi di retroazione. Superata la soglia, si producono due effetti macroscopici significativi: l'aumento della temperatura delle acque dei mari, e di quello dell'atmosfera.

Appare chiaro, soprattutto dagli studi paleoclimatici, che quando la temperatura supera determinati valori si innesca un effetto domino irreversibile, attivando nuovi ed anche inaspettati processi (fisici, chimici e biologici: una sorta di bombe a tempo) che accelerano il fenomeno. Esempi sono la variazione nella circolazione globale delle acque oceaniche, il rilascio di metano dai sedimenti del fondo marino o dal permafrost, la riduzione della radiazione solare riflessa per lo scioglimento dei ghiacci, etc.

Pertanto l'obiettivo immediato è quello di difenderci dall'energia dell'onda d'urto che accompagnerà il cambiamento e nella cronaca degli ultimi anni non mancano gli indizi meteorologici che confermano questo stato delle cose. Mitigare gli effetti dell'onda d'urto è, oggi, l'unica azione realistica da porre in essere, e sviluppare modelli previsionali attendibili è l'unica via per cercare e scegliere le soluzioni migliori.

Se nei modelli matematici si immettono dati di base scadenti, le loro previsioni lo saranno altrettanto. Ed è qui che si inserisce il prezioso e fondamentale contributo di un ente pubblico fondato da menti lungimiranti nel 1918, il Servizio Idrografico Nazionale, con le sue misure sul campo di diversi parametri idrometeorologici, condotte con rigore scientifico nel tempo e nello spazio.

Giancarlo Boscaino

*Responsabile Ufficio Idrografico e
Mareografico della Regione Abruzzo*

1. Introduzione

Sebbene le prime indagini in Italia sulle acque naturali risalgono all'inizio del XVIII secolo, così come le prime osservazioni sulle piogge e le prime sistematiche letture del livello di alcuni corsi d'acqua, è solo successivamente alla prima guerra mondiale che entra in funzione il Servizio Idrografico Nazionale come unico organismo istituito col compito specifico di osservare e studiare, su tutto il territorio del Regno, le acque naturali di qualunque categoria: superficiali, come i fiumi, i torrenti, i laghi, o sotterranee, come le falde freatiche ed artesiane, e di indagare i fenomeni che più direttamente ne determinano le vicende, come le precipitazioni atmosferiche e la temperatura dell'aria.

L'istituzione del Servizio fu strettamente connessa alla crisi bellica ed alla necessità derivatane di sopperire con le risorse idrauliche all'urgente fabbisogno di energia. Di conseguenza, constatata la pressoché completa mancanza degli elementi occorrenti per valutazioni e previsioni attendibili, si decise alla fine del 1917 di istituire un Servizio Idrografico Centrale con il compito di trattare la materia delle utilizzazioni delle acque e che diventò, nel 1924, la 3° Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici.

A partire dai primi mesi del 1918, quindi, le osservazioni e le indagini idrografiche vennero estese a tutto il territorio italiano che venne suddiviso, grosso modo, in dieci grandi compartimenti delimitati con criteri puramente idrografici in modo che ognuno di essi fosse racchiuso da linee spartiacque e comprendesse solo bacini interi, indipendentemente da suddivisioni provinciali e regionali. I compartimenti vennero affidati ad altrettante Sezioni Autonome del Genio Civile nell'ambito del Ministero dei Lavori Pubblici e sostanzialmente questa suddivisione è stata adottata fino a pochi anni fa.

Il Compartimento della Sezione Autonoma di Pescara si estendeva per circa 13.500 Km², precisamente dal bacino del fiume Tronto escluso al bacino del fiume Fortore incluso, a meno dei bacini ricadenti nella Marsica, ma includendo l'intero territorio della Regione Molise, l'alta provincia di Foggia, Isole Tremiti incluse, ed alcuni comuni della provincia di Benevento.

Dopo circa settant'anni di attività ininterrotta, a meno di alcuni anni nel corso della Seconda Guerra Mondiale, a seguito della riorganizzazione e potenziamento dei Servizi Tecnici Nazionali (L. 18 maggio 1989, n. 183) le attività del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e degli Uffici periferici vennero trasferite alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Dopo ulteriori passaggi legislativi, culminati nel DPCM 24/07/2002 "Trasferimento alle Regioni degli Uffici periferici del Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Idrografico e Mareografico", il Servizio Idrografico e Mareografico di Pescara e le relative competenze confluiscono nella Regione Abruzzo nell'ambito della Direzione OO. PP. e Protezione Civile a partire dal 1° ottobre 2002. Fino a tutto il 2006, a seguito di accordi interregionali, l'Ufficio di Pescara ha continuato ad operare nei limiti territoriali previsti dall'originaria suddivisione compartimentale. Dal 1° gennaio 2007 esso opera esclusivamente nell'ambito dei limiti amministrativi della Regione Abruzzo. Attualmente l'Ufficio Idrografico e Mareografico è una struttura appartenente al Dipartimento Territorio e Ambiente.

L'attività di rilievo delle principali grandezze meteorologiche ed idrometriche viene registrata e periodicamente pubblicata sugli Annali Idrologici (prima Bollettini Idrografici fino all'anno 1926) in cui, accanto alle informazioni relative alle singole stazioni (consistenza della rete, quota, tipo di strumento installato, anno di inizio delle osservazioni), sono riportati, per la parte I, i dati relativi alle

osservazioni termometriche (temperature massime e minime giornaliere, valori medi ed estremi della temperatura) ed alle osservazioni pluviometriche (osservazioni pluviometriche giornaliere, totali annui e riassunto dei totali mensili, precipitazioni di massima intensità, precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi, precipitazioni di notevole intensità e breve durata, osservazioni del manto nevoso); per la parte II sono comunemente riportate cinque sezioni (afflussi meteorici, idrometria, portate e bilanci idrologici, freaticimetria, mareografia) oltre ad una sezione aggiuntiva in caso di particolari anni in cui si registrano fenomeni significativi.

Gli Annali Idrologici pubblicati sono attualmente consultabili sul sito internet: <http://www.regione.abruzzo.it/content/idrografico-mareografico>, nella sezione "annali idrologici".

Analoga documentazione può essere reperita dal Progetto Annali sul sito dell'ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Il progetto Annali di ISPRA prevedeva l'informatizzazione del contenuto integrale degli Annali Idrologici pubblicati da tutti i compartimenti periferici del SIMN, ciascuno per il proprio territorio di competenza. Nello specifico il progetto prevedeva che tale processo si attuasse attraverso la scansione delle pagine degli Annali Idrologici, la restituzione in formato digitale di un archivio numerico e per immagini, l'inserimento in un database relazionale e la diffusione all'interno del portale ISPRA dei contenuti integrali degli Annali attraverso una web-application. Il Progetto ha avuto inizio nel dicembre del 2003 ed è terminato a settembre del 2012. I primi prodotti del progetto, consistenti nell'archivio per immagini delle pagine degli Annali, sono stati resi disponibili sin dalla metà del 2005 sul portale dell'APAT (oggi ISPRA). Le immagini degli Annali sono state indicizzate ed organizzate tramite un'interfaccia che ne agevola la consultazione, disponibile all'interno della "Sezione Idrologia" del SINTAI (Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane) del Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine di ISPRA. L'interfaccia permette un'interrogazione per Compartimento e, scelto l'anno di interesse, rende possibile selezionare e visualizzare il volume dell'Annale richiesto (Parte I o Parte II). Attualmente gli Annali sono consultabili sul sito <http://www.acq.isprambiente.it/annalipdf/> e scaricabili in formato digitale, per le annualità disponibili sul sito <http://www.acq.isprambiente.it/pluter/>.

Per l'ex compartimento di Pescara sono attualmente disponibili dati digitalizzati di temperatura e precipitazione giornaliera a partire dal 1974; i dati mensili digitalizzati sono invece disponibili a partire dall'inizio delle varie serie storiche.

Ricordiamo che negli Annali Idrologici sono riportati, per le stazioni che hanno regolarmente funzionato nell'anno, i valori massimi e minimi rilevati giornalmente e le rispettive medie mensili, unitamente alle temperature medie mensili dell'anno cui si riferiscono le osservazioni ed alle corrispondenti temperature medie normali relative al precedente periodo di osservazione. Per le usuali convenzioni riportate sugli Annali Idrologici, il dato di temperatura giornaliera riferito ad un generico giorno è relativo alle temperature minime e massime registrate nelle 24 ore comprese fra le ore 9 del giorno precedente e le ore 9 del giorno di cui si tratta. Tutte le temperature riportate sono espresse in gradi centigradi e corrispondono alle letture effettivamente eseguite, non essendo effettuata la riduzione al livello del mare.

In tal modo, si è resa disponibile una incredibile e preziosa quantità di dati che, previa una opportuna analisi di qualità, possono essere impiegati in analisi che sono non solo di interesse climatico ma di più ampio respiro includendo tutti i settori in cui una serie storica di dati climatici è indispensabile come, a titolo di esempio, quelli inerenti l'idrogeologia, la biodiversità, l'agricoltura, il turismo, le attività produttive, la salute e così via.

Infatti, la disponibilità di serie storiche di temperatura dell'atmosfera di elevata qualità, ovvero con piccola incertezza nella misura ed esenti da interferenze esterne, è, allo stato attuale, limitata a causa di

due aspetti fondamentali: 1) non tutti i dati climatici vengono regolarmente digitalizzati e, quindi, resi disponibili; 2) la maggior parte di suddetti dati presenta disomogeneità, termine tecnico con cui vengono definite le irregolarità, interferenze, errori presenti nelle serie e non riconducibili ad effettive variazioni della temperatura, e quindi non attribuibili a cambiamenti climatologici [1].

I dati storici di temperatura, infatti, possono risentire di eventi esterni non correlati ai cambiamenti climatici come, ad esempio, la ricollocazione delle stazioni di misura, la variazione della loro esposizione, l'aggiornamento nel tipo di strumentazione impiegato, un differente uso del suolo (ad esempio aumento dell'urbanizzazione nelle zone limitrofe alla stazione di misura) o gli accadimenti storici [2].

Le disomogeneità nelle serie storiche che ne conseguono, anche dette “*breaks*”, possono o causare bruschi e repentini cambiamenti negli andamenti delle serie stesse (ad esempio, nel caso di ricollocazione di una stazione, in uno specifico territorio, ad una altitudine maggiore o minore rispetto alla precedente) o un progressivo errore, che varia lentamente nel tempo (ad esempio, nel caso di variazioni nell'uso del suolo). Nel tempo sono stati sviluppati diversi modelli statistici per l'individuazione di tali disomogeneità e la loro correzione. I valori medi delle temperature massime e minime registrate dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara sono stati omogeneizzati utilizzando il software HOMER v.2.6, sviluppato nell'ambito della COST Action europea ES0601 [3].

Nelle sezioni che seguono si presentano l'insieme dei dati raccolti e utilizzati in questa analisi, il modello impiegato per la loro omogeneizzazione e le serie storiche omogeneizzate presenti sul territorio della Regione Abruzzo.

Maggiori informazioni su quanto svolto per l'omogeneizzazione delle serie storiche in Abruzzo tra il 1930 e il 2015 possono essere reperite in letteratura [4].

2. Dati e Metodo

L'ex- Servizio Idrografico Nazionale ha digitalizzato i dati di serie storiche di temperatura, massime e minime giornaliere registrate tra il 1974 e il 2015 e quelli mensili riportati tra il 1924 e il 2015 in 52 stazioni dislocate su tutto il territorio abruzzese. Le serie, inoltre, sono state validate fino al 2003. L'omogeneizzazione delle serie storiche di temperatura è stata fatta sui dati medi mensili di temperatura massima e minima. Inoltre, delle 52 stazioni complessivamente disponibili soltanto 22 sono state selezionate per poter essere omogeneizzate, a causa del fatto che le rimanenti o sono state installate recentemente o presentano troppi dati mancanti nel periodo di riferimento.

La procedura di omogeneizzazione ha previsto due fasi: nella prima sono state omogeneizzate soltanto 7 stazioni, selezionando quelle con disponibilità di dati tra il 1924 e il 2015, successivamente si è proseguito ad applicare la stessa procedura alle rimanenti 15 includendo anche le 7 già omogeneizzate al fine di facilitare l'omogeneizzazione complessiva. Durante tale fase, quindi, le stazioni sono state divise in due gruppi in base alla diversa regione geografica (costiera o montana) cui appartengono e l'omogeneizzazione è stata applicata separatamente a queste due classi di serie. In Figura 1 si riporta la mappa della regione Abruzzo con la collocazione delle stazioni oggetto di tale analisi.

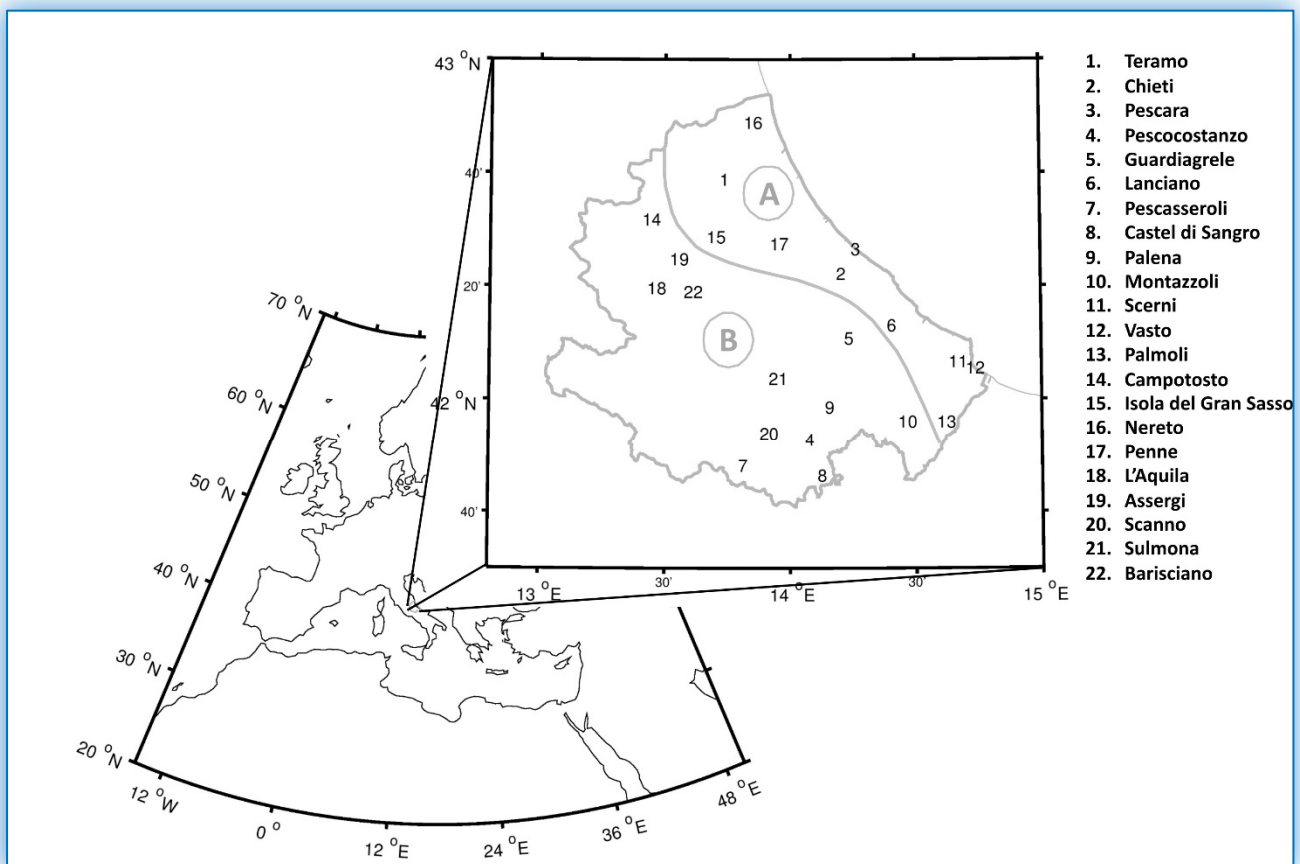


Figura 1 Mappa delle stazioni le cui serie storiche sono stato omogeneizzate, suddivise nelle due aree A) costiere e collinari e B) montuose. Figura tratta da: Aruffo E and Di Carlo P (2019) Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Clim Res* 77: 193-204.

2.1 Il software HOMER

Il software HOMER è un insieme di programmi sviluppati con il linguaggio R, disponibile all'utilizzo, mediante adattamenti al set di dati a disposizione, in maniera gratuita. Homer consente di omogeneizzare serie storiche mensili o annuali [3], processo di analisi di dati propedeutico a qualsiasi utilizzo di serie storiche di parametri meteorologici, poiché permette di rimuovere in maniera analitica problemi ed interferenze presenti nelle osservazioni sperimentali, le cui cause sono di natura diversa ed elencate nel paragrafo precedente.

Il software è basato su metodi statistici per poter valutare in maniera quantitativa ed automatica, ovvero senza la necessità del controllo continuo, da parte dell'uomo, dei dati punto per punto. Ha la peculiarità di aver integrato diversi metodi statistici già in uso, includendo di ognuno di essi i punti di forza e consentendo, allo stesso tempo, all'operatore di poter scegliere come e se validare le disomogeneità calcolate statisticamente, a differenza di metodi automatici. Alcune tecniche di omogeneizzazione richiedono che siano note delle serie, già prive di disomogeneità, da prendere come riferimento per l'individuazione di tali anomalie nelle serie storiche in studio. Spesso, però, non sono disponibili dati che *a priori* siano omogeneizzati.

Il software HOMER, che predilige il metodo della *pairwise detection*, si basa sull'assunto che, selezionando un numero di stazioni riconosciute come "vicine" a quella di cui si intende omogeneizzare i dati, le disomogeneità di quest'ultima statisticamente non possono appartenere anche a tutte le altre: dal confronto tra di esse, quindi, si può univocamente individuare la disomogeneità della serie in analisi. Per omogeneizzare una specifica serie, quindi, si definiscono, tra il totale delle serie disponibili, le prime stazioni individuate dal software come quelle "vicine" alla serie in esame, sulla base di due parametri: la distanza geografica e il più alto coefficiente di correlazione tra di esse.

Se la serie che si sta studiando presenta una disomogeneità non climatologica in uno specifico anno, si osservano variazioni significative tra l'andamento di suddetta serie e quelle "vicine". Altri due metodi, la *joint detection* e l'*ACMANT detection*, basati su criteri statistici differenti dalla *pairwise detection*, si affiancano a questo tipo di identificazione, aiutando l'operatore a validare la selezione di una specifica disomogeneità. Un elemento fondamentale in questo tipo di approccio è l'impiego dei metadati, ovvero tutte le informazioni tecniche relative alle singole stazioni (posizione, quota, manutenzione, etc...), che concorrono in maniera fondamentale alla corretta individuazione delle disomogeneità.

2.2 Il controllo qualità e l'omogeneizzazione

Il controllo della qualità dei dati che si intende analizzare è un passaggio essenziale e prioritario che prevede di eseguire una serie standardizzata di procedure, individuate dall'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO) [2,5]. In questo studio, nei dati giornalieri (quando disponibili) sono stati esclusi estremi nelle temperature non corrispondenti a dati reali (ovvero temperature superiori ai 50°C o inferiori ai -40°C) ma, probabilmente, dovuti a errori di registrazione o strumentali. Inoltre, è stato verificato che le temperature massime fossero sempre superiori alle minime ed è stata calcolata la media mensile delle massime e minime registrate giornalmente.

A questi errori di misura o registrazione, identificabili con semplici routine informatiche di controllo, va aggiunta una verifica, anche essa per mezzo di programmi informatici adeguatamente sviluppati sia per evitare errore umano sia per automatizzare una procedura altrimenti molto dispendiosa da svolgere

manualmente considerata la mole di dati, su eventuali dati mancanti per brevi periodi dell'anno e che possono, però, inficiare la media annuale. Ad esempio, nel caso in cui in una serie annuale di misure mancassero tutti i dati di una specifica stagione, è facile intuire che la media annuale ne risentirebbe fortemente e il suo valore sarebbe assolutamente non rappresentativo delle condizioni climatiche medie di quell'anno.

Ovviamente questo aspetto è da tener presente per tutte le scale temporali: così, ad esempio, nel calcolo della temperatura media mensile se non fossero venti giorni di misure, la media dei soli dieci rimanenti potrebbe non descrivere correttamente la situazione termica di quel mese. Pertanto, il valor medio è considerato valido, ovvero effettivamente descrittivo dell'andamento della temperatura nel mese specifico, soltanto per i mesi in cui non siano mancanti o più di 5 giorni complessivi o più di 3 giorni consecutivi. Un anno di misure, quindi, è stato valutato valido soltanto se al più un mese per stagione sia mancante.

La Figura 2 mostra la disponibilità di dati risultante dal controllo qualità per le singole stazioni in funzione degli anni di misura che hanno interessato questa analisi: è interessante osservare che, durante la Seconda guerra mondiale, parte delle stazioni non sono state operative e che dopo il 2007 molte stazioni sono state dismesse a seguito del trasferimento alle Regioni dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico.

