

Capitolo 3

AMBIENTE E SALUTE

A cura di Paola Angelini, Lucio Botarelli, Serena Broccoli, Anna Maria Colacci, Federica Parmagnani, Andrea Ranzi

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Nella nostra regione, il particolato sottile (PM2.5) primario è prodotto soprattutto dal traffico e trasporti (45%) e dal riscaldamento civile (40%). Purtroppo, più della metà delle polveri è di origine secondaria, ciò rende meno efficaci le azioni di controllo.

IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI

I residenti attuali intorno agli impianti di incenerimento sono 123.377, in calo rispetto al 2008 e in leggero aumento rispetto al 2013. Le persone residenti nelle vicinanze degli impianti di discarica sono 11.776, in aumento rispetto agli anni precedenti.

CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nell'ultimo decennio si sono registrate ondate di calore di intensità eccezionale. Le precipitazioni estive sono diminuite così è calato il numero di giorni piovosi. Nel periodo 2013-2017, a causa del caldo, si è verificato un decesso ogni 100 abitanti.

ZANZARE

Le due specie entomologiche di interesse nel territorio regionale sono "Zanzara Tigre" e "Zanzara comune". Si osserva una variabilità stagionale nelle infestazioni, con un picco nella seconda metà di luglio. Si osserva anche una variabilità sul territorio e tra anni.

Un'elevata presenza di zanzare non sempre coincide con elevati valori di circolazione virale.



29

L'IMPATTO

DEI FATTORI DI RISCHIO AMBIENTALI

30

INQUINAMENTO

ATMOSFERICO

32

IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI

34

CAMBIAMENTI CLIMATICI

34 EVENTI CLIMATICI ESTREMI IN
EMILIA-ROMAGNA

36 IMPATTO DEL CALDO SULLA
MORTALITA'

38 IMPATTO DEI CAMBIAMENTI
CLIMATICI E INSETTI VETTORI
DI PATOGENI

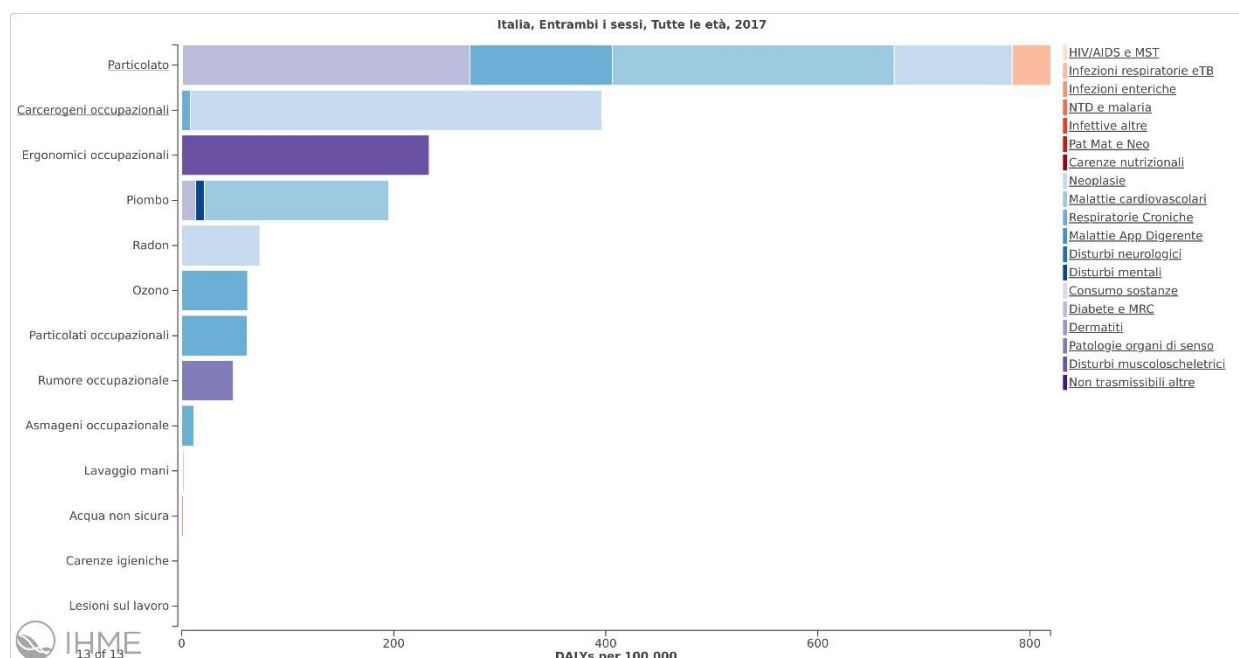
3.1 L'impatto dei fattori di rischio ambientali

La Commissione Lancet su salute e inquinamento ha pubblicato il suo rapporto periodico (Landrigan 2017), rielaborando i dati del *Global Burden of Disease Study*: l'inquinamento nel suo complesso nel 2015 ha causato 9 milioni di morti premature. La distribuzione geografica è estremamente eterogenea a livello mondiale, con quasi il 92% di morti legate all'inquinamento che avvengono nei paesi a basso e medio reddito.

L'inquinamento atmosferico *outdoor* e *indoor*, sempre secondo la Commissione Lancet, è responsabile di circa 6,5 milioni di morti premature, paragonabile ai 7 milioni dovuti al fumo di tabacco. 1,8 milioni sono i morti relativi all'inquinamento dell'acqua, 0,5 alla contaminazione dei suoli.

Anche a livello nazionale, l'inquinamento atmosferico determina il più alto carico di malattia e disabilità, misurato mediante il Disability Adjusted Life Years (DALYs) tra tutti i rischi ambientali, seguito da cancerogenesi occupazionale e rischi ergonomici occupazionali. Le patologie più frequenti sono malattie respiratorie (croniche, neoplastiche e infettive), cardiovascolari e diabete (Figura. 3.1).

