

Nota metodologica¹

Quadro tematico di riferimento

La crescita della temperatura dell'aria, il cambiamento nel regime delle precipitazioni annuali e l'aumento di fenomeni meteoclimatici estremi sono segni di una crescente variabilità meteoclimatica rilevata nel breve periodo e di cambiamenti climatici (CC) osservati nel lungo periodo. Eventi un tempo rari sono diventati molto più frequenti nell'ultimo decennio, intensi e geograficamente diffusi. Tali fenomeni meteorologici, al centro dell'attenzione del mondo scientifico e istituzionale, determinano impatti rilevanti sul sistema naturale e antropico e danni economici e sociali in molte aree del Pianeta.

Il Programma di monitoraggio satellitare della Terra di Commissione europea e Agenzia Spaziale Europea (ESA) rileva come gli ultimi anni siano stati i più caldi mai registrati in Europa (Copernicus C3S): il 2022 ed il 2023 sono stati gli anni più caldi mai registrati in Europa, segnati da una siccità diffusa, da un caldo senza precedenti e dall'intensificarsi di eventi estremi. L'andamento crescente della temperatura media determina l'avvicinamento alla soglia obiettivo per limitare l'aumento della temperatura globale a +1,5°C, definito negli Accordi di Parigi (2015) e confermato nelle Conferenze annuali delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici, l'ultima svoltasi a Dubai nel 2023. Vi è un consenso scientifico nel ritenere che le attività antropiche siano la causa principale del riscaldamento globale e dei rapidi mutamenti del clima, osservati dalla seconda metà del XX secolo, per le crescenti concentrazioni di gas serra in atmosfera.

Numerosi organismi internazionali² hanno contribuito allo sviluppo e al rafforzamento di nuovi framework statistici collegati allo studio dei CC, soprattutto nell'ultimo decennio, con l'obiettivo di fornire metodologie condivise per la produzione di dati e indicatori comparabili fra i Paesi e accrescere la disponibilità di *Climate Change Related Statistics and Indicators*. La disponibilità su base regolare di dati ad una griglia fine ed in serie storiche ampie ha assunto sempre maggiore rilevanza ai fini della valutazione degli effetti dei CC a scala locale e della definizione di strategie di adattamento e mitigazione, da selezionare in base alle specificità delle aree monitorate ed il loro livello di esposizione e rischio.

Accompagnati da eventi estremi a crescente intensità, i CC determinano impatti rilevanti nei territori. Le aree urbane risultano particolarmente colpite, considerata l'elevata concentrazione di persone (oltre la metà della popolazione mondiale vive nelle città), edifici, infrastrutture, attività economiche e patrimonio artistico-culturale. I fenomeni meteoclimatici interagiscono con le caratteristiche strutturali dei sistemi urbani – specialmente se di grandi dimensioni – favorendo il fenomeno dell'Isola di Calore Urbana (*Urban Heat Island UHI*). Questo è caratterizzato da un surriscaldamento delle aree urbane, causato dalle caratteristiche termico-radiative di superfici di asfalto, cemento e metalli (di cui sono principalmente costituite le città), determinando differenze apprezzabili di temperatura rispetto ad aree più esterne ed aree rurali. Il fenomeno dell'Isola di calore urbana si associa ad altri effetti negativi causati da eventi meteorologici, legati ad una crescente variabilità climatica.

Quando si parla di *Variabilità Climatica* ci si riferisce al manifestarsi di ampie fluttuazioni dei parametri osservati, connesse a variazioni registrate su base annua (inter-annuali e stagionali) e ad oscillazioni decennali misurate rispetto ad un valore medio della grandezza in riferimento ad un periodo molto ampio (pluridecennale). Il *Cambiamento Climatico* viene definito in termini statistici come lo spostamento del valore medio di lungo periodo di una grandezza meteorologica, rappresentando un cambiamento della distribuzione statistica dei valori rilevati.

¹ Dipartimento per la Produzione Statistica (DIPS) - Direzione Centrale per le Statistiche Ambientali e Territoriali (DCAT), Iniziativa *Statistiche su meteo-clima, altri eventi e risorse naturali*, Responsabile Donatella Vignani Primo Ricercatore.