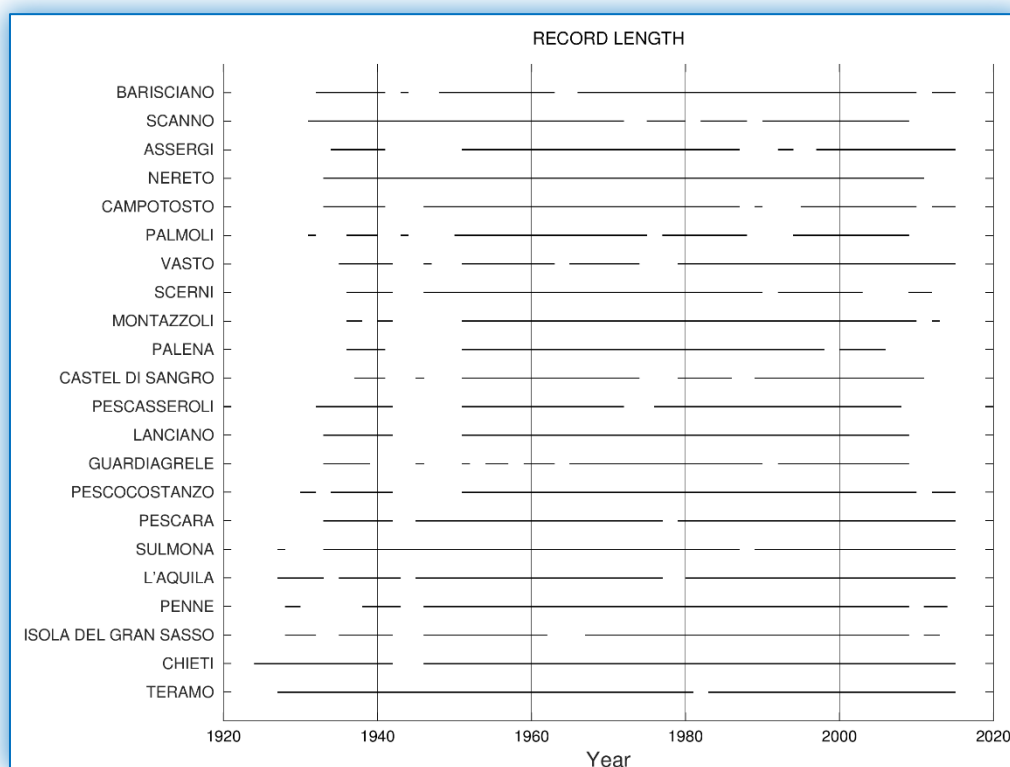


Figura 2 Disponibilità dei dati per le 22 stazioni in studio a seguito della procedura di controllo della qualità dei dati. Figura tratta da: Aruffo E and Di Carlo P (2019) Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Clim Res* 77: 193-204.

Il software HOMER integra un modello di analisi statistica di dati climatici pre-omogeneizzazione che consente di verificare ulteriormente la qualità dei dati e di identificare possibili *outliers*, ovvero dati che, per una specifica stazione, statisticamente si discostano dal dato registrato dalle stazioni che

compongono il riferimento delle serie “vicine” (per stazione e mese) e che possono essere esclusi dall’analisi. Infatti, nonostante il controllo della qualità dei dati sopra descritto, alcune medie mensile per una data serie storica possono discostarsi significativamente da quanto registrato nelle sei stazioni “vicine”: ciò potrebbe esser dovuto a errori nella registrazione che non rientrano nei limiti del controllo di qualità, a errori strumentali (variazioni nella calibrazione o malfunzionamento dello strumento), a una modifica nello stato della stazione (ad esempio, quest’ultima potrebbe essere messa in ombra da foglie in primavera o estate), etc.. Alla conclusione dei controlli sopra descritti, è stata avviata la procedura di omogeneizzazione sulle 22 serie storiche che consta nell’eseguire ciclicamente tre diversi e indipendenti modelli che identificano disomogeneità statisticamente rilevanti nella serie in esame, rispetto a 6 serie “vicine” prese come riferimento.

Il primo di suddetti modelli identifica da tale confronto i “*breaks*” nelle serie, corrispondenti agli anni in cui si registra un repentino cambiamento nell’andamento della serie in esame rispetto alle relative “vicine”. I cosiddetti “breaks” sono variazioni improvvise nelle serie storiche che potrebbero non essere dovute a fattori climatici ma, piuttosto, a fattori esterni come, ad esempio, la ricollocazione di una stazione di misura. In questo lavoro, affinché un break fosse considerato tale doveva essere registrato in almeno tre delle stazioni vicine. Successivamente, il secondo modello consente di confermare i breaks precedentemente identificati e, infine, il terzo aggiunge informazioni nella identificazione delle disomogeneità che si presentano a livello stagionale piuttosto che annuale. Si procede, quindi, alla correzione delle serie storiche noti gli anni in cui ricorrono le disomogeneità.

Tale procedura viene ripetuta ciclicamente fintanto che i modelli identificano nuovi *breaks*. Uno dei punti di forza di questo approccio, oltre all’aver inglobato metodi diversi che supportano la definizione dei breaks, è che consente all’operatore di selezionare o meno una disomogeneità come valida sulla base delle proprie competenze e, soprattutto, sulla base dei *metadati*, ovvero dati associati a ogni stazione che ne raccolgono la storia (manutenzione, ricollocazione, cambi nella strumentazione, etc..).

La raccolta e la analisi dei metadati ha rappresentato una parte importante e prioritaria di questo lavoro; questi ultimi sono stati ricostruiti attraverso: 1) comunicazioni personali da parte del personale dell’Ufficio Idrografico (per le ricollocazioni successive al 2000); 2) la consultazione dell’archivio dell’Ufficio Idrografico che conserva schede tecniche delle stazioni meteorologiche con informazioni registrate tra circa il 1985 e il 2000; 3) l’utilizzo degli Annuali Idrologici pubblicati dall’ex Servizio Idrografico (con copertura di dati compresa tra il 1924 e il 2003). Le disomogeneità, identificate statisticamente dal software HOMER, sono state confermate dai metadati per il 47.2% e il 41.3% per la temperatura massima e minima, rispettivamente. Questa percentuale è in linea con quanto riscontrato in analisi simili [3].

3. Risultati: Le serie storiche

La procedura modellistica descritta sopra, restituisce delle serie temporali, ovvero i valori di temperatura mediati mese per mese in ogni stazione di misura per tutto il periodo considerato, nel nostro caso dal 1930 al 2015, per due parametri di riferimento: le temperature massime e minime medie giornaliere. La temperatura media giornaliera, quindi, si calcola come la media delle prime due.

Preliminarmente alle analisi climatiche ed a valle delle procedure di omogenizzazione, la prima curiosità che una serie storica di temperature pone è quella di verificare se i dati locali evidenziano eventi storici famosi quali periodi di freddo o caldo eccezionali che hanno caratterizzato la storia climatica italiana ed europea. Ad esempio, gli storici eventi dell'anomalia climatica registrata durante gli inverni della II Guerra Mondiale tra il 1940 e il 1942 e nel 1963, sono riscontrabili in diverse serie di temperatura del territorio abruzzese. Come esempio, in figura 3 viene riportata la media diurna delle temperature del periodo invernale (mesi di dicembre-febbraio) su tutte le stazioni abruzzesi, in cui le temperature in questi periodi sono le più basse registrate durante tutto il periodo considerato.

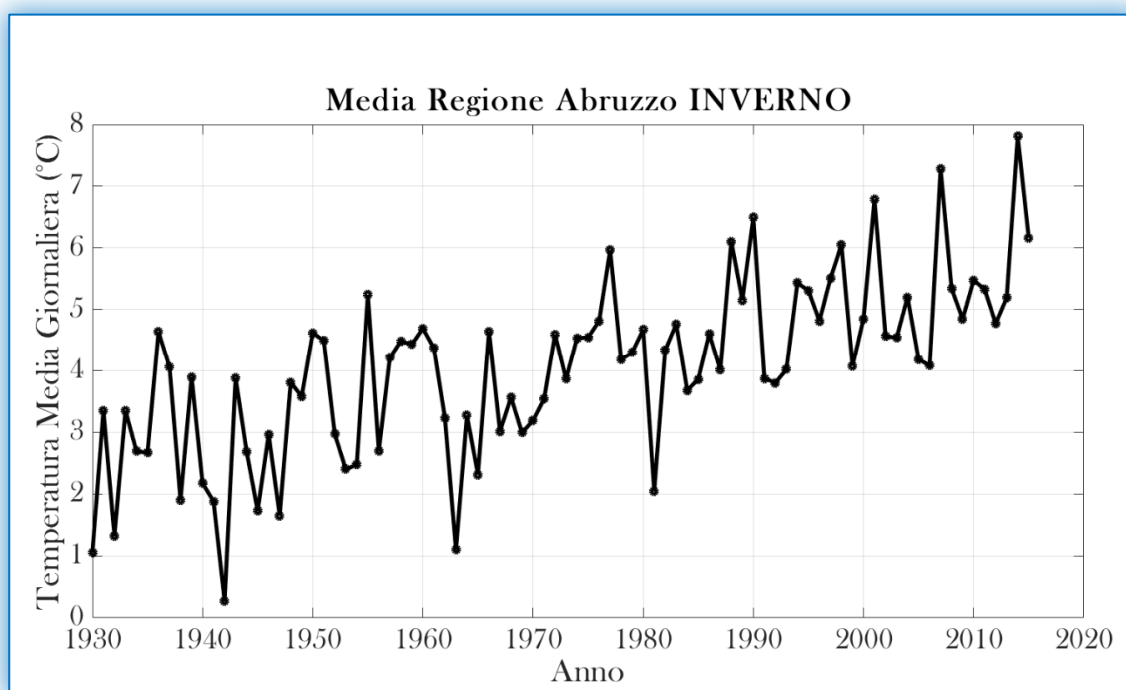


Figura 3 Trend della temperatura media diurna per il periodo invernale della Regione Abruzzo.

Sono evidenti i valori minimi nei periodi della Seconda guerra mondiale e nel 1963, riportate in diverse cronache.

Allo stesso modo la temperatura polare misurata in Italia nel 1956 è evidente anche nella serie storica della temperatura minima media abruzzese per il mese di febbraio, come riportato in Figura 4.

Infatti, la temperatura minima media su tutto l'Abruzzo nel mese di febbraio proprio nel 1956, anno in cui viene ricordata una nevicata senza precedenti in termini di durata e copertura territoriale generalizzata, registra un minimo assoluto per tutto il periodo considerato, inferiore a -4°C . Questa serie temporale del mese di febbraio è interessante perché, sempre su scala locale, evidenzia chiaramente

l'altrettanto storico febbraio 2014, anno in cui si è registrato su scala globale il record in termini di mese più caldo della storia.

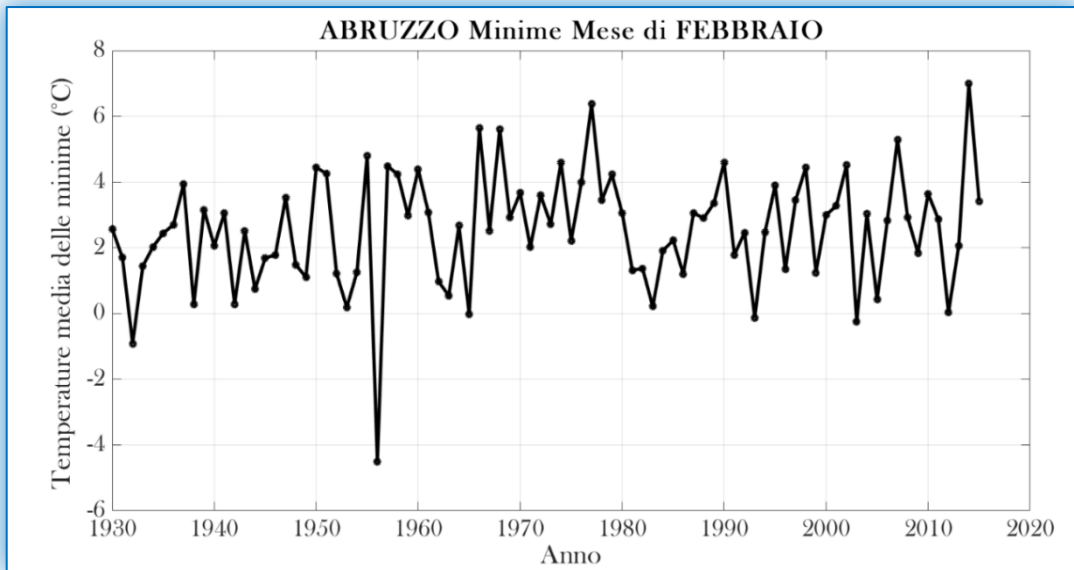


Figura 4 Trend della temperatura minima media per il mese di febbraio della Regione Abruzzo.

Sono evidenti il picco negativo del celebre febbraio 1956 e quello massimo del 2014.

Un altro esempio storico, riportato in tutte le cronache ed oggetto di diversi studi su tutto il globo, riguarda le ondate di calore del 2003, anno in cui la stagione estiva è stata eccezionalmente calda in quasi tutti i siti della terra. L'analisi del trend di temperature medie diurne del periodo estivo su tutto il territorio abruzzese evidenzia un massimo storico (Figura 5), osservato in tutti i siti osservativi della Regione Abruzzo.

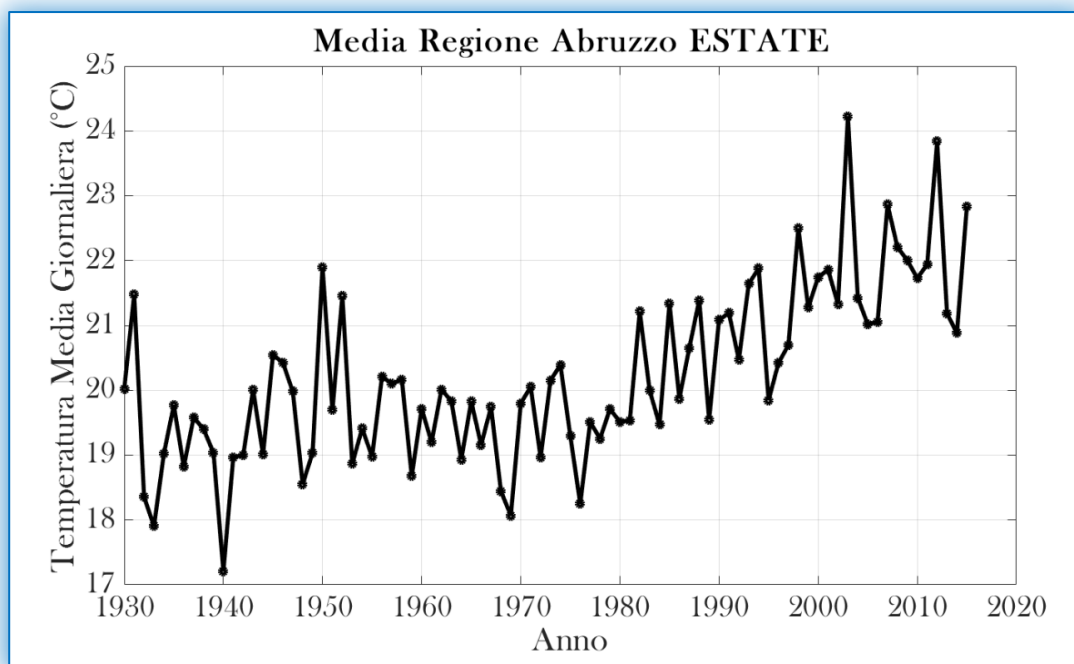


Figura 5 Trend della temperatura media diurna per i mesi estivi mediato su tutte le stazioni abruzzesi.

Si osservi il massimo assoluto del Giugno 2003.

3.1 Serie storica delle temperature massime, minime e medie (annuali) omogeneizzate della Regione Abruzzo

Una visione d'insieme dell'evoluzione climatica su scala regionale è realizzabile attraverso la media annuale dei tre parametri di temperatura disponibili (minima, massima e media diurna), ulteriormente mediata su tutte le 22 stazioni di misura del territorio abruzzese omogeneizzate.

In figura 6 viene mostrata la serie temporale delle temperature medie giornaliere della Regione Abruzzo su scala annuale, il dato evidente è il cambio di regime intorno al 1980, seppur con oscillazioni di anno in anno. Infatti, a partire dal 1980 la tendenza delle temperature è di un costante e deciso aumento con un passaggio da temperature mediamente intorno a 13°C per gli anni Ottanta a temperature in media superiori a 15°C per gli anni dopo il 2010.

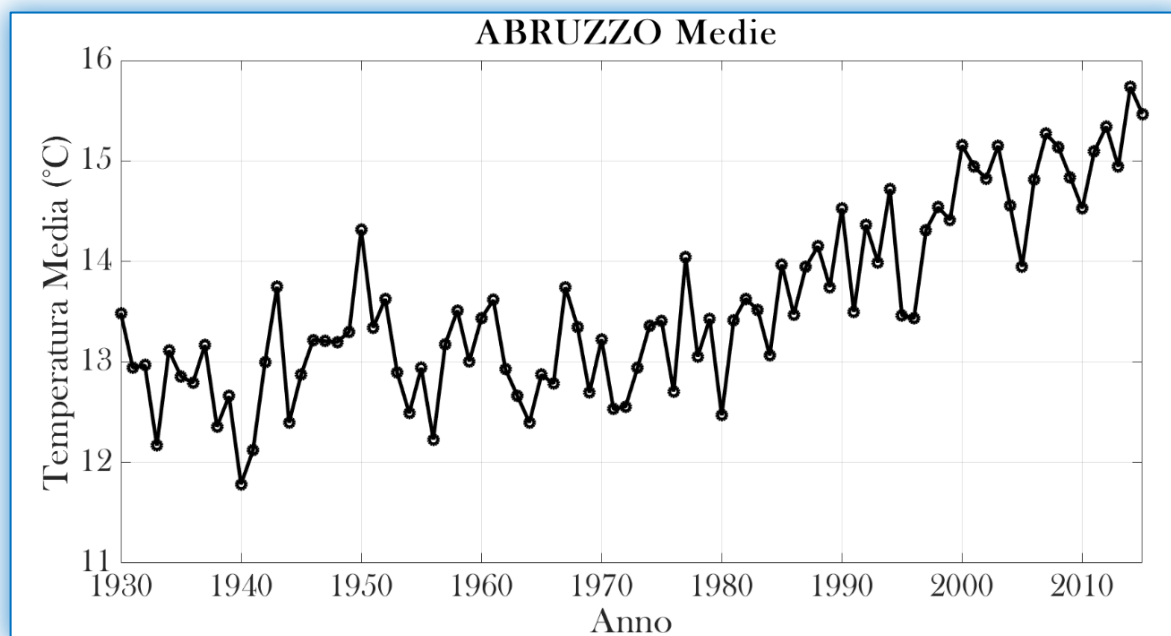


Figura 6 Trend della temperatura media diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.

In figura 7 viene mostrata la serie temporale delle temperature massime della Regione Abruzzo su scala annuale, anche in questo caso è evidente il cambio di regime intorno al 1980, così come osservato per le temperature medie giornaliere. In questo caso a partire dal 1980 la tendenza delle temperature è di aumento con un passaggio da temperature mediamente intorno a 15°C per gli anni Ottanta a temperature in media superiori a 18°C per gli ultimi anni dopo il 2010.

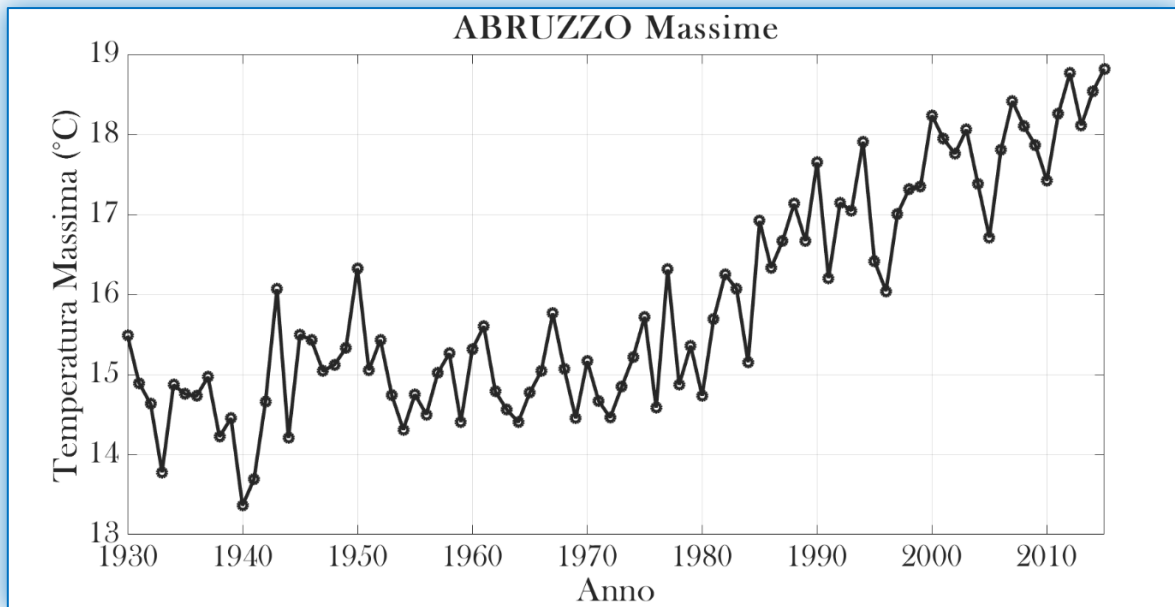


Figura 7 Trend della temperatura massima diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.

In figura 8 viene mostrata la serie temporale delle temperature minime della Regione Abruzzo su scala annuale. In questo caso è meno evidente il cambio di regime intorno al 1980, così come osservato per le temperature medie giornaliere e massime. In questo caso dai dati si evince una tendenza all'aumento delle temperature minime, già a partire da anni precedenti al 1980, ad ogni modo la tendenza delle temperature è di aumento con un passaggio da temperature mediamente intorno a circa 8°C per gli anni Ottanta a temperature in media superiori a circa 9°C per gli anni dopo il 2010.

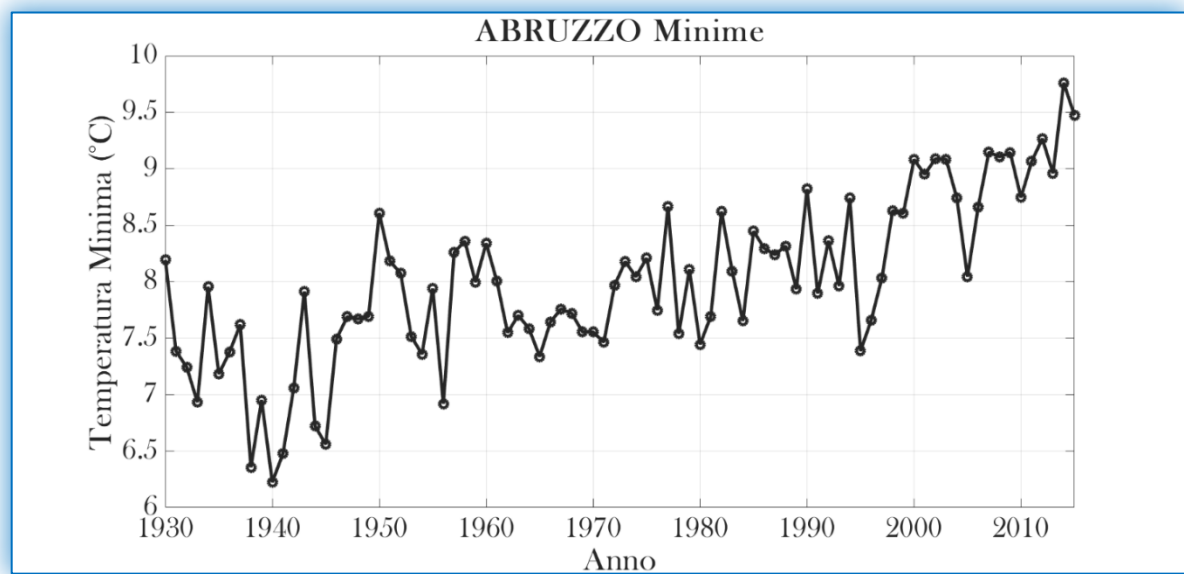


Figura 8 Trend della temperatura minime diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.

