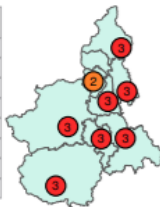


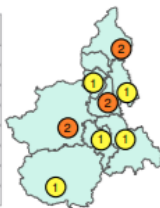
Previsione Ondate di Calore REGIONE PIEMONTE

BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITA'	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO
48/2025	30/06/2025	72 ore	01/07/2025 ore 13:00	Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali	Regione Piemonte

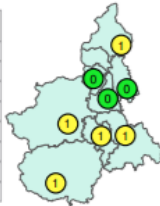
30/06/2025	LIVELLO	T _{max} [°C]	AT _{max} [°C]	T _{min} [°C]	AT _{min} [°C]	giorni caldo consecutivi
TORINO	3	34	37	23	24	13
ALESSANDRIA	3	36	38	21	23	8
ASTI	3	35	37	21	23	8
BIELLA	2	31	33	26	28	4
CUNEO	3	32	34	23	24	8
NOVARA	3	34	36	26	28	4
VERBANIA	3	32	35	26	28	7
VERCELLI	3	34	37	23	24	8



01/07/2025	LIVELLO	T _{max} [°C]	AT _{max} [°C]	T _{min} [°C]	AT _{min} [°C]	giorni caldo consecutivi
TORINO	2	33	35	22	24	14
ALESSANDRIA	1	33	36	21	22	9
ASTI	1	32	34	19	21	9
BIELLA	1	31	33	23	24	5
CUNEO	1	31	31	21	22	9
NOVARA	1	31	32	25	28	5
VERBANIA	2	32	33	23	24	8
VERCELLI	2	32	34	23	26	9



02/07/2025	LIVELLO	T _{max} [°C]	AT _{max} [°C]	T _{min} [°C]	AT _{min} [°C]	giorni caldo consecutivi
TORINO	1	31	34	21	23	15
ALESSANDRIA	1	32	35	20	21	10
ASTI	1	30	33	18	19	10
BIELLA	0	29	32	24	26	0
CUNEO	1	30	32	20	20	10
NOVARA	0	29	32	23	25	6
VERBANIA	1	31	33	22	24	9
VERCELLI	0	30	33	22	24	0



Note: Ancora condizioni di disagio fisico diffuso per la giornata odierna, poi graduale miglioramento.

Legenda

LIVELLO DI DISAGIO BIOCLIMATICO

LIVELLO ① **LIVELLO ②** **LIVELLO ③**

Nessun disagio

Condizioni meteo che non comportano un disagio bioclimatico sulla popolazione.

Debole disagio

Condizioni meteo che possono provocare disagi per la salute.

Moderato disagio

Condizioni meteo che possono provocare rischi per la salute in particolare nei soggetti suscettibili.

Forte disagio

Ondata di calore. Disagio bioclimatico elevato e persistente da almeno 3 giorni con possibili effetti negativi.

Il livello è calcolato sulla base dell'indice di allerta WDA (Warm Day Alert) che tiene conto della temperatura massima percepita e della temperatura minima percepita. La temperatura percepita (o apparente) è una combinazione di temperatura, umidità e vento.

T_{max}: Temperatura massima [°C]
AT_{max}: Temperatura percepita massima [°C]
T_{min}: Temperatura minima [°C]
AT_{min}: Temperatura percepita minima [°C]

Per una corretta interpretazione e per approfondimenti consultare la guida al bollettino sul sito di Arpa Piemonte
Diffusione: <https://www.arpa.piemonte.it/bollettini/>

www.arpa.piemonte.it

*Valutazione della
mortalità estiva
in relazione alle
ondate di calore
ad Alessandria*

Estate 2025

Relazione Finale

15 maggio ÷ 30 settembre

Dipartimento Integrazione Servizi Ambiente e Salute - Epidemiologia Ambientale
Dipartimento tematico Rischi Naturali e Ambientali – Meteorologia, Clima e qualità
dell'aria

Arpa Piemonte

Codice fiscale- Partita iva: 07176380017

Via Pio VII, 9 - 10135 TORINO – Tel. 01119681111

direzione generale@arpa.piemonte.it - protocollo@pec.arpa.piemonte.it - www.arpa.piemonte.it

Sommario

Introduzione.....	3
<i>Il nuovo sistema di allarme per le ondate di calore in Piemonte</i>	5
1. <i>Analisi climatologica.....</i>	8
2. <i>Analisi della mortalità complessiva a livello Regionale</i>	9
3. <i>Analisi della mortalità nei capoluoghi (escluso Torino).....</i>	22
4. <i>Alessandria.....</i>	29
Analisi climatica	29
Analisi della mortalità	36
5. <i>CONCLUSIONI</i>	45
6. <i>BIBLIOGRAFIA</i>	47
• <i>L'analisi statistica ed epidemiologica è a cura del Dipartimento tematico Integrazione Servizi Ambiente e Salute – Epidemiologia Ambientale</i> • <i>L'analisi climatica è a cura del Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali - Meteo, Clima e Qualità dell'Aria</i>	

Introduzione

Gli eventi “estremi” quali alluvioni, uragani e variazioni repentine delle temperature (sia innalzamenti che riduzioni), sono eventi meteorologici sempre più frequenti a causa del cambiamento climatico che sta interessando il nostro pianeta, e provocano importanti impatti non solo sull’ambiente ma anche sulla salute dell’uomo, in termini di incremento di morbosità e di mortalità. Il calore, in particolare, impatta su diversi meccanismi fisiologici ed alcuni studi hanno dimostrato come l’esposizione ad elevate temperature determinerebbe un incremento dell’età biologica nella popolazione esposta.

Partendo da queste conoscenze, la Giunta della Regione Piemonte ha approvato il Documento di Indirizzo “Verso la Strategia regionale sul cambiamento climatico”, che contiene importanti obiettivi dell’azione regionale per la mitigazione e l’adattamento al cambiamento climatico (Bollettino Ufficiale n. 50 del 10/12/2020), in particolare, rispetto agli effetti dovuti alle ondate di calore, che secondo l’Organizzazione Meteorologica Mondiale rimangono i fenomeni meteorologici connessi al clima che determinano il maggior numero di vittime. È noto, infatti, che gli impatti sanitari possono essere effetti dei determinanti ambientali ma l’intensità varia in funzione della vulnerabilità sia clinica sia socio-economica della popolazione residente. Per una valutazione esaustiva dell’impatto, poi, dovrebbero essere tenuti in considerazione anche gli effetti di determinanti diversi che originano rischi competitivi quale, per esempio, l’influenza invernale.

Le evidenze, inoltre, mostrano come l’area del Mediterraneo sia un hot-spot dei cambiamenti climatici soprattutto per quanto riguarda gli eventi quali ondate di calore. Giugno 2025 è stato il mese più caldo di sempre in Europa occidentale (dati Copernicus) registrando temperature record anche nella superficie del Mar Mediterraneo, in particolare nel golfo di Lione e nel Mar Ligure.

L’estate del 2003, quando l’Europa è stata interessata da condizioni di alte temperature persistenti che hanno provocato più di 70.000 morti, ha dimostrato quale potrebbe essere lo scenario futuro ordinario se il riscaldamento globale continuerà con i tassi attuali, e, quindi, messo in evidenza la necessità di implementare sistemi di protezione efficaci. Tra le misure di protezione rientrano i sistemi di allarme in grado di prevedere

le condizioni di potenziali criticità e consentire l'attuazione tempestiva di interventi preventivi.

In Regione Piemonte a partire dal 2004 è attivo su tutto il territorio regionale un sistema di Sorveglianza per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute. Il sistema è stato messo a punto dalle strutture di Arpa Piemonte - Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali - Struttura Semplice "Meteorologia e Clima" e Dipartimento Integrazione Servizi Ambiente e Salute – Struttura Semplice "Epidemiologia Ambientale", che hanno realizzato un modello epidemiologico previsionale in grado di quantificare gli effetti delle condizioni meteorologiche sulla mortalità, finalizzato a istituire un sistema di sorveglianza e allarme che consenta l'attivazione tempestiva di misure di prevenzione idonee.

In recepimento della DGR n 2-5947 del 28/5/07, nell'ambito del Piano Operativo Regionale di Prevenzione degli Effetti del Caldo, predisposto in conformità alle indicazioni del CCM-Ministero della Salute, sono state attivate le attività di risposta all'emergenza caldo, prevedendo dei percorsi prioritari per le persone fragili nei pronto-soccorsi degli ospedali ed una sorveglianza attiva da parte dei distretti sociosanitari delle ASL e dei medici di medicina generale sui soggetti a rischio. Gli anziani a rischio per condizioni di salute o isolamento sociale sono inclusi in un programma di sorveglianza attiva gestito da distretti e medici di famiglia.

Per quanto riguarda le attività di Arpa Piemonte ogni anno si predispone, nel periodo 15 maggio – 30 settembre (15 maggio- 15 settembre prima del 2020), uno specifico bollettino per l'area metropolitana di Torino, e uno per gli altri capoluoghi di provincia della regione, che pubblica quotidianamente sul proprio sito e diffonde mediante invio giornaliero a una mailing list di Soggetti ed Enti che si occupano di sanità e assistenza (ospedali, ASL, cooperative di volontariato, RSA, etc.). Contestualmente all'emissione dei bollettini, Arpa si occupa inoltre di raccogliere quotidianamente dai capoluoghi di provincia i dati relativi alla mortalità giornaliera (informazioni sia sul soggetto deceduto sia sul luogo di decesso e sulla causa accidentale/naturale), al fine di effettuare un'attività di Sorveglianza e Monitoraggio degli effetti sulla salute delle ondate di calore, con particolare attenzione agli anziani ultrasessantacinquenni, volta ad attuare interventi

tempestivi di prevenzione. Al termine della stagione vengono effettuate le analisi statistiche e le valutazioni epidemiologiche le cui risultanze sono di seguito rappresentate.

In questo report vengono sintetizzati gli esiti dell'analisi realizzata per verificare se e quali siano stati gli effetti delle temperature estive estreme sulla popolazione residente nei capoluoghi di provincia del Piemonte.

Le informazioni rispetto alla mortalità giornaliera pervenute all'epidemiologia e su cui sono basate queste analisi non contengono il dettaglio delle specifiche cause di morte e quindi su questa base non è possibile stimare con precisione quale possa essere stata la frazione di decessi attribuibili a cause diverse (competitive) da quelle ambientali oggetto di questa sorveglianza.

Il nuovo sistema di allarme per le ondate di calore in Piemonte

Dall'estate 2024 viene usato l'indice climatico WDA, *Warm Day Alert*, per identificare e prevedere le ondate di calore. Il WDA è un indice che considera la temperatura apparente, massima e/o minima inserite in un albero decisionale e i relativi percentili di riferimento¹ quali il 75°, il 90° e il 95°. La temperatura apparente è uno dei modi per definire la temperatura percepita, che tiene conto oltre che della temperatura reale anche del livello di umidità e della velocità del vento. Mentre, i percentili sono stati calcolati sul periodo di riferimento 2005-2023 per ciascun capoluogo di provincia.

Se la temperatura apparente supera il 75° percentile si accende il sistema di allarme, in quanto le temperature potrebbero arrecare disagio e quindi avere un impatto avverso sulla salute della popolazione residente esposta. Il sistema, inoltre, permette di

¹ Il percentile è un concetto statistico che ci fornisce la posizione di un valore soglia (per esempio di temperatura) rispetto agli altri valori di un insieme di dati. In particolare, il percentile è utile ad identificare quei valori estremamente più alti o più bassi (valori anomali) dell'insieme di dati, nel caso della temperatura i valori anomali corrispondono, spesso, alle temperature estreme.

Infatti, con il termine di 95° percentile si definisce quel valore soglia che divide l'insieme di dati in due gruppi, un gruppo cui appartengono il 5% dei dati più grandi del valore soglia ed un altro gruppo cui appartengono il 95% dei dati più piccoli del valore soglia. Nel caso delle temperature, quando un valore osservato supera il 95° percentile vuol dire che la temperatura osservata appartiene al gruppo contenente il 5% dei dati più grandi, ovvero il gruppo delle temperature estremamente alte.

modulare l'intensità dell'allarme, distinguendo il disagio bioclimatico in debole, moderato e forte. Infine, se il sistema è attivo da tre giorni consecutivi il periodo di riferimento viene definito come ondata di calore.

Per esigenze comunicative, è stato utilizzato un codice colore per identificare il diverso livello di disagio bioclimatico. Il sistema si considera "acceso" quando il WDA supera le soglie identificate dai percentili di riferimento ed assume un livello differente da 0-VERDE (Figura 1).

LIVELLO ①	LIVELLO ②	LIVELLO ③	
Nessun disagio	Debole disagio	Moderato disagio	Forte disagio
Condizioni meteorologiche che non comportano un disagio bioclimatico sulla popolazione.	Possibile affaticamento dovuto a prolungata esposizione al sole o attività fisica.	Possibile rischio per la salute, in particolare per i soggetti suscettibili.	Ondata di calore. Disagio bioclimatico elevato e persistente da almeno 3 giorni con possibili effetti negativi.

Figura 1 : Sistema di allarme per ondate di calore in Piemonte: livello di disagio e corrispondente codice colore

Solo per il capoluogo della regione Piemonte, dove la numerosità dei dati lo consente, il sistema di allarme prevede la comunicazione anche di un indicatore epidemiologico, basato sulla valutazione dei possibili eccessi di eventi sanitari in corrispondenza di temperature estreme. In particolare, per "eccesso di eventi sanitari" si intende la differenza tra la mortalità giornaliera prevista nella popolazione residente a Torino over65 e la mortalità attesa, derivata dalla serie storica 2009-2019, nella stessa data per la stessa classe d'età. La quantificazione della mortalità prevista giornaliera è funzione delle variabili meteorologiche fino a due giorni successivi per tenere in considerazione l'impatto ritardato del caldo sulla salute umana. In particolare, la mortalità prevista si basa sull'indice WDA del giorno stesso, sulla temperatura minima del giorno stesso e dei due giorni precedenti, valutata in funzione del superamento di quelle soglie identificative della diversa intensità di impatto sanitario, e su altre variabili che concorrono alla determinazione dell'impatto sanitario in studio.

L'"eccesso di eventi sanitari" è quindi categorizzato in quattro livelli, assente, basso, medio e alto. Per esigenza comunicative ai quattro livelli è associata una rappresentazione grafica, come da leggenda sottostante (Figura 2).

ECCESSO DI EVENTI

SANITARI

previsti in base alle condizioni
 meteorologiche del giorno
 stesso e dei giorni pregressi

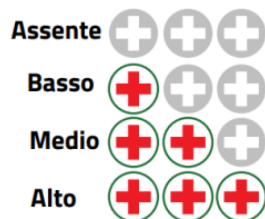


Figura 2 : Sistema di allarme per ondate di calore in Piemonte: livello di “eccesso di eventi sanitari” e corrispondente rappresentazione grafica

1. Analisi climatologica

In Piemonte l'estate 2025 ha avuto una temperatura media di 19,9°C, con un'anomalia termica positiva di 1,4°C rispetto alla media del periodo 1991-2020, ed è stata la quinta stagione estiva più calda nella distribuzione storica degli ultimi 68 anni. È risultata invece la quarta estate con le temperature minime più elevate. Dall'ultima decade di maggio le temperature sono state costantemente sopra le medie fino ai primi giorni di luglio, mese in cui i valori sono risultati prossimi alle medie per poi ritornare superiori alla climatologia ad agosto e in alcune giornate vicine a record nella parte centrale del mese; da metà agosto fino a fine settembre si sono alternati periodi leggermente sotto la norma ad altri sopra (Figura 1.1).