² United Nations Economic Commission for Europe (UNECE); Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC; UNECE-CES Set of Core Climate Change-Related Indicators and Statistics Using SEEA, UNSD Global Consultation on Climate Change Statistics and Indicators; Commissione Europea (CE), Eurostat, Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), Organization for Economic Co-operation and Development OCSE; Statistical Indicators for SDGs per l'Agenda 2030 (UN).

Gli effetti dei CC rappresentano una sfida cruciale per le città e accrescere la loro resilienza è un obiettivo non procrastinabile per i policy makers, puntando nel breve periodo a definire e implementare diverse misure di adattamento in Europa. Per la transizione verso la neutralità climatica, alle città è attribuito un ruolo centrale, non solo per l'attività di governance che esse svolgono, ma anche per essere riconosciute come *hot spot* climatici, vale a dire aree particolarmente colpite da eventi avversi legati a variabilità e cambiamento del clima. Anche nel framework dei Sustainable Development Goals (SDGs) delle Nazioni Unite (UN) il Goal 11 *Sustainable cities and communities* assume che lo sviluppo sostenibile non possa essere raggiunto senza una trasformazione del modo di costruire le città e gestire lo spazio urbano, mentre il Goal 13 *Climate action* indica la necessità di misure urgenti con politiche e strategie da parte dei Paesi, tese ad aumentare la resilienza dei territori verso rischi e disastri naturali legati al CC.

In tale contesto di riferimento, i fabbisogni informativi sono enormemente cresciuti. La disponibilità di dati sul meteo-clima in serie storiche ampie e complete e ad una scala adeguata agli obiettivi di analisi e di intervento risulta fondamentale per calcolare indicatori in grado di restituire un quadro conoscitivo sui fenomeni in atto, supportare il monitoraggio dello status e dell'evoluzione dei fenomeni climatici nel tempo e favorire valutazioni degli impatti su ambiente naturale, territorio, salute umana, sistemi socio-economici, analizzati a diversa scala spaziale, compresa quella urbana. In presenza di trasformazioni e rapidi cambiamenti in atto nella fisica del clima, una maggiore disponibilità di informazione statistica è andata a soddisfare crescenti esigenze informative, contribuendo a supportare la produzione di indicatori definiti nell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e nel contesto della policy nazionale e di accordi internazionali sul tema.

L'Unione Europea detiene una leadership mondiale nell'azione di lotta ai CC, i Paesi membri, infatti, sono quelli che si sono attivati maggiormente per arrivare a decisioni avanzate, mettendo in atto una rilevante riduzione delle proprie emissioni di gas a effetto serra. Dal 1990 al 2018 l'Ue ha ridotto le proprie emissioni di circa il 23% (superando il target fissato del 20% per il 2020). Nell'ambito del Green Deal Europeo (2019), che fissa le principali politiche e misure necessarie per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica al 2050, l'Ue ha adottato il *Pacchetto clima-energia 2030* costituito da direttive e regolamenti finalizzati al raggiungimento di obiettivi strategici entro il 2030, quali ridurre del 40% delle emissioni di gas a effetto serra, rispetto ai livelli del 1990, raggiungere una quota almeno del 32% di energia rinnovabile e migliorare del 32,5% l'efficienza energetica.

Obiettivi conoscitivi e produzione statistica

L'Italia risulta molto esposta agli effetti avversi dei CC in atto (fa parte del cosiddetto *hotspot mediterraneo*, area considerata particolarmente a rischio). Le città del Paese risultano sensibilmente colpite - presentando livelli diversi di esposizione e vulnerabilità dagli effetti di aumento della temperatura, calo della precipitazione annua ed eventi meteorologici estremi, a seconda della collocazione geografica, dell'orografia-idrografia dei territori e delle caratteristiche strutturali delle città stesse. Aumento della temperatura media e del numero di giorni estivi, onde di calore, lunghi periodi di siccità, improvvisi fenomeni alluvionali, forti venti e tempeste ibride simili a cicloni tropicali (denominati *medicane*) sono sempre più frequenti. Essi rappresentano sistemi fisici, caratterizzati da trasformazioni dinamiche legate all'accumulo nei bassi strati dell'atmosfera di grossi quantitativi di energia, in presenza di aumenti della temperatura. In molte città, italiane tali eventi sono sempre più alle cronache, causando perdite di numerose vite umane, danni alle infrastrutture e al patrimonio artistico. L'occorrenza di tali eventi, può determinare gravi criticità nell'erogazione di servizi essenziali alla popolazione, nella distribuzione di risorse idriche ed energia, con interruzioni nei servizi dei trasporti e danni per lo svolgimento delle attività economiche. Il surriscaldamento è un fenomeno che non colpisce soltanto l'atmosfera, ma anche il mare, soggetto a ondate di calore che costituiscono un ulteriore fattore di rischio per tale ecosistema. Gli impatti dei CC colpiscono la criosfera (neve e ghiacciai che perdono di anno in anno il loro volume), le risorse idriche disponibili, gli ecosistemi terrestri, gli habitat delle zone umide, le zone costiere ed il suolo.