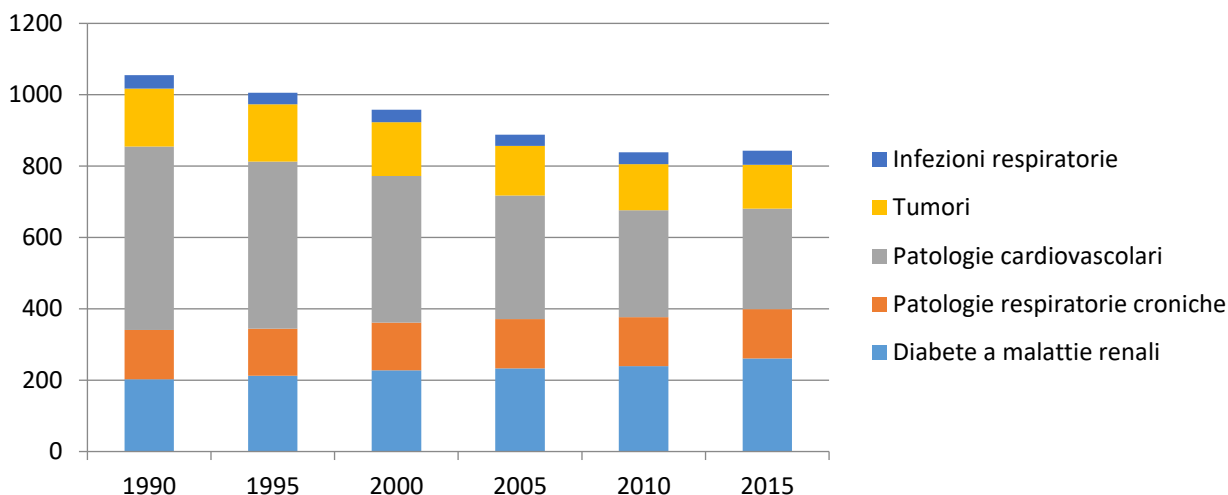
Figura 3.1 Impatto dei principali fattori di rischio ambientali su tutte le malattie, espresso in DALYs per 100.000, Italia 2017



Fonte: IHME, GBD 2017 (<https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/#>)

Rimanendo sempre a livello nazionale il carico di malattia dovuto all'inquinamento atmosferico mostra un trend in calo, in particolare per quanto riguarda le patologie cardiovascolari (Figura. 3.2).

Figura 3.2 Impatto dell'inquinamento atmosferico outdoor su alcune patologie, Italia 1990-2015



Fonte: IHME

Rispetto alla mortalità naturale complessiva, il carico di morti attribuibili all'inquinamento atmosferico in Italia è stimabile intorno al 7% delle morti totali. (fonte: progetto CCM VIAS www.vias.it).

Queste stime, come sottolineato anche dalla Lancet Commission, sono in continua evoluzione e destinate ad aumentare (in assenza di iniziative significative di mitigazione), in quanto vengono effettuate utilizzando solo le funzioni concentrazione-risposta di cui si abbia un'evidenza consolidata di letteratura. Esistono però effetti sulla salute noti ma non ancora adeguatamente quantificati, unitamente ad effetti legati a inquinanti emergenti, quindi ancora in fase di studio, che non sono ad oggi inseriti nelle patologie utilizzate per il calcolo del Burden of Disease.

Le funzioni concentrazione-risposta utilizzate all'interno del presente documento fanno riferimento alle indicazioni fornite dall'OMS nell'ultimo report pubblicato. (Forastiere, 2014)

3.2 Inquinamento atmosferico

I recenti studi effettuati sul particolato atmosferico nella nostra regione (progetto Supersito) hanno permesso di quantificare il contributo dei diversi fattori di pressione alla formazione e concentrazione del particolato primario e secondario.

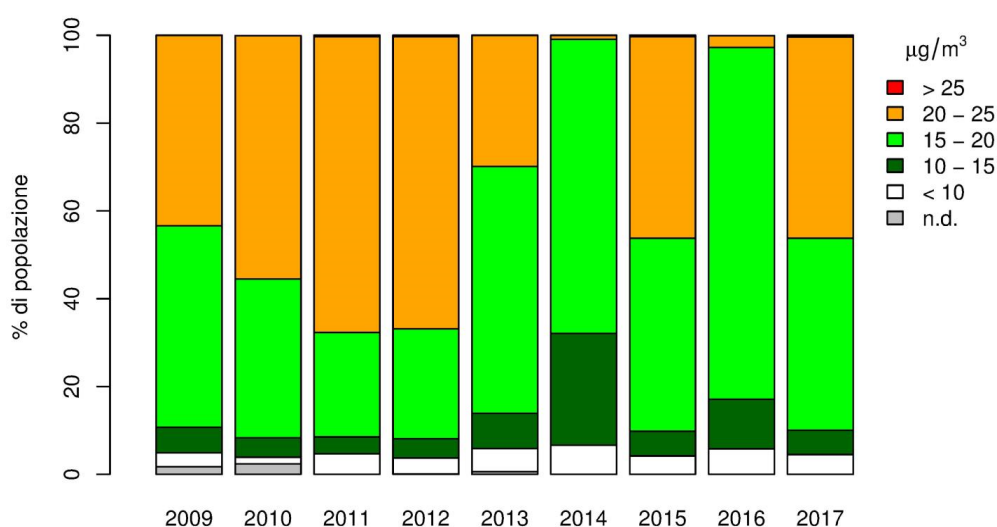
- ➡ **Più della metà delle polveri PM₁₀ e PM_{2.5} è di origine secondaria**, aspetto che rende più difficile l'efficacia delle azioni di mitigazione
- ➡ I principali fattori che contribuiscono alla formazione del **particolato primario** sono **traffico e trasporti** (45%) e il **riscaldamento civile** (40%), mentre peso minore hanno le attività industriali (12%) e l'agricoltura (3%).
- ➡ Il **particolato secondario** è prodotto dalle trasformazioni che subiscono gli inquinanti in atmosfera. I principali precursori alla formazione di polveri sono gli ossidi di azoto e di zolfo, l'ammoniaca e i composti organici volatili (COV). I primi due sono legati principalmente ai **trasporti**

e alle **attività industriali**, mentre ammoniaca è legata al **comparto agricolo** e i COV sono legati alla **produzione e uso di solventi**.



A partire dalle concentrazioni rilevate dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e dai modelli di distribuzione dell'inquinamento elaborati da Arpae, è stata valutata l'esposizione della popolazione regionale, a livello di sezione di censimento. Per quanto riguarda l'**esposizione della popolazione**, si osserva un **andamento altalenante** dal 2009 principalmente legato all'anno meteorologico, che determina il numero di giorni favorevoli all'accumulo di particolato atmosferico (il 2015 e il 2017 sono stati gli anni con maggior numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM10 e PM25, con percentuali del 68% e 67% di giorni nei mesi critici dell'anno, gennaio-marzo e ottobre-dicembre). (Figura 3.3)