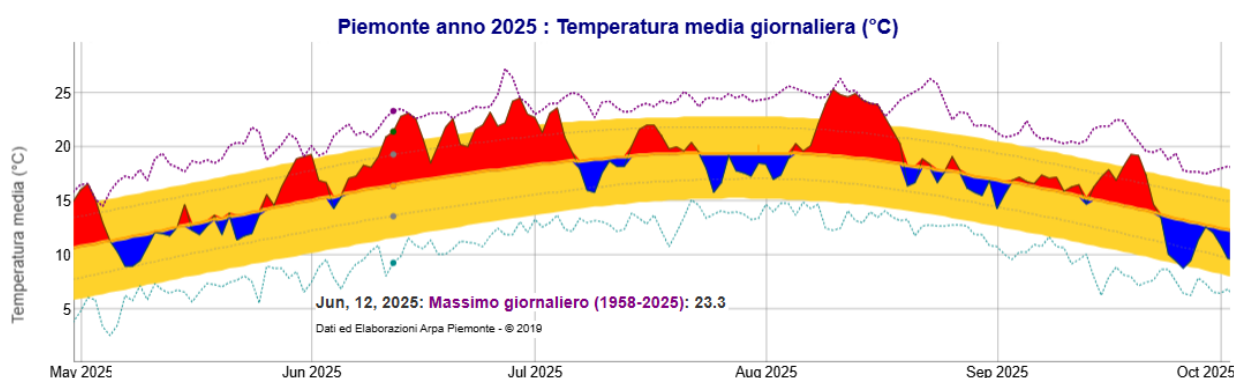


Figura 1.1 - Andamento delle temperature medie giornaliere dal 15 maggio al 30 settembre 2025

Per la prima volta dal 2002 **giugno** è stato il mese più caldo del trimestre estivo, per tutte le tipologie di temperatura (minima, media e massima), arrivando ad avere anomalie termiche positive rispetto alla norma climatica di oltre 3 °C, con la particolarità di aver avuto la temperatura al di sopra della norma climatica per 29 giorni su 30 pur non raggiungendo picchi da primato.

Luglio, al contrario, è risultato il mese più freddo del trimestre estivo, con anomalie positive poco rilevanti, con temperature minime perfettamente in media. A parte giugno (2° posto) gli altri mesi non sono in posizioni della distribuzione storica particolarmente rilevanti.

I giorni tropicali (temperatura massima >30°C) e le notti tropicali (temperature minime sopra 20°C) sono risultate in tutti i capoluoghi al di sopra della norma climatica. Il

numero più alto di giorni tropicali è stato di 65 giorni ad Alessandria mentre il maggior numero di notti è stato rilevato a Novara con 55 giorni (Tabella 1.1).

	Giorni tropicali		Notti tropicali			Giorni tropicali		Notti tropicali	
	1991_2020	2025	1991_2020	2025		1991_2020	2025	1991_2020	2025
AL	55.8	65	2.9	14	NO	39.7	48	32.5	55
AT	49.6	55	4.3	8	TO	44	51	17.2	35
BI	33.2	43	28.4	54	VB	38.7	46	19.9	49
CN	15.7	22	0.9	5	VC	45.9	56	8.6	29

Tabella 1.1 - Numeri di giorni e di notti tropicali registrati nel 2025 e media climatica del periodo 1991 – 2020

2. Analisi della mortalità complessiva a livello Regionale

Il sistema di monitoraggio rapido della mortalità estiva prevede la raccolta tempestiva dei decessi, e si realizza tramite l'invio alla Struttura di riferimento "Epidemiologia Ambientale" di Arpa Piemonte, da parte di ogni comune capoluogo di provincia, delle denunce di decesso, relative agli eventi occorsi nelle 24-48 ore dalla registrazione del decesso stesso.

La trasmissione dei dati (secondo un tracciato record) ha cadenza giornaliera solo per la città Torino e persiste per tutta la durata dell'emissione del bollettino, 15 maggio-30 settembre. In particolare, il tracciato predisposto dalla Struttura di "Epidemiologia Ambientale" di Arpa Piemonte nel rispetto della normativa sulla Privacy a tutela dei dati sensibili, mira a rilevare le seguenti informazioni:

1) dati anagrafici

- sesso (M/F)
- data di nascita e data di decesso (gg/mm/aaaa)
- comune di nascita, di residenza e di decesso

2) informazioni riguardanti il decesso

- luogo del decesso (casa, residenza sanitaria assistenziale R.S.A., ospedale pubblico e/o privato, altro luogo di decesso)
- causa di morte (naturale, violenta)

La Struttura di "Epidemiologia Ambientale" di Arpa Piemonte, utilizzando i dati così raccolti, crea un database della mortalità osservata giornaliera (dal quale vengono, poi, selezionati solo i decessi dei soggetti residenti nello stesso comune di decesso), sulla

base del quale vengono effettuate le analisi descrittive epidemiologiche e la valutazione di eventuali incrementi dei decessi osservati in funzione delle ondate di calore. L'eccesso di mortalità osservato viene calcolato come differenza tra la mortalità osservata e la mortalità attesa tra gli over65. La mortalità attesa è ricavata utilizzando diversi metodi statistici, sia ricorrendo a confronti con le serie storiche di anni precedenti i cui dati sono già disponibili, sia facendo confronti interni all'anno in esame. Le analisi, poi, mirano a confrontare la mortalità nei periodi di assenza di ondate di calore con quella dei periodi con ondata.

Numericamente, nell'estate 2025 sono stati registrati complessivamente, negli 8 comuni capoluogo di provincia, 4450 decessi, di questi il 69%, 3063, sono decessi avvenuti tra i residenti a Torino, Tabella 2.1 e Tabella 2.2.

Città	Frequenza assoluta		Frequenza % della mortalità estiva rispetto alla popolazione residente
	Popolazione Residente ²	Mortalità estiva (2025)	
Alessandria	92 518	341	0.37
Asti	73 503	263	0.38
Biella	43 209	76	0.18 ³
Cuneo	55 804	181	0.32
Novara	102 573	266	0.26
Verbania	29 932	105	0.35
Vercelli	45 978	155	0.34
Torino	856 745	3 063	0.36
Totale città	1 300 262	4 450	0.34

Tabella 2.1- Statistica descrittiva, distribuzione di frequenza assoluta della popolazione residente e dei nell'estate 2025, secondo la città di residenza, per le città capoluogo sia singolarmente sia nel complesso.

La valutazione del numero assoluto di deceduti deve tenere in considerazione, oltre al determinante ambientale, anche il numero e la classe d'età di residenti. Infatti, si deve

² Popolazione residente al 31/12/2024 (dato provvisorio scaricato il 30/10/2025). Fonte: Banca Dati Demografica e Evolutiva (BDDE) Regione Piemonte

³ Il valore minimo di frequenza di mortalità estiva rispetto alla popolazione residente associato a Biella è da imputarsi al trasferimento, nel 2015, dell'Ospedale degli Infermi da Biella in altro comune limitrofo (Ponderano). I dati dei deceduti in comuni diversi dal capoluogo sono, infatti, esclusi per protocollo e questo comporta la riduzione del numero e della frequenza di deceduti per Biella

sottolineare che rispetto al 2024 la popolazione residente ad Asti, Cuneo e Verbania è diminuita, al contrario, la popolazione dei residenti over65 e over75 è aumentata.

La tabella sottostante rappresenta graficamente le percentuali di popolazione residente e di mortalità per capoluogo di provincia e per classe d'età (Tabella 2.2).

Città	Popolazione Residente (% sul totale dei capoluoghi di provincia)	Decessi (% sul totale dei capoluoghi di provincia)	Popolazione Residente over65 (% per capoluogo di provincia)	Decessi over65 (% sul totale per capoluogo di provincia)
Alessandria	7.12	7.66	26.30	90.91
Asti	5.65	5.91	26.99	92.40
Biella	3.32	1.71	29.47	89.47
Cuneo	4.29	4.07	32.11	92.82
Novara	7.89	5.98	24.99	90.60
Verbania	2.30	2.36	28.26	87.62
Vercelli	3.54	3.48	26.53	94.84
Torino	65.89	68.83	25.96	90.27
Totale città	100.00	100.00	26.42	90.65

Tabella 2.2- Statistica descrittiva, distribuzione delle percentuali della popolazione residente e dei decessi secondo la città di residenza, per tutte le città capoluogo, sia per tutte le classi d'età sia tra gli over65.

Nella città di Torino risiede il 66% della popolazione e si sono verificati il 69% dei decessi sul totale delle otto città in esame. Inoltre, Cuneo appare la città più anziana con la più alta frequenza di residenti over65 (32%) mentre Novara anche nel 2025 rappresenta il capoluogo di provincia più giovane con la minore percentuale di over65 (25%). La percentuale di deceduti over65 sul totale dei deceduti per singolo capoluogo va da un minimo di 88% (Verbania) ad un massimo di 95% (Vercelli).

In considerazione delle differenze che esistono tra Torino e le altre città capoluogo della Regione, in termini di caratteristiche urbane, numerosità di popolazione e fattori socioeconomici, le analisi di seguito presentate sono state realizzate sia considerando tutte le città capoluogo di provincia, compreso Torino, sia analizzando le città capoluogo esclusa Torino.

L'analisi della mortalità è stata realizzata considerando prima i decessi occorsi in totale e poi analizzando separatamente le classi d'età over65 e over75 che la letteratura

indica essere quelle maggiormente “fragili/vulnerabili” e a maggior rischio rispetto al determinante ambientale in studio, (Tabella 2.3).

Città		Mortalità		
		Tutte le età	65 anni e più	75 anni e più
Alessandria	Numero	341	310	261
	Media giornaliera	2.45	2.08	1.88
	% decessi sul totale		91.81	76.54
Asti	Numero	263	243	209
	Media giornaliera	1.89	1.75	1.5
	% decessi sul totale		92.40	79.47
Biella	Numero	76	68	59
	Media giornaliera	0.55	0.49	0.43
	% decessi sul totale		89.47	77.63
Cuneo	Numero	181	168	148
	Media giornaliera	1.30	1.21	1.07
	% decessi sul totale		92.82	81.77
Novara	Numero	266	241	216
	Media giornaliera	1.91	1.73	1,55
	% decessi sul totale		90.60	81.20
Verbania	Numero	105	92	74
	Media giornaliera	0.76	0.66	0.53
	% decessi sul totale		87,62	70.48
Vercelli	Numero	155	147	131
	Media giornaliera	1.12	1.06	0.94
	% decessi sul totale		94.84	84.52
Torino	Numero	3063	2765	2420
	Media giornaliera	22.04	19.89	17.41
	% decessi sul totale		90.27	79.01
Totale città	Numero	4450	4034	3518
	Media giornaliera	31.96	29.02	25.31
	% decessi sul totale		90,65	79.06

Tabella 2.3 – Statistica descrittiva del numero di decessi (frequenze assolute e media giornaliera), per classe di età, le città capoluogo sia singolarmente sia sul totale.

Analizzando la distribuzione per classi d'età dei deceduti si rileva che la percentuale più alta di decessi, sia sul totale sia per singola città capoluogo, occorre nei grandi anziani (persone con un'età di 75 anni e più) variando dal 70%, Verbania, al 84%, Vercelli, con una media tra le otto città capoluogo del 79%.

La valutazione rispetto a eventuali incrementi giornalieri dei decessi in relazione alle variazioni di temperatura è possibile solo per la città di Torino, data la consistenza della popolazione e di conseguenza la relativa numerosità di decessi quotidiani. Per le altre città capoluogo, realtà urbane relativamente piccole e con un numero dei deceduti giornalieri nell'ordine di poche unità, il rilievo di eventuali incrementi giornalieri sarebbe difficile da interpretare in quanto affetto da grandissime fluttuazioni e quindi fornirebbe stime poco attendibili dal punto di vista statistico.

Le tabelle successive mostrano il dato complessivo di mortalità estiva 2025 per tutte le città capoluogo, città di Torino compresa. Come già ricordato, va sottolineata la diversa dimensione territoriale e di popolazione tra i capoluoghi e il peso che ha la città di Torino sul totale complessivo della Regione. Le diverse realtà sociali, territoriali e ambientali dei capoluoghi del Piemonte, vanno considerate nel valutare il dato aggregato che non è da considerarsi al suo interno omogeneo.

Le analisi che sono state realizzate, sulla base dei dati attualmente disponibili e secondo le variabili definite nel tracciato record, hanno tenuto in considerazione le dimensioni relative a sesso, fascia d'età (0-64, 65-74, 75 anni e più), causa di decesso (naturale o accidentale), luogo del decesso (distinto in 4 categorie, abitazione, residenza sanitaria assistita, R.S.A., ospedale e altro luogo di decesso) e mese di decesso.

Classi d'età		Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
0-64 anni	Numero	158	258	416
	% sul totale di riga	37.98	62.02	100.00
	% sul totale di colonna	6.71	12.32	9.35
65-74 anni	Numero	206	310	516
	% sul totale di riga	39.92	60.08	100.00
	% sul totale di colonna	8.75	14.80	11.60
75 anni ed oltre	Numero	1 991	1 527	3 518
	% sul totale di riga	56.59	43.41	100.00
	% sul totale di colonna	84.54	72.89	79.06
Totale	Numero	2 355	2 095	4 450
	% sul totale	52.92	47.08	100.00

Tabella 2.4 – Distribuzione del numero di decessi per fasce d'età – sesso (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

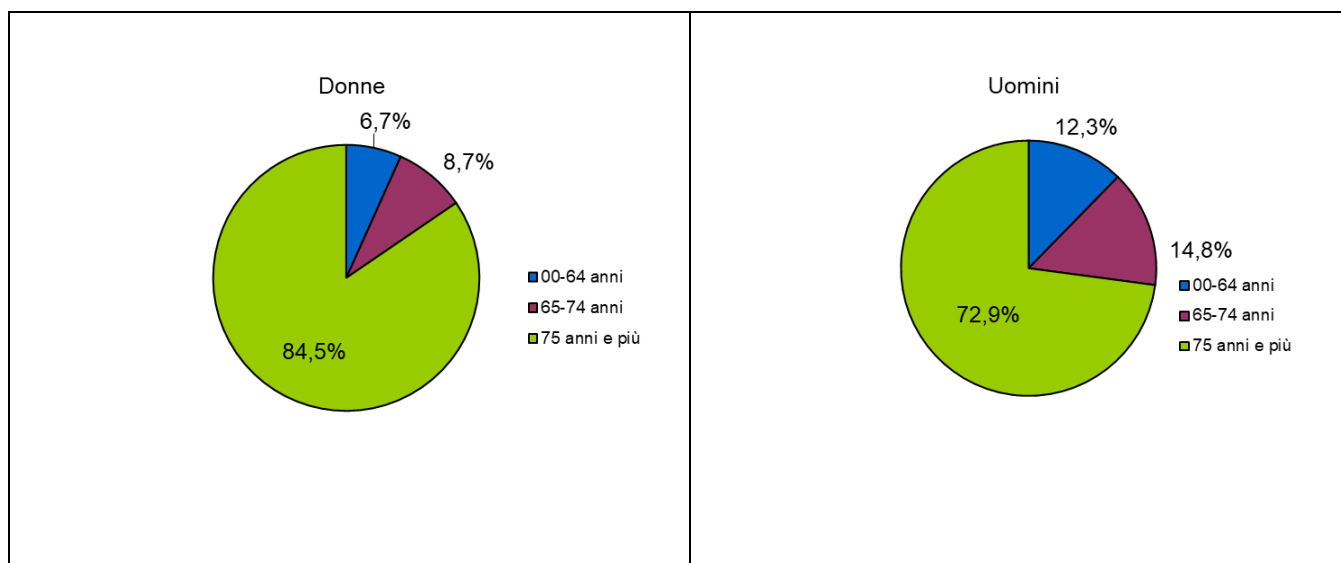


Figura 2.1– Distribuzione della percentuale dei decessi per classi di età – divisi tra i sessi (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

Analizzando i deceduti per distribuzione di sesso ed età si osserva la maggiore prevalenza di donne decedute, 2355 donne decedute su 4450 deceduti totali (pari a circa il 53%), lo stesso si conferma nella classe d'età più alta (i grandi anziani) numero di donne decedute 1991 su 3518 (pari a circa il 57%).