Nel 2015 è stata introdotta la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Snac) con l'obiettivo di riassumere lo stato delle conoscenze scientifiche su impatti e vulnerabilità del Paese e di presentare delle proposte per portare avanti un piano di misure. Dopo una lunga fase di approvazione avviata nel 2017, il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (MASE) ha approvato ha approvato il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Pnacc) il 21 dicembre 2023 (Decreto 434/2024), facendo un ulteriore passo avanti. Il piano si compone di oltre trecento misure, tese a limitare e fronteggiare gli effetti negativi dei CC in Italia. L'attuazione di queste azioni rappresenta una sfida, soprattutto considerando gli aspetti economici ed i diversi livelli di competenza amministrativa nell'implementazione. Norme internazionali in vigore, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC), il protocollo di Kyoto (con l'emendamento di Doha), l'Accordo di Parigi e l'Agenda 2030 (UN) rappresentano le fonti giuridiche di riferimento, insieme ad iniziative dell'Unione Europea e nazionali.

In base a quanto stabilito nel 1935 dalla World Meteorological Organization (WMO) delle Nazioni Unite (UN), le medie climatologiche di riferimento sono calcolate in tutto il mondo su un intervallo di 30 anni, denominato Normale Climatologica (CLINO). Tale periodo è ritenuto sufficientemente ampio per ricavare indicatori di tendenza, sulla variabilità di fenomeni meteorologici osservati e lo studio del clima, significativo nel lungo periodo. L'obiettivo è consentire il confronto tra le osservazioni di tutto il mondo, assicurando coerenza fra le informazioni dei diversi servizi meteorologici. I valori medi riferiti al periodo climatico (trentennio di riferimento o CLINO), sono chiamati valori normali o valori climatici. I periodi climatici presi come base, sono periodicamente aggiornati per tener conto del cambiamento del clima. In passato, il periodo di riferimento normale si ripeteva ogni 30 anni, tuttavia, i rapidi cambiamenti del clima registrati dalla fine del secolo scorso hanno indotto la WMO-UN a introdurre una nuova periodicità per le Normali Climatologiche (1971-2000, 1981-2010, 1991-2020) al fine di cogliere l'accelerazione dei fenomeni.

In tale contesto, gli Istituti Nazionali di Statistica sono stati chiamati a svolgere un ruolo sempre più rilevante, attraverso la produzione su base regolare di informazione statistica a livello Paese pertinente ad obiettivi di analisi e di policy. L'Istat fornisce un contributo tematico diffondendo annualmente dal 2017 alcune misure statistiche sui fenomeni meteo-climatici, seguendo raccomandazioni e metodologie condivise internazionalmente (anche con indicatori di anomalia climatica riferiti alle Normali Climatologiche CLINO 1971-2000 e CLINO 1981-2010, attualmente in uso per le analisi sui CC).