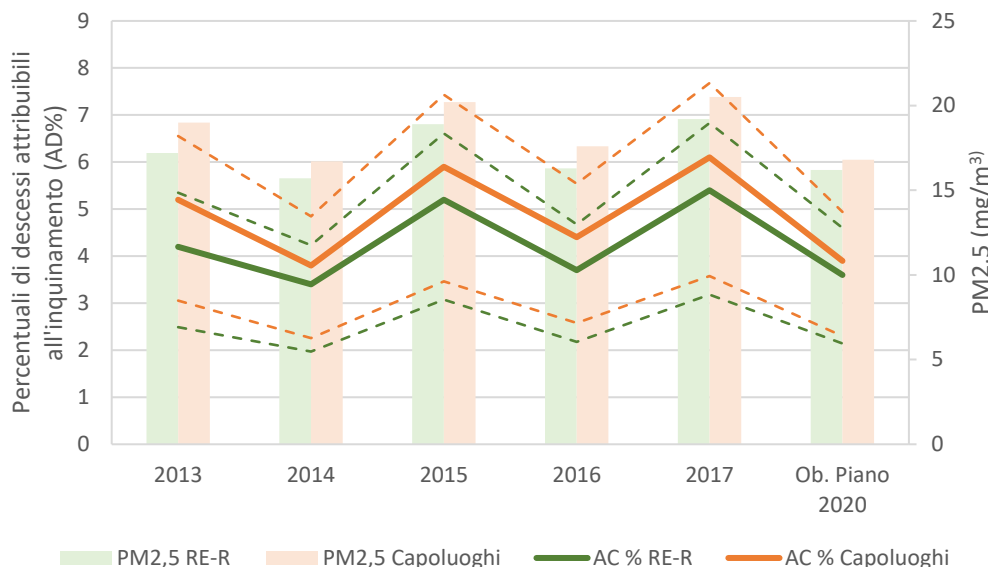
Figura 3.3 Esposizione a PM_{2.5} di fondo della popolazione residente, Emilia-Romagna 2009-2017



Fonte: ARPAE (<https://shiny.arpae.it/prodotti-pesco/>)

Considerando la relazione concentrazione-risposta del PM_{2.5} rispetto alla mortalità naturale indicata dall'OMS, a partire dai valori di esposizione della popolazione, in Figura 3.4 sono riportati gli impatti sulla salute in relazione agli effetti a lungo termine. La valutazione è espressa in percentuale di decessi attribuibili a livelli di esposizione al PM_{2.5} superiori al limite OMS (10 µg/m³). Vengono riportati i decessi annui attribuibili all'inquinamento atmosferico relativamente al periodo 2013-2017, e il numero annuo di decessi attribuibili nello Scenario Obiettivo del PAIR2020. Gli intervalli di confidenza delle stime sono legati a quelli della stima di rischio fornita dall'OMS (RR=1,07, CI95% [1,04-1,11], secondo gli aggiornamenti pubblicati).

Figura 3.4 Andamento dell'esposizione media annua a $PM_{2,5}$ della popolazione e stima della percentuale del numero di morti in eccesso (AD %) attribuibili al superamento della soglia di $PM_{2,5}$ indicata dall'OMS (10 mg/m^3), in Emilia-Romagna e nei Comuni Capoluogo. Periodo 2013-2017 e scenario di piano PAIR2020



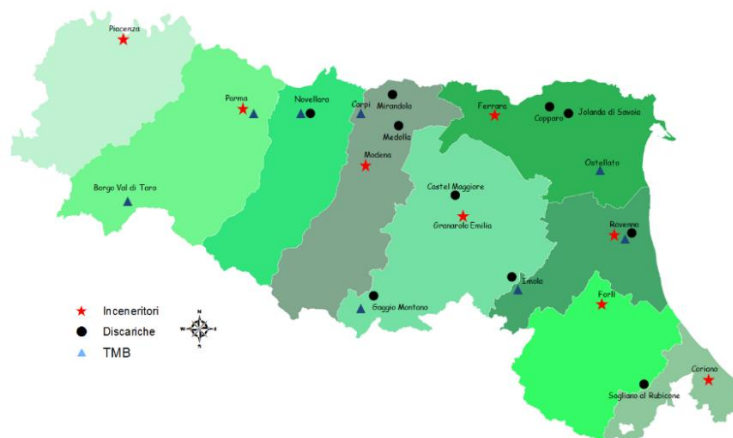
Si stima che i decessi attribuibili all'esposizione ad inquinamento atmosferico oscillino tra il 3% e il 6% del totale dei decessi. Per l'intera Regione Emilia-Romagna nel 2017 questa percentuale è del 3,6% e corrisponde a 2746 decessi (CI95% [3466 – 1614]). Appare evidente come la stima sia guidata dall'andamento delle esposizioni medie annue della popolazione. Gli altri parametri sono il tasso di mortalità, calcolato a livello comunale, e la frazione attribuibile, che è stata aggiornata (RR=1.07, CI95% [1.04-1.11]) in base alle indicazioni dell'OMS.

3.3 Impianti di trattamento rifiuti

Il presente paragrafo riporta l'aggiornamento degli impianti di trattamento dei rifiuti solidi urbani non pericolosi attualmente in esercizio nella Regione Emilia-Romagna. La popolazione esposta a tali impianti e gli impatti sulla salute conseguenti sono stati calcolati secondo la metodologia del progetto SESPIR (Parmagnani, 2014). La dichiarazione finale dei 53 Paesi riuniti per la Sesta Conferenza Interministeriale Ambiente e Salute tenutasi a Ostrava nel 2017, individua tra i 7 settori prioritari di azione il tema dei rifiuti e delle aree da bonificare. Tale tema è stato quindi riconosciuto come una priorità ambientale e sanitaria a sè stante. All'interno del progetto europeo ICSHNet (COST Action IS1408, 2018) è stato valutato che tra il 2% e il 6% della popolazione europea è esposto a contaminanti legati al ciclo dei rifiuti, e che i siti di discarica di rifiuti urbani e pericolosi sono circa un quarto di tutti i siti contaminati nei paesi europei.

In Figura 3.5 sono rappresentati gli impianti attualmente attivi in regione: 8 impianti di incenerimento; 10 impianti di discarica e 8 impianti di Trattamento Meccanico Biologico (TMB).

Figura 3.5 Impianti trattamento rifiuti in esercizio in Emilia-Romagna 2018



Fonte: ARPAE - Report rifiuti 2018 (https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=7456&idlivello=1443)

La popolazione esposta agli impianti di trattamento dei rifiuti risiede ad una distanza dalla sorgente puntiforme pari a 3.000 mt dagli inceneritori; 2.000 mt dalle discariche e 500 mt dai TMB. Tali distanze sono considerate come limite probabile per la dispersione delle emissioni di ciascuna tipologia di impianto. Rispetto all'ultimo aggiornamento degli impianti (Profilo di Salute 2014-2018), gli impianti di incenerimento sono rimasti inalterati, come numero e posizione. Per le discariche si è assistito ad una progressiva riduzione del numero di impianti, che si sono ridotti a 8. Gli impianti di trattamento meccanico biologico, oltre ad una riduzione, hanno seguito anche una politica di avvicinamento geografico agli impianti di incenerimento. Dal punto di vista della distribuzione geografica degli impianti si nota una maggiore concentrazione verso la parte nord-orientale della regione della concentrazione nella parte Nord – Est della regione. I dati di popolazione sono stati calcolati sulla base del Censimento Istat 2011.