Nelle classi d'età più giovani i decessi prevalenti si verificano tra gli uomini (in particolare la percentuale di deceduti uomini nella classe under65 e nella classe 65-74 è pari al 62% e al 60%, rispettivamente). In sintesi, in età più avanzata la maggioranza dei deceduti è di sesso femminile, mentre la tendenza si inverte nelle classi più giovani, classi under65 e 65-74 anni (Figura 2.1 e Tabella 2.4). La differente prevalenza del genere nelle diverse classi d'età potrebbe essere meglio spiegata se fosse disponibile la causa di morte. La conoscenza di questa informazione permetterebbe di validare l'ipotesi se esiste una maggiore incidenza di decessi per patologie cardiovascolari tra gli uomini più giovani, come si evidenzia dalla letteratura scientifica, oltre che di verificare una maggiore proporzione di mortalità per cause violente/accidentali tra gli uomini, come descritto di seguito.

Va ricordato, che l'informazione sulla causa di morte trasmessa dai servizi demografici e cimiteriali ad Arpa Piemonte riporta solo due tipologie di possibili cause: violenta (che comprende sia le cause accidentali e incidentali sia le cause violente vere e proprie quali omicidi, suicidi etc.) e non violenta (ovvero quella che viene definita "mortalità naturale"). L'analisi sui dati relativi alla causa di morte viene fatta sia per genere sia sul totale dei deceduti.

Le cause naturali rappresentano poco più del 95% dei decessi, con una lieve differenza tra i due sessi, in quanto tra gli uomini si rileva una percentuale di decessi per cause violente superiore al 6%, mentre tra le donne questo dato è pari al 3.2% (Tabella 2.5 e Figura 2.2).

Date, quindi, le poche informazioni disponibili su questo campo, non è possibile formulare nessun genere di ipotesi e nessun commento rispetto alle lievi differenze tra i generi e tantomeno su eccessi specifici attribuibili alle ondate di calore o a cause competitive.

Causa Decesso		Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Causa violenta / accidentale	Numero	75	133	208
	% sul totale di riga	36.06	63.94	100.00
	% sul totale di colonna	3.18	6.35	4.67
Causa non violenta	Numero	2 280	1 962	4 242
	% sul totale di riga	54.48	45.52	100.00
	% sul totale di colonna	96.82	93.65	95.33
Totale	Numero	2 355	2 095	4 450
	% del totale	52.92	47.08	100.00

Tabella 2.5 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, dei decessi per causa di morte – sesso (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

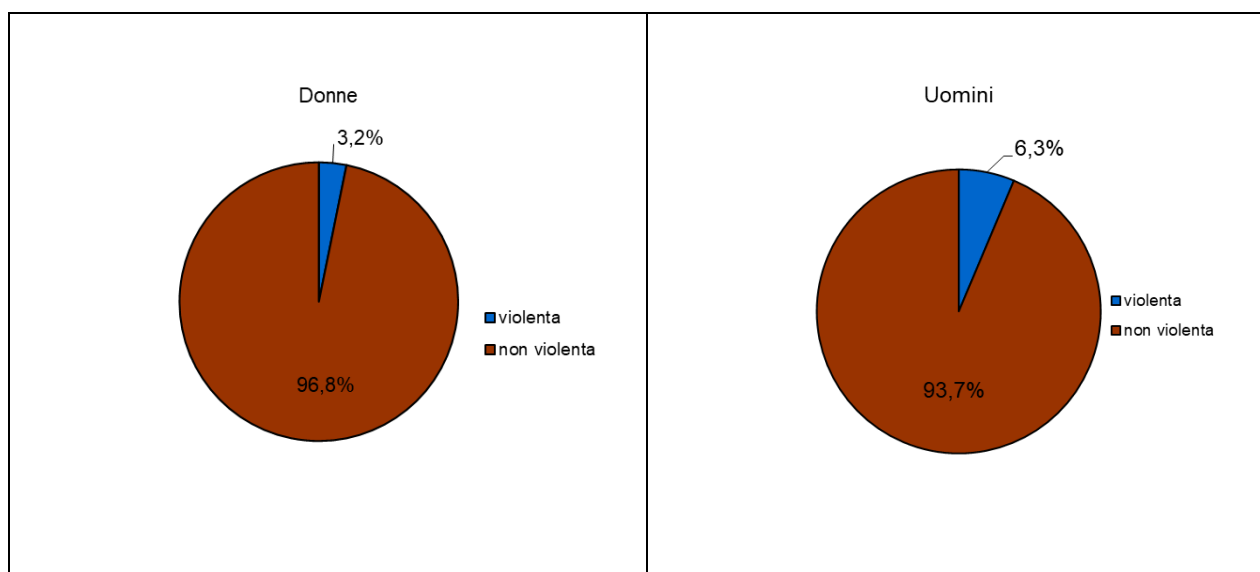


Figura 2.2 – Distribuzione della percentuale di decessi per causa di morte – divisi tra i sessi (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

Un'altra dimensione analizzata ha riguardato il luogo di decesso (Tabella 2.6). Per questa variabile sono previste 4 categorie: decessi avvenuti presso la propria abitazione, in residenza sanitaria assistenziale (R.S.A.), in ospedale e, infine, decessi avvenuti in altri luoghi (es. decesso avvenuto per strada in seguito a incidente).

Luogo del decesso		Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Abitazione	Numero	728	588	1 316
	% sul totale di riga	55.32	44.68	100.00
	% sul totale di colonna	30.91	28.07	29.57
R.S.A.	Numero	619	370	989
	% sul totale di riga	62.59	37.41	100.00
	% sul totale di colonna	26.28	17.66	22.22
Ospedale	Numero	960	1 069	2 029
	% sul totale di riga	47.31	52.69	100.00
	% sul totale di colonna	40.76	51.03	45.60
Altro luogo	Numero	48	68	116
	% sul totale di riga	41.38	58.62	100.00
	% sul totale di colonna	2.04	3.25	2.61
Totale	Numero	2 355	2 095	4 450
	% del totale	52.92	47.08	100.00

Tabella 2.6 - Distribuzione, numero assoluto e percentuale, del numero di decessi per luogo del decesso- sesso (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

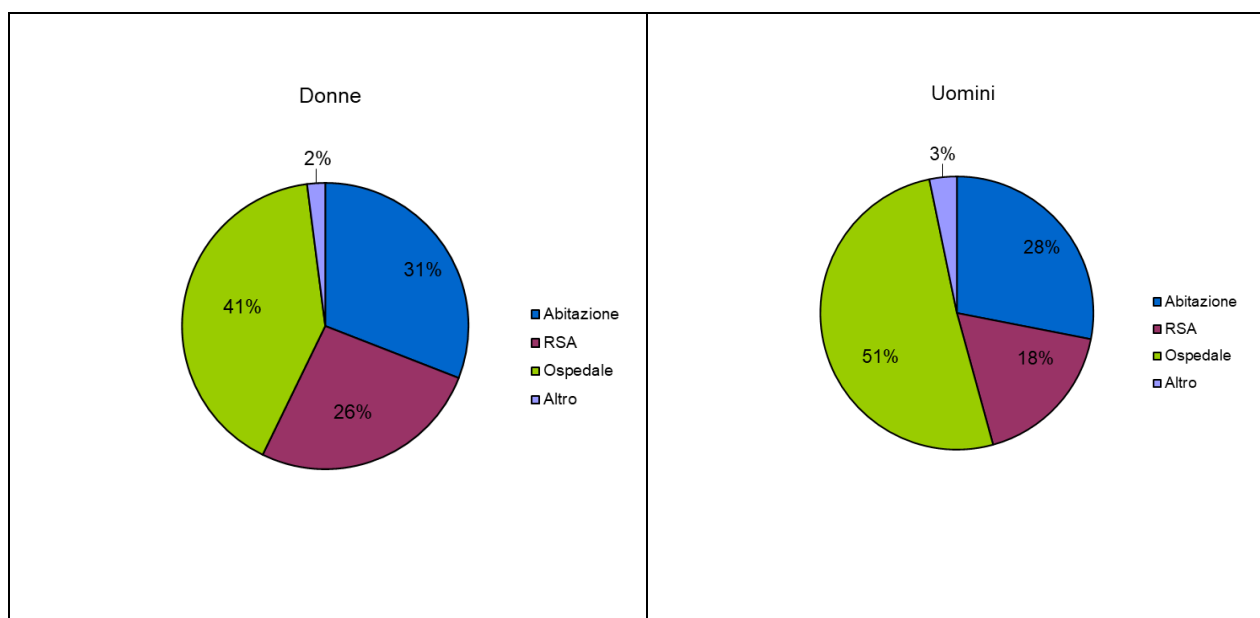


Figura 2.3 - Distribuzione della percentuale dei decessi per luogo del decesso- divisi tra i sessi (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

Circa il 30% delle morti avviene nella propria abitazione, poco più del 22% in R.S.A., il 2.6% in altri luoghi mentre il rimanente, che costituisce la maggior parte dei decessi (2029 decessi nell'estate 2025 pari al 46% del totale), avviene in ospedali pubblici e/o privati. La distribuzione dei luoghi di decesso risulta diversa tra i due generi, le donne muoiono di più in R.S.A. e gli uomini più in ospedale. Purtroppo, anche questa ipotesi non può essere indagata attraverso i dati a disposizione, mancando non solo la causa di decesso ma tutte le informazioni di suscettibilità.

Per quanto riguarda l'ultima caratteristica analizzata, ovvero la data del decesso, la distribuzione dei decessi nei vari mesi estivi evidenzia un numero di decessi maggiore nel mese di agosto, sia a livello globale sia tra i deceduti in R.S.A.. Tra i deceduti in ospedale e nella propria abitazione, i mesi con prevalenza maggiore di decessi sono giugno e maggio (ultimi 17 giorni), rispettivamente (Tabella 2.7 e Figura 2.3).

La possibile relazione tra il determinante ambientale e l'esito sanitario sarà indagata per singolo capoluogo di provincia, mentre, nulla si può dire circa la forza della relazione o la distribuzione tra i vari luoghi di decesso che dipende da altre variabili, non raccolte, quali per esempio ulteriori informazioni circa il giorno di ricovero in ospedale, la durata dei ricoveri e le condizioni morbose che hanno determinato la morte.

Di seguito è presentato il profilo della distribuzione dei decessi per mese di decesso e luogo della popolazione per tutte le fasce d'età (Tabella 2.7 e Figura 2.4)

Luogo del decesso		Periodo					
		15-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
Numero decessi	Abitazione	186	291	298	289	252	1 316
<i>% sul totale</i>		4.18	6.54	6.70	6.49	5.66	29.57
<i>% sul totale di riga</i>		14.13	22.11	22.64	21.96	19.15	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		31.47	29.69	31.57	28.93	26.92	
Numero decessi	R.S.A.	125	211	199	238	216	989
<i>% sul totale</i>		2.81	4.74	4.47	5.35	4.85	22.22
<i>% sul totale di riga</i>		12.64	21.33	20.12	24.06	21.84	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		21.15	21.53	21.08	23.82	23.08	
Numero decessi	Ospedale	259	455	423	441	451	2 029
<i>% sul totale</i>		5.82	10.22	9.51	9.91	10.13	45.60
<i>% sul totale di riga</i>		12.76	22.42	20.85	21.73	22.23	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		43.82	46.43	44.81	44.14	48.18	
Numero decessi	Altro luogo	21	23	24	31	17	116
<i>% sul totale</i>		0.47	0.52	0.54	0.70	0.38	2.61
<i>% sul totale di riga</i>		18.10	19.83	20.69	26.72	14.66	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		3.55	2.35	2.54	3.10	1.82	
Numero decessi	Totale	591	980	944	999	936	4 450
<i>% sul totale</i>		13.28	22.02	21.21	22.45	21.03	100.00

Tabella 2.7 - Analisi decessi per Luogo del decesso – periodo (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

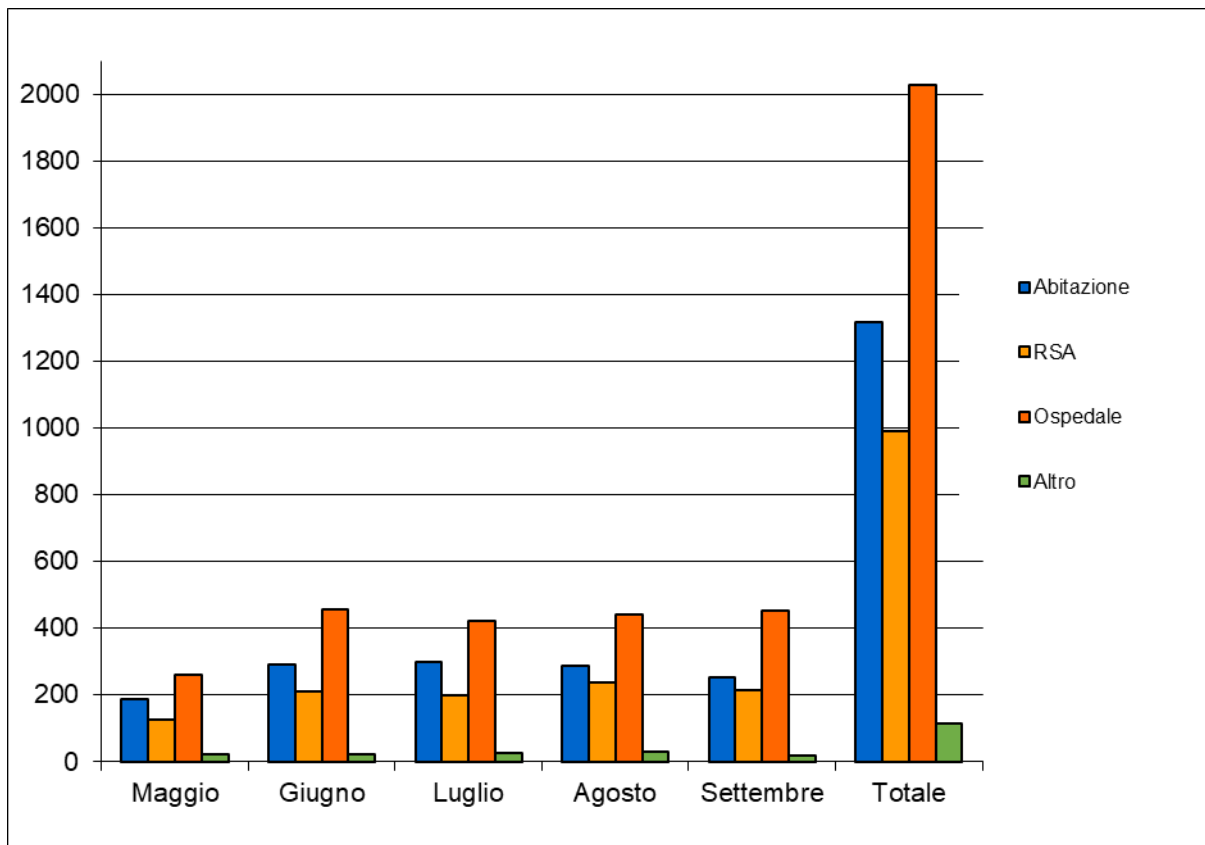


Figura 2.4 – Distribuzione del numero decessi per Luogo del decesso – periodo, maggio considerato dal 15 al 31 (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

La distribuzione dei decessi per mese di decesso e luogo tra gli over65 è simile al profilo considerando i deceduti di tutte le classi d'età (Figura 2.5).