3.2 Serie storica delle temperature massime, minime (annuali) omogeneizzate delle diverse stazioni della Regione Abruzzo

Di seguito si riportano i grafici delle temperature anno per anno delle medie mensili massime e minime per le 22 stazioni esaminate in questo lavoro ed omogeneizzate. L'immagine complessiva che se ne ricava è che, con le dovute variazioni da sito a sito e variabilità da anno ad anno, l'aumento significativo nelle temperature a partire dal 1980 è particolarmente pronunciato nelle serie delle temperature massime e gli andamenti registrati nelle singole stazioni sono coerenti tra di loro, presentando simili trend sia per le temperature massime che per le minime.

Per facilitare la consultazione le serie di temperatura vengono mostrate in ordine alfabetico, nonostante siano state identificate due zone climatiche (figura 1), la A con i siti di Teramo, Chieti, Pescara, Lanciano, Scerni, Vasto, Palmoli, Isola del Gran Sasso, Nereto e Penne, e la B che include L'Aquila, Pescocostanzo, Guardiagrele, Pescasseroli, Castel di Sangro, Palena, Montazzoli, Campotosto, Assergi, Scanno, Sulmona e Barisciano.

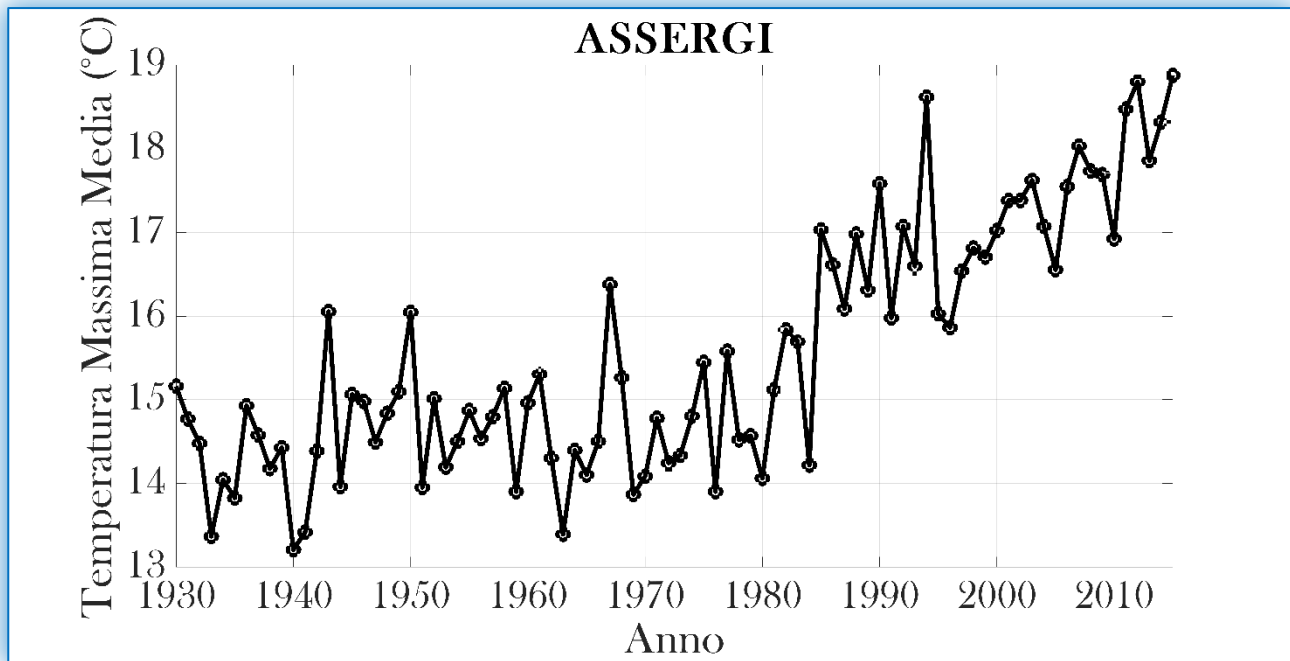


Figura 9 Stazione di Assergi. Grafico delle temperature medie mensili massime

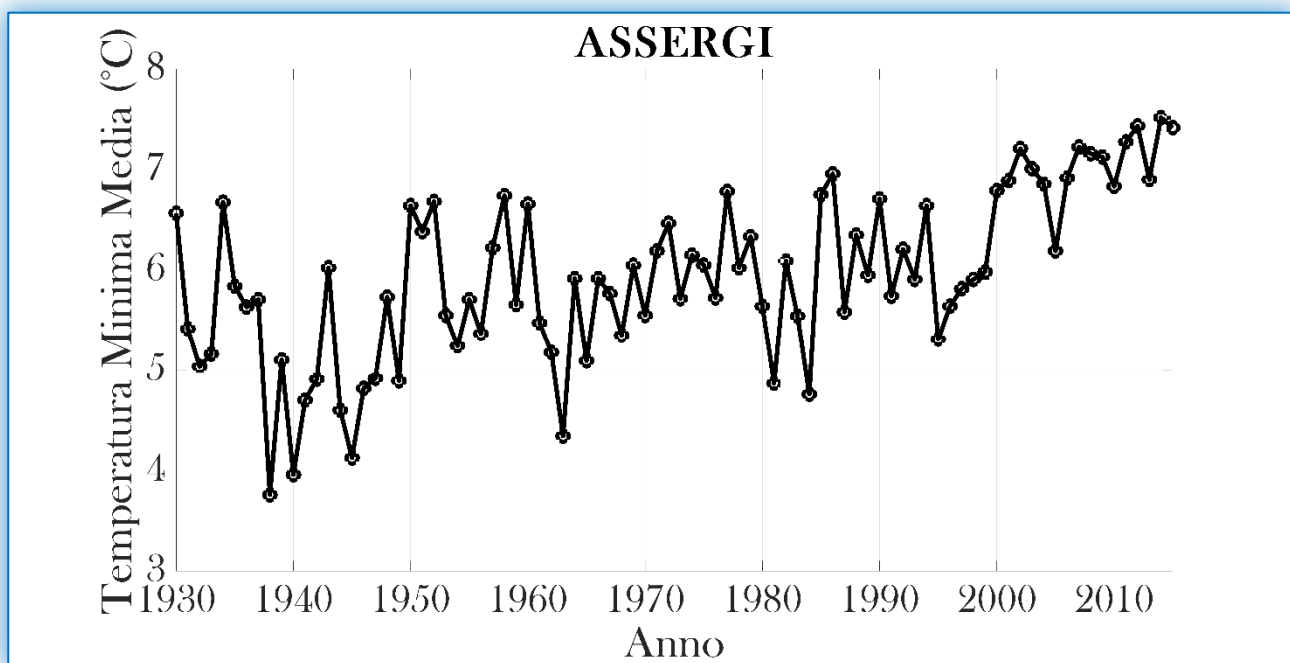


Figura 10 Stazione di Assergi. Grafico delle temperature medie mensili minime

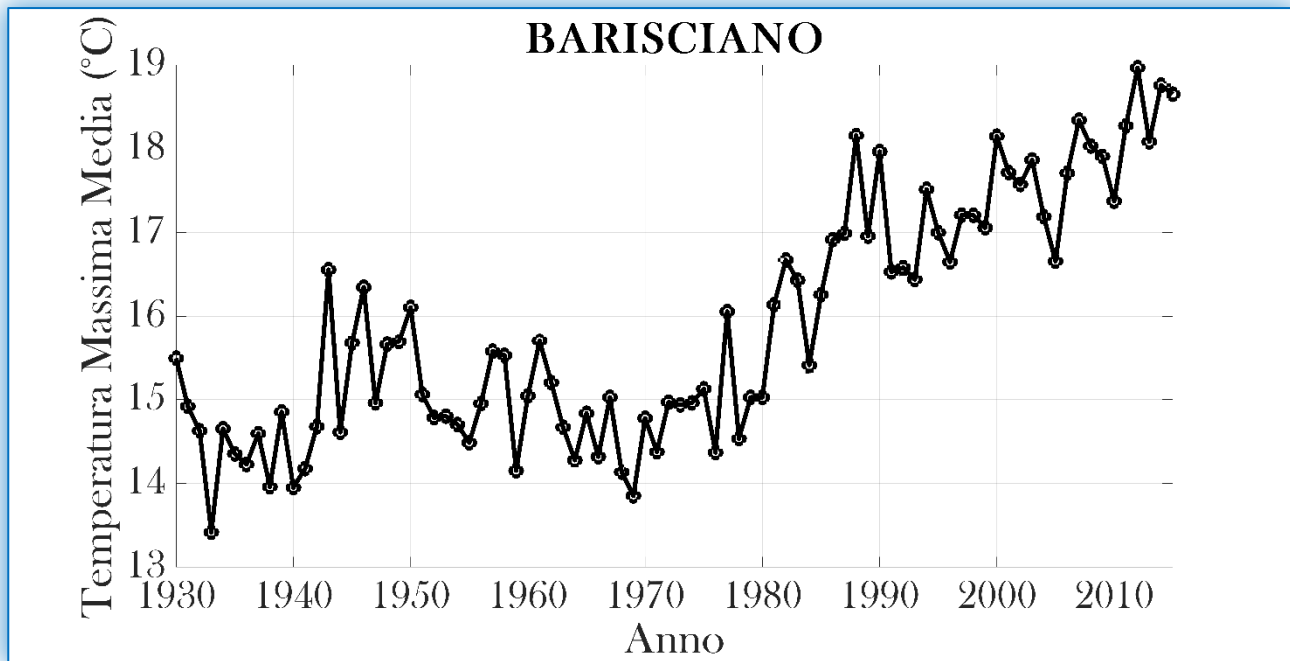


Figura 11 Stazione di Barisciano. Grafico delle temperature medie mensili massime

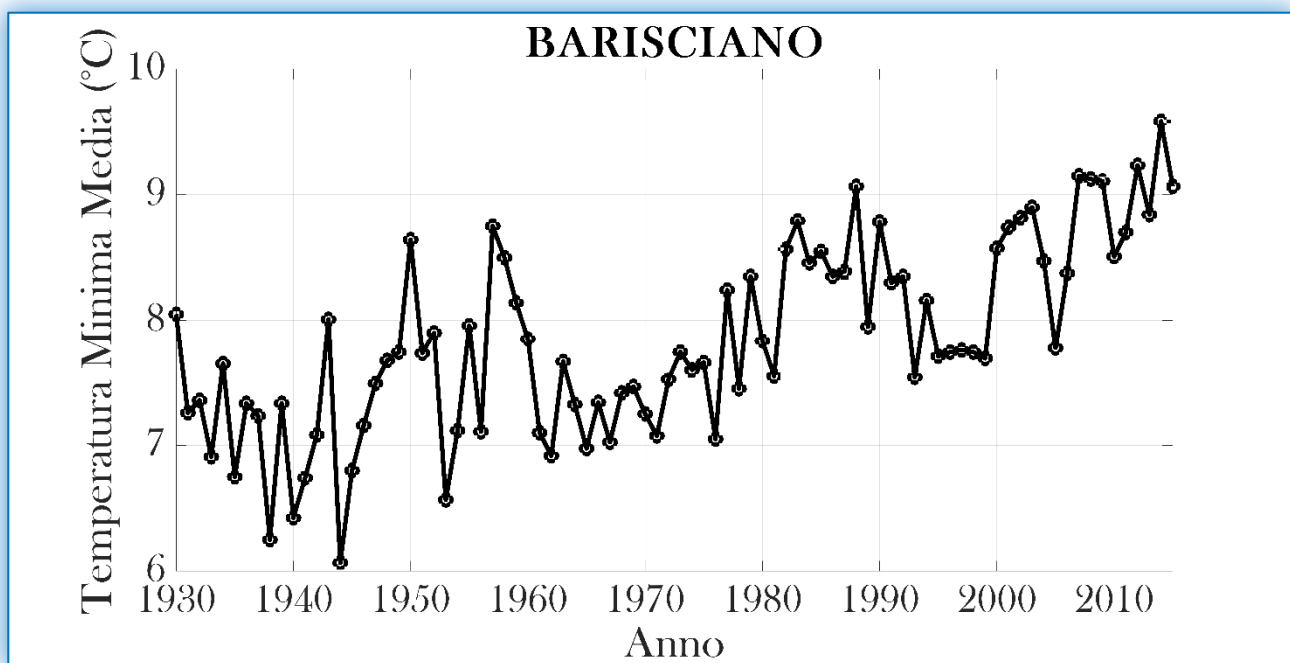


Figura 12 Stazione di Barisciano. Grafico delle temperature medie mensili minime

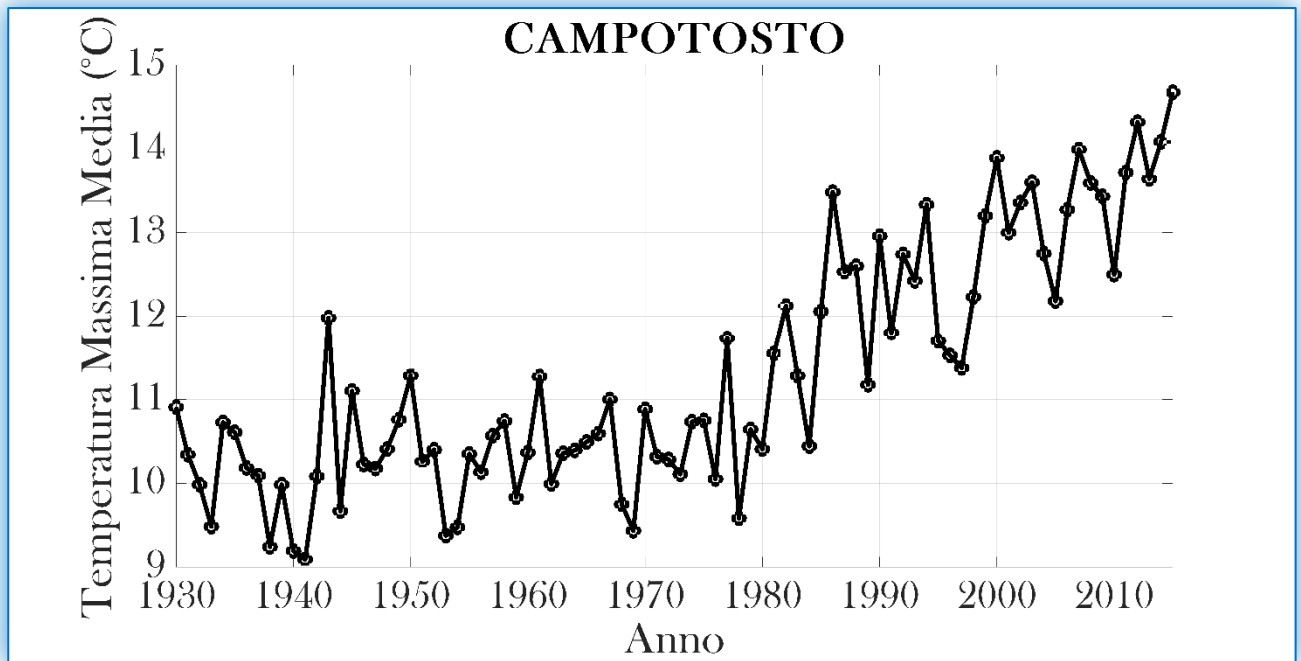


Figura 13 Stazione di Campotosto. Grafico delle temperature medie mensili massime

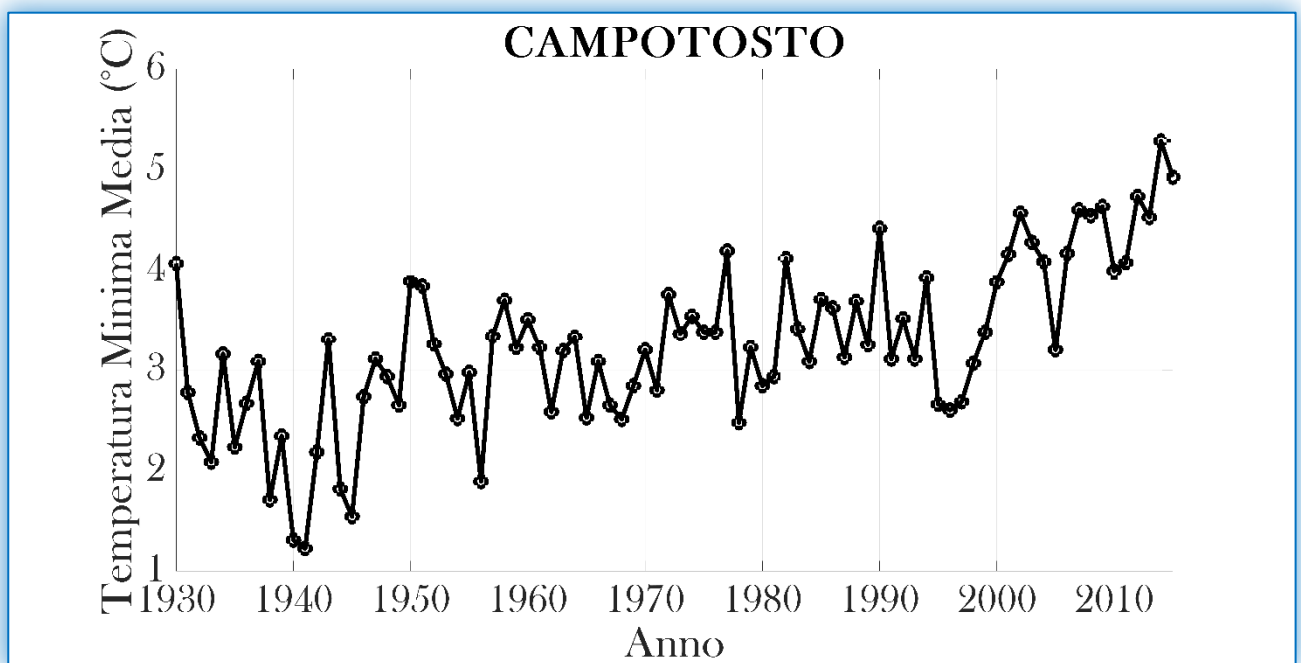


Figura 14 Stazione di Campotosto. Grafico delle temperature medie mensili minime

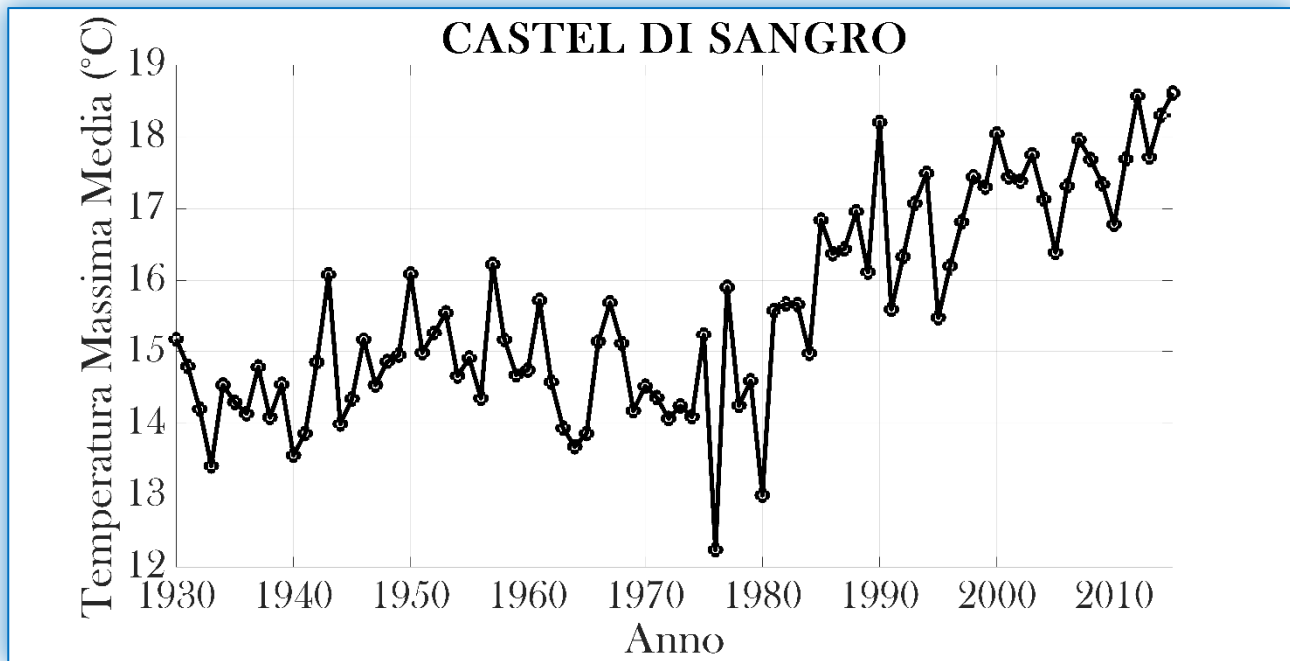


Figura 15 Stazione di Castel di Sangro. Grafico delle temperature medie mensili massime

