

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 63 (1972-1973)

Artikel: Nota preliminare sulle inversioni di temperatura sul piano di Magadino
Autor: Zenone, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003502>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nota preliminare sulle inversioni di temperatura sul Piano di Magadino

1. INTRODUZIONE

Tra i problemi di grande attualità abbiamo quello dell'inquinamento dell'atmosfera, causato soprattutto dai residui di combustioni. Per qualsiasi sorgente inquinante la dispersione dipende da diversi fattori, anche meteorologici, e tra questi i principali sono il vento e la temperatura negli strati inferiori dell'atmosfera. La distribuzione della temperatura negli strati inferiori, al disopra delle zone abitate è diversa da quella delle zone urbane. Facciamo questo rilievo, perchè nel seguito studieremo i casi con inversioni termiche tra l'Aeroporto di Locarno, zona rurale, e l'Osservatorio di Locarno-Monti, situato a circa 180 metri al di sopra della città di Locarno. La superficie urbana di Locarno si può valutare a circa 2 kmq, e in assenza di vento possono verificarsi stratificazioni diverse del Piano di Magadino. Probabilmente le inversioni tra città e Osservatorio saranno meno pronunciate che non tra l'Aeroporto di Locarno e l'Osservatorio. Riteniamo comunque che il confronto possa essere valido e interessante e anche necessario.

2. UBICAZIONE DEI POSTI DI CONFRONTO E DATI ANALIZZATI

Nella presente ricerca si analizzano le inversioni della temperatura tra l'Aeroporto di Locarno e l'Osservatorio Ticinese di Locarno - Monti. La prima località è situata lungo il fiume Ticino nel tratto che scorre nel Piano di Magadino, e la capannina degli strumenti è a meno di due km dal lago. L'Osservatorio giace sul fianco meridionale della montagna che culmina col Pizzo Trosa, direttamente sopra la città di Locarno. L'altitudine dei termometri (posti a circa 2 metri di altezza sopra il terreno) nelle rispettive capannine è di metri 199 e 368 s/mare, la differenza di altitudine è di 169 metri. La distanza orizzontale tra i due posti è di km 6,9, orientazione E-W. L'intervallo analizzato va dall'1.1.1954 al 31.12.1960, ossia sette anni. I termini confrontati hanno intervalli di tre ore a cominciare dalle 00.30 O.E.C., sono quindi 8 valori giornalieri. In totale furono confrontati 20.456 paia di temperature.

*) Osservatorio Ticinese dell'Istituto Svizzero di Meteorologia, Locarno-Monti.

3. DEFINIZIONE

Con inversione di temperatura si intende quel fenomeno atmosferico per cui la temperatura con l'altitudine non diminuisce, ma in uno strato più o meno spesso (anche più strati) aumenta. Per conoscere esattamente lo spessore di questo o di questi strati sarebbe desiderabile fare dei sondaggi dell'atmosfera a mezzo di appropriati palloni sonda, ma ciò richiederebbe, se fatto otto volte al giorno, un non indifferente numero di persone. Per questa ragione risulta molto più economico il sistema da noi usato, in quanto non è tanto lo spessore dell'inversine che conta quanto il suo valore. In questa ricerca abbiamo considerato tra le inversioni anche il caso in cui la temperatura rimane costante nello

TAB. 1 *Somma delle inversioni di temperatura tra l'Aeroporto di Locarno e l'Osservatorio di Locarno-Monti, determinate in base a otto osservazioni giornaliere. Periodo di osservazione 1954 - 1960.*