- ⇒ Il dato della **popolazione esposta** per la nostra regione si attesta intorno al 2,7% della popolazione totale, in linea con il dato europeo.
- ⇒ I **residenti attuali intorno agli impianti di incenerimento** sono 123.377 calcolati in base alla popolazione censuaria del 2011 (Censimento Istat 2011), **leggermente in aumento** rispetto al 2013, legato ad una maggiore densità di popolazione intorno agli impianti, in quanto le aree di esposizione sono invariate.
- ⇒ La **popolazione coinvolta dai TMB è trascurabile** (81 residenti). La diminuzione è frutto della chiusura di alcuni impianti e della ricollocazione di altri.
- ⇒ Le **persone residenti nelle vicinanze degli impianti di discarica** sono 11.776, **in aumento rispetto agli anni precedenti**. Questo è dovuto principalmente all'apertura di due nuove discariche, Castel Maggiore (BO) e Copparo (FE), collocate più vicine alle aree abitate rispetto ai precedenti impianti.

Nella Tabella 3.1 vengono riportate le stime di impatto sulla salute, in funzione della popolazione esposta a una delle tipologie di impianti trattamenti rifiuti. Gli esiti di salute utilizzati si riferiscono al progetto SESPIR. Il dato è in linea con la stima effettuata per il 2013, con una leggera diminuzione nel numero totale di DALYs, che risultano in totale 158, con una diminuzione complessiva del 6.5% rispetto al 2013.

Tabella 3.1 Valutazione dell'impatto sanitario per tipologia di impianto ed esito di malattia, Emilia-Romagna confronto scenari 2008, 2013, 2018

	CASI			DALYs		
	2008	2013	2018	2008	2013	2018
Inceneritore	8	8	8			
<i>Popolazione esposta</i>	146280	115012	123377			
Incidenza tumori	~ 1	~1	~1	4,53	3,28	3,63
Nascita pretermine	13	9,98	10,7	109,69	84,21	90,33
Discarica	16	17	10			
<i>Popolazione esposta</i>	6052	4596	11776			
Esiti della gravidanza	~1	~1	~1	1,92	1,46	3,87
Sintomi respiratori	3,2	2,41	6,2	5,89	4,43	11,46
Annoyance odorigeno	33	25	64,2	22,77	17,25	44,31
TMB	10	9	8			
<i>Popolazione esposta</i>	1070	1024	81			
Sintomi respiratori	12	11,5	0,9	22,08	21,16	1,67
Annoyance odorigeno	58	55	4,4	40,02	37,95	3,00
Popolazione Esposta TOTALE	153402	120632	135234			
DALYs				206,90	169,74	158,27

3.4 Cambiamenti climatici

La salute umana è influenzata dai cambiamenti climatici. La temperatura superficiale del nostro pianeta sta progressivamente aumentando: dal 1880 al 2012, è cresciuta in media di circa $0,85 \pm 0,20$ °C (IPCC AR5, 2013), ma ha presentato una velocità di cambiamento doppia se si considerano solo gli anni dal 1981 in poi. La comunità scientifica ha riconosciuto che questo incremento è sicuramente di natura antropogenica. Da un lato, infatti, esso non si può riprodurre utilizzando modelli di circolazione generale se non assumendo un aumento nella densità dei gas serra simile a quello osservato, dall'altro la velocità di aumento della temperatura globale negli ultimi sessant'anni ha toccato valori significativamente maggiori di qualsiasi altro valore corrispondente registrato negli ultimi 1.000 anni. Anche le precipitazioni hanno subito variazioni: le aree alle medie latitudini dell'emisfero boreale sono diventate più umide dal 1901 ad oggi; dal 1950 ad oggi, in Europa il numero di eventi estremi di precipitazione è probabilmente cresciuto in termini di frequenza ed intensità, mentre nell'area Mediterranea si è osservato un probabile aumento della siccità, sempre in termini sia di intensità che di frequenza (IPCC AR5, 2013).

Gli effetti dei cambiamenti climatici sulla salute possono essere diretti quando dovuti, ad esempio, a eventi meteorologici estremi, ondate di calore, inondazioni, uragani o incendi. Vanno però considerati anche gli effetti indiretti dei cambiamenti climatici, come la diffusione in nuove regioni di malattie infettive da vettore e non, oppure l'incremento delle frazioni di popolazione colpite da malnutrizione a causa della riduzione anche drastica della produzione agricola a seguito di siccità, inondazioni o uragani, o ancora per la diminuzione della disponibilità di acqua potabile.

È quindi importante avere una stima dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute della popolazione, che possa aiutare i decisori a pianificare azioni di adattamento che aumentino la resilienza delle comunità. In secondo luogo, queste stime possono aiutare ad identificare quali sono le frazioni di popolazione più a rischio e le patologie più correlate ai cambiamenti climatici, e quindi aiutare ad affinare gli interventi da promuovere.

3.4.1 Eventi climatici estremi in Emilia-Romagna

I segnali del cambiamento climatico in atto sono riscontrabili anche a livello locale. In Emilia-Romagna dal 1961 ad oggi si sta osservando:

- un aumento delle temperature,
- un'amplificazione progressiva del ciclo stagionale della precipitazione
- un'accentuazione della variabilità interannuale.

Nell'ultimo decennio sono stati misurati e documentati **massimi termici** (temperature estreme) e **ondate di calore** (durata ed intensità di giorni con temperatura media sulla regione superiore a 30°C gradi, corrispondente a valori in pianura intorno a 33°C) **di intensità eccezionale rispetto alle serie storiche di riferimento**. Le ondate di calore si sono verificate in tutte le stagioni, anche se in estate i loro impatti sono stati più evidenti e diretti. Questi eventi sono stati spesso accompagnati da lunghi periodi siccitosi, come negli anni 2003, 2006 e 2007, 2011 e 2012, e 2017.

È stata riconosciuta la relazione fra siccità e intensità delle ondate di calore, dovuta al fatto che nel corso di periodi particolarmente siccitosi la superficie terrestre non riesce a cedere una parte del calore assorbito dalla radiazione solare attraverso l'evaporazione. Di conseguenza in queste condizioni, la temperatura prossima al suolo può raggiungere valori massimi particolarmente intensi. In particolare, in Emilia-Romagna è stato osservato che dal 1961 ad oggi sono aumentate più le temperature massime giornaliere che le minime, specialmente in estate, segno non solo di un aumento termico osservato in linea con quello globale, ma anche di un progressivo calo dell'umidità del suolo.