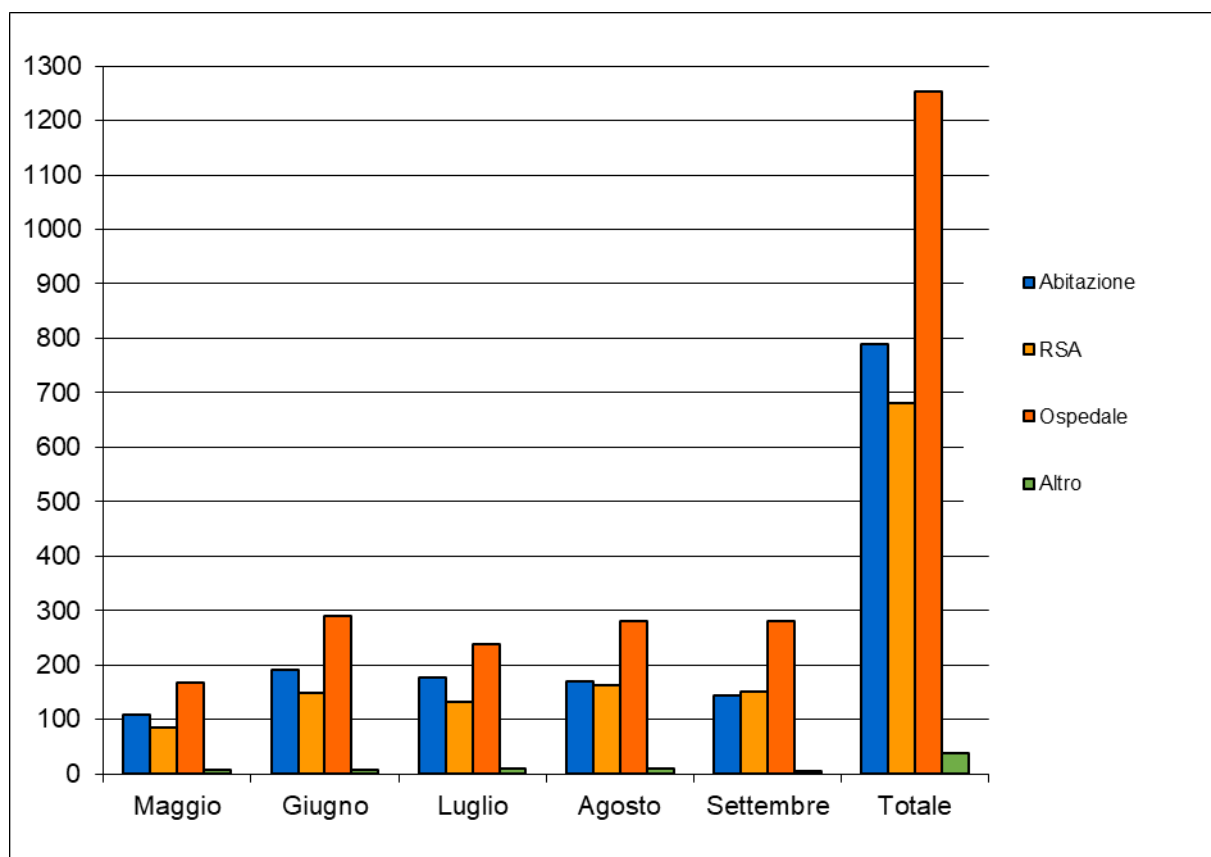


Figura 2.5 – Distribuzione del numero decessi over65 per Luogo del decesso – periodo, maggio considerato dal 15 al 31 (dati sul totale degli otto capoluoghi di provincia)

Confrontando il I profilo della distribuzione dei decessi per luogo e mese di decesso tra gli over65 rispetto a quello della popolazione per tutte le fasce d'età si evidenzia una differenza nei mesi di agosto e settembre. I dati a nostra disposizione, però, non ci permettono di validare studiare le cause di questa differenza.

3. Analisi della mortalità nei capoluoghi (escluso Torino)

Con l'esclusione di Torino, nell'intero periodo estivo del 2025 i decessi totali osservati nei sette capoluoghi di provincia sono stati 1387 confermando il ritorno ai valori pre-pandemici (media dei decessi totali dei 7 capoluoghi di provincia, tra il 2015 ed il 2019, pari a 1368.6).

Nelle due classi d'età più vulnerabili (over65 ed over75) al caldo i decessi totali osservati, nei 7 capoluoghi piemontesi escluso Torino, sono 1269 e 1098, decessi osservati tra gli over65 e gli over75, rispettivamente (Tabella 3.1).

Città		Oss. tutte le età	Oss. 00-64 anni	Oss. 65-74 anni	Oss. 75 e più anni	Oss. 65 e più anni
Totale città (escluso Torino)	Numero decessi	1 387	118	171	1 098	1 269
	Media giornaliera	9.98	0.85	1.23	7.90	9.13
	% decessi sul totale	100.00	8.51	12.33	79.16	91.49

Tabella 3.1 – Distribuzione del numero dei decessi osservato, medie giornaliere osservate e percentuale di deceduti sul totale, stratificati per classi di età (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

Per il totale dei 7 comuni capoluogo di provincia, il numero dei deceduti di età superiore ai 65 anni è pari a più del 91% del totale, di cui circa l'80% sono grandi anziani, ovvero con età uguale o superiore ai 75 anni.

Il numero di deceduti giornalieri totali dei 7 capoluoghi si attesta intorno ai 10 casi al giorno, per cui ogni valutazione su variazioni di decessi su base giornaliera per singolo capoluogo è impossibile per l'instabilità statistica della stima basata su pochi casi, come già esposto in precedenza.

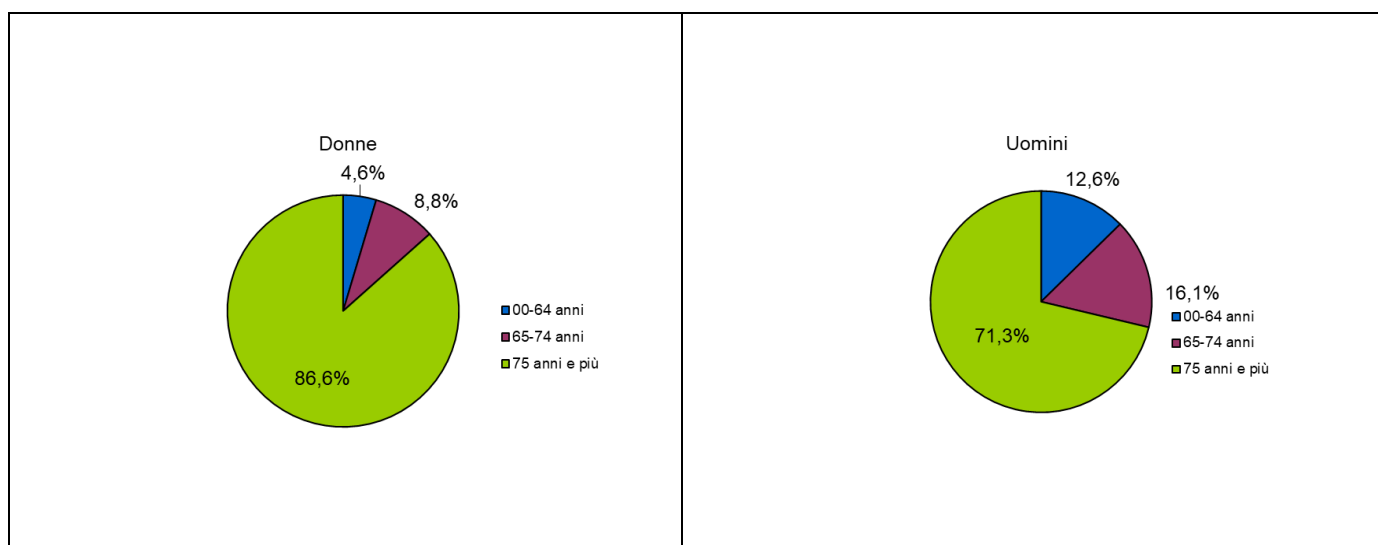


Figura 3.1 - Distribuzione della percentuale dei decessi per classi di età – divisi tra i sessi (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

	Classi di età	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	0-64 anni	33	85	118
% sul totale		2.38	6.13	8.51
% sul totale di riga		27.97	72.03	100.00
% sul totale di colonna		4.62	12.65	
Numero decessi	65-74 anni	63	108	171
% sul totale		4.54	7.79	12.33
% sul totale di riga		36.84	63.16	100.00
% sul totale di colonna		8.81	16.07	
Numero decessi	75 anni ed oltre	619	479	1098
% sul totale		44.63	34.53	79.16
% sul totale di riga		56.38	43.62	100.00
% sul totale di colonna		86.57	71.28	
Numero decessi	Totale	715	672	1387
% sul totale		51.55	48.45	100.00

Tabella 3.2 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, di decessi per fasce d'età – sesso (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

Il dato sui sette capoluoghi, escluso Torino, conferma la differente distribuzione dell'età tra i due generi. Tra le donne si ha circa 14% di morti in età inferiore ai 75 anni mentre tra gli uomini nella stessa classe la percentuale è sale al 29% (Tabella 3.2 e Figura 3.2).

	Causa Decesso	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	Causa violenta/accidentale	10	17	27
% sul totale		0.72	1.23	1.95
% sul totale di riga		37.04	62.96	100.00
% sul totale di colonna		1.40	2.53	
Numero decessi	Causa non violenta	705	655	1360
% sul totale		50.83	47.22	98.05
% sul totale di riga		51.84	48.16	100.00
% sul totale di colonna		98.60	97.47	
Numero decessi	Totale	715	672	1387
% sul totale		51.55	48.45	100.00

Tabella 3.3 - Distribuzione, numero assoluto e percentuale, dei decessi per causa di morte – sesso (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

Anche con l'esclusione di Torino, l'analisi sui rimanenti 7 capoluoghi Piemontesi conferma che la percentuale di deceduti per cause accidentali tra gli uomini è superiore rispetto alla stessa tra le donne, 10 decessi tra le donne vs 17 decessi tra gli uomini (Tabella 3.3). I numeri troppo piccoli, però, non consentono di fare nessuna ipotesi sulle cause di questa differenza tra generi.

	Luogo del decesso	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	Abitazione	231	210	441
% sul totale		16.65	15.14	31.80
% sul totale di riga		52.38	47.62	100.00
% sul totale di colonna		32.31	31.25	
Numero decessi	R.S.A.	181	89	270
% sul totale		13.05	6.42	19.47
% sul totale di riga		67.04	32.96	100.00
% sul totale di colonna		25.31	13.24	
Numero decessi	Ospedale	284	330	614
% sul totale		20.48	23.79	44.27
% sul totale di riga		46.25	53.75	100.00
% sul totale di colonna		39.72	49.11	
Numero decessi	Altro luogo	19	43	62
% sul totale		1.37	3.10	4.47
% sul totale di riga		30.65	69.35	100.00
% sul totale di colonna		2.66	6.40	
Numero decessi	Totale	715	672	1387
Frequenze % sul totale		51.55	48.45	100.00

Tabella 3.4 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, dei decessi per luogo del decesso – sesso (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

L'analisi della distribuzione del luogo di decesso in base al genere del deceduto evidenzia come la proporzione di soggetti di sesso femminile è maggiore per i deceduti nella propria abitazione ed in R.S.A. mentre la proporzione di soggetti di sesso maschile è maggiore per i deceduti in ospedale e in luoghi diversi dai precedenti (Tabella 3.4).

	Luogo del decesso	Periodo					
		15-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
Numero decessi	Abitazione	61	80	103	104	93	441
<i>% sul totale</i>		4.40	5.77	7.43	7.50	6.71	31.80
<i>% sul totale di riga</i>		13.83	18.14	23.36	23.58	21.09	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		33.89	28.99	33.66	31.71	31.31	
Numero decessi	R.S.A.	37	54	60	66	53	270
<i>% sul totale</i>		2.67	3.89	4.33	4.76	3.82	19.47
<i>% sul totale di riga</i>		13.70	20.00	22.22	24.44	19.63	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		20.56	19.57	19.61	20.12	17.85	
Numero decessi	Ospedale	72	129	132	138	143	614
<i>% sul totale</i>		5.19	9.30	9.52	9.95	10.31	44.27
<i>% sul totale di riga</i>		11.73	21.01	21.50	22.48	23.29	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		40.00	46.74	43.14	42.07	48.15	
Numero decessi	Altro luogo	10	13	11	20	8	62
<i>% sul totale</i>		0.72	0.94	0.79	1.44	0.58	4.47
<i>% sul totale di riga</i>		16.13	20.97	17.74	32.26	12.90	100.00
<i>% sul totale di colonna</i>		5.56	4.71	3.59	6.10	2.69	
Numero decessi	Totale	180	276	306	328	297	1 387
<i>% sul totale</i>		12.98	19.90	22.06	23.65	21.41	100.00

Tabella 3.5 - Analisi decessi per Luogo del decesso – periodo (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

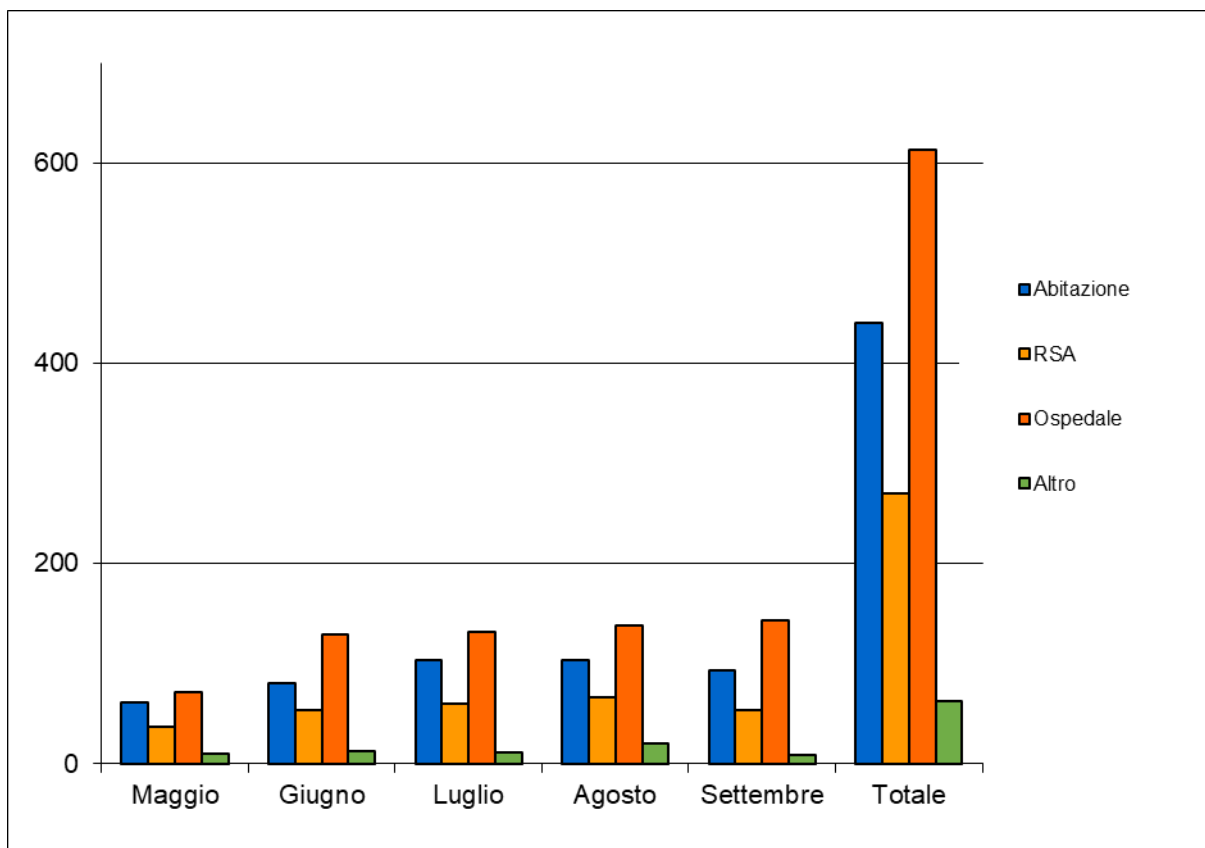


Figura 3.2 - Distribuzione del numero decessi per luogo del decesso – periodo (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

Anche escludendo Torino dall'analisi complessiva, nei rimanenti sette capoluoghi piemontesi la distribuzione dei decessi per mese rimane sovrapponibile a quella che include di Torino.