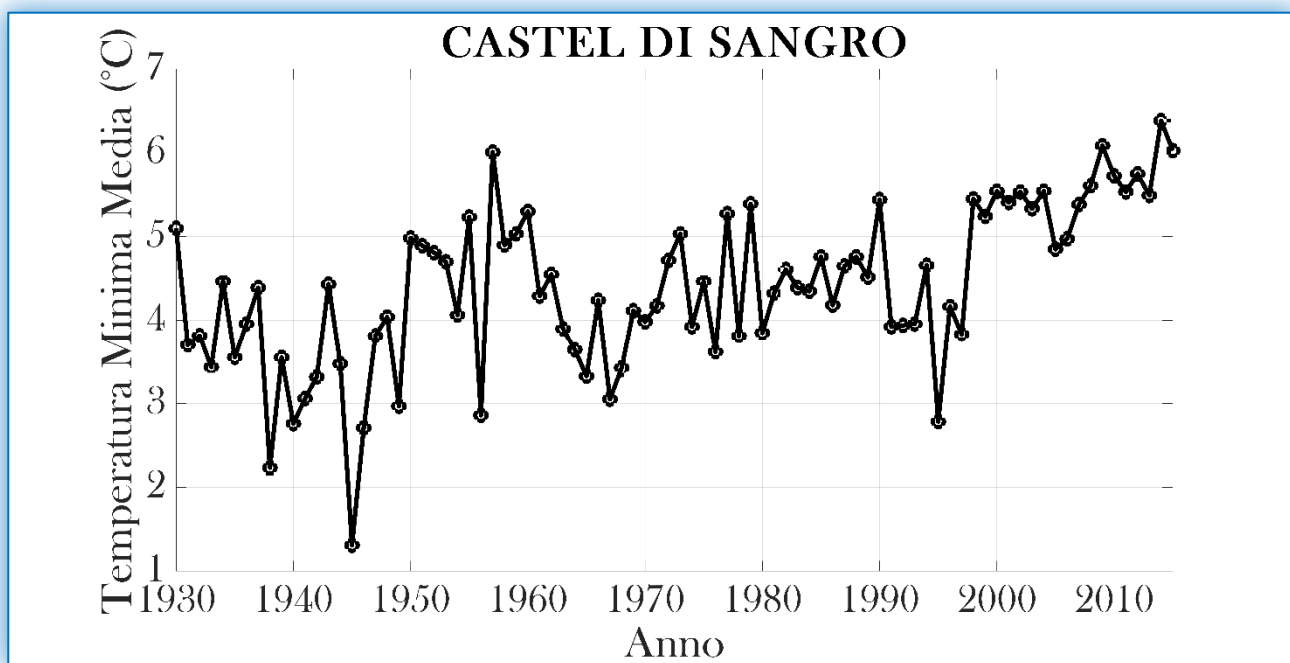


Figura 16 Stazione di Castel di Sangro. Grafico delle temperature medie mensili minime

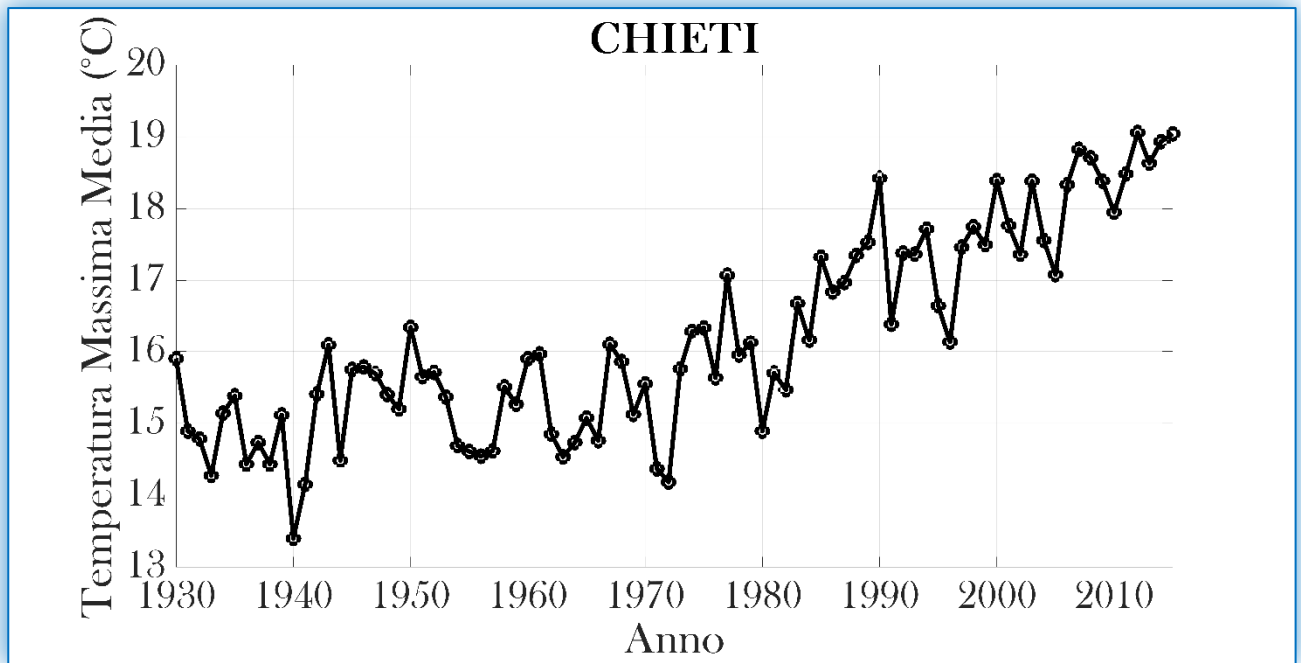


Figura 17 Stazione di Chieti. Grafico delle temperature medie mensili massime

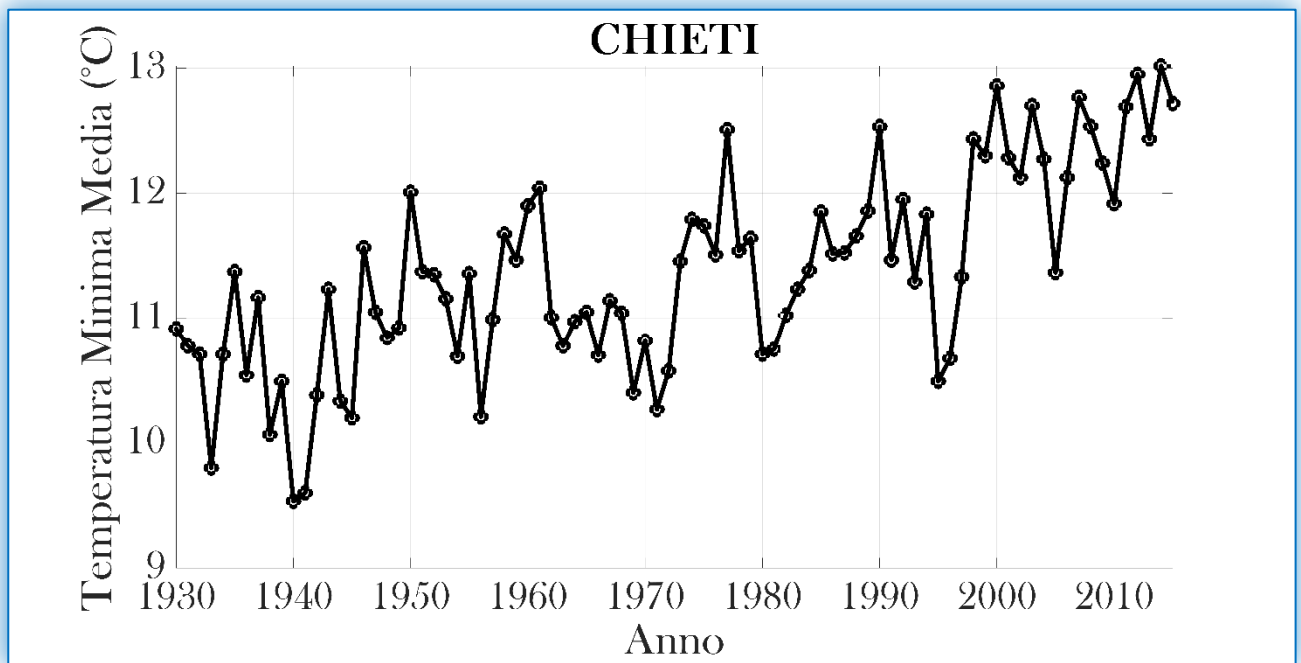


Figura 18 Stazione di Chieti. Grafico delle temperature medie mensili minime

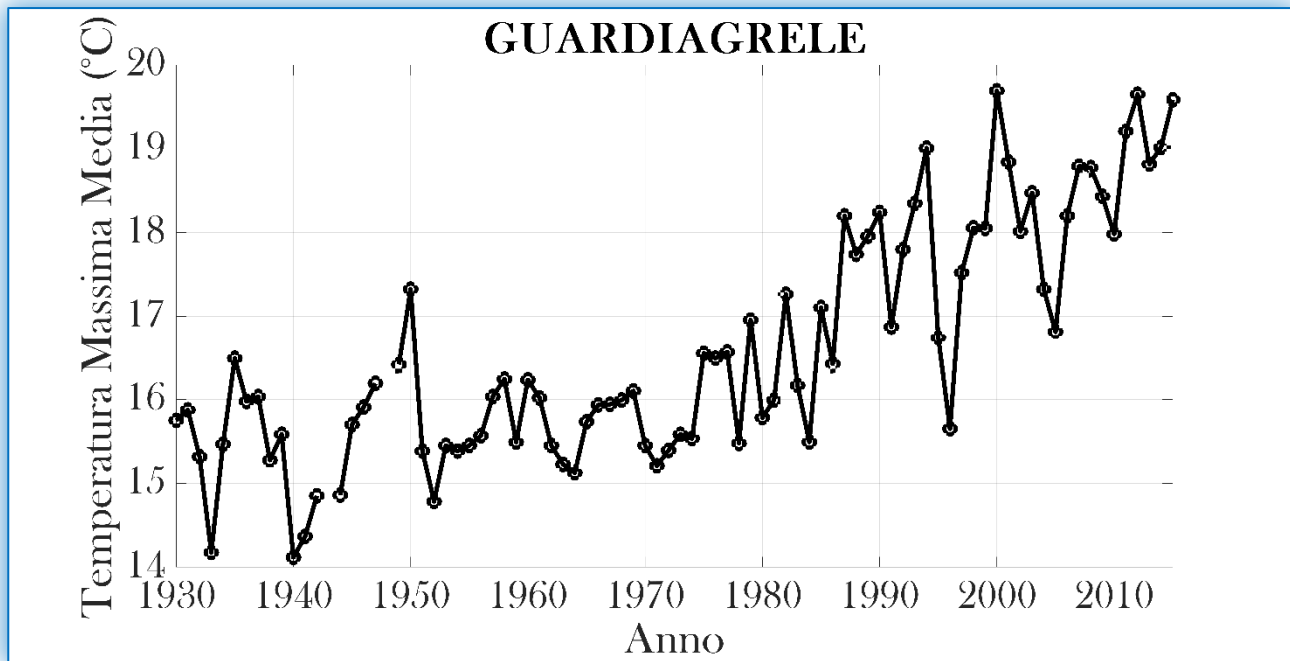


Figura 19 Stazione di Guardiagrele. Grafico delle temperature medie mensili massime

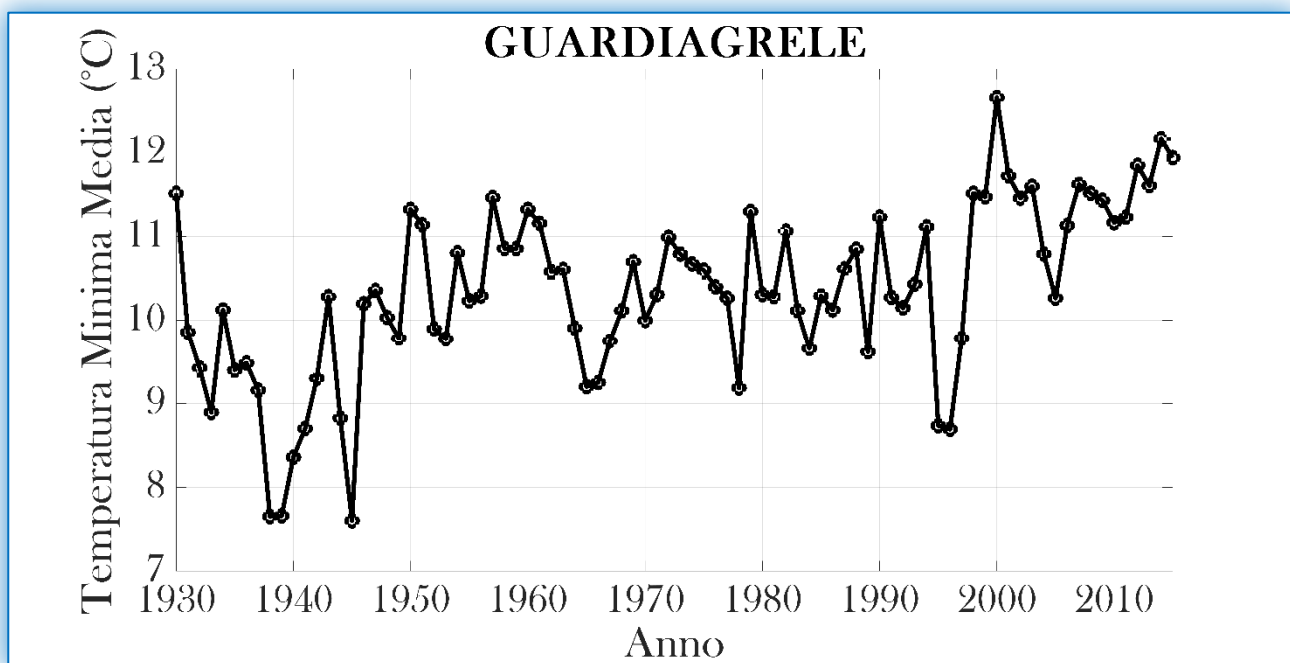


Figura 20 Stazione di Guardiagrele. Grafico delle temperature medie mensili minime

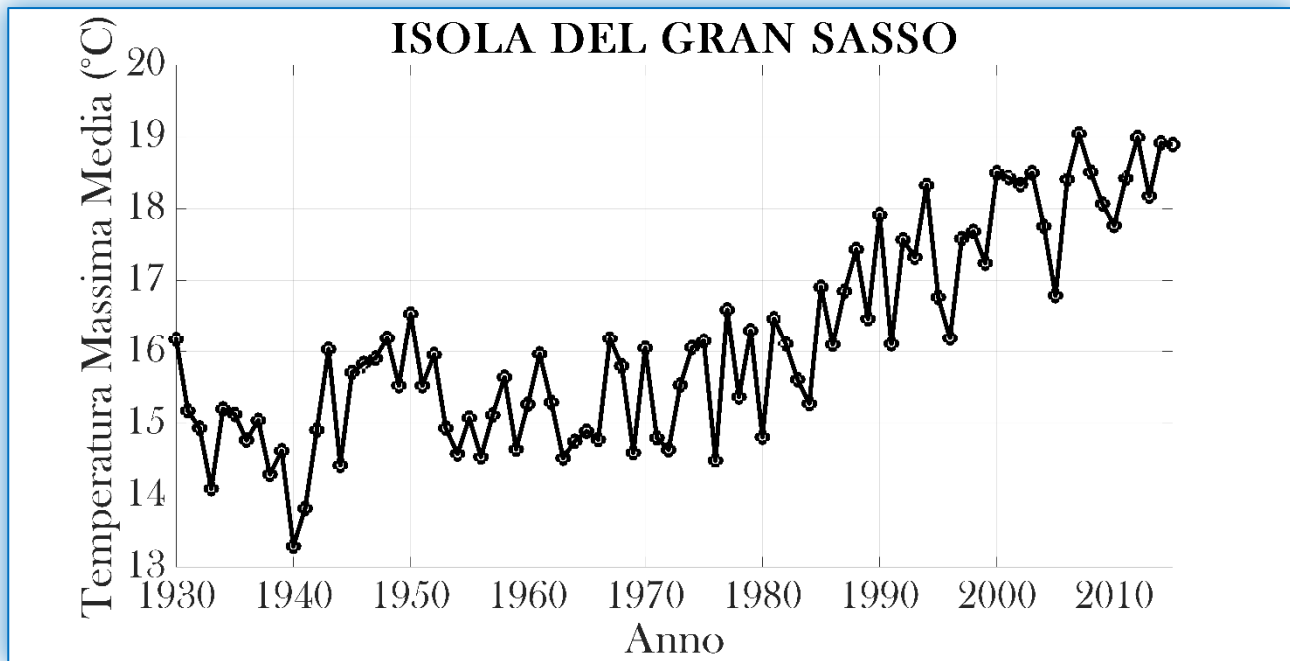


Figura 21 Stazione di Isola del Gran Sasso, Pretara. Grafico delle temperature medie mensili massime

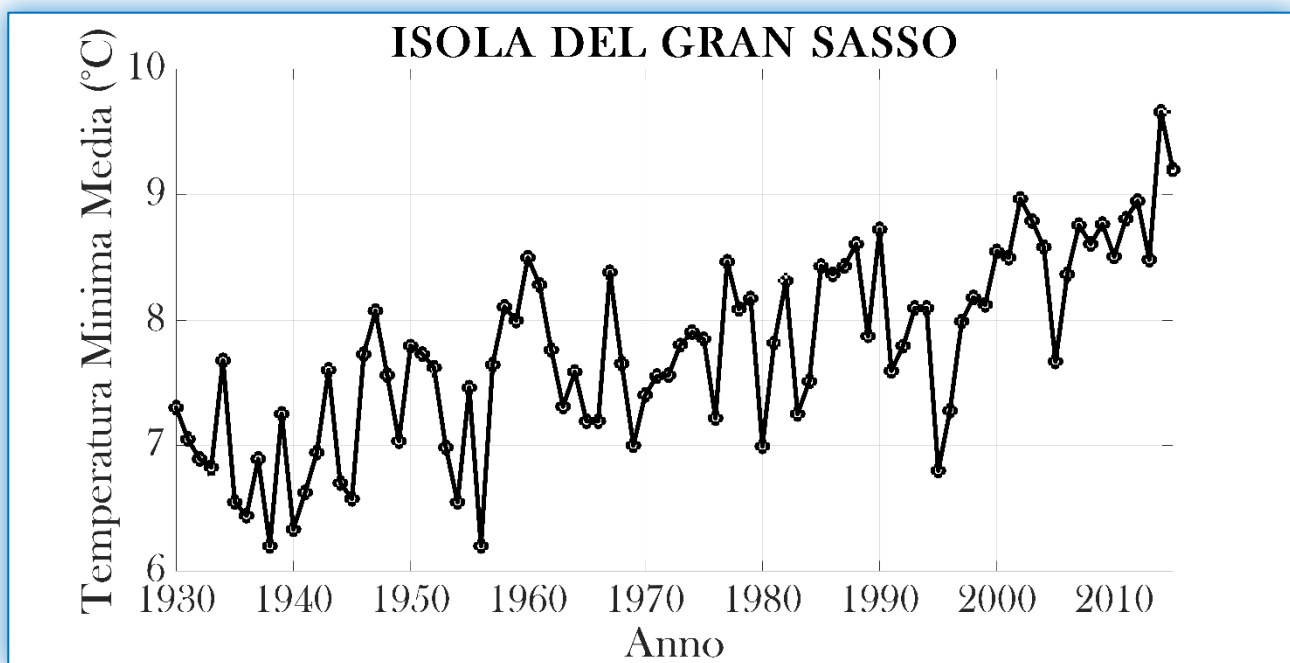


Figura 22 Stazione di Isola del Gran Sasso, Pretara. Grafico delle temperature medie mensili minime