| | no. | gradienti per 100 metri di dislivello | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | \geq | \geq | \geq | \geq | \geq | \geq | \geq | \geq | \geq |
| oss. | | 0.0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.5 | 4.5 | 5.5 |
| gennaio | 1736 | 1323 | 1068 | 805 | 647 | 495 | 346 | 118 | 24 | 2 |
| febbraio | 1584 | 1060 | 813 | 599 | 453 | 320 | 222 | 73 | 14 | 0 |
| marzo | 1736 | 906 | 575 | 383 | 273 | 195 | 130 | 37 | 7 | 1 |
| aprile | 1680 | 757 | 526 | 388 | 285 | 222 | 130 | 26 | 4 | 0 |
| maggio | 1736 | 836 | 574 | 379 | 266 | 161 | 95 | 15 | 1 | 0 |
| giugno | 1680 | 779 | 486 | 240 | 129 | 65 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| luglio | 1736 | 914 | 661 | 396 | 227 | 113 | 59 | 5 | 0 | 0 |
| agosto | 1736 | 867 | 629 | 391 | 227 | 85 | 31 | 2 | 0 | 0 |
| settembre | 1680 | 872 | 693 | 491 | 359 | 201 | 86 | 14 | 2 | 1 |
| ottobre | 1736 | 980 | 795 | 647 | 519 | 400 | 302 | 88 | 10 | 2 |
| novembre | 1680 | 1163 | 859 | 668 | 535 | 411 | 296 | 88 | 6 | 4 |
| dicembre | 1736 | 1483 | 1173 | 889 | 720 | 534 | 386 | 145 | 27 | 6 |
| Anno | 20456 | 11940 | 8852 | 6276 | 4640 | 3202 | 2110 | 611 | 95 | 16 |

strato da noi esaminato. Fino al valore di $2,^{\circ}5/100$ m abbiamo considerato intervalli di mezzo grado, in seguito di un grado fino al valore di $6,^{\circ}5/100$ m. Con un'inversine di $6,^{\circ}5/100$ m non abbiamo trovato nessun caso, ragione per cui ci siamo fermati a questo limite. Un'inversine di $2,^{\circ}5/100$ m significa che salendo di 100 m la temperatura aumenta di $2,^{\circ}5$. Nel seguito, per semplificare il testo, parlando dei valori in gradi delle inversioni, questi si intendono sempre riferiti ad un dislivello di 100 metri, i gradi sono sempre quelli centigradi.

4. RISULTATI

La Tab. 1 contiene le somme di sette anni delle inversioni contate otto volte il giorno secondo i singoli mesi.

4.1.1. *Distribuzione annuale.* Considerando dapprima tutto l'anno, si trova che il 58 % delle osservazioni presenta delle inversioni. Passando a un'inversione di mezzo grado, il 43 % delle osservazioni mette in evidenza la presenza di questo fenomeno. Il 31 % delle osservazioni dà inversioni del valore $\geq 1,0$, mentre con il 23 % si passa al valore $\geq 1,5$. Inversioni di almeno $2,0$ si verificano nel 16 % dei casi. Infine pressapoco il 4 % delle osservazioni dà ancora inversioni tra $3,5$ e $6,5$. Inversioni maggiori di $6,5$ non si sono mai verificate nei sette anni considerati (questo valore corrisponde ad una differenza di temperatura tra l'Aeroporto e Locarno-Monti di undici gradi).

4.1.2. *Distribuzioni mensili.* Passando ai singoli mesi si trova che il mese con la più alta frequenza è dicembre, a cui seguono gennaio, novembre e febbraio. Questi quattro mesi hanno il maggior numero di inversioni. In dicembre ben l'85 per cento delle osservazioni dà inversioni, in gennaio si passa al 76 %, in novembre al 69 % e in febbraio al 67 %. Inversioni $\geq 0,5$ compaiono ancora nel 68 % dei casi in dicembre, nel 62 % in gennaio e nel 51 % in novembre e febbraio. Quindi in questi quattro mesi oltre la metà dei casi dà inversioni del valore di almeno $0,9$.