Si rileva che agosto risulta essere il mese con il maggior numero di decessi dell'estate del 2025, mentre a settembre, a differenza di quanto osservato includendo Torino, non si evidenzia un aumento dei decessi in R.S.A. piuttosto che a domicilio (Tabella 3.5 e Figura 3.2 e Figura 3.3).

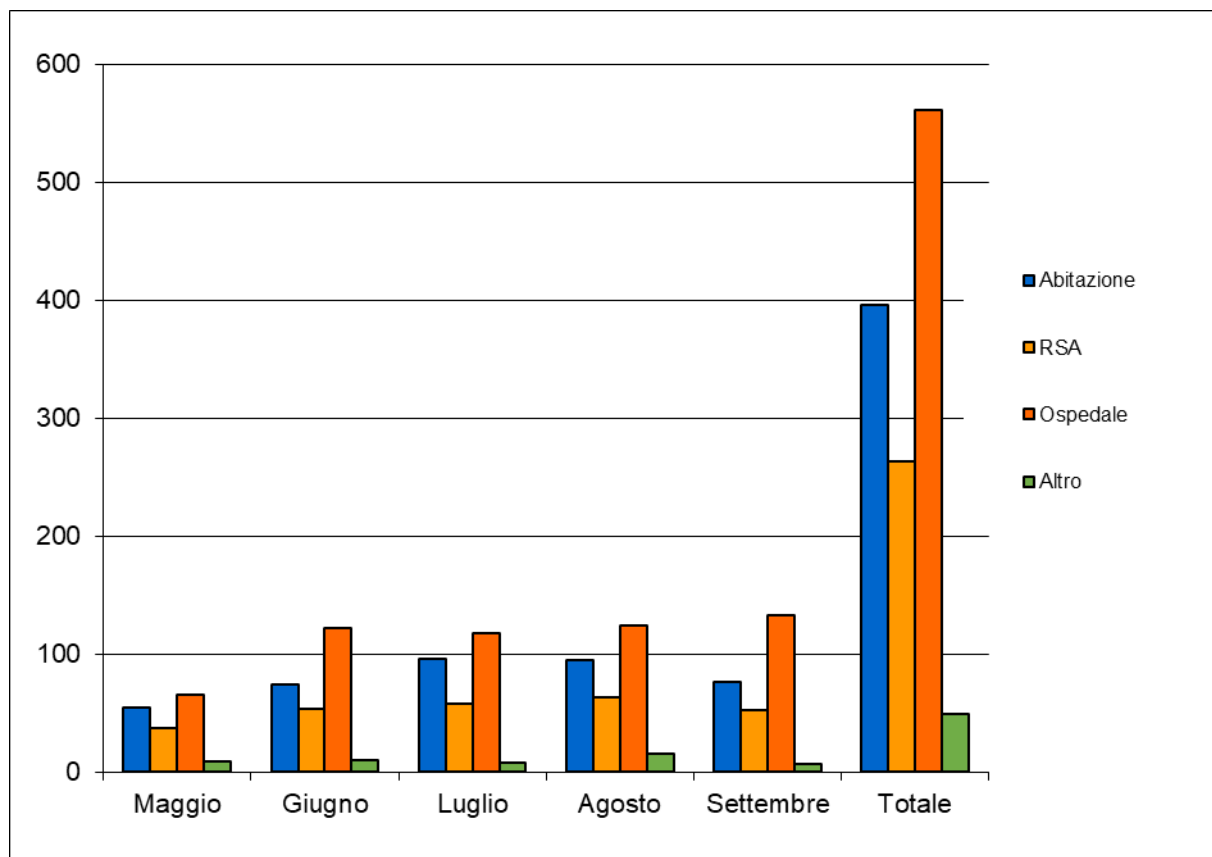


Figura 3.3 - Distribuzione del numero decessi over65 per luogo del decesso – periodo (tutti i capoluoghi di Provincia escluso Torino)

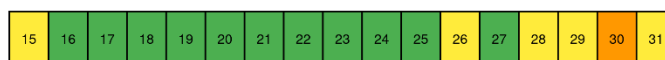
Il profilo non cambia se si analizza la classe d'età over65.

4. Alessandria

Analisi climatica

Codice Colore osservato

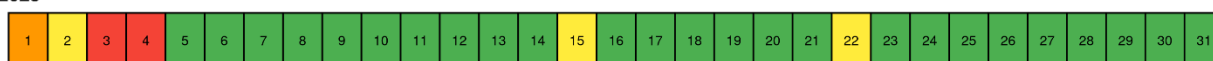
May 2025



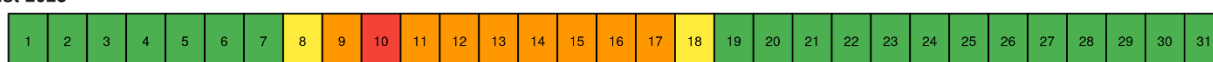
June 2025



July 2025



August 2025



September 2025



0 10 20 30
Giorno del Mese

Tabella 4.1- Livelli di allerta osservati per ondate di calore ad Alessandria dal 15 maggio al 30 settembre 2025

Nella Tabella 4.1 sono riportati i livelli di allerta osservati per le ondate di calore ad Alessandria nel periodo 15 maggio – 30 settembre. Si sono registrate 6 ondate di calore (intese come almeno tre giorni consecutivi di caldo, ovvero almeno tre giorni consecutivi di sistema di allerta acceso):

dal 28/05 all' 01/06;

dal 10/06 al 16/06;

dal 19/06 al 21/06;

dal 23/06 al 04/07;

dal 08/08 al 18/08;

dal 19/09 al 21/09.

A differenza della scorsa stagione estiva, la prima ondata è iniziata già alla fine del mese di maggio; i periodi e il numero di eventi sono in linea con la maggior parte degli altri capoluoghi della regione Piemonte. Ad Alessandria i giorni con livello di allerta 3-ROSSO sono 11, di cui 4 consecutivi. Oltre ai periodi di ondata sono stati registrati altre

7 giornate con il sistema di allerta acceso. Nell'ultima ondata le temperature minime apparenti non hanno superato i 15 °C, nei giorni coinvolti non c'è stato quindi un disagio bioclimatico ma hanno costituito solo un superamento delle soglie.

L'andamento delle temperature apparenti

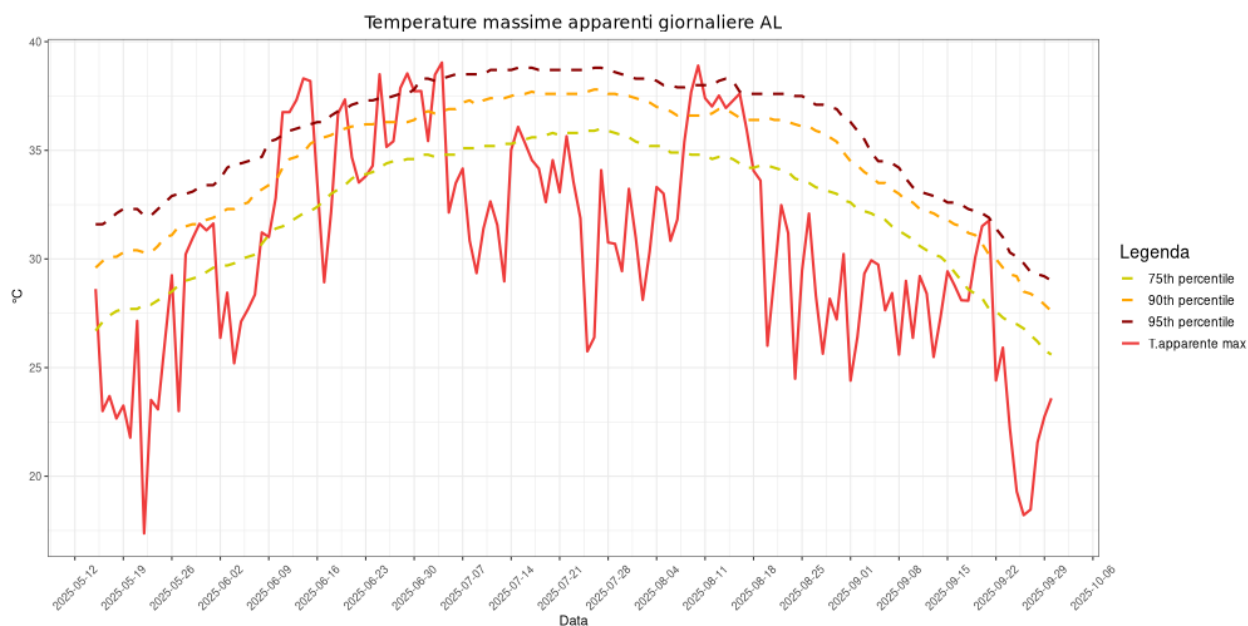


Figura 4.1 - Andamento delle temperature massime apparenti e del 75°, del 90° e del 95° percentile dal 15 maggio al 30 settembre 2025

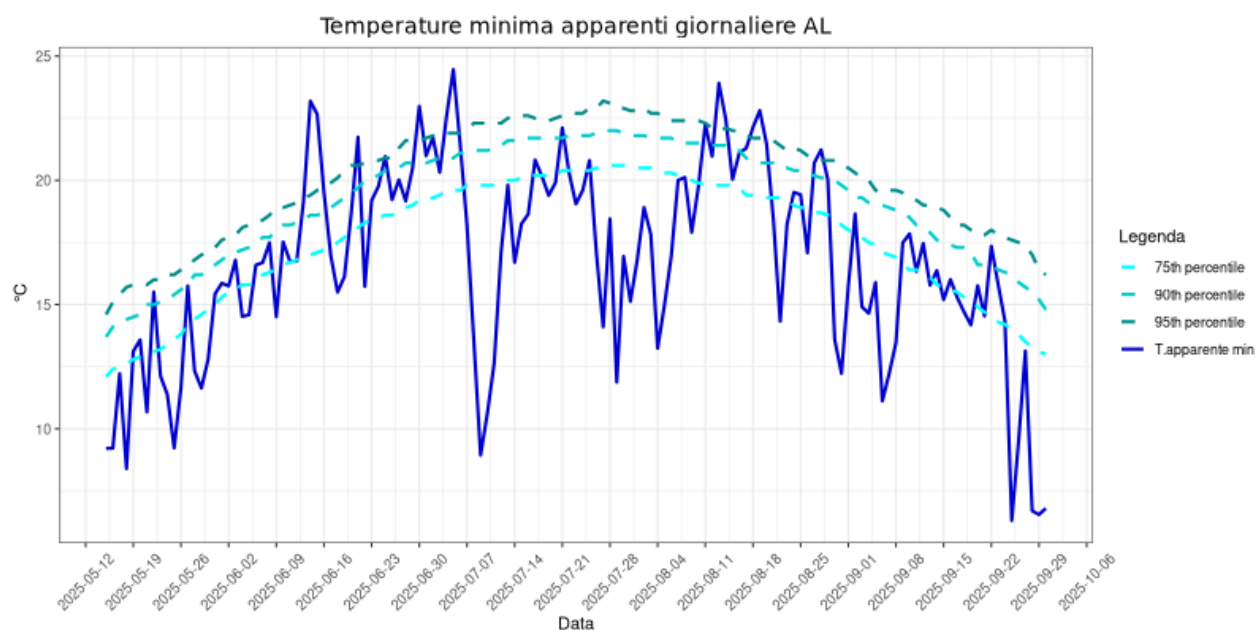


Figura 4.2 - Andamento delle temperature minime apparenti e del 75°, del 90° e del 95° percentile dal 15 maggio al 30 settembre 2025

Dalla Figura 4.1 si può notare che nella maggior parte dei giorni le temperature apparenti massime sono inferiori al 90° e il 95° percentile, che sono stati superati in due periodi in particolare: tra il 10 di giugno e inizio luglio e da inizio fino a metà agosto. Nella maggior parte dei giorni di luglio le temperature massime apparenti sono state inferiori anche al percentile più basso, nonostante fossero giorni centrali alla stagione estiva. Il valore più alto di temperatura apparente massima è stato registrato il 4 luglio con 39°C (con temperatura massima corrispondente misurata di 36,7 °C). Dall'andamento delle temperature minime apparenti (Figura 4.2), possiamo notare che solo 12 giornate sull'intero periodo sono risultate superiori al 95° percentile. Il valore massimo di temperatura minima apparente è stato di 24,5°C (con temperatura minima corrispondente di 21,8°C), registrata il 5 luglio. Nel grafico spicca, inoltre, il picco negativo nel mezzo della stagione estiva, il 9 luglio, quando è stato registrato un forte calo delle temperature, in particolar modo delle minime, a causa di un nucleo freddo in quota, in discesa dall'Olanda verso il Nord Italia.

La verifica delle previsioni

Al fine di valutare la robustezza delle previsioni effettuate durante la stagione estiva per quanto riguarda i giorni di allerta per ondate di calore e i livelli di codice-colore emessi, viene analizzata la relazione tra WDA (Warm Day Alert) osservato e previsto.

In primo luogo, viene verificata la previsione dei giorni di ondata di calore. Successivamente viene esaminata la correttezza del codice-colore previsto rispetto all'equivalente osservato.

Sono riportati, per le previsioni del pomeriggio del giorno di emissione e dei 2 giorni successivi, il numero di:

falsi allarmi → giorni in cui l'osservato equivale a un livello 0-VERDE ma è stato previsto un livello 1-GIALLO, 2-ARANCIONE o 3-ROSSO

mancati allarmi → giorni in cui l'osservato equivale a un livello 1-GIALLO, 2-ARANCIONE o 3-ROSSO ma è stato previsto un livello 0-VERDE.

corretti positivi o correttamente previsti → l'osservato e il previsto concordano, è stato previsto un livello 1-GIALLO, 2-ARANCIONE o 3-ROSSO in modo corretto.

corretti negativi → l'osservato e il previsto concordano, è stato previsto il livello 0-VERDE in modo corretto.