Per quanto riguarda le precipitazioni si è infatti osservato che, dal 1961 ad oggi, anche se la precipitazione cumulata annuale si è mantenuta più o meno stabile, **le precipitazioni estive hanno presentato in varie aree regionali una significativa tendenza al calo e così pure è calato ovunque il numero di giorni piovosi**, mentre le precipitazioni totali autunnali si sono generalmente mantenute stabili con una lieve, ma non significativa, tendenza all'aumento.

Nel 2017 si sono verificate delle ondate di calore particolarmente intense, nel corso delle quali è stato raggiunto il record di temperatura massima regionale pari a 42.5°C presso la stazione di Brisighella (RA, 185 m s.l.m). In questo caso, le temperature torride sono state favorite non solo dall'intensa insolazione e dalla scarsa umidità del terreno, ma anche dalla avvezione di masse d'aria calda da sud, che hanno intensificato ulteriormente l'anomalia termica. **L'estate del 2017**, con i suoi 18 giorni di disagio bioclimatico moderato e 5 forte, si è quindi collocata **al terzo posto**, in termini di valori di temperatura media regionale, **tra le più calde dal 1961 ad oggi**, dopo quelle del 2003 e del 2012, rispettivamente caratterizzate da 25 e 10 giorni di disagio bioclimatico moderato e da 6 e nessun giorno di disagio forte.

I tempi di ritorno degli eventi estremi si sono considerevolmente accorciati e **si sono registrate precipitazioni intense**, associate anche a bruschi innalzamenti termici. Il 13-14 settembre 2015 sono state registrate precipitazioni estremamente intense sulla valle del Trebbia, con valori che hanno raggiunto un massimo record di 123,6 mm in un'ora e 189,0 mm in tre ore a Cabanne (nell'alta valle del Trebbia), ma anche 108,4 mm in un'ora e 229.6 mm in tre ore ad Alpe di Gorreto, e 107.6 mm in un'ora e 201,8 mm in tre ore a Salsominore nella stessa valle. Si è stimato che il tempo di ritorno per questo evento è stato di circa 500 anni. Tali intensità hanno causato colate detritiche di grossa entità, con gravi danni a persone e infrastrutture. Tra l'11 e il 12 dicembre 2017 sono state registrate precipitazioni molto intense nelle aree occidentali della regione, in contemporanea a fenomeni di pioggia congelantesi nella pianura occidentale, e a raffiche fino a 170 km/orari. In particolare, questi eventi si sono verificati in corrispondenza del passaggio di un fronte associato a intensi gradienti termici superficiali, che hanno raggiunto valori fino a 15°C nell'arco di soli 20 km.

D'altra parte **negli ultimi anni si sono ripetuti diversi eventi siccitosi**, che hanno messo a dura prova le risorse idriche della regione: 2006-2007, 2011-2012, e 2017. L'ultimo evento ha raggiunto il suo apice nell'estate, quando le cumulate di precipitazione su 6 mesi hanno raggiunto in varie aree della regione valori prossimi ai minimi storici.

Guardando infine la serie delle precipitazioni medie regionali, e fissando una arbitraria soglia di 700 mm all'anno (50 al mese) come indicativa di condizioni di siccità, si può notare che se dal 1961 al 1990 in soli due casi l'indice ha assunto valori più bassi, dal 1991 in poi tale soglia inferiore è già stata superata cinque volte.

L'alternarsi di periodi fortemente siccitosi a periodi piovosi e il verificarsi di eventi caratterizzati da intensità di precipitazione particolarmente grande **favoriscono il dissesto del territorio e provocano piene fluviali e alluvioni**. La successione temporale di questi eventi testimonia l'aumento della variabilità climatica.

3.4.2 Impatto del caldo sulla mortalità nei Capoluoghi di Provincia della Regione Emilia-Romagna

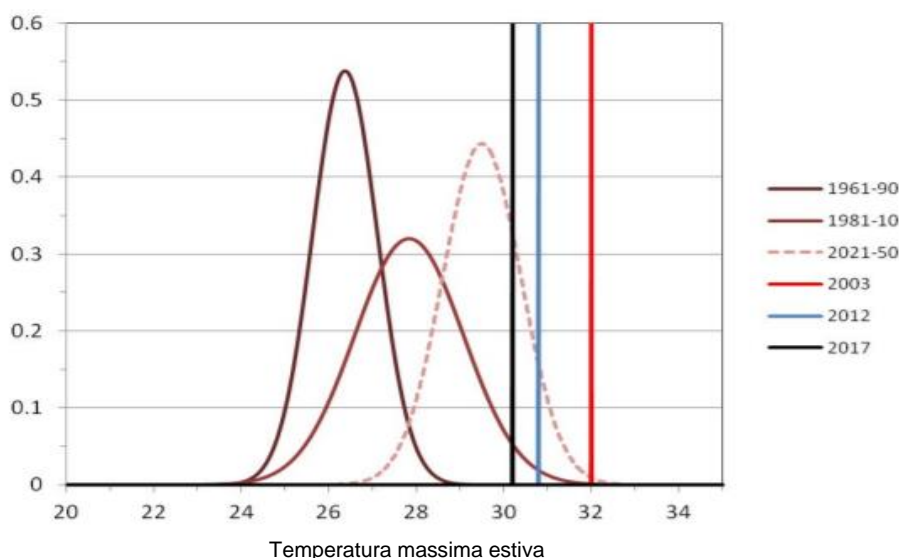
Gli studi epidemiologici hanno dimostrato che le alte temperature, in particolare le ondate di calore, sono un fattore di rischio per la mortalità (Baccini et al, 2008; D'Ippoliti et al, 2010; Guo et al, 2014).