TAB. 2 *Somme per sette anni delle inversioni a ogni termine di osservazione per i diversi valori delle inversioni. Il numero delle osservazioni a ogni termine è di 2557 (uguale al numero dei giorni in 7 anni). Periodo d'osservazioni 1954 - 1960.*

| | ≥ 0.0 | ≥ 0.5 | ≥ 1.0 | ≥ 1.5 | ≥ 2.0 | ≥ 2.5 | ≥ 3.5 | ≥ 4.5 | ≥ 5.5 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 00.30 | 2105 | 1740 | 1347 | 1043 | 743 | 480 | 143 | 20 | 1 |
| 03.30 | 2182 | 1858 | 1466 | 1174 | 850 | 587 | 174 | 27 | 6 |
| 06.30 | 2077 | 1624 | 1216 | 943 | 698 | 491 | 164 | 29 | 4 |
| 09.30 | 933 | 592 | 398 | 242 | 131 | 79 | 29 | 6 | 2 |
| 12.30 | 448 | 178 | 53 | 27 | 15 | 8 | 1 | 1 | 1 |
| 15.30 | 521 | 192 | 65 | 25 | 14 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 18.30 | 1680 | 1103 | 625 | 427 | 271 | 150 | 27 | 2 | 0 |
| 21.30 | 1994 | 1565 | 1106 | 759 | 480 | 307 | 72 | 10 | 2 |
| Somme | 11940 | 8852 | 6276 | 4640 | 3202 | 2110 | 611 | 95 | 16 |

Le inversioni $\geq 2,0$ variano, per questi mesi, tra il 20 e il 31 per cento, valori ancora elevati. Il mese con la percentuale più bassa è aprile, in cui però le inversioni sono presenti ancora in

ben il 45 % delle osservazioni. Per inversioni $\geq 0,^{\circ}5$ il minimo passa a giugno, in cui si ha il 29% dei casi. Giugno non ebbe mai inversioni $\geq 3,^{\circ}5$. Al secondo posto tra le percentuali più basse abbiamo aprile e poi maggio per inversioni fino a $0,^{\circ}9$, lo scostamento in più rispetto a giugno è al massimo del 4%. Per inversioni $\geq 1,^{\circ}0$ il secondo posto passa a maggio (22%) e poi a marzo a cui segue aprile: le differenze tra questi mesi sono minime. Si vede quindi che il periodo marzo-giugno è quello che ha le frequenze più basse per inversioni inferiori a $1,^{\circ}5$. Per inversioni maggiori il secondo e terzo posto nei valori più bassi passa a luglio ed agosto, gli scostamenti in più rispetto a giugno raggiungono pressapoco il 5%.

4.2. *Inversioni durante le diverse ore del giorno.* Ricordiamo che ogni giorno si hanno otto osservazioni a intervalli di 3 ore a cominciare dalle ore 00.30. Nella Tab. 2 è dato il numero delle inversioni in 7 anni per ogni termine d'osservazione.

4.2.1. *Distribuzione annuale.* L'esame di questa tabella permette le seguenti considerazioni: il termine delle ore 03.30 ha il massimo dei casi con inversioni, a cui seguono il termine delle 00.30 h e poi quello delle 06.30 h.

Per le inversioni $\geq 4,^{\circ}5$ e $5,^{\circ}5$ i casi sono pochi, raggiungono al massimo l'1%, e in complesso si accordano con quanto sopra detto. Per i tre termini citati, dall'81 all'85% dei casi mostrano inversioni: sono valori molto elevati.

Passando alle inversioni $\geq 0,^{\circ}5$ per questi tre termini di osservazione si hanno valori che oscillano tra il 64 e il 73%, valori pur sempre alti. I valori minimi si hanno ai termini 12.30 e 15.30 h: alle 12.30 sono minimi assoluti le inversioni fino a $1,^{\circ}4$, alle 15.30 da $1,^{\circ}5$ a $2,^{\circ}4$, per inversioni maggiori le percentuali sono uguali. Per le inversioni $\geq 0,^{\circ}0$ i valori oscillano a questi termini tra il 17,5 - 20,4%: rappresentano pur sempre in cifra tonda, un quinto delle osservazioni. Per le inversioni $0,^{\circ}5$ si hanno alle 12.30 e 15.30 h percentuali tra il 7 - 7,5% e $\geq 1,^{\circ}0$ tra 1,6-2,0%. Per inversioni maggiori si rimane sotto l'uno per cento.