Di seguito sono riportate le tabelle di contingenza con il numero di tutte e 4 le categorie e la rappresentazione qualitativa senza i corretti negativi (Figura 4.3), che nella stagione in esame sono stati particolarmente elevati.

Dai risultati di questa verifica si osserva che i falsi allarmi sono in numero inferiore rispetto ai mancati allarmi. Nella previsione per il pomeriggio del giorno di emissione il numero di mancati allarmi non supera il 5%, che, al contrario di quello che ci si aspetta, diminuiscono per le due scadenze successive. La maggior parte dei mancati allarmi sono giornate isolate riconducibili a osservati equivalenti ad un livello 1-GIALLO, soprattutto nelle prime due scadenze previsionali, quasi tutti a fine maggio, dall'analisi dei dati osservati si evince che le temperature apparenti massime erano ai valori di soglia. I casi più marcati di sottostima del livello di allerta previsto sono presenti nella scadenza previsionale di due giorni dopo il giorno di emissione, per l'incertezza delle temperature previste.

Per quanto riguarda i falsi allarmi o sovrastima del livello di allerta la differenza la differenza tra la classe prevista e quella osservata è solo di un livello (Figura 4.4). Ad esempio, in figura 11 notiamo la sovrastima del colore dell'ondata di agosto: in questo caso sono state previste temperature superiori a quelle effettivamente misurate, soprattutto a causa di una sovrastima delle temperature minime apparenti.

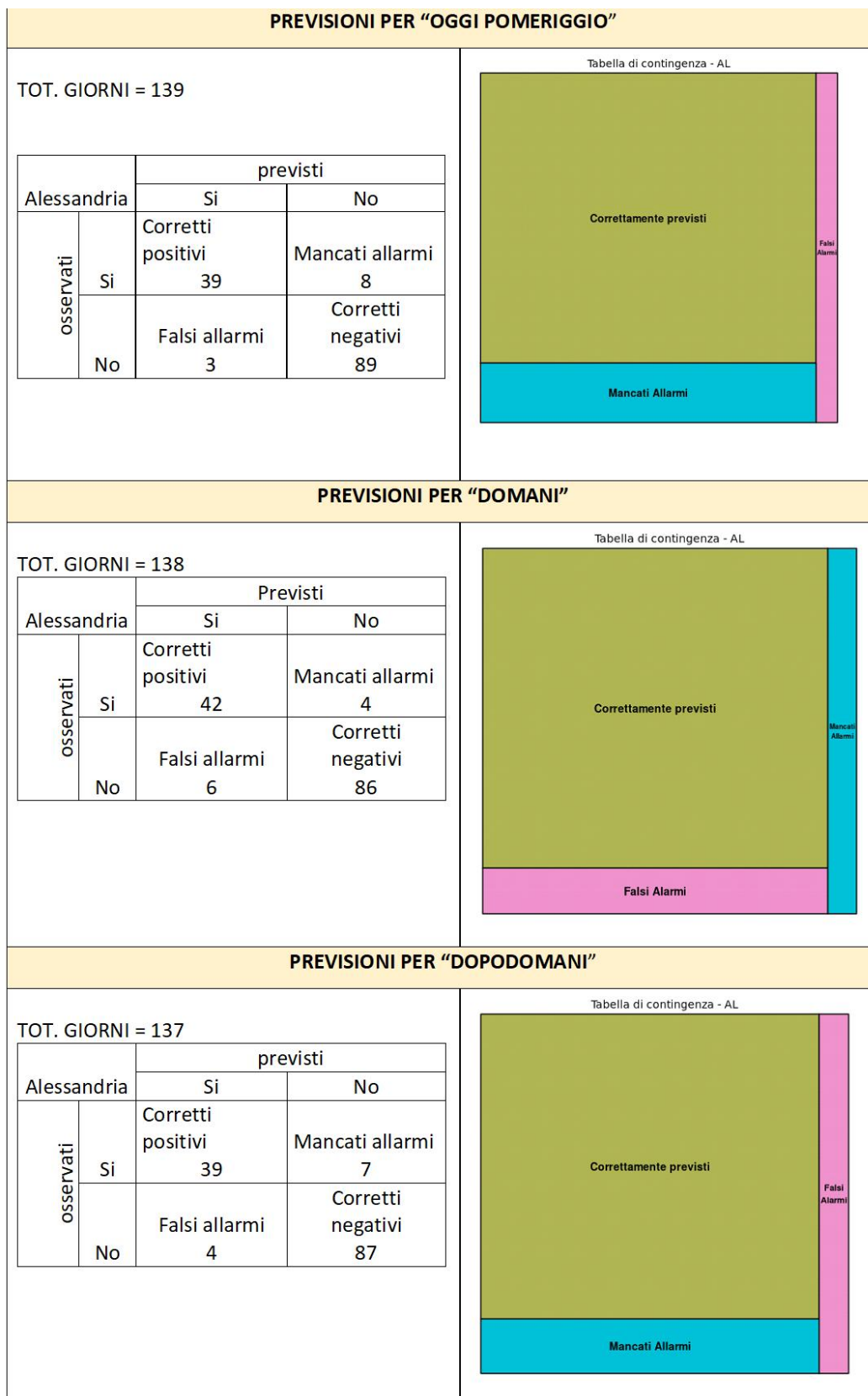


Figura 4.3 - Tabelle di contingenza osservati previsti e rappresentazione grafica dei corretti positivi, falsi allarmi e mancati allarmi per le 3 differenti scadenze previsionali

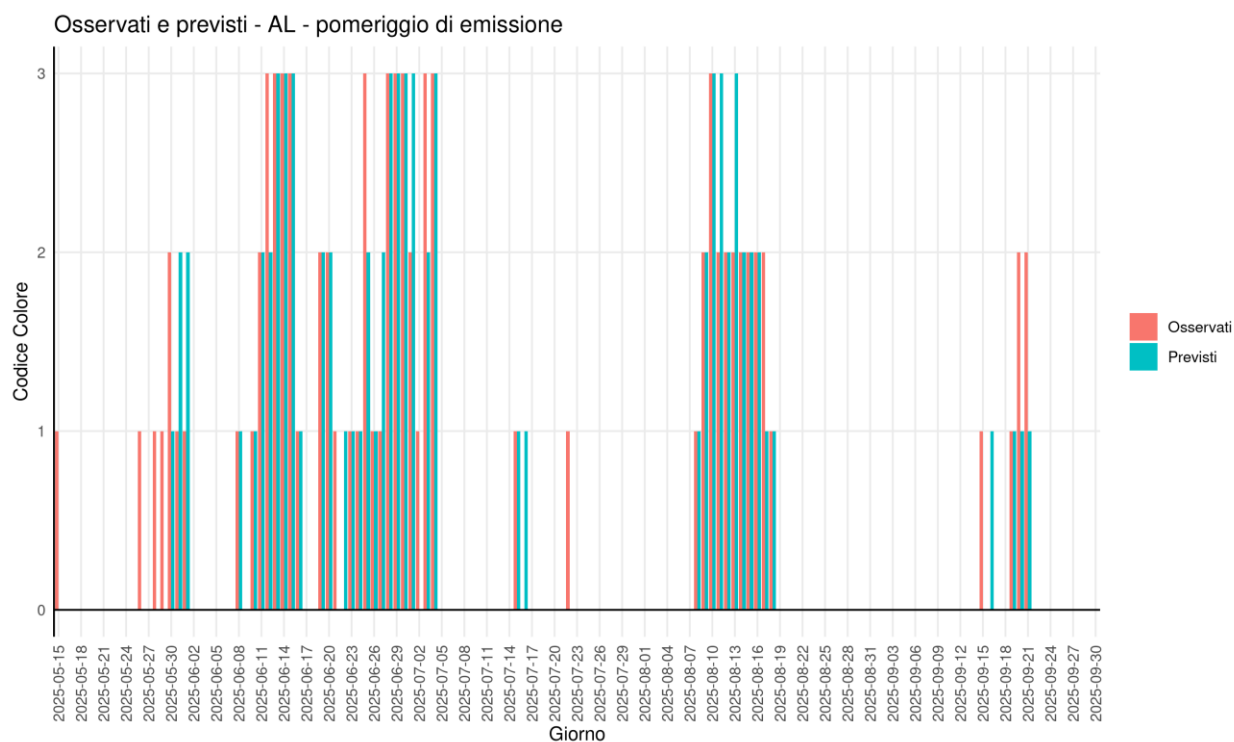


Figura 4.4 - Livelli previsti per il pomeriggio del giorno di emissione dei bollettini in arancione e livelli equivalenti osservati in blu

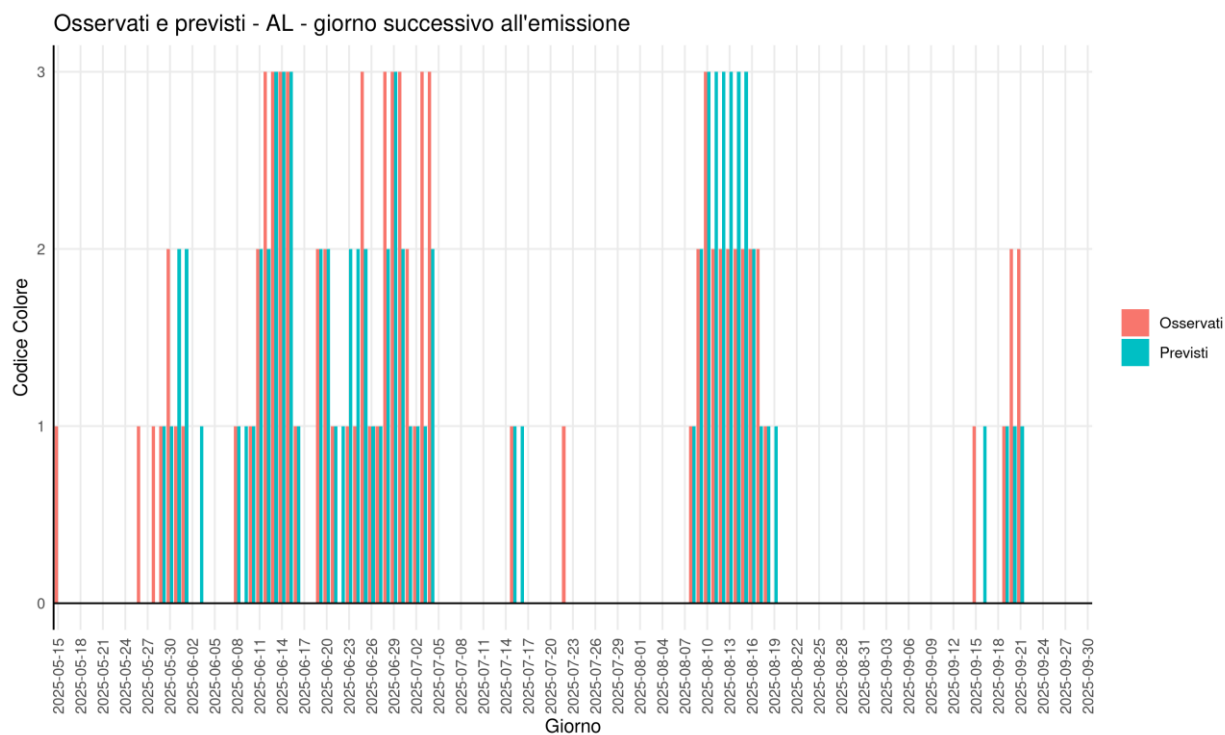


Figura 4.5 - Livelli previsti per il giorno successivo a quello di emissione dei bollettini in arancione e livelli equivalenti osservati in blu

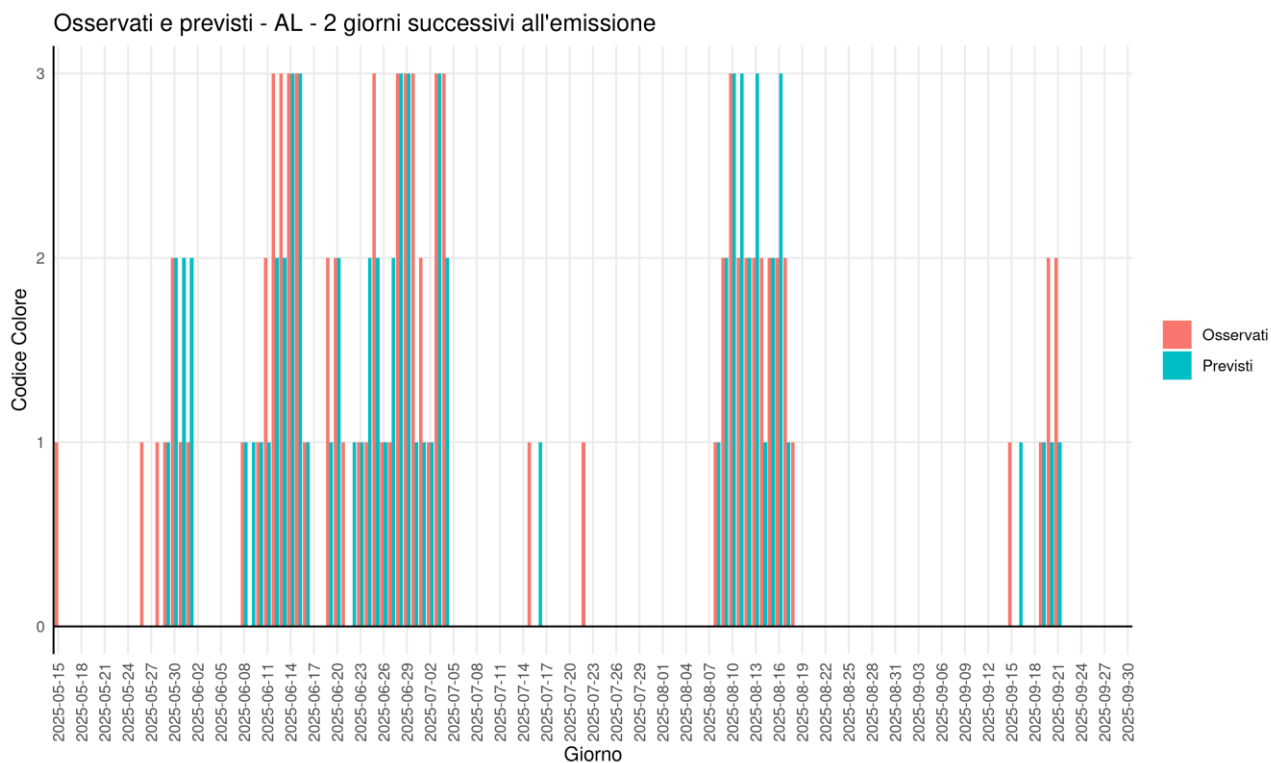


Figura 4.6 - Livelli previsti per due giorni dopo a quello di emissione dei bollettini in arancione e livelli equivalenti osservati in blu

Analisi della mortalità

Nella città di Alessandria nel periodo **15 maggio – 30 settembre** (139 giorni) i decessi totali osservati risultano essere 341 di cui 310 ultrasessantacinquenni (pari al 90.9% dei decessi complessivi) e 261 ultrasettantacinquenni (pari al 76.5% dei decessi totali). Inoltre, tra gli over65 e per l'intero periodo, l'eccesso cumulato di decessi attesi rispetto agli osservati è pari a circa 70 decessi.