L'impatto del caldo sulla salute è calato negli anni, grazie all'implementazione di un programma nazionale di prevenzione rivolto agli anziani nelle principali città italiane. (De' Donato et al, 2018) Tuttavia non sappiamo come evolverà il fenomeno in futuro, poichè il numero e l'intensità delle ondate di calore è destinato ad aumentare, come conseguenza del riscaldamento globale (IPCC, 2018)



Le proiezioni della temperatura massima estiva regionale per il periodo 2021-2050 evidenziano una media di poco inferiore ai 30°C, contro i 28°C del periodo 1981-2010 e i 26°C del 1961-1990. **Per il periodo 2021-2050 quasi un'estate su tre potrebbe raggiungere una media stagionale delle temperature massime uguale o superiore a quella del 2017.** (Figura 3.6)

Figura 3.6 Distribuzione della temperatura massima estiva per periodo (1961-1990, 1981-2010, 2021-2050) e valori medi stagionali per anno (2003, 2012, 2017), Emilia-Romagna



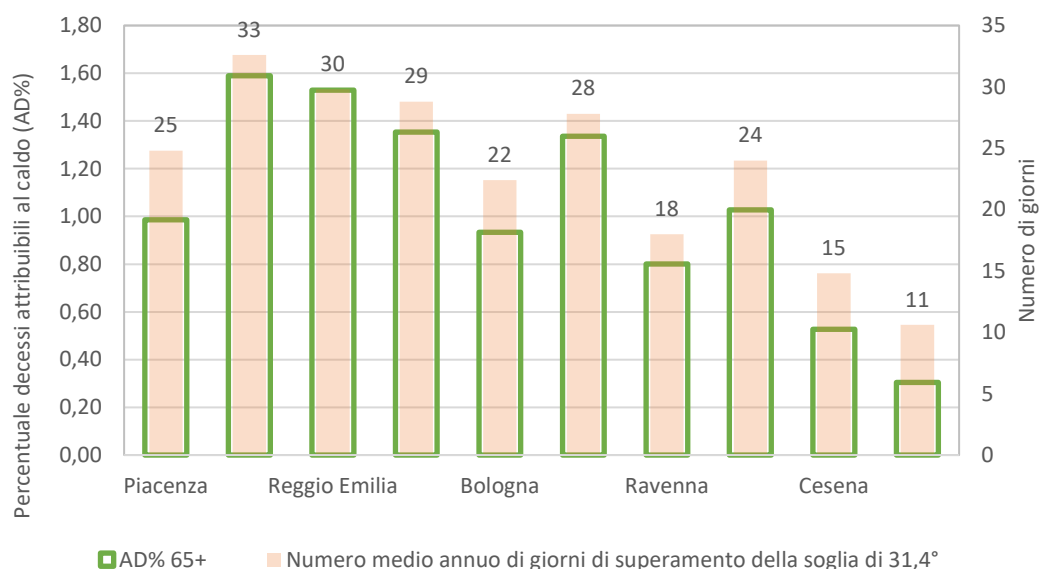
Fonte: ARPAE - Andamento meteorologico dell'estate 2017 in Emilia-Romagna - Servizio IdroMeteoClima 2017 - (https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?idLivello=32&id=8926)

In questo paragrafo presentiamo il numero di decessi avvenuti a causa del caldo (attribuibili al caldo) nel periodo 2013-2017 nei Capoluoghi di Provincia della Regione Emilia-Romagna, considerando una soglia di non effetto delle temperature di 31,4° (de' Donato et al, 2018). Quando si parla di decessi "attribuibili" si intende il numero di decessi evitabili o posticipabili se non ci fosse stato il fattore causale in oggetto, nel nostro caso il caldo. Nel caso dei decessi attribuibili al caldo, la letteratura ha evidenziato che una quota importante di decessi sono solo anticipati di qualche settimana (fenomeno di "harvesting").

La popolazione considerata è quella dei residenti nei Capoluoghi di Provincia di età superiore a 65 anni, deceduti ovunque. Il calcolo dei decessi attribuibili al caldo è stato ottenuto considerando un incremento del rischio di morte per cause naturali, per ogni grado di temperatura massima apparente (Steadman, 1979) del 6% (de' Donato et al, 2018). Si utilizza la temperatura massima apparente poiché tiene conto di umidità e vento, variabili che possono aumentare o alleviare il disagio termico.

- ➔ La media estiva delle temperature massime apparenti giornaliere è stata di 25° (da 23,7° di Rimini a 25,9° di Parma). La **temperatura ha superato la soglia considerata rischiosa per la salute, in media, 23 giorni ogni anno** (da 11 giorni di Rimini a 33 giorni di Parma).
- ➔ Il numero di **decessi attribuibili al caldo**¹ è stato di 182 all'anno (95%IC: 93 - 240), cioè **1 decesso ogni 100 nella popolazione di età superiore a 65 anni**.
- ➔ **I Capoluoghi della Romagna sono i meno interessati da questo fenomeno**, grazie al clima più mite della zona costiera (Figura 3.7).

Figura 3.7 Proporzione di decessi attribuibili alle ondate di calore nei capoluoghi di provincia per la popolazione di età superiore a 65 anni, Emilia-Romagna 2013-2017



Fonte: Rielaborazione dati ARPAE

¹ Il numero giornaliero di decessi attribuibili (AD) alle alte temperature in una data popolazione può essere stimato come $AD = M * [1 - 1/\exp(\beta * \Delta T)]$ dove
M = decessi
 $\Delta T = T_{max} - T_{soglia}$, $\Delta T = 0$ se $T_{max} < T_{soglia}$
 β = coefficienti di rischio della relazione fra mortalità e caldo / inquinamento
Analogamente, il numero totale di decessi attribuibili in un dato periodo (mese, anno, ...) sarà la somma di AD sul periodo di interesse.
Se si dispone solo dei dati di mortalità aggregati per periodo (Mperiodo), la formula diventa $AD_{periodo} = M_{periodo} * [1 - 1/\exp(\beta * \Delta T_{medio})]$
(Gasparrini, 2012)

3.4.3 Impatto dei cambiamenti climatici e insetti vettori di patogeni

Le malattie trasmesse da vettori rappresentano oltre il 17% di tutte le malattie infettive; l'80% della popolazione mondiale è a rischio di contrarre una o più malattie da vettori. Alcune patologie, come la febbre Dengue e la Chikungunya stanno emergendo in paesi in cui erano precedentemente sconosciute e anche in Europa si riscontrano periodicamente focolai a trasmissione autoctona. La malattia da West Nile Virus pur essendo riscontrata in Europa fin dagli anni '60 sta presentandosi in diversi paesi europei con focolai epidemici importanti ogni anno dalla fine degli anni '90.

La distribuzione di queste malattie è determinata da una complessa dinamica di fattori ambientali e sociali. Negli ultimi anni, la globalizzazione dei viaggi e del commercio, l'urbanizzazione non pianificata e i problemi ambientali stanno avendo un impatto significativo sulla trasmissione delle malattie, influenzando sia la distribuzione e densità degli insetti vettori, sia la circolazione dei virus.

I cambiamenti climatici determinando variazioni nelle temperature e nelle precipitazioni inducono cambiamenti nelle pratiche agricole che possono influire sulla diffusione dei vettori che trasmettono malattie.