4.2.2. *Distribuzione mensile.* Passando ai singoli mesi, si nota quanto segue:

4.2.2.1. *Inversioni $\geq 0,^{\circ}0$:* alle 00.30 h in dicembre, alle 03.30 e 06.30 da novembre fino a gennaio e alle 09.30 h in dicembre si hanno frequenze dal 90 al 93% delle osservazioni, o inversamente in questi mesi alle ore suindicate è raro non avere inversioni! Anche in luglio alle ore 03.30 il 90% dei giorni dà inversioni. Alle ore 00.30 la minima frequenza cade in aprile, ma si è sempre al 69%, alle 03.30 nello stesso mese si passa al 75%, alle 06.30 si passa a maggio con il 68%.

Frequenze inferiori al 10 % si presentano in aprile alle 09.30 e 12.30 h, in maggio alle 09.30, in giugno alle 12.30, in luglio alle 09.30 e 12.30, in agosto e settembre dalle 09.30 alle 15.30 e in ottobre alle 12.30 e 15.30 h. Con le 18.30 si sale in ogni mese sopra il 50 % dei casi, alle 21.30 sopra il 60 %.

Un'altra considerazione è la seguente : in dicembre alle 06.30 il 93 % delle osservazioni dà inversioni, alle 12.30 si ha il minimo con il 64 % per poi raggiungere il 94 % alle 21.30. Ciò significa che in questo mese durante le ore diurne soltanto il 29 % delle inversioni viene distrutto, per cui indirettamente si può presumere che in dicembre le inversioni devono essere molto persistenti. In gennaio si passa dal 90 % alle 03.30 e 06.30 al 45 % alle ore 15.30, qui già la metà delle inversioni viene eliminata. In luglio le condizioni sono molto estreme : dal 90 % di frequenza alle ore 03.30 h si passa all'8 % delle 09.30 h al 4 % alle 12.30 : qui si manifesta l'importanza della radiazione solare.

4.2.2.2. *Inversioni* $\geq 0,^{\circ}5$: dall'80 all'84 % dei casi lo abbiamo in dicembre dalle 00.30 alle 06.30 h, oltre a gennaio e luglio alle 03.30 h. Frequenze superiori al 70 % si incontrano spesso : alle 00.30 h in luglio e da settembre a gennaio, alle ore 03.30 e 06.30 da settembre a febbraio, oltre ad agosto alle 03.30, alle 09.30 in gennaio e dicembre, alle 18.30 in dicembre, alle 21.30 da ottobre a gennaio. Frequenze inferiori al 10 % si hanno ai termini delle 09.30 h da aprile ad ottobre, e alle 12.30 e 15.30 h da marzo a novembre. Alle 12.30 h in agosto ed ottobre non ci furono mai inversioni di questo importo nei sette anni qui analizzati.

Anche qui si hanno forti valori durante la notte : in luglio alle ore 03.30 si hanno inversioni nell'80 % dei casi per passare al 50 % alle 06.30 e all'1 % alle 09.30. In dicembre invece non si scende sotto il 32 % (ore 12.30).

4.2.2.3. *Inversioni* $\geq 1,^{\circ}0$: la massima frequenza l'abbiamo in dicembre alle 06.30 con ancora il 70 % dei casi. Frequenze del 60 % e oltre sono ancora numerose : alle 00.30 h da ottobre a gennaio, alle 03.30 oltre a luglio pure da ottobre a gennaio, alle 06.30 h da ottobre a febbraio, alle 18.30 in dicembre e alle 21.30 in ottobre, dicembre e gennaio. Inversioni inferiori al 10 % si incontrano già alle 06.30 in giugno, alle 09.30 da marzo ad ottobre, alle 12.30 tutto l'anno, alle 15.30 tutto l'anno meno dicembre, alle 18.30 da marzo a settembre. Ciò significa che le inversioni di questo valore vengono in gran parte distrutte durante le ore diurne. Parecchi mesi tra aprile ed ottobre non ebbero inversioni di questo valore nell'intervallo 09.30 - 15.30 h.