Attraverso la Rilevazione annuale *Dati meteo-climatici e idrologici* (inserita nel Programma Statistico Nazionale IST-02190) vengono prodotte su base regolare statistiche e indici di estremi meteo-climatici per i 109 Capoluoghi di Provincia Italiani. In particolare, sono rese disponibili statistiche e indicatori meteo-climatici di temperatura e precipitazione per ciascuna città. Viene rilasciato, inoltre, un insieme di *Indici di estremi meteo-climatici* calcolati per ciascuna città (ed una batteria di sub-indicatori) seguendo la metodologia della World Meteorological Organization delle Nazioni Unite (WMO-UN). Il World Climate Research Programme (WCRP)³ nell'ambito del *Grand Challenge on Weather and Climate Extremes* (acquisiti outcome di ricerca dell'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices* ETCCDI della Commission for Climatology WMO-UN) ha contribuito nel tempo a rafforzare lo sviluppo di metodologie da condividere a livello internazionale, per il calcolo di misure statistiche comparabili a diversa scala di analisi, sul rilevamento del clima e degli eventi estremi. In particolare, la WMO-UN ha definito 27 tipologie di Indici di estremi meteo-climatici di temperatura e precipitazione che sono oggi utilizzati estesamente da Istituzioni ed Enti di ricerca a livello nazionale ed internazionale per lo studio dei fenomeni, le analisi ed il monitoraggio delle politiche. Tali indici forniscono misure di frequenza, intensità, durata, distribuzione di fenomeni climatici confrontabili a diversa scala.

³ Il WCRP sostenuto da International Science Council (ISC), World Meteorological Organization (WMO) e Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) UNESCO, supporta attività di ricerca sulla scienza del clima collegate alla United Nations Framework Convention on Climate Change. Inoltre, contribuisce alla produzione di informazioni finalizzate alla 2030 Agenda for Sustainable Development (UN) e al SENDAI Framework for Disaster Risk Reduction (UN).

L'Istat raccoglie presso 54 Enti Gestori di reti nazionali di stazioni termo-pluviometriche (unità di rilevazione) dati di misurazioni giornaliere di 515 stazioni termo-pluviometriche (unità di analisi), ubicate nel territorio comunale dei capoluoghi di provincia. Attraverso i dati raccolti, l'Istat ha aggiornato al 2022 la Banca Dati Meteo delle variabili temperatura minima, temperatura media, temperatura massima, precipitazione totale annua, umidità relativa. A partire dai dati giornalieri delle suddette variabili, vengono calcolati indicatori statistici descrittivi del meteoclima nei sistemi urbani, finalizzati allo studio dei fenomeni naturali, allo sviluppo di modelli per analisi di trend e al monitoraggio di obiettivi di policy.

I dati delle stazioni esaminate e gli indicatori statistici calcolati forniscono misure riferite ai caratteri climatici delle singole aree monitorate.

Per i 109 Capoluoghi di Provincia, ad oggi sono rilasciati gli Indicatori di temperatura media annua e precipitazione totale annua aggiornati al 2022. Per ciascuna città, i valori annuali degli indicatori sono confrontati con i corrispondenti valori medi del decennio 2006-2015, calcolando così le *differenze climatiche*. In base alla disponibilità di serie di dati ampie e complete di dati⁴, i valori annuali vengono confrontati con il valore climatico dei trentenni 1981-2010 e 1971-2000 (denominate Normali Climatologiche CLINO) al fine di calcolare le *anomalie climatiche* annuali di temperatura e precipitazione per sistema urbano.

È importante evidenziare come la disponibilità di serie storiche di dati ampie, complete e ad elevata risoluzione geografica sia una condizione necessaria per il calcolo e la significatività degli indicatori statistici sul meteoclima, ai fini di una descrizione esaustiva degli eventi monitorati. Per ciascun capoluogo di provincia osservato, inoltre, viene rilasciato un insieme di 21 *Indici di estremi meteoclimatici* (12 Indici di temperatura e 9 di precipitazione) espressi in numero di giorni nei quali si verifica un determinato evento, oppure in gradi Celsius o in millimetri, a seconda della tipologia di indice (cfr. metodologia degli ETCCDI Indices della WMO-UN). Tutti gli strumenti statistici menzionati forniscono misure omogenee e comparabili dei fenomeni climatici osservati a livello di singolo sistema urbano (a diversa scala temporale), offrendo anche opportunità di analisi con dati di altri domini.