Gli effetti che i cambiamenti climatici, ed in particolare l'aumento della temperatura media, potrebbero avere sugli artropodi vettori e sulla diffusione delle infezioni che questi possono trasmettere, in un futuro scenario italiano, possono determinare uno o più fenomeni concomitanti, quali:

- l'ampliamento dell'areale di distribuzione dei vettori indigeni;
- la riduzione della durata dei cicli di sviluppo dei vettori indigeni;
- la riduzione dei tempi di riproduzione/replicazione del patogeno nell'artropode ematofago;
- il prolungamento della stagione idonea alla trasmissione degli agenti patogeni;
- l'importazione e adattamento di nuovi artropodi vettori;
- l'importazione e adattamento di nuovi agenti patogeni attraverso vettori o serbatoi.

I rischi per la salute derivanti dalla diffusione delle arbovirosi appaiono particolarmente rilevanti e di attualità in Emilia-Romagna, che dal 2007 ha gestito operativamente focolai epidemici di malattie da vettore: dall'importante **evento della Chikungunya in Romagna nel 2007**, alla presenza di **focolai di West Nile disease** che stanno interessando la zona di pianura dell'Emilia-Romagna dal 2008 (vedi Capitolo 8).

Dal 2007 la Regione Emilia-Romagna ha approvato un piano arbovirosi che viene aggiornato annualmente e definisce attività di sorveglianza e controllo delle malattie da vettore per affrontare in modo efficace i problemi sopra delineati. In particolare, le due specie entomologiche di interesse nel territorio regionale sono *Aedes albopictus* ("Zanzara Tigre"), in grado di trasmettere di Chikungunya, Dengue e Zika virus, e *Culex pipiens* ("Zanzara comune"), vettore di West Nile virus. Su queste specie viene attuato un monitoraggio per acquisire informazioni sulla densità di infestazione e, solo per *Culex pipiens*, finalizzato a rilevare la circolazione del virus West Nile.

Nelle seguenti figure viene mostrato per le due specie il livello di infestazione medio regionale, distinto per turno di sorveglianza, negli anni dal 2015 al 2018 (Figure 3.8 e 3.10).



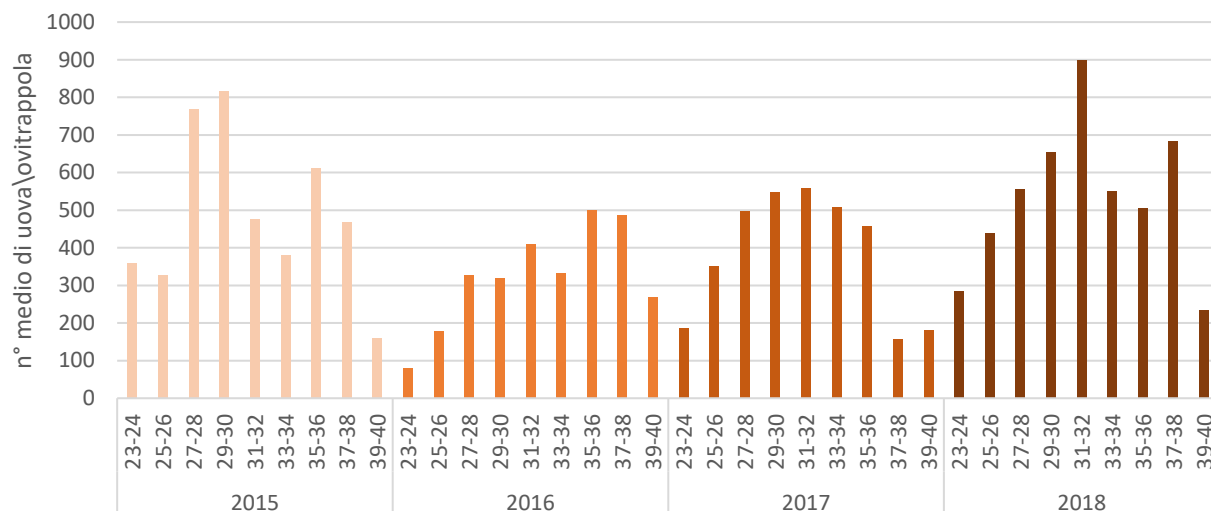
Si osserva una **variabilità stagionale elevata** che individua a partire dalla **seconda metà di luglio il periodo a maggiore densità di infestazione**. Il monitoraggio di zanzara tigre viene effettuato nei Comuni capoluogo e, in Figura 3.9 si può osservare come i 10 Comuni monitorati mostrino oscillazioni tra gli anni coerenti tra loro pur registrando indicatori di densità che in alcuni anni sono anche molto diversi da territorio a territorio.

Come detto la sorveglianza sulla zanzara comune è accompagnata da analisi virologiche per rilevare la circolazione di West Nile virus. Combinando i dati di densità della specie di zanzara vettore con la positività al virus rilevata si può ottenere un indicatore di rischio (VI=Vector Index) che rappresenta il rischio di presenza di vettori infetti.



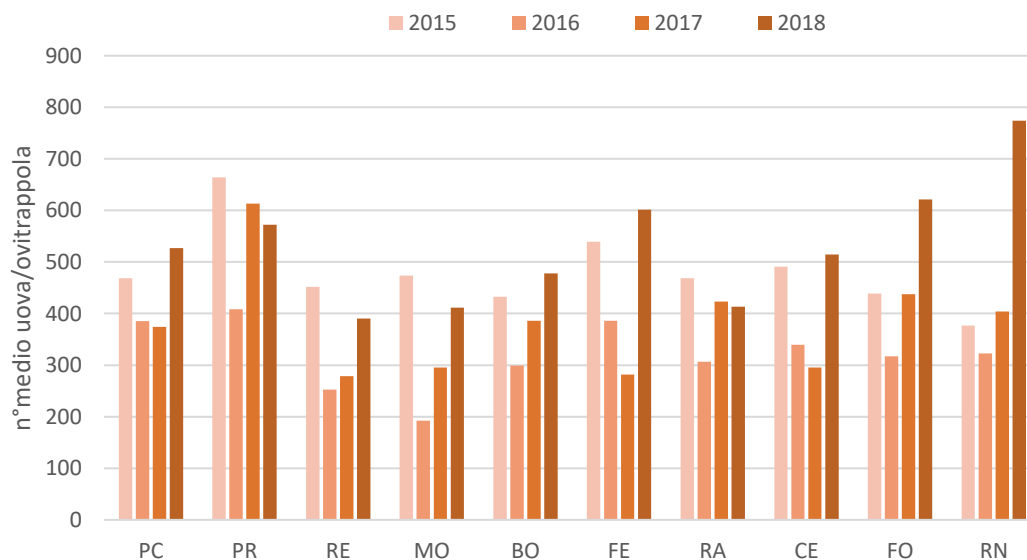
In figura 3.11 viene mostrato l'andamento del VI nel 2018 comparato con la densità di infestazione. Come si può osservare **la circolazione virale non è determinata dalla sola presenza delle zanzare**, ma valori elevati di VI si osservano in corrispondenza di un calo nella numerosità di zanzare raccolte nel monitoraggio.