Partendo da queste informazioni, vengono effettuate alcune analisi sulle relazioni tra eventuali incrementi giornalieri dei decessi e le temperature elevate, sintetizzate dall'indicatore bioclimatico WDA⁴. In particolare, le possibili associazioni saranno valutate quando l'indicatore WDA supera le soglie di riferimento per almeno tre giorni consecutivi, ovvero quando si è in presenza di un'ondata di calore.

Ad Alessandria tra il 15 maggio ed il 30 settembre 2025, le temperature massime apparenti sono risultate superiori ai percentili di riferimento per 52 giornate, mentre sono state osservate sei ondate di calore:

- prima ondata dal 28 maggio al primo giugno;
- seconda ondata dal 10 al 16 giugno;
- terza ondata dal 19 al 21 giugno;
- quarta ondata dal 23 giugno al 4 luglio;
- quinta ondata dal 8 al 18 agosto;
- sesta ondata dal 19 al 21 settembre.

Per l'analisi dell'impatto sulla mortalità il periodo di sorveglianza di ogni ondata di calore è aumentato dei 2 giorni, successivi al termine di ogni ondata, per tenere conto dell'effetto sanitario "prolungato" dello stress termico. Questa metodologia epidemiologica ha determinato per Alessandria quattro periodi di osservazione che potrebbero essere associati ad incrementi di mortalità per temperature "estreme".

⁴ Il WDA è un indice che tiene in considerazione la temperatura massima apparente e la temperatura minima apparente inserite in un albero decisionale, al fine di determinare i diversi livelli di allarme qualora siano superate le soglie quali il 75°, il 90° e il 95° percentile. La temperatura apparente è funzione della temperatura reale, del livello di umidità e della velocità del vento. I percentili delle temperature apparenti sono stati calcolati sul periodo di riferimento 2005-2023 per ciascun capoluogo di provincia.

Il primo periodo di sorveglianza va dal 28 maggio al 3 giugno (correlato alla prima ondata di calore), il secondo dal 10 giugno al 6 luglio (correlato alla seconda, terza e quarta ondata in quanto distanziate di massimo due giorni), il terzo dal 8 al 20 agosto (correlato alla quinta ondata di calore) e il quarto dal 19 al 23 settembre (correlato alla sesta ondata di calore).

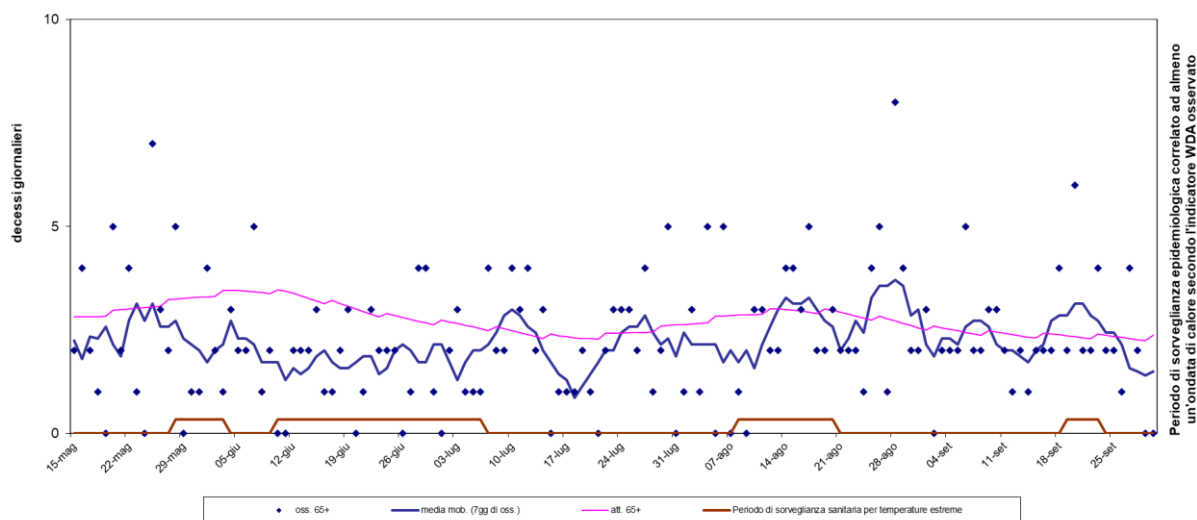


Figura 4.7 - Mortalità (osservata, attesa e media mobile a base 7) tra gli over65 e periodo di sorveglianza epidemiologica della città di Alessandria nell'estate 2025

Il numero di decessi giornaliero tra gli over65 è caratterizzato da grosse fluttuazioni vista la scarsa numerosità della popolazione (i decessi per giorno variano tra 0 e 8). La media mobile settimanale evidenzia, invece, minore variabilità.

Nei quattro periodi di sorveglianza dei decessi nel 2025, tra gli over65 si sono verificati 108 decessi (corrispondenti a circa 35% dei decessi per la stessa fascia d'età osservati in tutto il periodo estivo) e pari ad una media giornaliera di 1.2 decessi. Il numero di decessi cumulati osservati tra gli over65 per singolo periodo è 14, 44, 34 e 16, rispettivamente. Il numero più alto, pari a 44 decessi osservati complessivamente tra il 10 giugno al 6 luglio 2025, è dovuto principalmente alla maggiore lunghezza del primo periodo rispetto agli altri tre. Se si considera, infatti, il numero di decessi osservati tra gli over65 medio per giorno l'unico possibile impatto sanitario del determinante ambientale è a carico dell'ondata di calore di settembre (numero di decessi medio giornaliero osservato pari a 3.2 rispetto ad un atteso di 2.3). Stesse conclusioni possono essere fatte guardando la Figura 4.7.

Se prendiamo in considerazione l'intera estate nella sotto-coorte degli over 65 si registrano un numero medio giornaliero di decessi osservati pari a 2.2 e inferiore rispetto al numero medio giornaliero di decessi attesi (pari a 2.8) con un $p.value=0.001$. Lo scarto negativo tra decessi osservati ed attesi si registra anche analizzando i dati per singolo mese di decesso. La differenza tra mortalità osservata cumulata e quella attesa, per mese, risulta variare dal -5 di agosto a -36 di giugno (Tabella 4.2).

Va ricordato che il numero di decessi attesi giornaliero è stato stimato partendo dalla serie storica 2005-2014 dei dati di mortalità ISTAT che potrebbe non rispecchiare più l'attuale composizione della popolazione, soprattutto per quanto riguarda la proporzione dei soggetti nella fascia d'età over-65.

Periodo	Osservati	Media giornaliera osservati	Attesi	Media giornaliera attesi	Eccesso (Osservati - Attesi)
MAGGIO (dal 15 al 31)	40	2.35	51.59	3.03	nessun eccesso
GIUGNO	58	1.93	94.20	3.14	nessun eccesso
LUGLIO	63	2.03	76.47	2.47	nessun eccesso
AGOSTO	82	2.65	87.67	2.83	nessun eccesso
SETTEMBRE	67	2.23	71.73	2.39	nessun eccesso
Totale	310	2.23	381.67	2.75	nessun eccesso

Tabella 4.2 - Mortalità osservata e attesa (media e relativi eccessi) tra gli over65 per singolo mese di decesso (Alessandria 2025)

Di seguito sono presentate tutte le tabelle relative alle analisi descrittive effettuate.

	Classi di età	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	0-64 anni	7	24	31
% sul totale		2.05	7.04	9.09
% sul totale di riga		22.58	77.42	100.00
% sul totale di colonna		3.95	14.63	
Numero decessi	65-74 anni	14	35	49
% sul totale		4.11	10.26	14.37
% sul totale di riga		28.57	71.43	100.00
% sul totale di colonna		7.91	21.34	
Numero decessi	75 anni ed oltre	156	105	261
% sul totale		45.75	30.79	76.54
% sul totale di riga		59.77	40.23	100.00
% sul totale di colonna		88.14	64.02	
Numero decessi	Totale	177	164	341
% sul totale		51.91	48.09	100.00

Tabella 4.3 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, dei decessi per fasce d'età – sesso (Alessandria 2025)

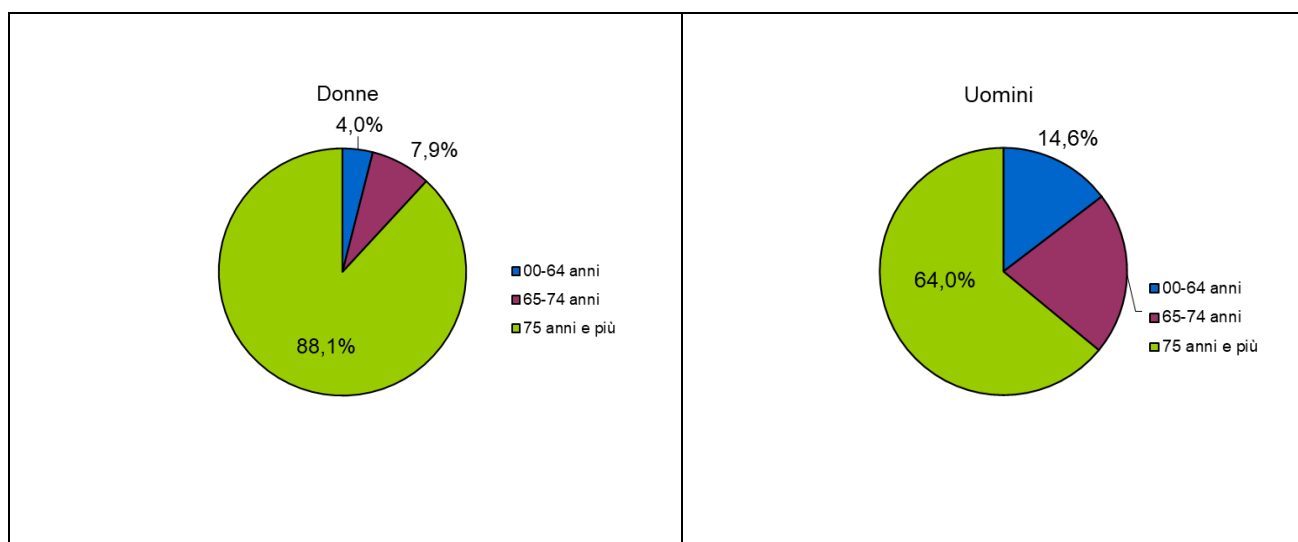


Figura 4.8 – Distribuzione della percentuale dei decessi per classi di età – divisi tra i sessi (Alessandria 2025)

Per quanto riguarda la differenza tra i due generi rispetto alla distribuzione di età al decesso, nelle classi under65 e 65-74 anni, emerge una prevalenza di deceduti di genere maschile superiore a quella femminile. Il rapporto si ribalta nella coorte dei grandi anziani, così come succede a livello regionale (Tabella 4.3 e Figura 4.8).

	Causa Decesso	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	Causa violenta / accidentale	1	4	5
% sul totale		0.29	1.17	1.47
% sul totale di riga		20.00	80.00	100.00
% sul totale di colonna		0.56	2.44	
Numero decessi	Causa non violenta	176	160	336
% sul totale		51.61	46.92	98.53
% sul totale di riga		52.38	47.62	100.00
% sul totale di colonna		99.44	97.56	
Numero decessi	Totale	177	164	341
% sul totale		51.91	48.09	100.00

Tabella 4.4 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, dei decessi per causa di morte – sesso (Alessandria 2025)

L'impatto della mortalità per cause accidentali è molto basso, i deceduti per cause violente sono meno intorno al 1.5% (Tabella 4.4).

Dal 2020 è stato chiesto ai servizi cimiteriali di distinguere 4 categorie di luogo di decesso (Casa privata, R.S.A., Ospedale e altro luogo) e le descrittive riferite alle 4 categorie sono rappresentate nella tabella sottostante.

	Luogo del decesso	Sesso		
		Donne	Uomini	Totale
Numero decessi	Abitazione	42	48	90
% sul totale		12.32	14.08	26.39
% sul totale di riga		46.67	53.33	100.00
% sul totale di colonna		23.73	29.27	
Numero decessi	R.S.A.	52	10	62
% sul totale		15.25	2.93	18.18
% sul totale di riga		83.87	16.13	100.00
% sul totale di colonna		29.38	6.10	
Numero decessi	Ospedale	67	67	134
% sul totale		19.65	19.65	39.30
% sul totale di riga		50.00	50.00	100.00
% sul totale di colonna		37.85	40.85	
Numero decessi	Altro luogo	16	39	55
% sul totale		4.69	11.44	16.13
% sul totale di riga		29.09	70.91	100.00
% sul totale di colonna		9.04	23.78	
Numero decessi	Totale	177	164	341
% sul totale		51.91	48.09	100.00

Tabella 4.5 – Distribuzione, numero assoluto e percentuale, del numero di decessi per luogo del decesso– sesso (Alessandria 2025)

Per quanto riguarda il luogo del decesso, circa il 26% delle morti è avvenuto presso il proprio domicilio mentre poco meno del 40% è avvenuto in ospedale.

La distribuzione per genere e luogo di decesso evidenzia come i decessi in abitazione privata siano maggiore tra i deceduti di sesso maschile mentre i decessi in ospedale siano maggiori tra il sesso femminile (Tabella 4.5).

	Luogo del decesso	Periodo					
		Maggio 15-31	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
Numero decessi	Abitazione	11	15	18	25	21	90
% sul totale		3.23	4.40	5.28	7.33	6.16	26.39
% sul totale di riga		12.22	16.67	20.00	27.78	23.33	100.00
% sul totale di colonna		26.19	23.81	26.09	26.60	28.77	
Numero decessi	R.S.A.	8	12	15	16	11	62
% sul totale		2.35	3.52	4.40	4.69	3.23	18.18
% sul totale di riga		12.90	19.35	24.19	25.81	17.74	100.00
% sul totale di colonna		19.05	19.05	21.74	17.02	15.07	
Numero decessi	Ospedale	15	25	26	35	33	134
% sul totale		4.40	7.33	7.62	10.26	9.68	39.30
% sul totale di riga		11.19	18.66	19.40	26.12	24.63	100.00
% sul totale di colonna		35.71	39.68	37.68	37.23	45.21	
Numero decessi	Altro luogo	8	11	10	18	8	55
% sul totale		2.35	3.23	2.93	5.28	2.35	16.13
% sul totale di riga		14.55	20.00	18.18	32.73	14.55	100.00
% sul totale di colonna		19.05	17.46	14.49	19.15	10.96	
Numero decessi	Totale	42	63	69	94	73	341
% sul totale		12.32	18.48	20.24	27.57	21.41	100.00

Tabella 4.6 - Distribuzione, numero assoluto e percentuale, del numero di decessi per luogo del decesso– periodo (Alessandria 2025)

Agosto è il mese con il maggior numero di decessi, avvenuti per la maggior parte in ospedale (37%). Settembre è il secondo mese con un numero più alto di decessi, avvenuti principalmente nella propria abitazione (Tabella 4.6 e Figura 4.9).