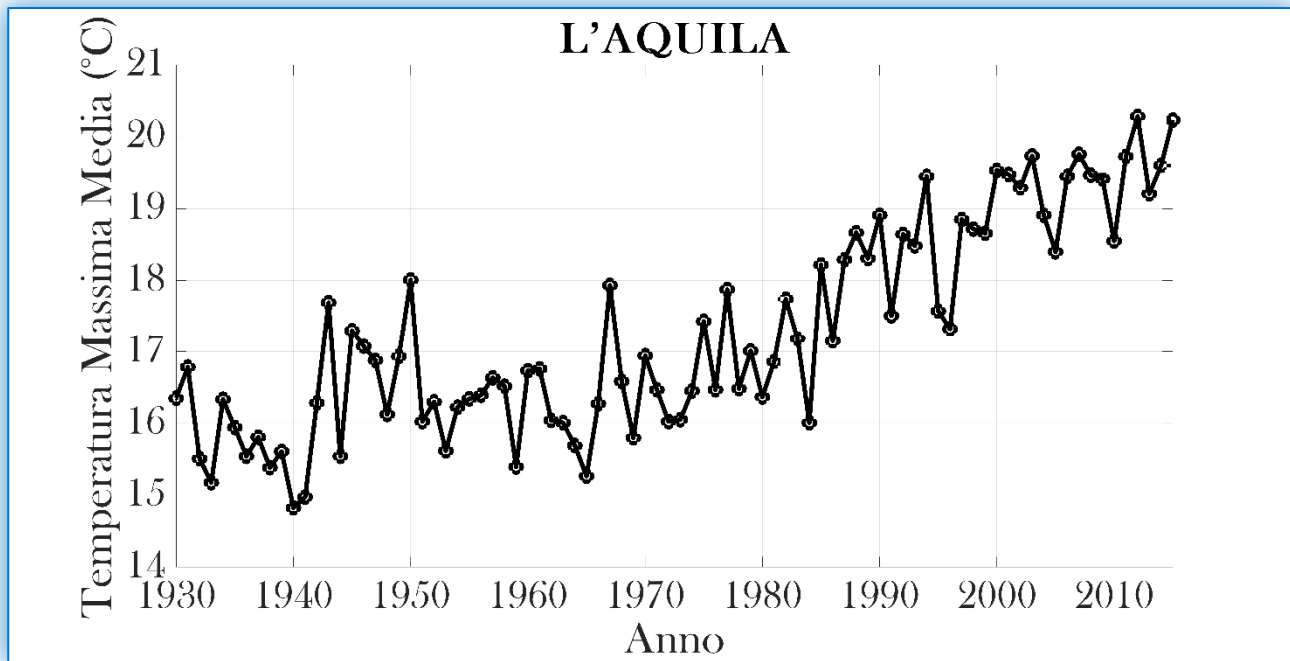


Figura 23 Stazione di L'Aquila. Grafico delle temperature medie mensili massime

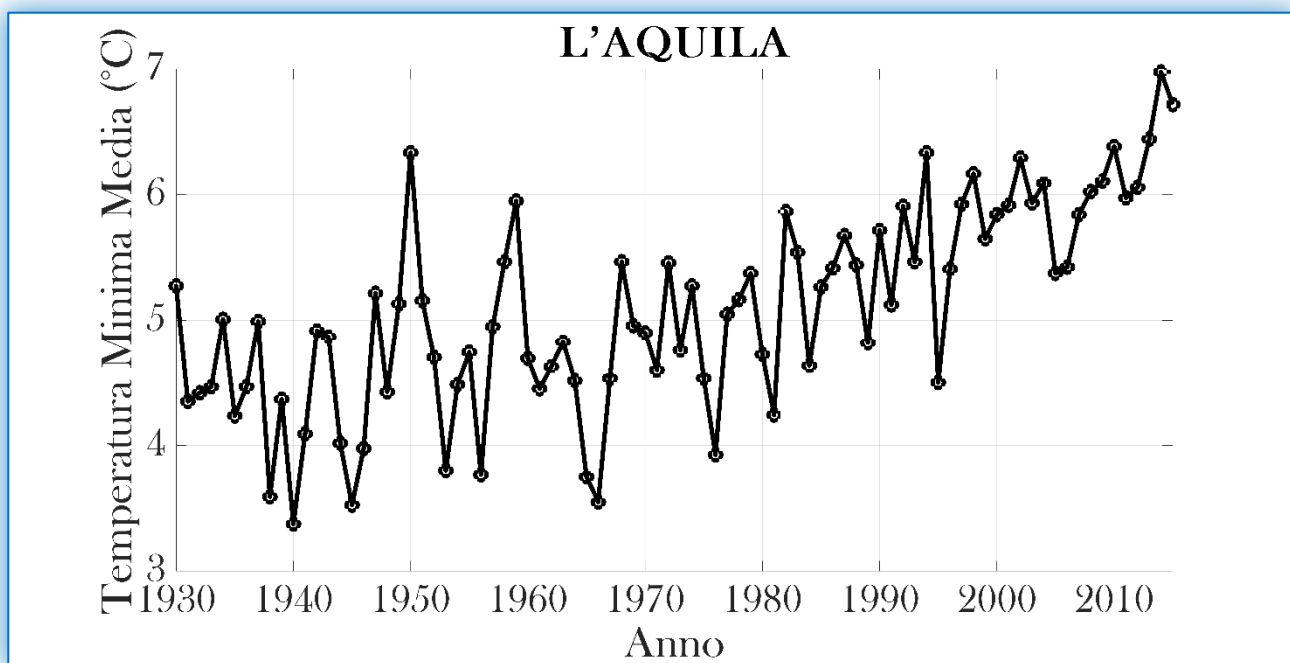


Figura 24 Stazione di L'Aquila. Grafico delle temperature medie mensili minime

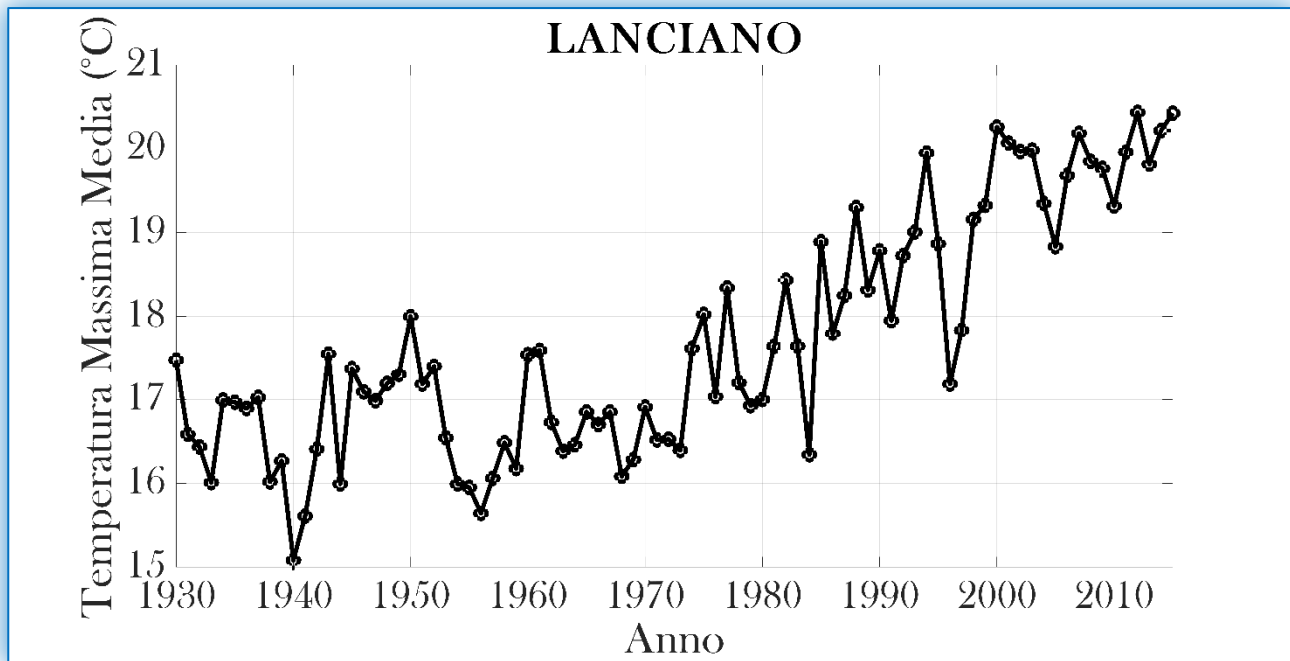


Figura 25 Stazione di Lanciano. Grafico delle temperature medie mensili massime

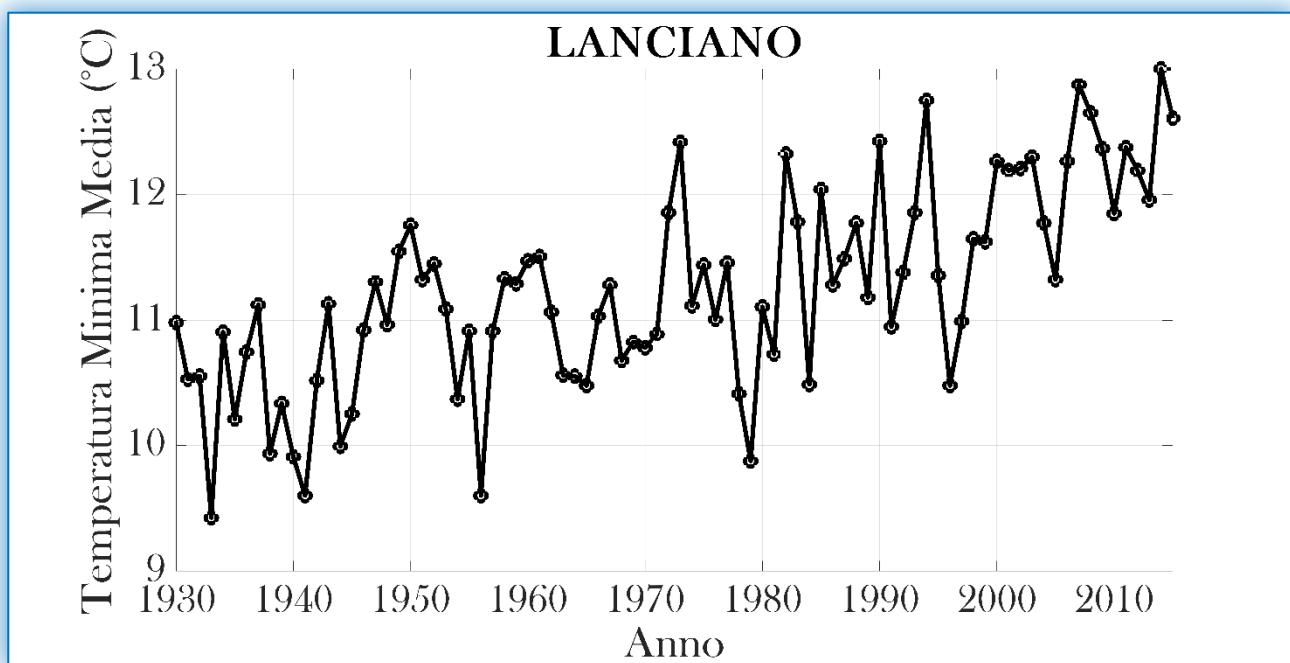


Figura 26 Stazione di Lanciano. Grafico delle temperature medie mensili minime

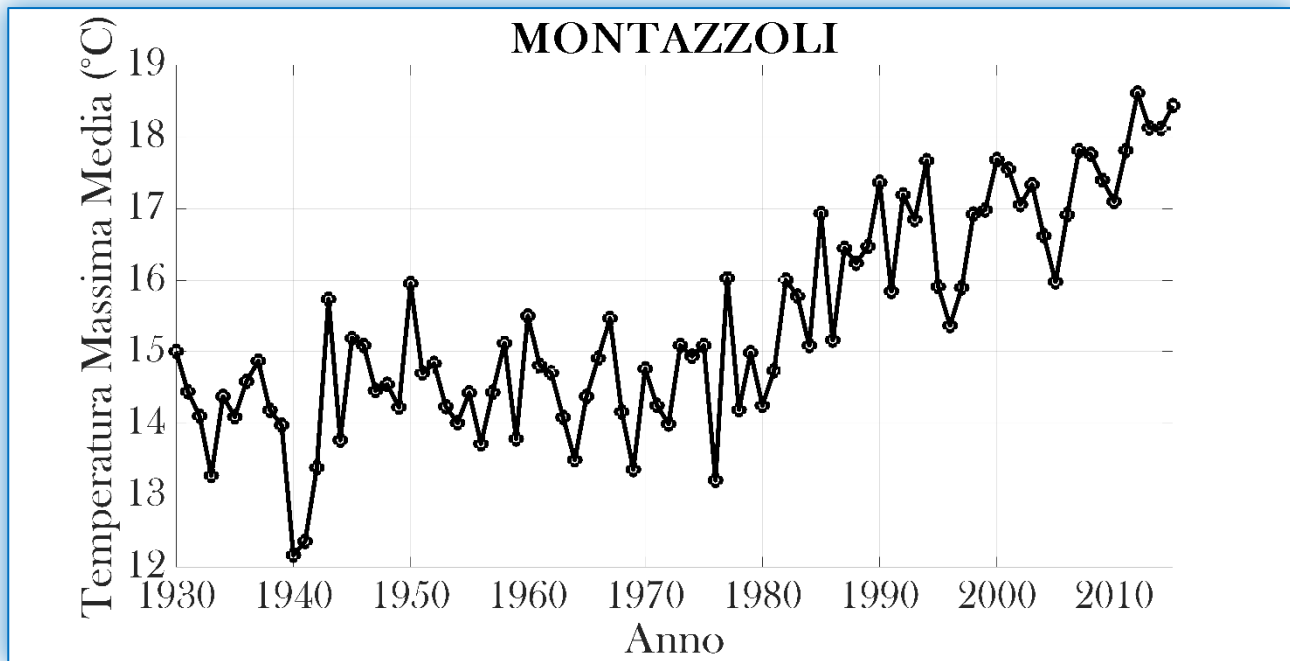


Figura 27 Stazione di Montazzoli. Grafico delle temperature medie mensili massime