4.2.2.4. *Inversioni* $\geq 1,^{\circ}5$: massimo in dicembre alle 03.30 h con il 60 % dei casi. Oltre il 50 % dei casi abbiamo alle 00.30 ottobre, dicembre e gennaio, alle 03.30 e 06.30 da ottobre a gennaio, alle

18.30 h in dicembre e alle 21.30 da novembre a gennaio. Luglio alle 03.30 ha ancora una frequenza del 44 % per passare al 9 % alle 06.30 e più nessuna al termine successivo. I casi con frequenze inferiori al 10 % sono più numerosi, alle 12.30 e 15.30 durante tutto l'anno. Sono pure più numerosi i mesi che non hanno inversioni di questo valore tra le 09.30 e 15.30 h.

- 4.2.2.5. *Inversioni* $\geq 2,^{\circ}0$: oltre il 40 % dei casi abbiamo da ottobre a gennaio alle 00.30, 03.30 e 06.30 h, e alle 21.30 dicembre e gennaio. Luglio passa dal 27 % alle 03.30 al 2 % alle 06.30. Aumenta il numero dei mesi che tra le 09.30 - 18.30 h non ebbero inversioni di questo valore o ne ebbero soltanto una o due in 7 anni ; questi casi si verificano alle 09.30 h da marzo ad ottobre, alle 12.30 e 15.30 da febbraio a novembre, alle 18.30 da aprile a settembre.
- 4.2.2.6. *Inversioni* $\geq 2,^{\circ}5$: frequenze dal 30 al 40 % si ebbero alle 00.30, 03.30 e 06.30 h da ottobre a gennaio oltre gennaio e dicembre alle 21.30 h. I mesi di giugno, luglio e agosto ebbero frequenze percentuali nulle o inferiori al 10 % a tutti i termini di osservazione, escluso luglio alle 03.30 che ne ebbe il 15 %. Quindi le grandi inversioni mancano l'estate, mentre gennaio e dicembre sono i mesi più favorevoli a questi eventi.
- 4.2.2.7. *Inversioni* $\geq 3,^{\circ}5$: sono massime in gennaio e dicembre, la massima frequenza fu del 16 % alle 03.30 in quest'ultimo mese. Alle 12.30 soltanto una volta in dicembre e alle 15.30 una volta in gennaio ci furono inversioni di questo importo. Alle 00.30 e 06.30 tutti i mesi ebbero di queste inversioni, salvo giugno che non ne ebbe a nessun termine d'osservazione.
- 4.2.2.8. *Inversioni* $\geq 4,^{\circ}5$: hanno frequenze inferiori al 5 %, si presentano la notte tra le 21.30 e le 06.30 h da ottobre ad aprile. I mesi estivi furono senza nel periodo studiato. Ancor più rare furono le inversioni maggiori : si presentano in casi isolati, soprattutto nei mesi invernali.

5. CONSIDERAZIONI

In 4.2.2.1., 4.2.2.2. e 4.2.2.3 abbiamo messo in evidenza l'elevata frequenza di inversioni in luglio nelle ore comprese pressapoco tra la mezzanotte e il sorgere del sole (inversioni fino a $1,^{\circ}5$). Da ricerche fatte da *Kleiss, M.* ³⁾ per Karlsruhe-Stuttgart, da *Mayer, H.* ⁴⁾ per Karlsruhe e da *Steinhauser, F.* ⁵⁾ per Vienna, risulta che in questi posti il massimo delle inversioni nei bassi strati dell'atmosfera si verifica in estate e il minimo in inverno. Noi abbiamo visto che il massimo invernale è indiscutibile, mentre luglio accenna anche da noi a valori elevati. Questo capovolgimento tra epoca del massimo e del minimo, che da noi, causa luglio, non si