Figura 3.8 Numero medio di uova di zanzara Tigre per ovitrappola per settimana e anno, Emilia-Romagna 2015-2018



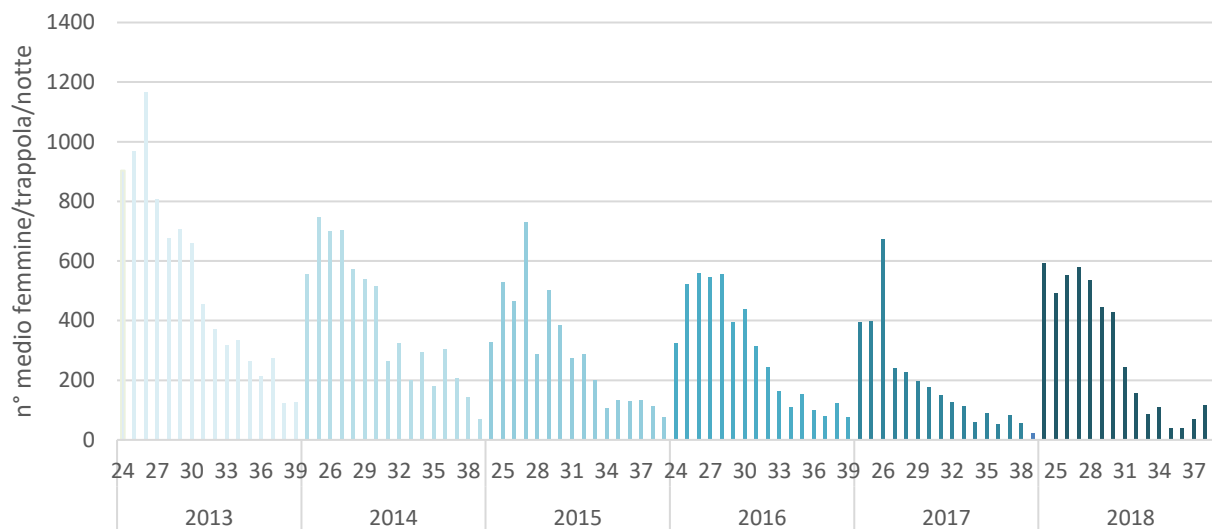
Fonte: Monitoraggio entomologico Emilia-Romagna

Figura 3.9 Numero medio di uova di zanzara Tigre per ovitrappola per anno e provincia, Emilia-Romagna 2015-2018



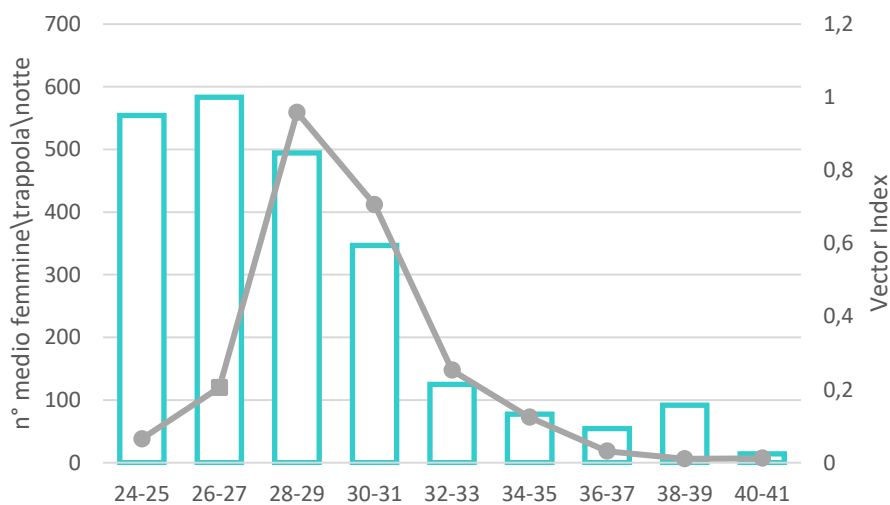
Fonte: Monitoraggio entomologico Emilia-Romagna

Figura 3.10 Numero medio di femmine di *Culex pipiens* per trappola per settimana e anno, Emilia-Romagna 2013-2018



Fonte: Monitoraggio entomologico Emilia-Romagna

Figura 3.11 Densità di zanzare *Culex pipiens* e Vector index per turno di raccolta, Emilia-Romagna 2018



Fonte: Monitoraggio entomologico Emilia-Romagna

Bibliografia

ARPAE. Estate 2017, andamento meteo in Emilia-Romagna. *Ecoscienza*, 2017; 5:7-9.

Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*, 2008;19(5):711e9.

COST Action IS1408 – Industrially Contaminated Sites and Health Network (ICSHNet) – Environmental health challenges from industrial contamination. Iavarone I., Pasetto R.(eds) *Epidemiol Prev* 2018; 42 (5-6): 5 - 92

de'Donato, F., Scortichini, M., De Sario, M., De Martino, A., & Michelozzi, P. Temporal variation in the effect of heat and the role of the Italian heat prevention plan. *Public health*, 2018; 161:154-162

D'Ippoliti D., Michelozzi P., Marino C., de'Donato F., Menne B., Katsouyanni K., et al. The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project [Internet]. *Environmental Health*, 2010;9(1). Available from: <http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-9-37>.

Forastiere F, Kan H, Cohen A. Updated exposure-response functions available for estimating mortality impacts. In WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level. Report 2014

(http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/263629/WHO-Expert-Meeting-Methods-and-tools-for-assessing-the-health-risks-of-air-pollution-at-local,-national-and-international-level.pdf)

Gasparri, A. et al. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. *Occup Environ Med*, 2012; 69(1): 56-61.

Guo Y., Gasparri A., Armstrong B., Li S., Tawatsupa B., Tobias A., et al. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: a systematic evaluation. *Epidemiology*, 2014; 25(6):781e9.

IPCC. Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Geneva: World Meteorological Organization; 2018. 32 pp

Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 2017; published online Oct 19. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).

Parmagnani F, Ranzi A, Ancona C, Angelini P, Chiusolo M, Cadum E, Lauriola P, Forastiere F. [Methods for health impact assessment of policies for municipal solid waste management: the SESPIR Project]. *Epidemiol Prev*. 2014 Sep-Oct;38(5):305-12.

Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna La gestione dei rifiuti in Emilia Romagna - Report rifiuti 2018

Steadman RG. The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature. *J Appl Meteorol*, 1979; 18(7):874–885.