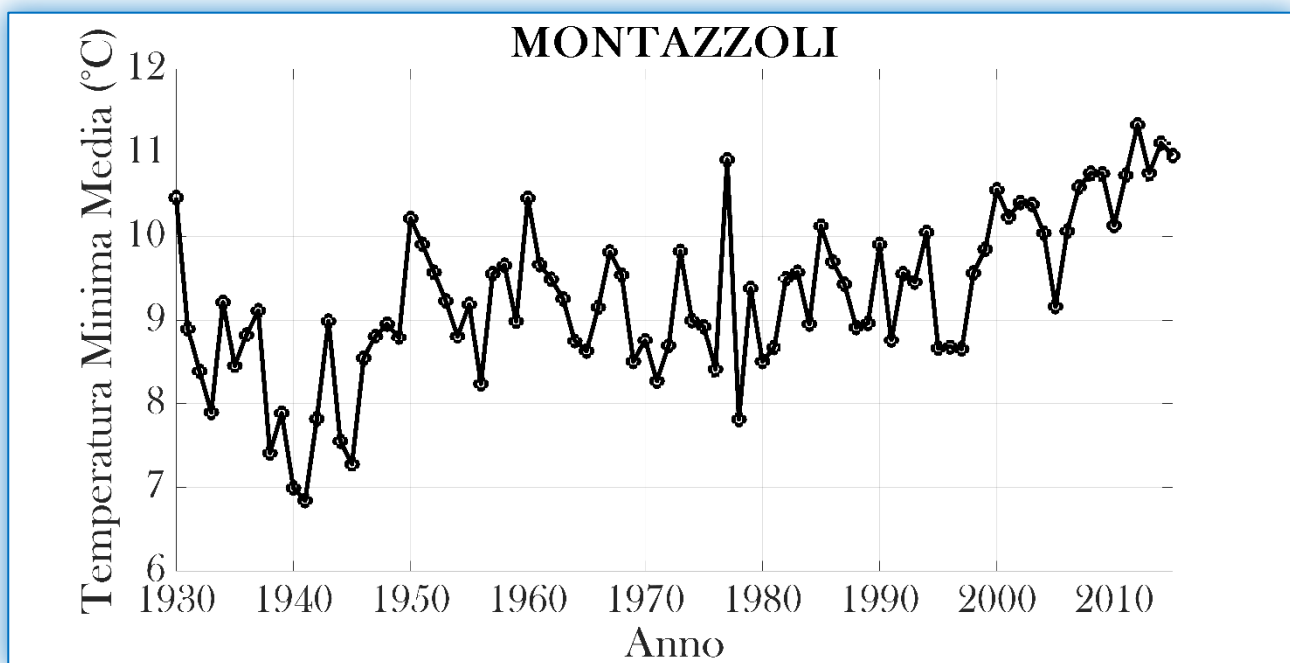


Figura 28 Stazione di Montazzoli. Grafico delle temperature medie mensili minime

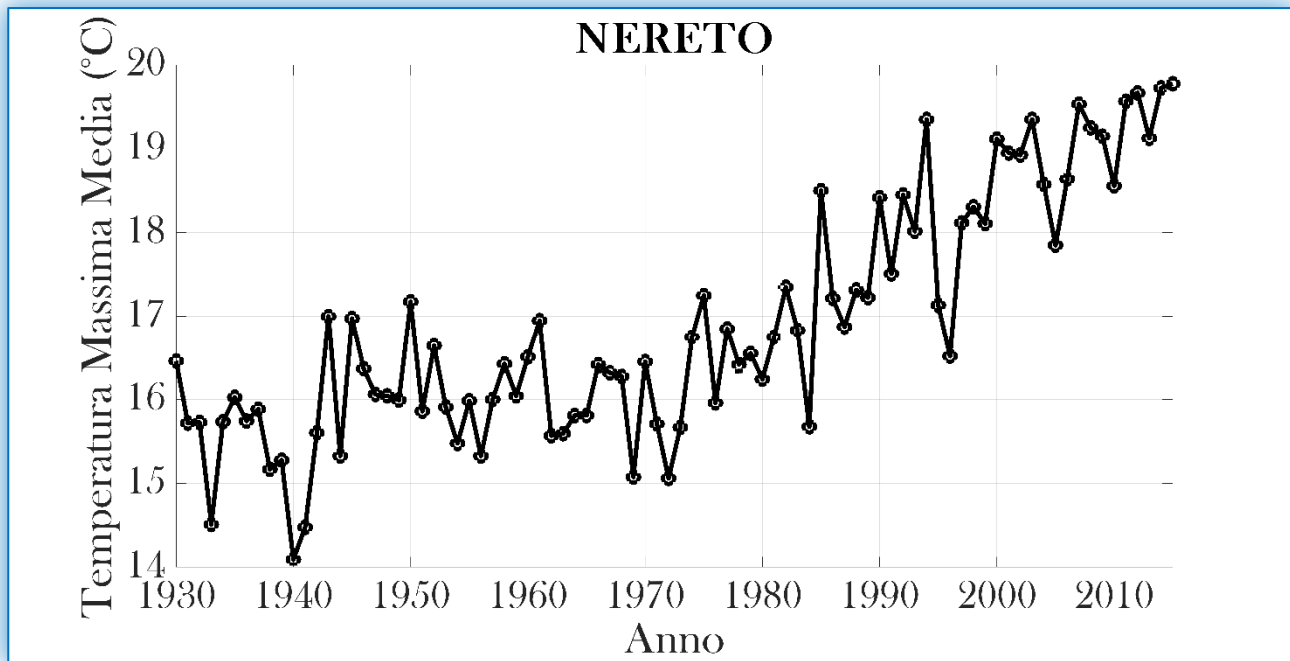


Figura 29 Stazione di Nereto. Grafico delle temperature medie mensili massime

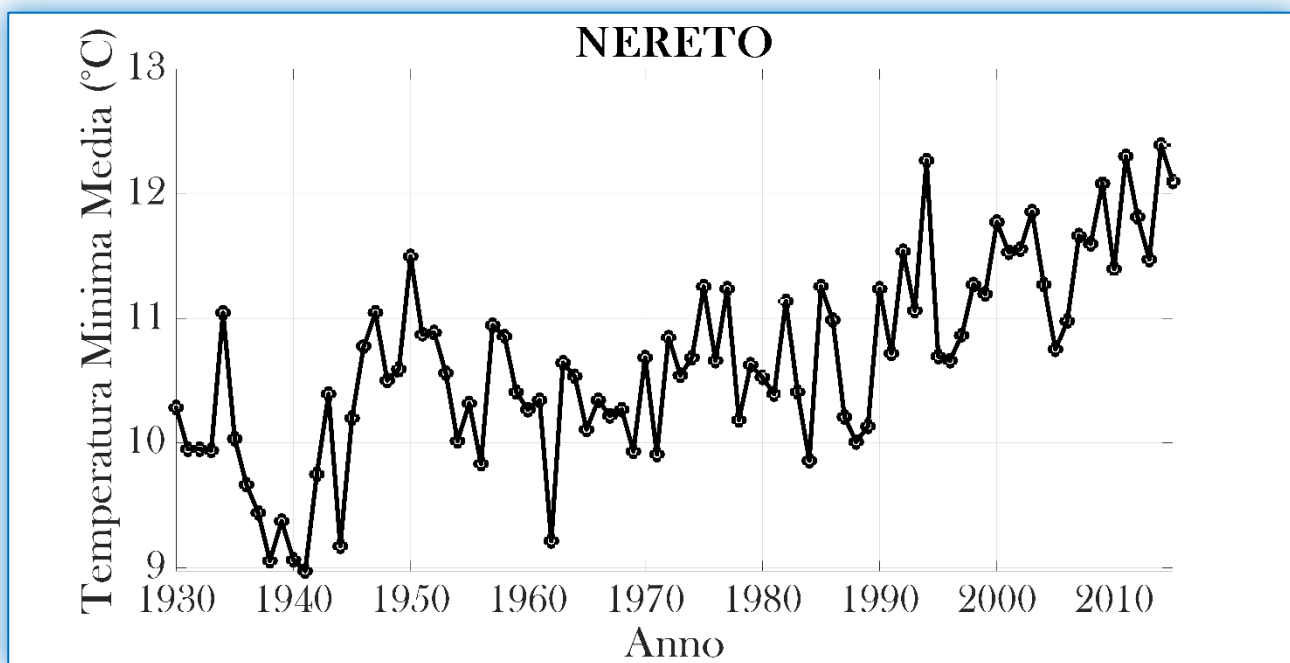


Figura 30 Stazione di Nereto. Grafico delle temperature medie mensili minime

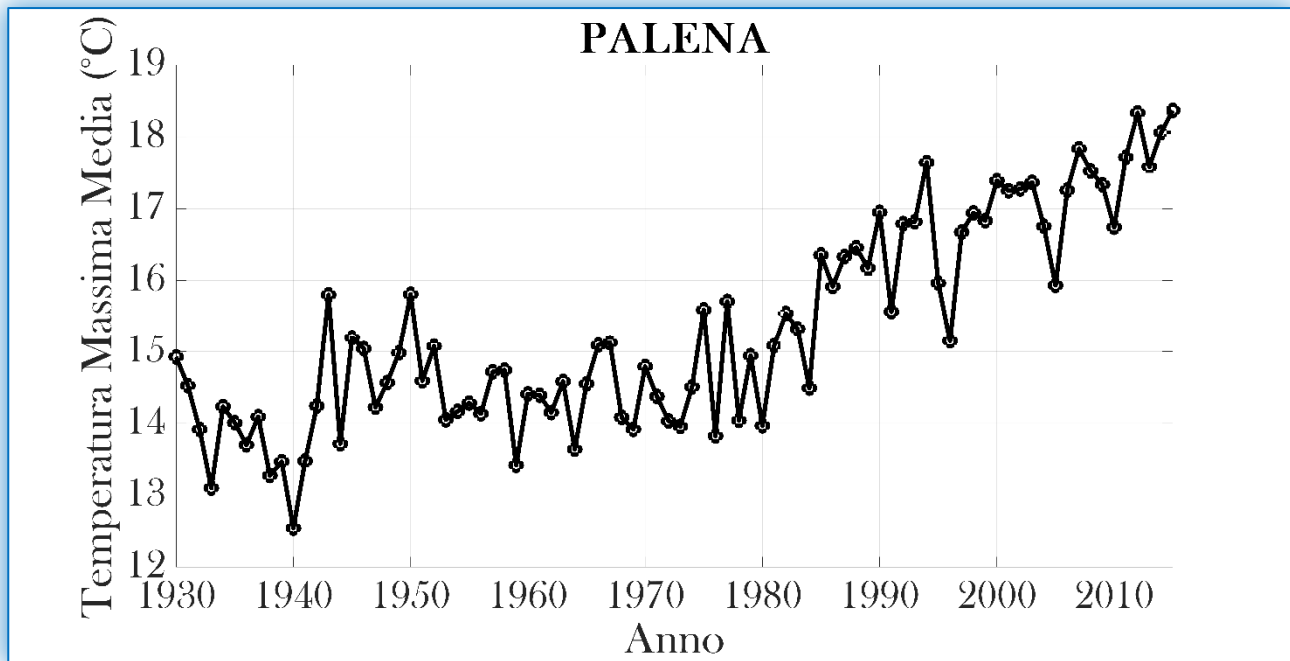


Figura 31 Stazione di Palena. Grafico delle temperature medie mensili massime

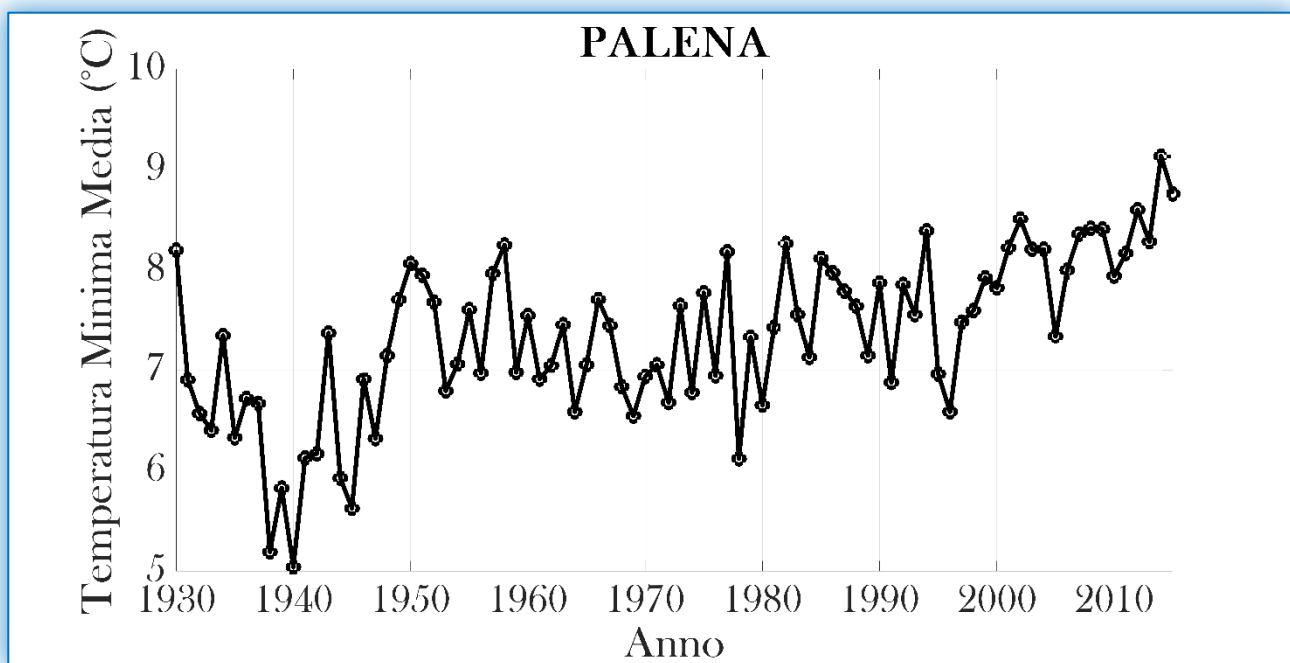


Figura 32 Stazione di Palena. Grafico delle temperature medie mensili minime

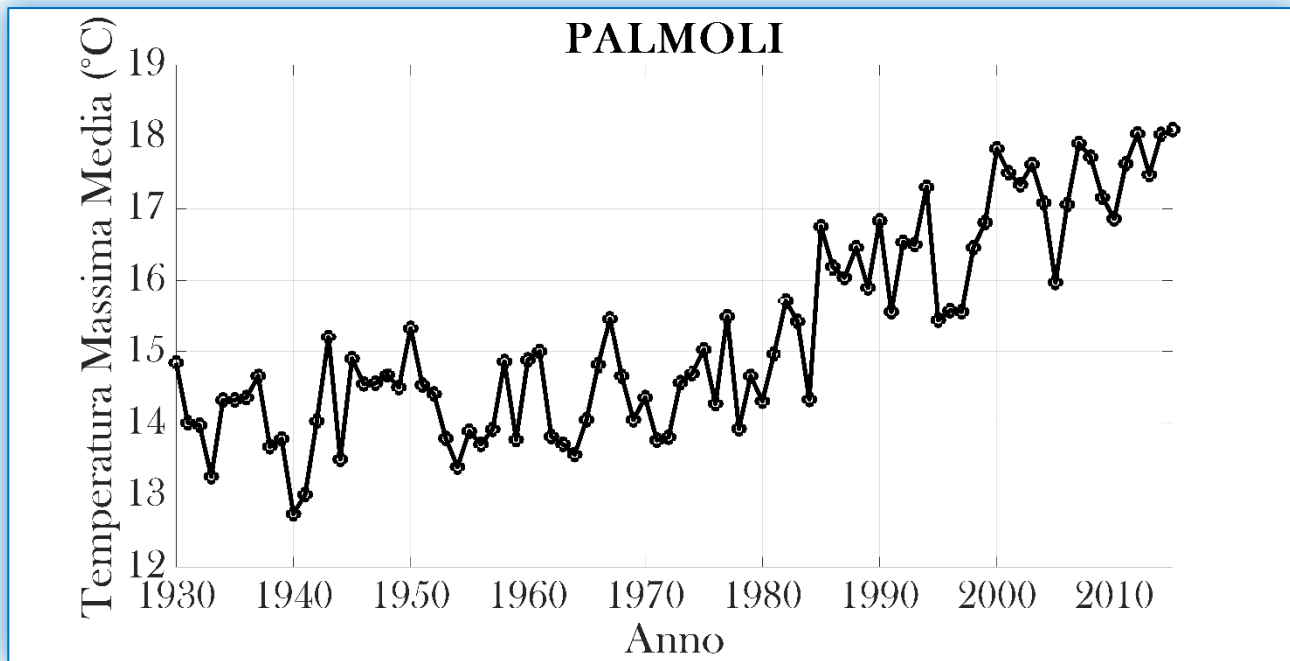


Figura 33 Stazione di Palmoli. Grafico delle temperature medie mensili massime

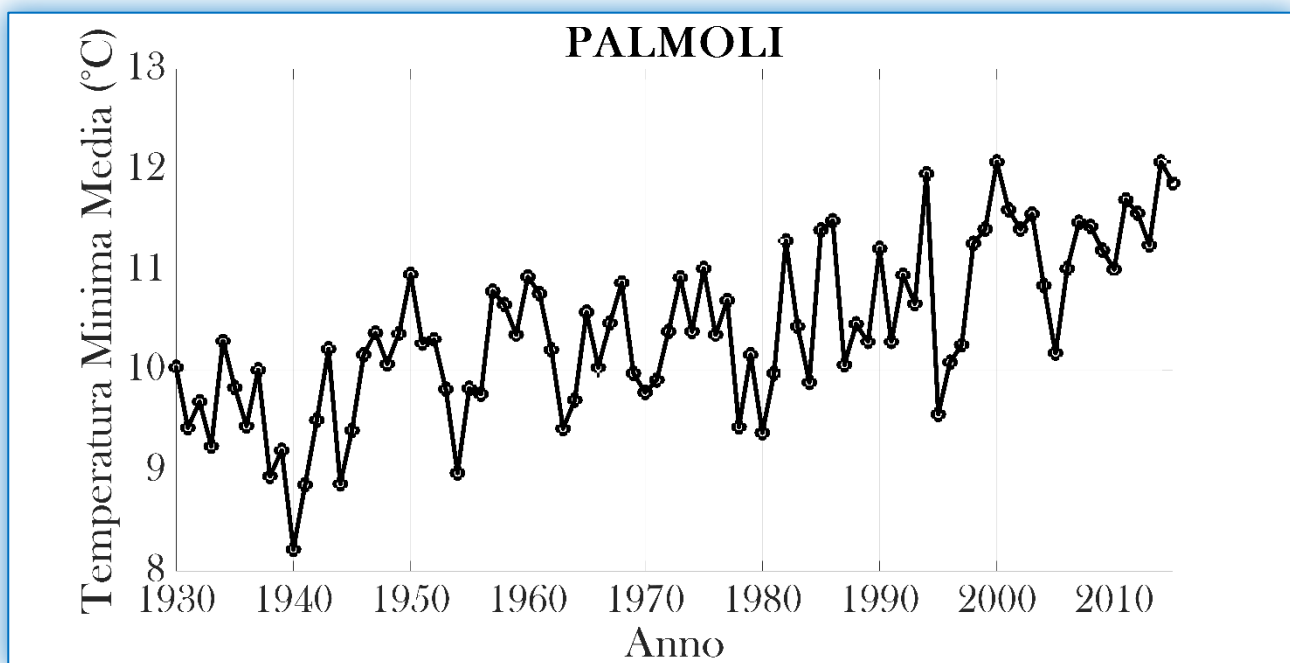


Figura 34 Stazione di Palmoli. Grafico delle temperature medie mensili minime

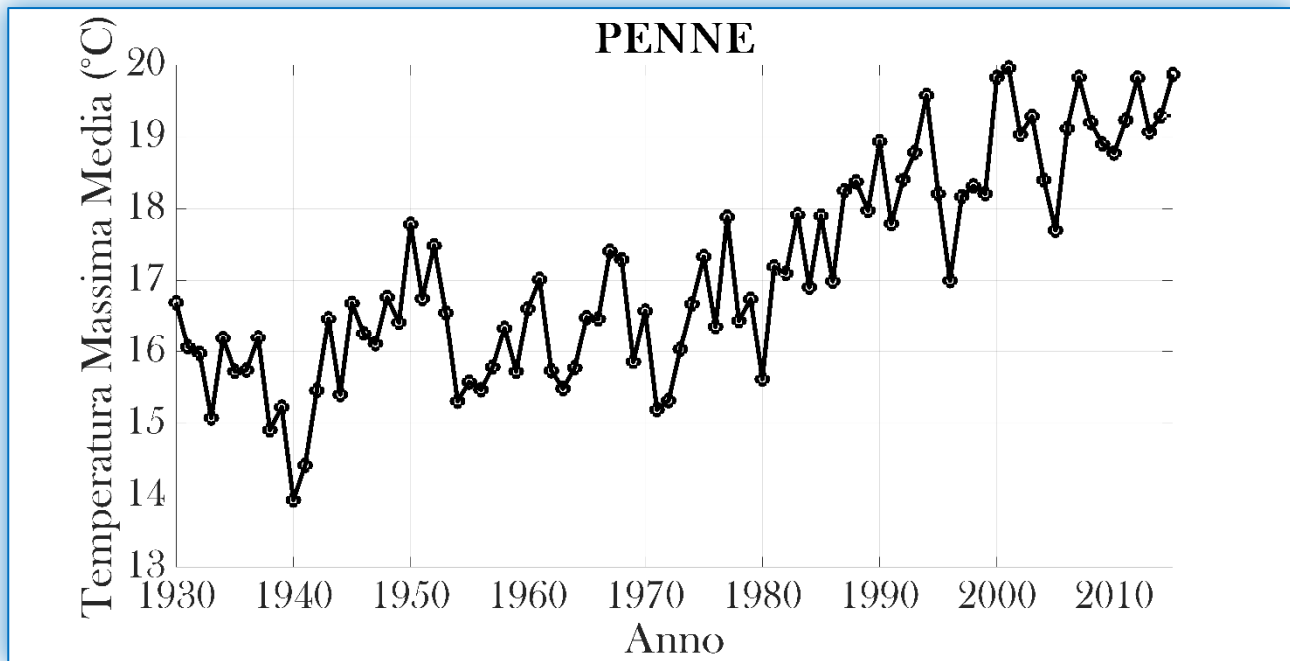


Figura 35 Stazione di Penne. Grafico delle temperature medie mensili massime

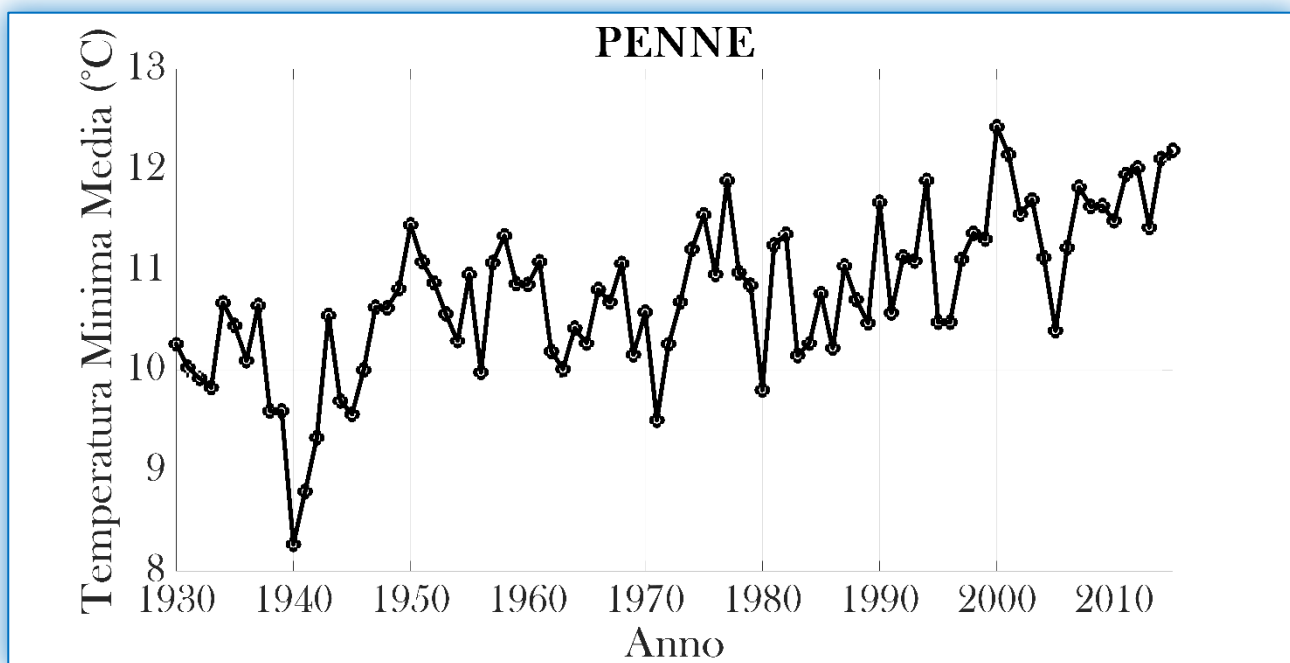


Figura 36 Stazione di Penne. Grafico delle temperature medie mensili minime

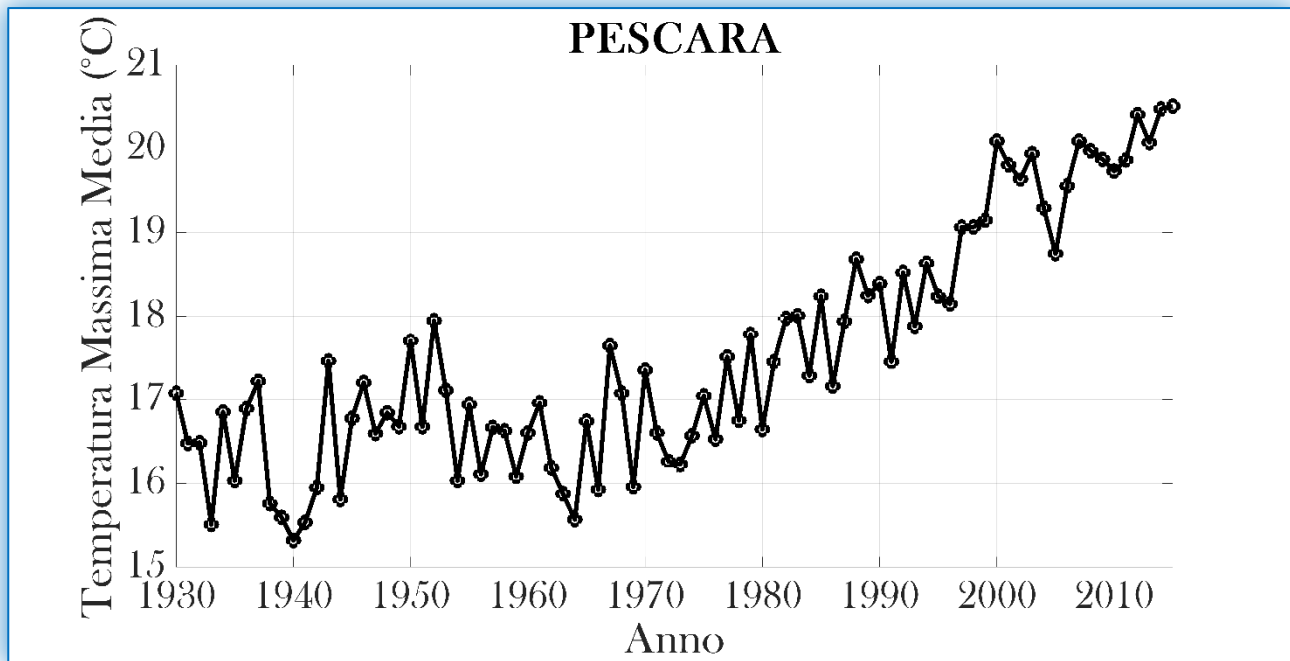


Figura 37 Stazione di Pescara. Grafico delle temperature medie mensili massime

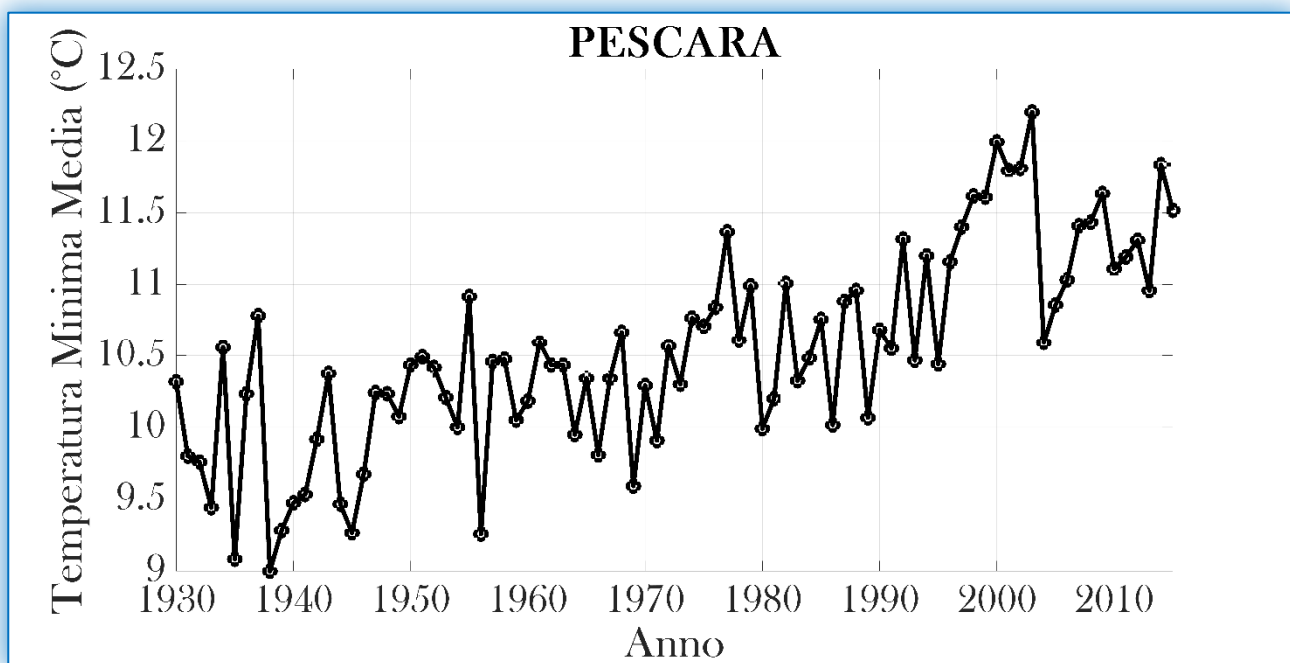


Figura 38 Stazione di Pescara. Grafico delle temperature medie mensili minime

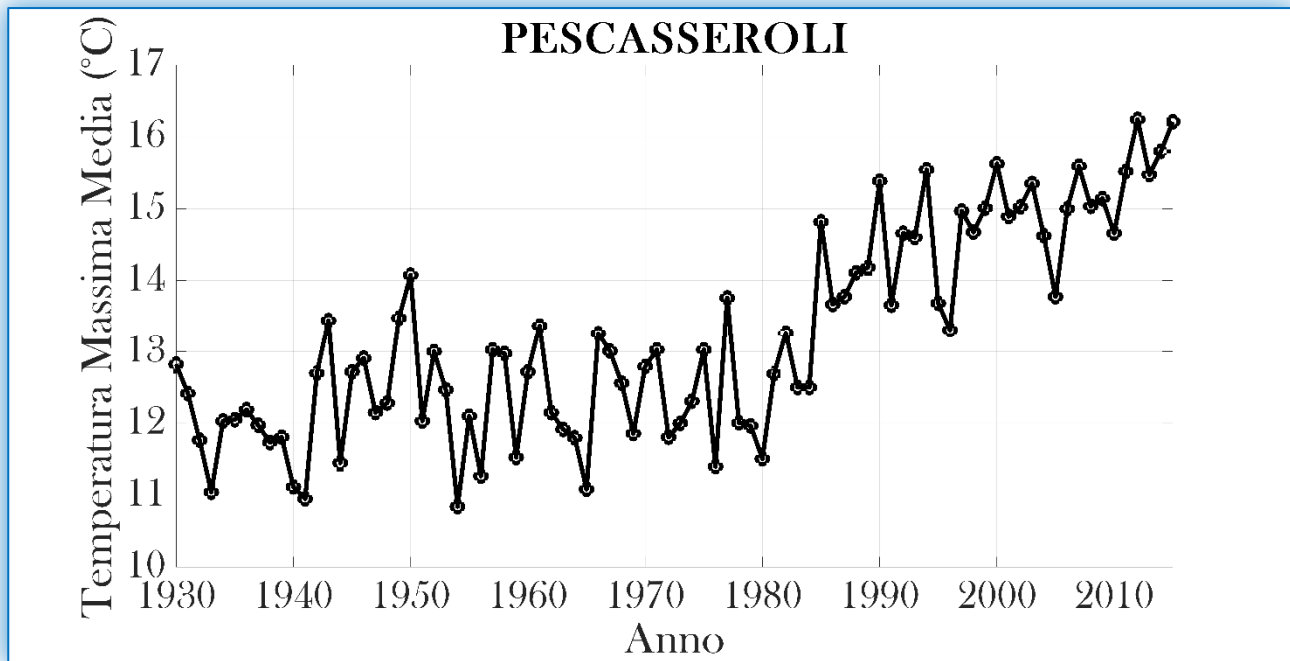


Figura 39 Stazione di Pescasseroli. Grafico delle temperature medie mensili massime