Classificati in base al fenomeno osservato, vengono regolarmente prodotti dall'Istat i seguenti Indici di estremi meteoclimatici:

INDICI DI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE:

- giorni senza pioggia (indice R0): giorni nell'anno senza precipitazione
- giorni con pioggia (indice R1): giorni nell'anno con precipitazione giornaliera ≥ 1 mm
- giorni con pioggia (indice R10): giorni nell'anno con precipitazione giornaliera ≥ 10 mm
- numero di giorni con precipitazione molto intensa (indice R20): giorni nell'anno con precipitazione giornaliera ≥ 20 mm
- numero di giorni con precipitazione estremamente intensa (indice R50): giorni nell'anno con precipitazione giornaliera ≥ 50 mm
- giorni consecutivi senza pioggia (indice CDD – Consecutive Dry Days): numero massimo di giorni con precipitazione giornaliera < 1 mm
- giorni piovosi consecutivi (indice CWD - Consecutive Wet Days): numero massimo di giorni con precipitazione giornaliera ≥ 1 mm
- intensità di pioggia giornaliera (SDII): totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni piovosi nell'anno (definiti come giorni con precipitazione ≥ 1 mm)

⁴ Per le Città Metropolitane di Catania, Reggio di Calabria e Messina non sono disponibili le serie storiche a partire dal 1971.

- precipitazione nei giorni molto piovosi (Indice R95P): giorni molto piovosi - somma in mm nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile

INDICI DI ESTREMI DI TEMPERATURA:

- giorni con gelo (indice FD0): numero dei giorni nell'anno con temperatura minima < 0°C
- giorni estivi (indice SU25): numero di giorni nell'anno con temperatura massima > 25°C
- notti tropicali (indice TR20): numero di giorni con temperatura minima > 20° C
- minimo delle temperature minime (indice TNn): valore minimo mensile delle temperature minime giornaliere
- massimo delle temperature minime (indice TNx): valore massimo mensile delle temperature minime giornaliere
- minimo delle temperature massime (indice TXn): valore minimo delle temperature minime
- massimo delle temperature massime (indice TXx): valore massimo delle temperature massime
- indice di durata dei periodi di caldo (indice WSDI, Warm Spell Duration Index): numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima è superiore al 90° percentile per almeno 6 giorni consecutivi
- notti calde (indice TN90p): numero di giorni in cui la temperatura minima giornaliera superiore al 90° percentile
- giorni caldi (indice TX90P): numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore a 90° percentile
- notti fredde (indice TN10p): numero di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile
- giorni freddi (indice TX10P): numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è inferiore al 10° percentile.

Nella rilevazione vengono utilizzate:

- Classificazione territoriale Istat – Codici di Comuni, Province e Regioni
- Nomenclature of Territorial Units for Statistics – NUTS
- Classificazioni della World Meteorological Organization di Nazioni Unite (WMO-UN)
- UNECE Classification for Climate Change related Statistics and Indicators CCRSI

Una lettura integrata di tali indicatori evidenzia una tendenza generalizzata al riscaldamento delle città italiane (in particolare nell'ultimo decennio), con anomalie positive rispetto ai valori climatici trentennali di riferimento, sovrapposta ad una significativa variabilità inter-annuale della precipitazione e all'aumento di eventi estremi. Le anomalie di precipitazione appaiono via via più pronunciate negli anni, aumentando l'ampiezza delle oscillazioni intorno al valore climatico, con prevalenza di quelle negative per gran parte delle città.

Sul sito istituzionale dell'Istat (si veda <https://www.istat.it>) sono pubblicate annualmente Tavole di dati e Report statistici, con statistiche e indicatori meteoclimatici di temperatura media, temperatura minima e temperatura massima annue, precipitazione totale annua e 21 Indici di estremi meteoclimatici per città per i 109 Capoluoghi di Provincia (serie storica 2006-2022). In particolare:

- Temperatura media annua e precipitazione totale annua per Capoluogo di Provincia anni 2006-2022, valori espressi in °C e mm (Tavola 1, 2)
- Temperatura media, minima e massima annue, precipitazione totale annua per Capoluogo di Regione anni 2006-2022, valori espressi in °C e mm (Tavola 9, 10)
- Temperatura media annua: Differenze degli anni 2006-2022 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia e Anomalie annuali degli anni 2006-2022 dal valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche CLINO) per Capoluogo di Regione - valori espressi in °C (Tavole 3, 4)
- Precipitazione totale annua: Differenze degli anni 2006-2022 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia e Anomalie annuali degli anni 2006-2022 dal valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche CLINO) per Capoluogo di Regione - valori espressi in mm (Tavole 5, 6)
- Indici di estremi meteo-climatici di temperatura: Differenze del 2022 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia e Anomalie anno 2022 e del valore medio del periodo 2006-2015 di ciascun indice rispetto al valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche CLINO) per Capoluogo di Regione - valori in numero di giorni e °C (Tavola 7, 11, 12, 13)
- Indici di estremi meteo-climatici di precipitazione: Differenze del 2022 dal valore medio del periodo 2006-2015 per Capoluogo di Provincia e Anomalie anno 2022 e del valore medio del periodo 2006-2015 di ciascun indice rispetto al valore climatico 1981-2010 e 1971-2000 (Normali Climatologiche CLINO) per Capoluogo di Regione - valori in numero di giorni e mm (Tavola 8, 14, 15)

Nella Tavola 16, vengono rese disponibili:

- informazioni aggiornate annualmente su denominazioni degli Enti Gestori rispondenti e dati relativi a stazioni termo-pluviometriche osservate, fonti primarie dei dati per la produzione degli indicatori.

Metodologia dell'indagine

Disegno della rilevazione e fonti dei dati

Inserita nel Programma Statistico Nazionale (codice PSN IST-02190), *Dati meteo-climatici ed idrologici* è una rilevazione corrente dell'Istat, il cui periodo di riferimento dei dati è l'anno. Sono raccolti dati di variabili meteorologiche ed idrologiche presso Enti Gestori di reti di stazioni termo-pluviometriche ubicate nel territorio nazionale 8unità di rilevazione).

Le unità di analisi sono rappresentate dalle singole stazioni di misura, che sono state selezionate nella costruzione del campione ragionato, il cui profilo è stato scelto nel piano della rilevazione in base agli obiettivi di produzione, vale a dire l'osservazione del meteo-clima a livello di sistema urbano.

I dati vengono richiesti attraverso auto-compilazione di un Modello di rilevazione (formato excel) fornito dall'Istat, che il rispondente è tenuto a trasmettere attraverso posta elettronica alla Direzione Centrale per la Raccolta Dati (DCRD) - Servizio Raccolta Dati per le Statistiche Economiche e Ambientali (RDI) dell'Istat.

In aggiunta, viene fornita ai rispondenti anche un Modello Anagrafica delle stazioni (contenente informazioni sulle stazioni termo-pluviometriche osservate presenti nella Banca Dati Meteo Istat, che sono state raccolte attraverso le varie edizioni della Rilevazione). Si richiede a ciascun rispondente di aggiornare annualmente le informazioni contenute, relative sia all'Ente che le ha in gestione sia alle singole stazioni di misura (ad es. variazioni nella denominazione dell'Ente e/o della stazione, indicazioni nuove stazioni gestite o dismesse, comune di appartenenza, coordinate piane, altitudine s.l.m., stato attività della stazione, cambiamenti nelle sue caratteristiche tecniche etc.).

Nell'ambito della Rilevazione edizione 2024, vengono raccolte misurazioni giornaliere di fenomeni meteorologici osservati nei 365 giorni del precedente anno 2023, presso i 54 Enti Gestori di reti nazionali di stazioni termo-pluviometriche al suolo certificate, con particolare riferimento alle stazioni ubicate nel territorio delle città Capoluogo di Provincia. Si annoverano fra i principali Rispondenti:

- **ISTITUZIONI PUBBLICHE ED ENTI DI RICERCA NAZIONALI**
Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria CREA, Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo ENAV, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ENEA, Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR - Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima ISAC, etc
- **ISTITUZIONI PUBBLICHE, ENTI DI RICERCA E ASSOCIAZIONI LOCALI**
Regioni, Province Autonome, Servizi idrografici regionali, Agenzie Regionali di Protezione Civile, Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale ARPA, Consorzi di bonifica e di difesa provinciali e regionali, Università degli Studi, Osservatori, Fondazioni scientifiche, Associazioni culturali che svolgono attività di ricerca e osservazione del clima a scala locale.