verifica ancora in modo completo, è forse un effetto della latitudine. Mancano però dati per zone più meridionali per poter dimostrare questa ipotesi. In 4.1.2. abbiamo rilevato come il periodo marzo-giugno abbia le frequenze più basse. Ciò deve essere attribuito a particolari situazioni del tempo in questo periodo. Per es. nei mesi di marzo e aprile si ha il massimo di giorni con favonio, la cui media è di 4,8 e rispettivamente 5,0 giorni all'anno, come messo in evidenza da *Zenone, E.* ⁶⁾.

5.1. *Differenze tra le temperature medie Aeroporto - Locarno-Monti : Balmelli, E.* ¹⁾ nella sua ricerca sulle condizioni termiche di una stazione di pendio e di una di pianura, fa un confronto tra i nostri stessi posti di osservazione e per lo stesso periodo, basandosi però sulle temperature medie mensili agli stessi otto termini giornalieri di osservazione. La sua Fig. 2 e la relativa Tab. III mettono chiaramente in evidenza che la temperatura media mensile è sempre inferiore all'Aeroporto ad eccezione di un breve periodo nella prima metà del pomeriggio tra la terza decade di luglio e la prima di ottobre. Ciò conferma l'elevato numero di inversioni da noi messo in evidenza.

5.2. *Condizioni invernali a Milano-Linate : Ermini, V.* ²⁾ in una pubblicazione sull'evoluzione diurna del gradiente termico verticale per la suddetta località, trova che in inverno le inversioni rappresentano l'80 % e le isoterme il 14 %, in totale il 94 % dei casi mette in evidenza il nostro caso $\geq 0,0$. E' questo un valore che corrisponde a quanto abbiamo trovato in 4.2.2.1. La differenza tra noi e Milano sta nell'assenza da noi di uno strato di nebbia, se si esclude sul Piano di Magadino la presenza di banchi di nebbia molto bassi (pochi metri di spessore), e ciò perchè deve essere rapida da noi la diminuzione dell'umidità con l'aumento dell'altitudine.

La persistenza delle inversioni termiche diventa quindi per determinate ragioni, un elemento climatico, come fa rilevare *Ermini, V.* nella già citata ricerca, che deve essere non soltanto messo in evidenza, ma se ne deve tener conto se si vuole veramente proteggere la vita.

BIBLIOGRAFIA

- 1) *Balmelli, E.* : Le condizioni termiche di una stazione di pendio e di una di pianura, situate al margine meridionale della catena alpina. *Geografia e Meteorologia* Vol. XII (1963) N. 5/6.
- 2) *Ermini, V.* : L'evoluzione diurna del gradiente termico verticale nello strato di attrito a Milano - Linate durante i mesi invernali. *Rivista di Meteorologia Aeronautica*. Anno XXVIII, No. 4, 1968.

- 3) *Kleiss, M.* : Inversionen in der unteren Troposphäre im Raum Karlsruhe-Stuttgart.
Ber. DWD 12, Nr. 90, Offenbach 1963.
- 4) *Mayer, H.* : Inversionen in der bodennahen Atmosphäre über Karlsruhe.
Meteorologische Rundschau 25. Jahrg., H. 5, 1972.
- 5) *Steinhauser, F.* : Statistische Untersuchung der Inversionen im Luftraum über Wien.
Arch. Meteor. Geophys. Bioklimat. A 11, 1960.
- 6) *Zenone, E.* : Il « favonio » nel Ticino. Atti del Congresso di Meteorologia applicata al Volo a Vela Alpino (Varese 15 - 16 ottobre 1960).
Volo a Vela No. 30, 1961.