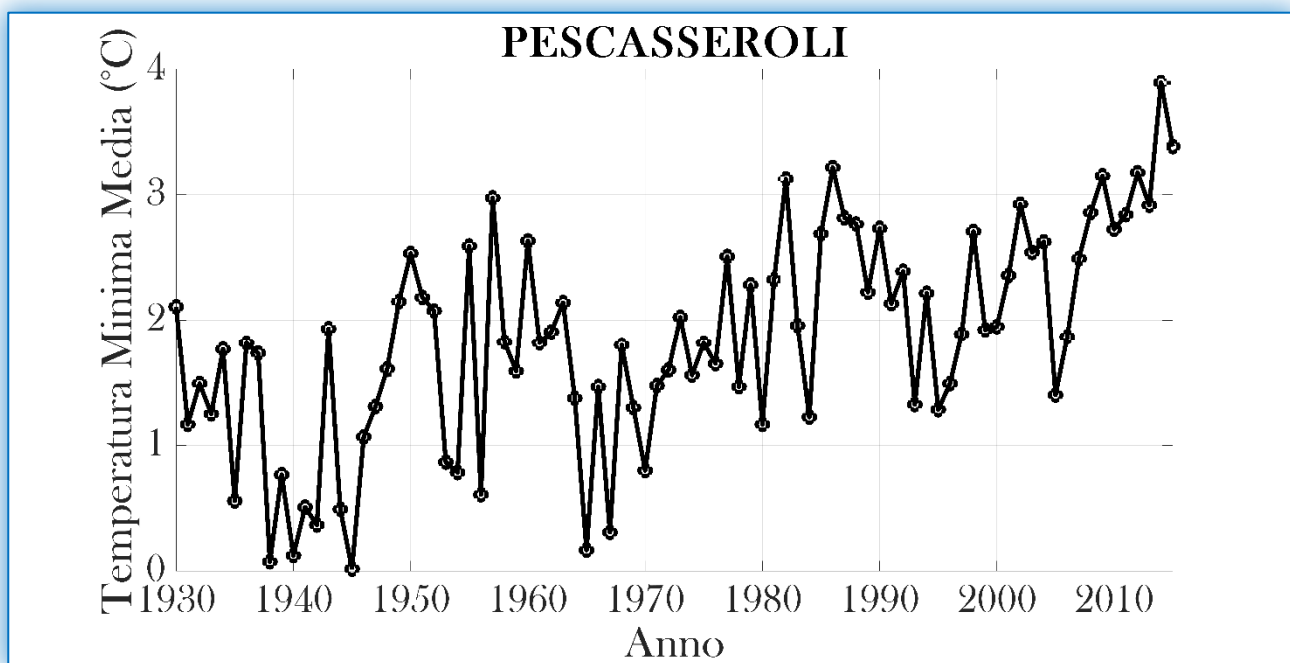


Figura 40 Stazione di Pescasseroli. Grafico delle temperature medie mensili minime

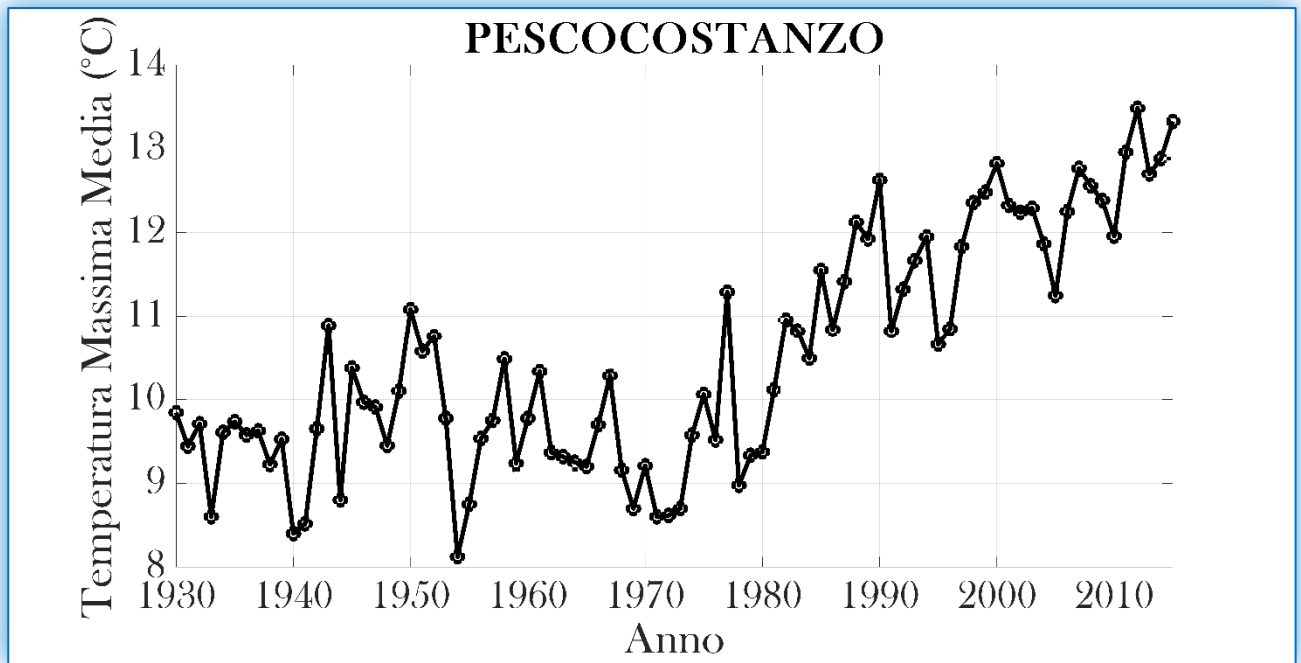


Figura 41 Stazione di Pescocostanzo. Grafico delle temperature medie mensili massime

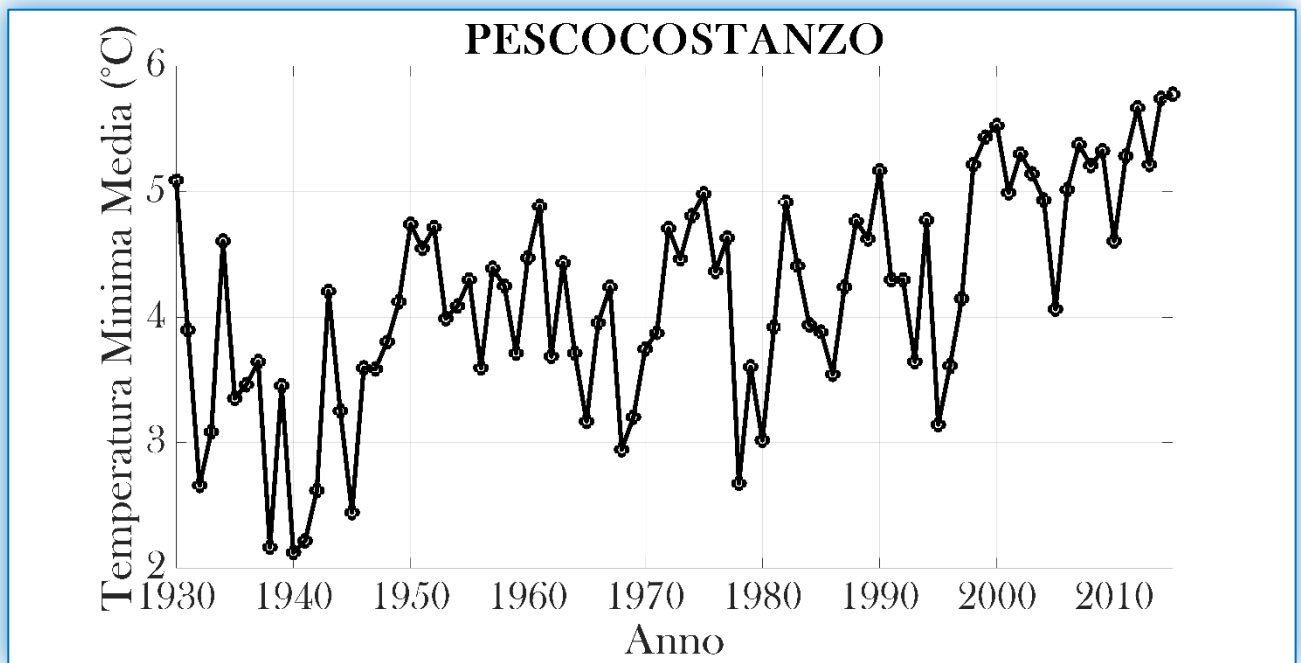


Figura 42 Stazione di Pescocostanzo. Grafico delle temperature medie mensili minime