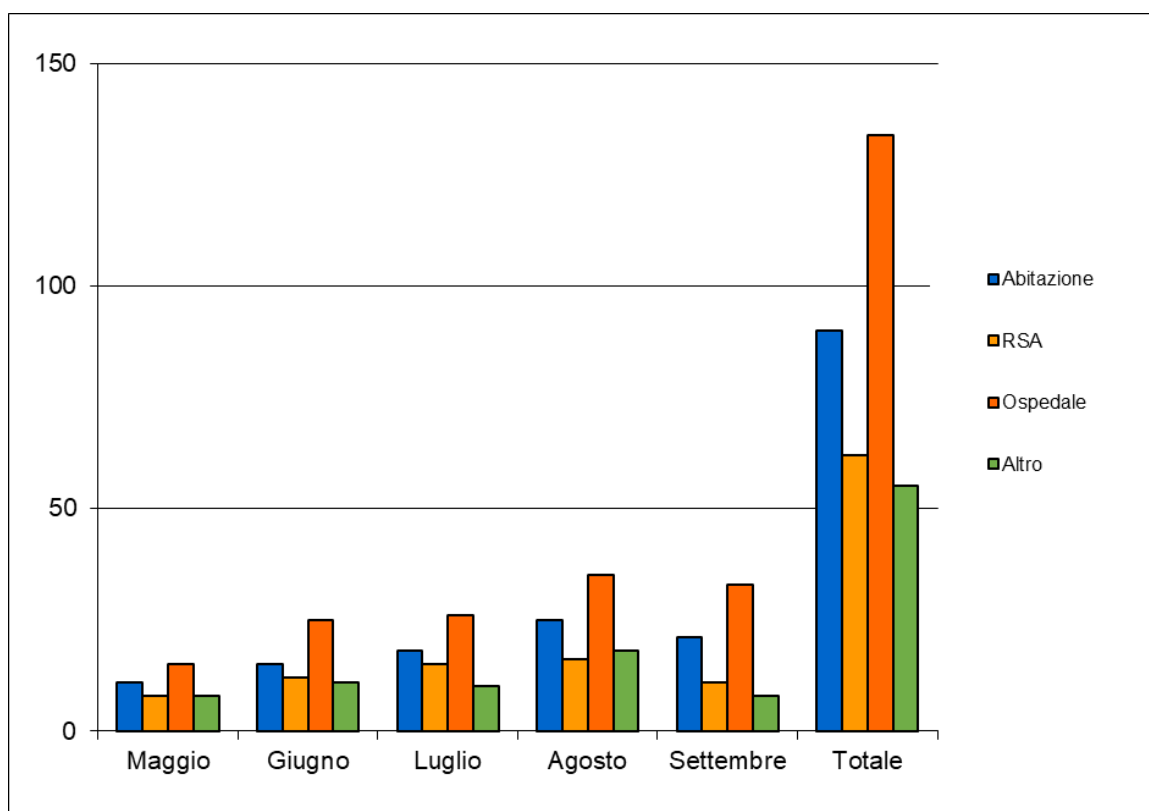


Figura 4.9 –Distribuzione del numero decessi per Luogo del decesso – periodo, maggio considerato dal 15 al 31 (Alessandria 2025)

Il profilo non cambia se si considerano solo i mesi ed il luogo di decesso degli over65 (Figura 4.10).

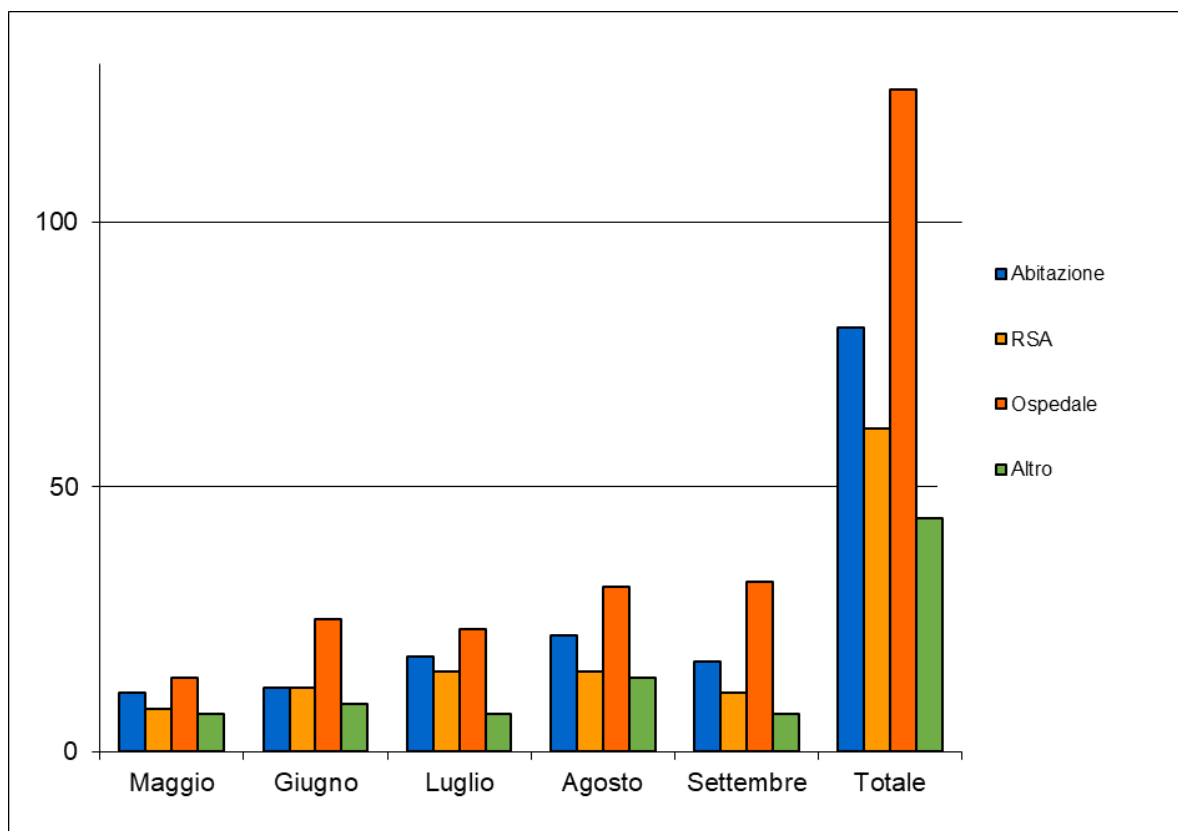


Figura 4.10 –Distribuzione del numero decessi over65 per Luogo del decesso – periodo, maggio considerato dal 15 al 31 (Alessandria 2025)

5. CONCLUSIONI

Nell'estate 2025 si sono registrate nei capoluoghi un numero di ondate di calore che varia da 5 a Vercelli a 7 a Cuneo e Novara. In tutti i capoluoghi la prima ondata si è registrata a fine maggio e l'ultima a settembre a cavallo tra la seconda e la terza decade; le due ondate più lunghe sono avvenute tra giugno e luglio e ad agosto. Oltre al numero di eventi anche la lunghezza (intesa come numero di giorni) delle ondate di calore non è variata molto da capoluogo a capoluogo. Si sono registrate oltre a ondate di calore di soli tre giorni anche ondate di durata più estesa come l'evento di Torino di 17 giorni (dal 18/06 al 04/07), ondata più lunga tra tutti i capoluoghi registratasi tra giugno e luglio. Il numero di giorni con allerta 3 - ROSSO sono variati tra 7 a Biella fino a 19 a Torino.

I dati di mortalità inviati dai servizi anagrafici dei capoluoghi di provincia piemontesi e selezionati per comune di residenza e decesso stanno ritornando ai valori pre-pandemici per la mortalità totale negli 8 capoluoghi (4450 decessi osservati nell'estate del 2025 vs 4093.8, valore medio del quinquennio 2015-2019). Come gli altri anni, inoltre, tra tutti i capoluoghi più di due terzi della mortalità osservata è stata registrata a Torino.

Oltre alla differente numerosità dei dati raccolti bisogna tenere in considerazione le differenze che esistono tra Torino e le altre città capoluogo della Regione, in termini di caratteristiche urbane, numerosità di popolazione e fattori socioeconomici. Queste peculiarità determinano, quindi la possibilità di valutazione rispetto a eventuali incrementi giornalieri dei decessi in relazione alle variazioni di temperatura solo per la città di Torino, data la consistenza della popolazione e di conseguenza la relativa numerosità di decessi quotidiani. Per le altre città capoluogo, realtà urbane relativamente piccole e con un numero dei deceduti giornalieri nell'ordine di poche unità, il rilievo di eventuali incrementi giornalieri sarebbe difficile da interpretare in quanto affetto da grandissime fluttuazioni e quindi fornirebbe stime poco attendibili dal punto di vista statistico.

L'analisi della città di **Alessandria** fa evidenziare come nell'estate del 2025 i decessi totali osservati risultano essere 341, di cui 310 ultrasessantacinquenni e 261

ultrasettantacinquenni. Nei giorni in ondata di calore tra gli over65 si sono verificati 108 decessi, complessivamente, e 1.2 decessi medi giornalieri. Analizzando il numero medio giornaliero di decessi osservati tra gli over65 l'unico possibile impatto sanitario del determinante ambientale potrebbe essere a carico dell'ondata di calore di settembre (numero di decessi medio giornaliero osservato pari a 3.2 rispetto ad un atteso di 2.3).

Per quanto riguarda l'andamento della mortalità nei capoluoghi piemontesi si sottolinea che le risultanze delle analisi effettuate sono in linea con i dati raccolti dal Sistema di Sorveglianza Nazionale. I dati sulla mortalità giornaliera utilizzati per queste analisi non contengono il dettaglio delle specifiche cause di morte e quindi su questa base non è possibile stimare con precisione quali incrementi di decessi per patologie specifiche possano essere messe in relazione con i determinanti ambientali oggetto di questa sorveglianza.

6. BIBLIOGRAFIA

Anderson BG, Bell ML. Weather-Related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology*. 2009; 20(2):205–213. [PubMed: 19194300]

Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, Anderson HR, Bisanti L, D'Ippoliti D, Danova J, Forsberg B, Medina S, Paldy A, Rabaczko D, Schindler C, Michelozzi P. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008; 19(5):711–9. [PubMed: 18520615]

Basu R, Ostro BD. A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California. *American Journal of Epidemiology*. 2008; 168(6):632–7. [PubMed: 18663214]

Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*. 2002; 24(2):190–202. [PubMed: 12762092]

Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiological studies from 2001 to 2008. *Environmental Health*. 2009; 8(1):40. [PubMed: 19758453]

Conti S, Meli P, Minelli G, Solimini R, Toccaceli V, Vichi M, Beltrano C, Perini L. Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. *Environmental Research*. 2005; 98(3):390–9. [PubMed: 15910795]

Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American Journal of Epidemiology*. 2002; 155(1):80–7. [PubMed: 11772788]

Diaz J, Jordan A, Garcia R, Lopez C, Alberdi JC, Hernandez E, Otero A. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2002; 75(3):163–70. [PubMed: 11954983]

Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, Coelho MSZS, Pan X), Kim H, Hashizume M, Honda Y, Guo YL, Wu CF, Zanobetti A, Schwartz JD, Bell ML, Scortichini M, Michelozzi P, Punnasiri K, Li S, Tian L, Garcia SDO, Seposo X, Overcenco A, Zeka A, Goodman P, Dang TN, Dung DV, Mayvaneh F, Saldiva PHN, Williams G, Tong S. Heat Wave and Mortality: A Multicountry, Multicommunity Study. *Environ Health Perspect*. 2017 Aug 10;125(8):087006. doi: 10.1289/EHP1026.

Hajat S, Armstrong B, Baccini M, Biggeri A, Bisanti L, Russo A, Paldy A, Menne B, Kosatsky T. Impact of high temperatures on mortality: is there an added heat wave effect? *Epidemiology*. 2006; 17(6):632–8. [PubMed: 17003686]

Hajat S, Kovats RS, Atkinson RW, Haines A. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2002; 56(5):367–72. [PubMed: 11964434]

Hajat S, Kovats RS, Lachowycz K. Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk? *Occupational and Environmental Medicine*. 2007; 64(2):93–100. [PubMed: 16990293]

Hertel S, Le Tertre A, Jockel KH, Hoffmann B. Quantification of the heat wave effect on causespecific mortality in Essen, Germany. *European Journal of Epidemiology*. 2009; 24(8):407–14. [PubMed: 19517255]

Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environmental Health Perspectives*. 2001; 109(5):463–70. [PubMed: 11401757]

Kaiser R, Le Tertre A, Schwartz J, Gotway CA, Daley WR, Rubin CH. The effect of the 1995 heat wave in Chicago on all-cause and cause-specific mortality. *American Journal of Public Health*. 2007; 97(Suppl 1):S158–62. [PubMed: 17413056]

Kovats RS, Kristie LE. Heatwaves and public health in Europe. *European Journal of Public Health*. 2006; 16:592–9. [PubMed: 16644927]

Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, Chardon B, Fabre P, Filleul L, Jusot JF, Pascal L, Prouvost H, Cassadou S, Ledrans M. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology*. 2006; 17(1):75–9. [PubMed: 16357598]

Luber G, McGeehin M. Climate change and extreme heat events. *American Journal of Preventive Medicine*. 2008; 35(5):429–435. [PubMed: 18929969]

Medina-Ramon M, Schwartz J. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatization and effect modification in 50 United States cities. *Occupational and Environmental Medicine*. 2007; 64:827–833. [PubMed: 17600037]

Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M, Biggeri A, Anderson HR, Katsouyanni K, Ballester F. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2009; 179(5):383–389. others. [PubMed: 19060232]

Michelozzi, P., A. Biggeri, H.R. Anderson, K. Katsouyanni, F. Ballester, L. Bisanti, E. Cadum, B. Forsberg, F. Forastiere, P. Goodman, A. Hojs, U. Kirchmayer, S. Medina, A. Paldy, C. Schindler, J. Sunyer and C.A. Perucci, 2009: High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European Cities. *Amer. J. Resp. and Crit. Care Med.*, 179: 383–389.

Michelozzi, P., F de'Donato, L. Bisanti, A. Russo, E. Cadum, M. DeMaria, M. D'Ovidio, G. Costa and C.A. Perucci, 2005: The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Eurosurveillance* 10: 161–65.

Michelozzi, P., F. de'Donato, L. Bisanti, A. Russo, E. Cadum, M. DeMaria, M. D'Ovidio, G. Costa and C.A. Perucci, 2005: Heat waves in Italy: Cause specific mortality and the role of educational level and socio-economic conditions. In: *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. W. Kirch, B. Menne and R. Bertolinni (eds.), Springer, New York, 121–127.

O'Neill MS, Ebi KL. Temperature extremes and health: impacts of climate variability and change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2009; 51(1):13–25. [PubMed: 19136869]

O'Neill MS, Zanobetti A, Schwartz J. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities. *American Journal of Epidemiology*. 2003; 157(12):1074–1082. [PubMed: 12796043]

Pattenden S, Nikiforov B, Armstrong BG. Mortality and temperature in Sofia and London. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2003; 57(8):628–33. [PubMed: 12883072]

Poumadere M, Mays C, Le Mer S, Blong R. The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now. *Risk Analysis*. 2005; 25(6):1483–94. [PubMed: 16506977]

Rey G, Jougl E, Fouillet A, Pavillon G, Bessemoulin P, Frayssinet P, Clavel J, Hemon D. The impact of major heat waves on all-cause and cause-specific mortality in France from 1971 to 2003. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2007; 80(7):615–26. [PubMed: 17468879]

Stafoggia M, Forastiere F, Agostini D, Biggeri A, Bisanti L, Cadum E, Caranci N, de' Donato F, De Lisio S, De Maria M, Michelozzi P, Miglio R, Pandolfi P, Picciotto S, Rognoni M, Russo A, Scarnato C, Perucci CA. Vulnerability to heat-related mortality: a multicity, population-based, case-crossover analysis. *Epidemiology*. 2006; 17(3):315–23. [PubMed: 16570026]

World Meteorological Organization, World Health Organization. Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development. G.R. McGregor, lead editor P. Bessemoulin, K. Ebi and B. Menne, editors. WHO, WMO-No. 1142, 2015. ISBN 978-92-63-11142-5