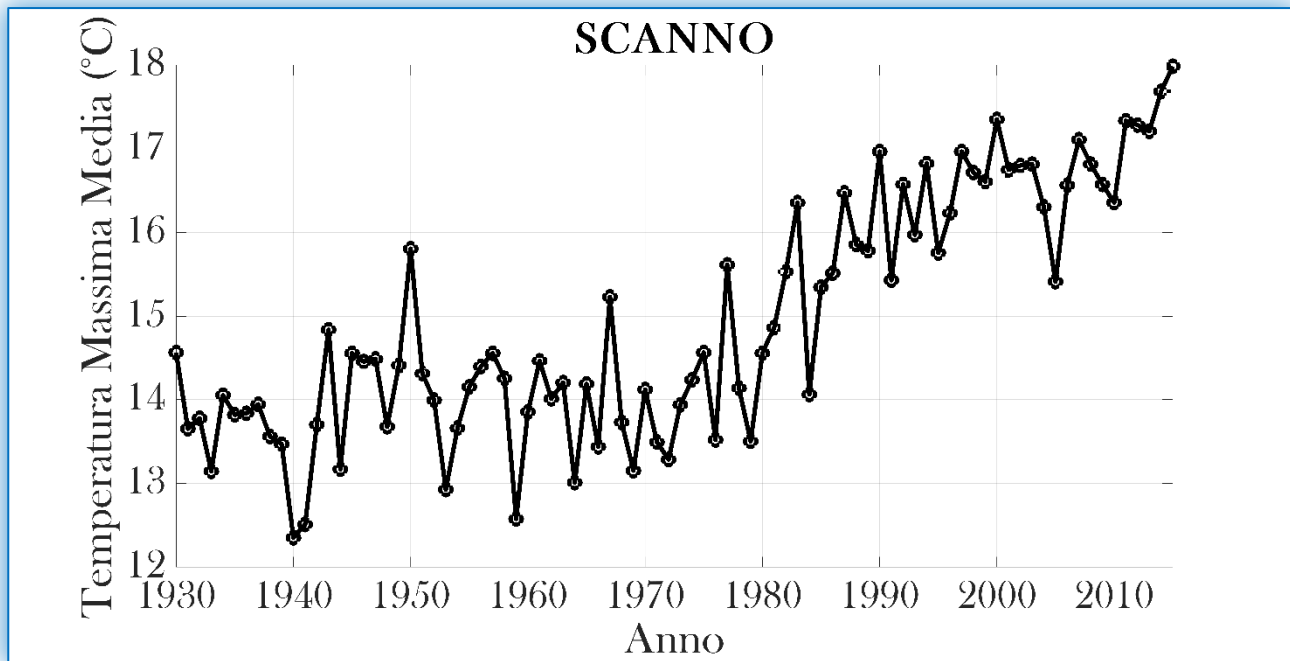


Figura 43 Stazione di Scanno. Grafico delle temperature medie mensili massime

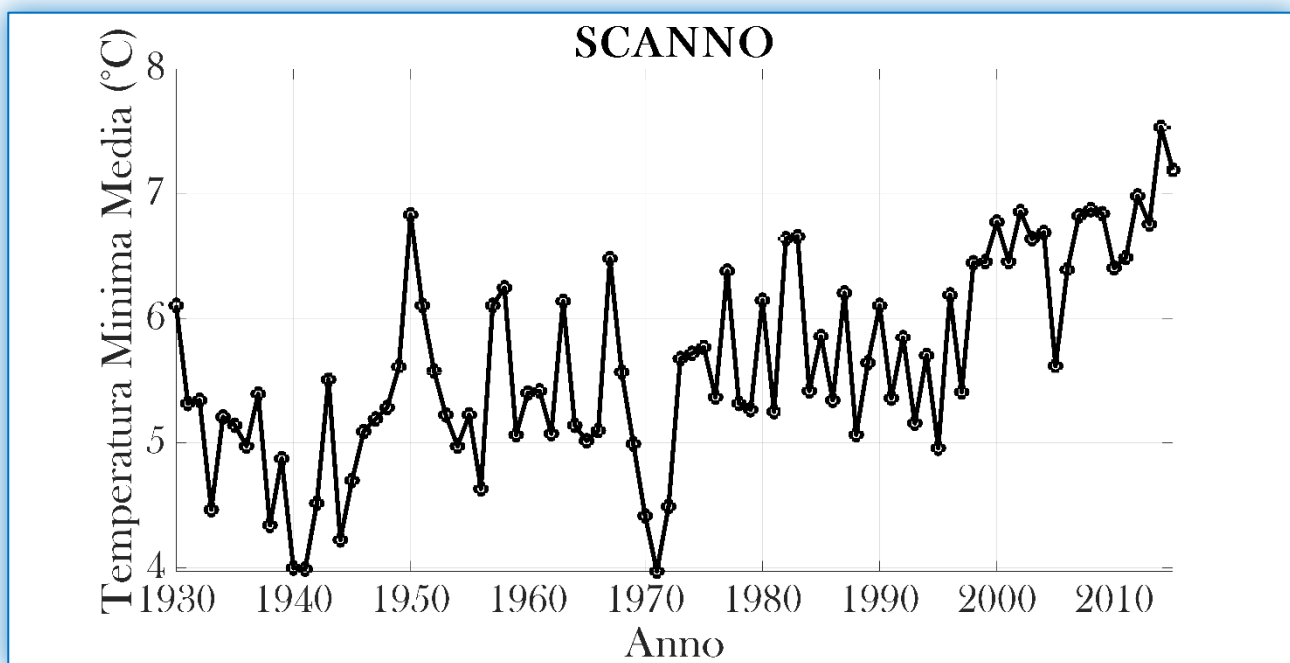


Figura 44 Stazione di Scanno. Grafico delle temperature medie mensili minime

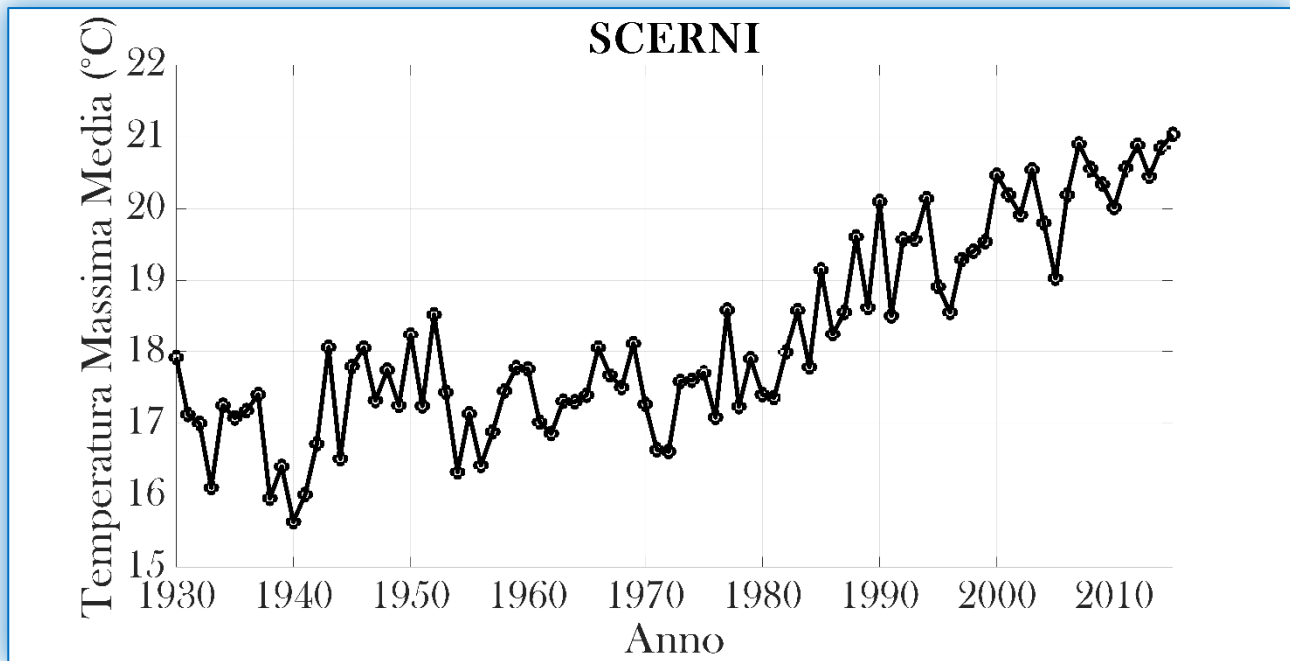


Figura 45 Stazione di Scerni. Grafico delle temperature medie mensili massime

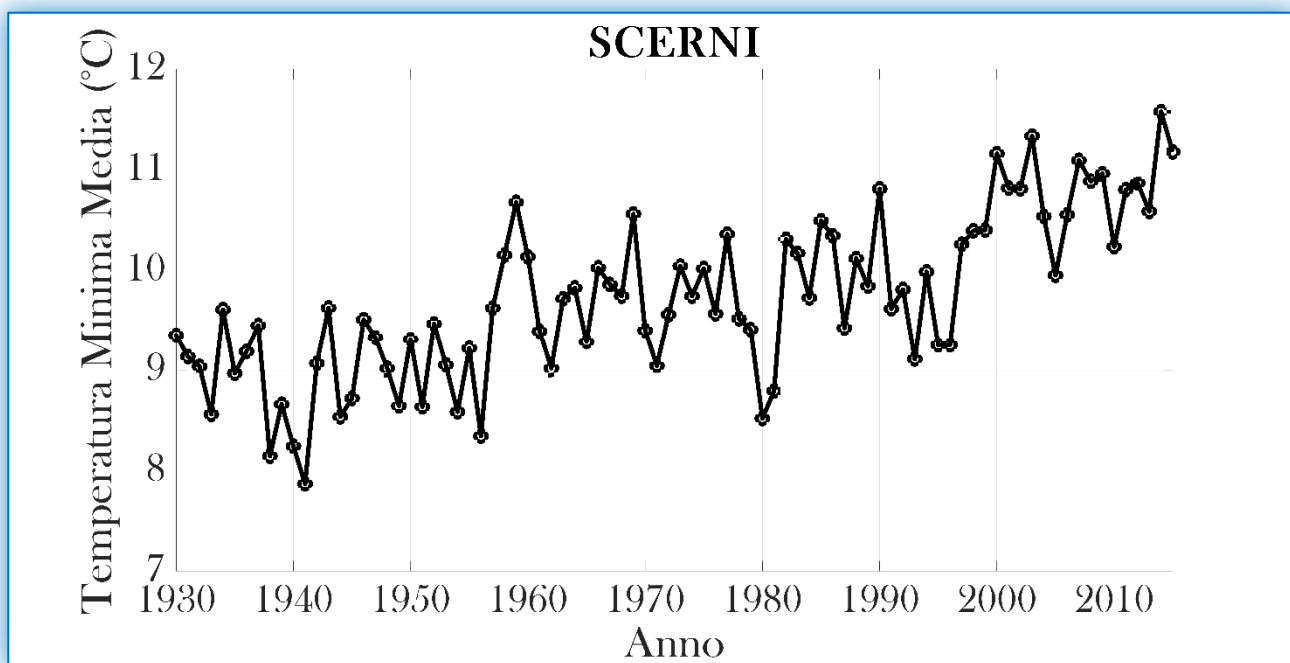


Figura 46 Stazione di Scerni. Grafico delle temperature medie mensili minime

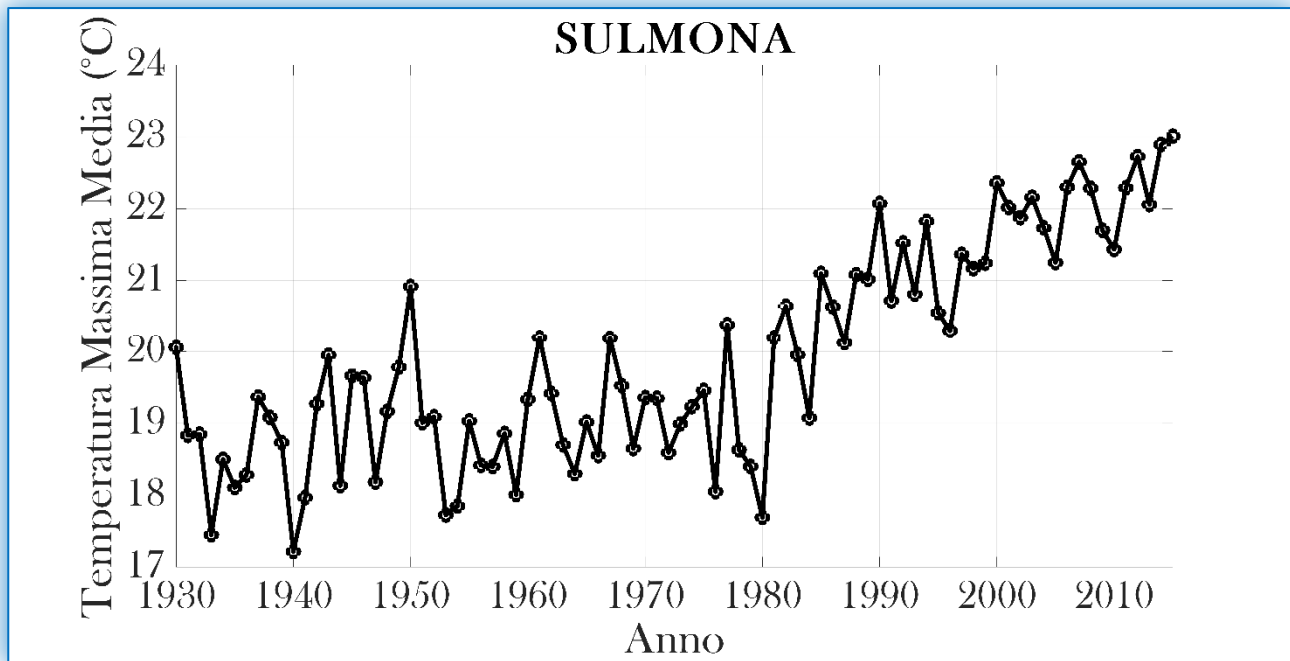


Figura 47 Stazione di Sulmona. Grafico delle temperature medie mensili massime

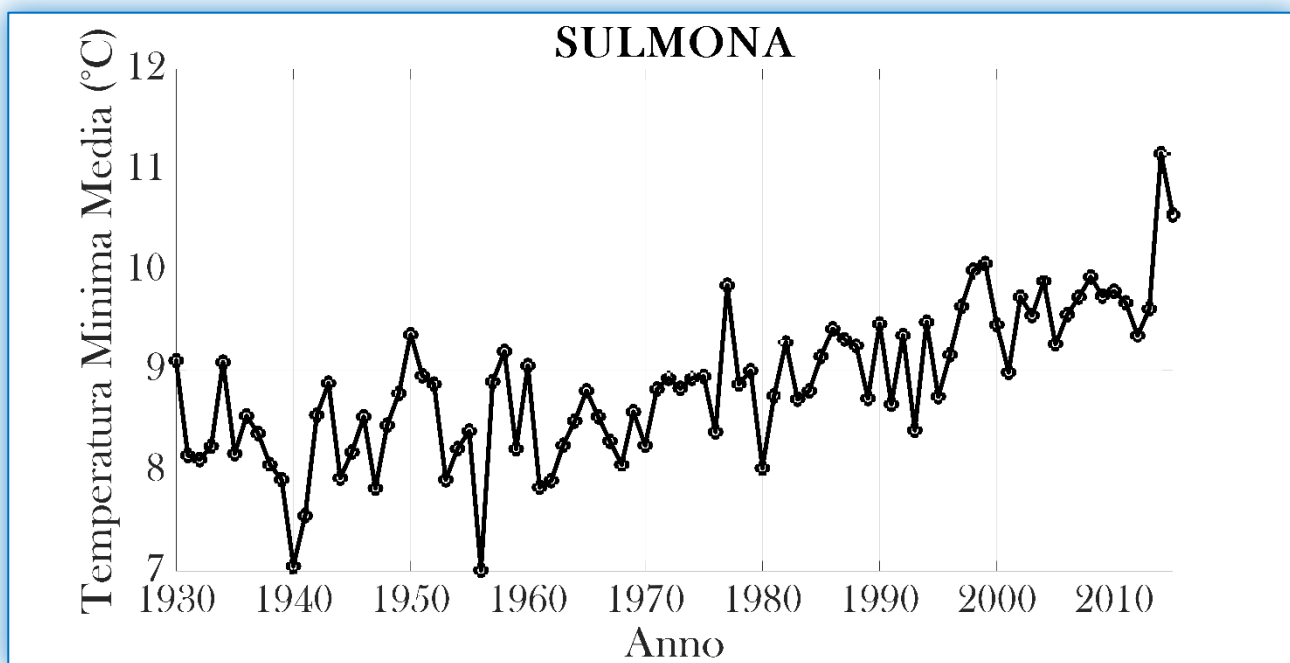


Figura 48 Stazione di Sulmona. Grafico delle temperature medie mensili minime

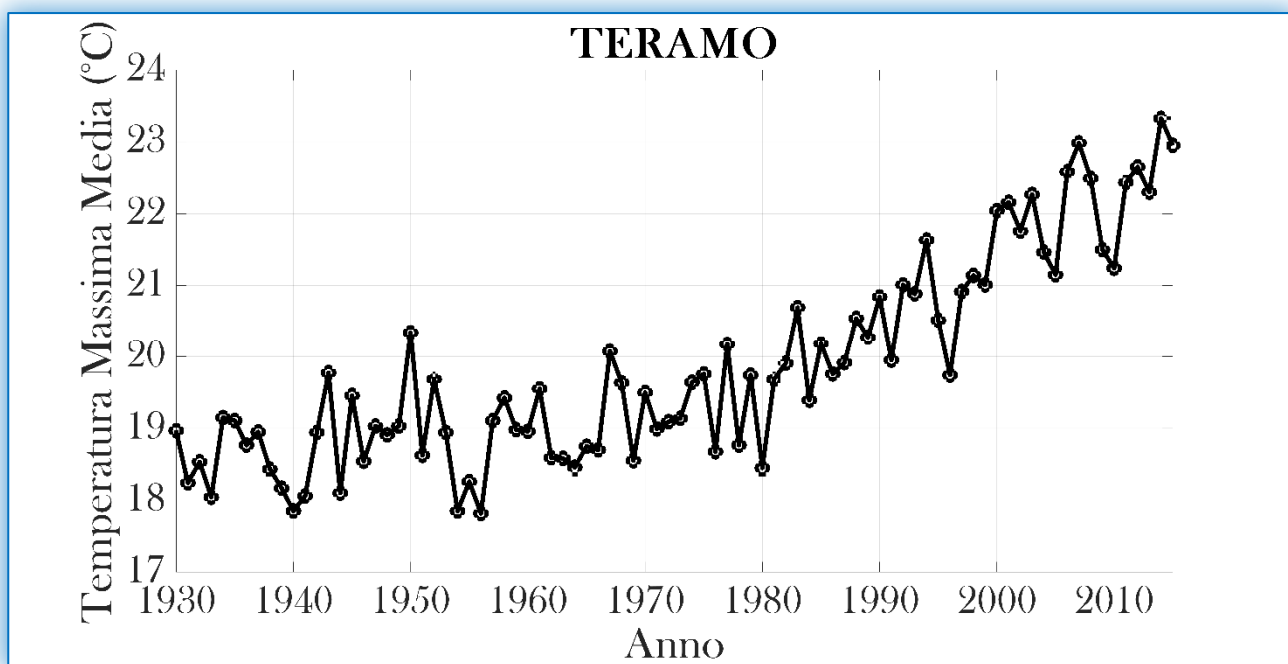


Figura 49 Stazione di Teramo. Grafico delle temperature medie mensili massime

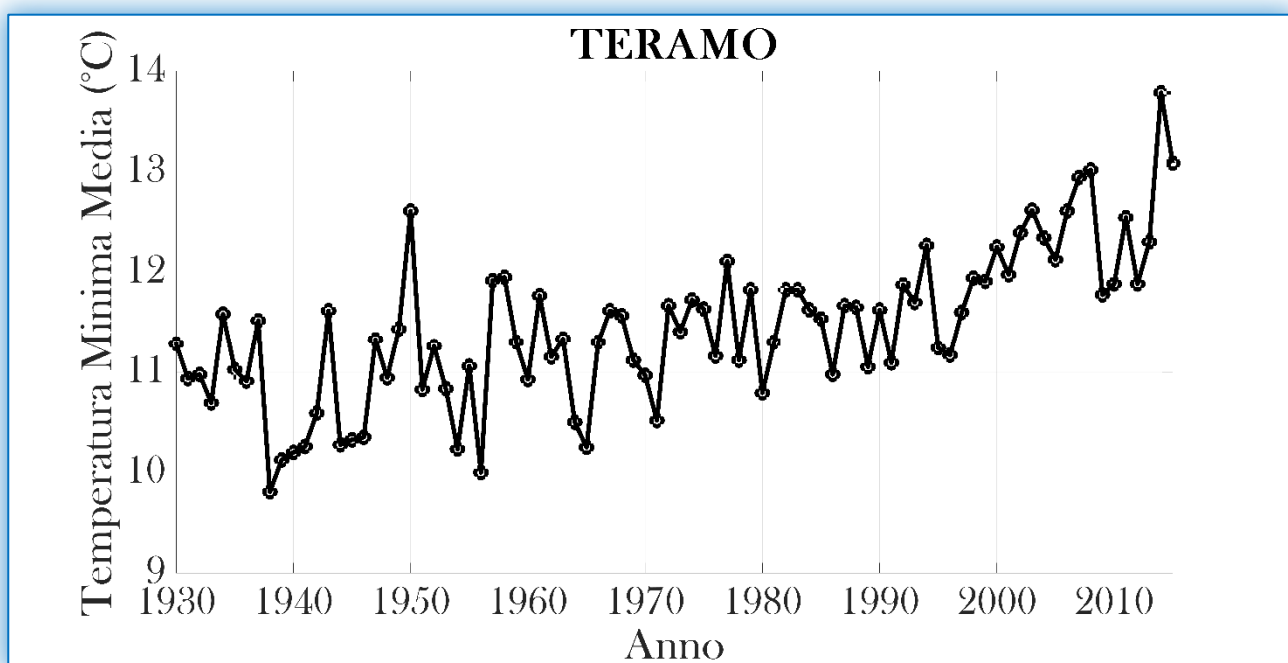


Figura 50 Stazione di Teramo. Grafico delle temperature medie mensili minime

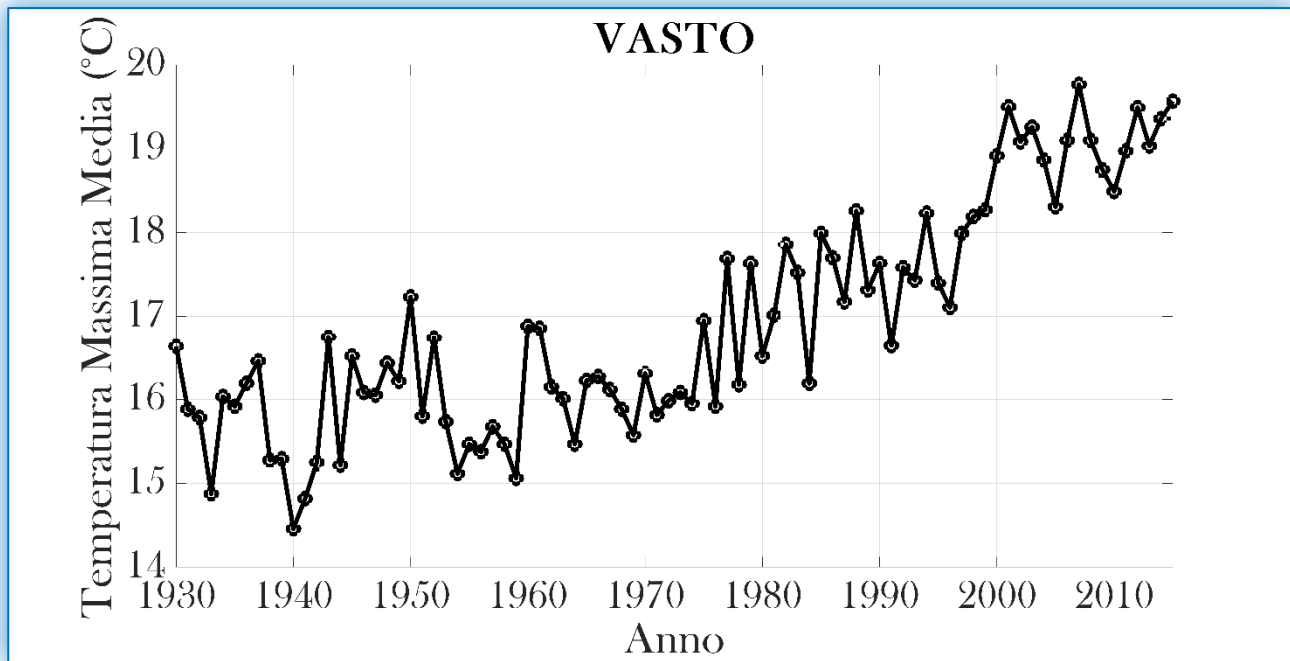


Figura 51 Stazione di Vasto. Grafico delle temperature medie mensili massime

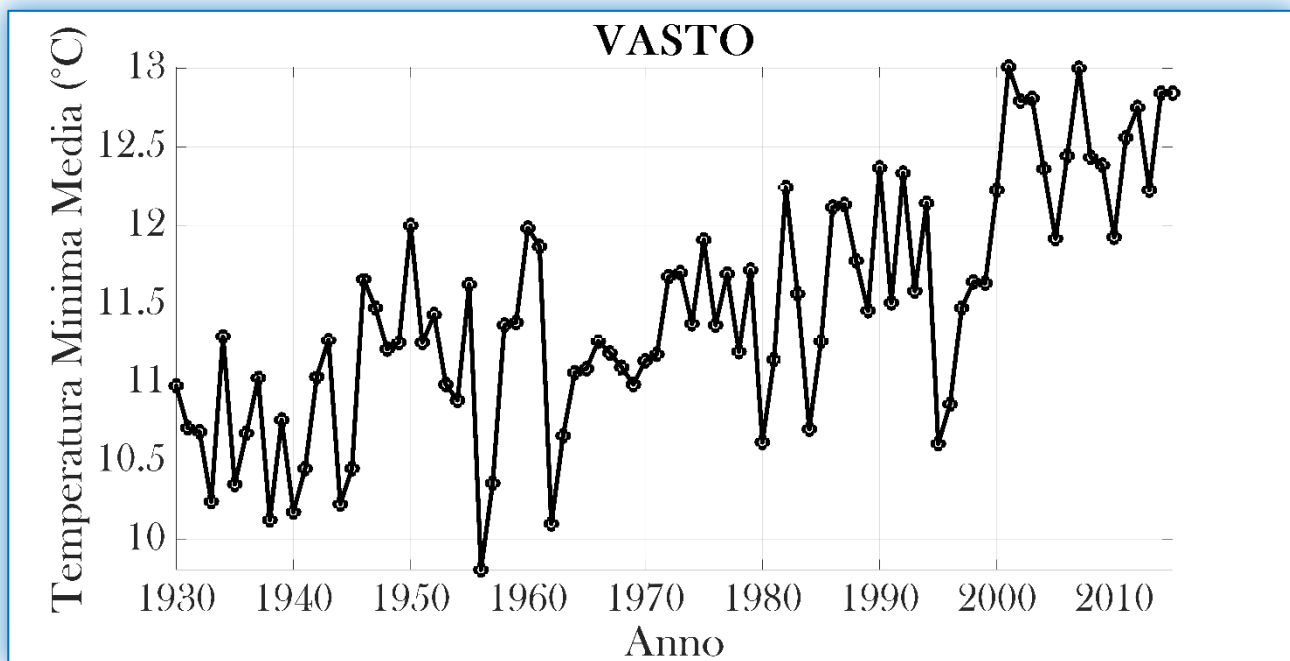


Figura 52 Stazione di Vasto. Grafico delle temperature medie mensili minime

4. Conclusioni

I dati di temperatura mensile massima e minima registrati tra il 1930 e il 2015 in 22 stazioni dall'attuale Ufficio Idrografico e Mareografico della Regione Abruzzo sono stati analizzati al fine, dapprima, di verificarne la qualità e, quindi, di omogeneizzarne le relative serie storiche attraverso il software HOMER.

Tale procedura ha consentito di creare un database di dati climatici che colma la carenza di dati meteorologici storici omogeneizzati nel Centro Italia, in una regione che si estende da aree costiere fino a quelle di alta montagna. Questi dati, oltre ad avere importanza e rilevanza fondamentale per gli studi di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici regionali e locali, sono importanti per analisi, studi ed applicazioni in diversi settori. Esse, infatti, possono essere incluse nel calcolo delle medie e delle statistiche climatiche nazionali, europee e globali; fino ad ora, infatti, un'area complessa per orografia e clima come l'Abruzzo (si pensi, ad esempio, alla presenza sul suo territorio del Calderone, il ghiacciaio più meridionale d'Europa) negli studi climatici italiani ed europei è stata rappresentata da un paio di stazione di misura, quelle della città di L'Aquila o di Pescara, che ovviamente non possono essere considerate totalmente e adeguatamente rappresentative della situazione climatica media della regione Abruzzo.

Inoltre, i dati omogeneizzati sono fondamentali per tutti gli altri studi riguardanti, ad esempio, l'assetto idrogeologico, la flora, la fauna, la pianificazione territoriale, il turismo. Un esempio di applicazione ed utilizzo di questi dati può essere trovato in un recente studio sull'effetto dei cambiamenti climatici sull'anticipo dell'inizio della vendemmia nella regione Abruzzo, in cui si è evidenziato che le temperature misurate localmente sono maggiormente correlate con la data di inizio della vendemmia negli ultimi decenni rispetto alla temperatura media dell'emisfero boreale [6].

Questo esempio conferma il fatto che nonostante le temperature in tutte le serie esaminate abbiano subito un importante aumento dopo il 1980, in linea con quanto verificato nell'emisfero boreale, è importante avere delle serie distribuite fittamente su un certo territorio, che sono importanti per confronti con gli andamenti globali, ma allo stesso tempo presentano delle specificità e diversità connesse ai fenomeni locali, che ne valorizzano le applicazioni e studi locali di dettaglio, come ad esempio studio idrogeologici, in cui la qualità del dato è determinante.

Referenze

- [1] Gubler S, Hunziker S, Begert M, Croci Maspoli M and others (2017) The influence of station density on climate data homogenization. *Int J Climatol* 37: 4670–4683.
- [2] WMO (2011) Guide to climatological practices, Vol 100. World Meteorological Organization, Geneva.
- [3] Mestre O, Domonkos P, Picard F, Auer I and others (2013) HOMER: a homogenization software methods and applications. *QJ Hung Meteorol Ser* 117: 47–67.
- [4] Aruffo E and Di Carlo P (2019) Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Clim Res* 77: 193-204.
- [5] WMO (2016) WMO Climatological Standard Normals, Chapter 4, Item 4.8 (updated 19.01.2016). World Meteorological Organization, Geneva.
- [6] Di Carlo P, Aruffo E, Brune WH Precipitation intensity under a warming climate is threatening some Italian premium wines. *Science of The Total Environment* 685: 508-513.

Indice delle Figure

Figura 1 Mappa delle stazioni le cui serie storiche sono stato omogeneizzate, suddivise nelle due aree A) costiere e collinari e B) montuose. Figura tratta da: Aruffo E and Di Carlo P (2019) Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). Clim Res 77: 193-204.	16
Figura 2 Disponibilità dei dati per le 22 stazioni in studio a seguito della procedura di controllo della qualità dei dati. Figura tratta da: Aruffo E and Di Carlo P (2019) Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). Clim Res 77: 193-204.	18
Figura 3 Trend della temperatura media diurna per il periodo invernale della Regione Abruzzo.	20
Figura 4 Trend della temperatura minima media per il mese di febbraio della Regione Abruzzo.	21
Figura 5 Trend della temperatura media diurna per i mesi estivi mediato su tutte le stazioni abruzzesi.	21
Figura 6 Trend della temperatura media diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.	22
Figura 7 Trend della temperatura massima diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.	23
Figura 8 Trend della temperatura minima diurna della Regione Abruzzo ottenuta come media delle temperature registrate nelle 22 stazioni omogeneizzate.	23
Figura 9 Stazione di Assergi. Grafico delle temperature medie mensili massime.	25
Figura 10 Stazione di Assergi. Grafico delle temperature medie mensili minime.	25
Figura 11 Stazione di Barisciano. Grafico delle temperature medie mensili massime.	26
Figura 12 Stazione di Barisciano. Grafico delle temperature medie mensili minime.	26
Figura 13 Stazione di Campotosto. Grafico delle temperature medie mensili massime.	27
Figura 14 Stazione di Campotosto. Grafico delle temperature medie mensili minime.	27
Figura 15 Stazione di Castel di Sangro. Grafico delle temperature medie mensili massime.	28
Figura 16 Stazione di Castel di Sangro. Grafico delle temperature medie mensili minime.	28
Figura 17 Stazione di Chieti. Grafico delle temperature medie mensili massime.	29
Figura 18 Stazione di Chieti. Grafico delle temperature medie mensili minime.	29
Figura 19 Stazione di Guardiagrele. Grafico delle temperature medie mensili massime.	30
Figura 20 Stazione di Guardiagrele. Grafico delle temperature medie mensili minime.	30
Figura 21 Stazione di Isola del Gran Sasso, Pretara. Grafico delle temperature medie mensili massime.	31
Figura 22 Stazione di Isola del Gran Sasso, Pretara. Grafico delle temperature medie mensili minime.	31
Figura 23 Stazione di L'Aquila. Grafico delle temperature medie mensili massime.	32
Figura 24 Stazione di L'Aquila. Grafico delle temperature medie mensili minime.	32
Figura 25 Stazione di Lanciano. Grafico delle temperature medie mensili massime.	33
Figura 26 Stazione di Lanciano. Grafico delle temperature medie mensili minime.	33
Figura 27 Stazione di Montazzoli. Grafico delle temperature medie mensili massime.	34

Figura 28 Stazione di Montazzoli. Grafico delle temperature medie mensili minime	34
Figura 29 Stazione di Nereto. Grafico delle temperature medie mensili massime	35
Figura 30 Stazione di Nereto. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	35
Figura 31 Stazione di Palena. Grafico delle temperature medie mensili massime.....	36
Figura 32 Stazione di Palena. Grafico delle temperature medie mensili minime	36
Figura 33 Stazione di Palmoli. Grafico delle temperature medie mensili massime	37
Figura 34 Stazione di Palmoli. Grafico delle temperature medie mensili minime	37
Figura 35 Stazione di Penne. Grafico delle temperature medie mensili massime	38
Figura 36 Stazione di Penne. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	38
Figura 37 Stazione di Pescara. Grafico delle temperature medie mensili massime	39
Figura 38 Stazione di Pescara. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	39
Figura 39 Stazione di Pescasseroli. Grafico delle temperature medie mensili massime	40
Figura 40 Stazione di Pescasseroli. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	40
Figura 41 Stazione di Pescocostanzo. Grafico delle temperature medie mensili massime	41
Figura 42 Stazione di Pescocostanzo. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	41
Figura 43 Stazione di Scanno. Grafico delle temperature medie mensili massime.....	42
Figura 44 Stazione di Scanno. Grafico delle temperature medie mensili minime	42
Figura 45 Stazione di Scerni. Grafico delle temperature medie mensili massime	43
Figura 46 Stazione di Scerni. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	43
Figura 47 Stazione di Sulmona. Grafico delle temperature medie mensili massime	44
Figura 48 Stazione di Sulmona. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	44
Figura 49 Stazione di Teramo. Grafico delle temperature medie mensili massime	45
Figura 50 Stazione di Teramo. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	45
Figura 51 Stazione di Vasto. Grafico delle temperature medie mensili massime	46
Figura 52 Stazione di Vasto. Grafico delle temperature medie mensili minime.....	46

Finito di stampare nel mese di giugno 2020
presso la tipografia “La Stampa” - Pescara