Raccolta dei dati

Ai fini dell'aggiornamento annuale della Banca Dati Meteo dell'Istat, la Rilevazione è svolta su un insieme di stazioni meteorologiche di misura selezionate, ognuna delle quali è geo-referenziata e proiettata al sistema di riferimento UTM zona 32 con datum WGS84. La quota altimetrica di ogni stazione è verificata utilizzando il Digital Elevation Model a 20 metri (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA).

Attraverso i modelli di rilevazione forniti ai rispondenti, l'Istat richiede dati sulle misurazioni giornaliere per stazione termo-pluviometrica relativamente alle seguenti variabili meteoroclimatiche:

- temperatura minima (°C)
- temperatura massima (°C)
- temperatura media (°C)
- livello della precipitazione (mm)
- umidità relativa massima (%)
- umidità relativa minima (%)
- umidità relativa media (%)

Vengono inoltre richieste informazioni riferite agli Enti Gestori e alle caratteristiche delle stazioni di misura, per aggiornamenti annuali su unità di analisi e unità di rilevazione nella Banca Dati Meteo Istat.

Controlli di qualità dei dati raccolti e produzione statistica

I dati vengono forniti all'Istat dagli Enti Gestori delle reti nazionali di stazioni meteorologiche, che ne garantiscono la certificazione, sulla base delle strumentazioni tecniche utilizzate (secondo gli standard definiti a livello internazionale). Successivi controlli di qualità sono effettuati dall'Istituto in relazione alle serie storiche dei dati giornalieri, mensili ed annuali dei dati raccolti, attraverso l'applicazione di procedure

statistiche (basate su criteri di omogeneità, coerenza e completezza), per l'individuazione di eventuali dati mancanti o che non rientrano in range di validità predefiniti. Se per qualche stazione meteorologica, la qualità dei dati raccolti non si sia rivelata adeguata agli standard richiesti, tali dati non vengono utilizzati per il calcolo degli indicatori. Nel caso di dati mancanti nelle forniture degli Enti rispondenti, non vengono applicate dall'Istat procedure di imputazione, ma viene svolta la fase di ritorno al rispondente, per richiesta di completamenti e approfondimenti. Sono condotte analisi di completezza delle serie di dati giornalieri per stazione, in modo da poterne consentire l'utilizzo per il calcolo di indicatori mensili/annuali significativi.

Nella produzione statistica, vengono effettuati successivi controlli di qualità sulle serie degli indicatori annuali, seguendo le metodologie definite dai principali framework statistici internazionali. Qualora, la qualità dei dati elementari di una stazione forniti non si sia rivelata adeguata agli standard previsti, i dati di quella stazione non vengono utilizzati per il calcolo degli indicatori annuali. E il caso, ad esempio, di serie di misurazioni giornaliere che hanno risentito di effetti legati allo spostamento fisico delle stazioni (altra allocazione, cambiamenti nell'orientamento, sostituzione di strumentazioni) oppure dell'interruzione (anche temporanea) del servizio di rilevamento della stazione per periodi significativi, tali da determinare mancanza di misurazioni per giorni o settimane. Questo tipo di problematiche, infatti, determina la mancanza di serie di microdati complete e non assicura la completezza necessaria per gli scopi di produzione statistica e le analisi.

Attraverso la Rilevazione Istat Dati meteo-climatici vengono raccolti dati di circa 515 stazioni termo-pluviometriche, ubicate per lo più all'interno del territorio urbano dei Capoluoghi di Provincia e alcune in aree immediatamente esterne. In base ai criteri sopra menzionati, attraverso successivi controlli di qualità sulle serie storiche dei dati, viene individuato un insieme di stazioni meteorologiche (circa 250) fonte primaria per il calcolo degli Indicatori meteo-climatici e degli Indici di estremi per ciascuna città osservata, riferiti ai diversi periodi considerati: anno, decennio 2006-2015, trentenni climatologico 1981-2010 e 1971-2000 CLINO. Per valorizzare i dati disponibili forniti dalle stazioni meteorologiche di alcuni capoluoghi di Regione - considerata la peculiarità del metodo utilizzato - gli indicatori sono stati calcolati in media per alcuni città⁵. Alcuni indicatori riportati nelle Tavole di dati pubblicate, per effetto del metodo di calcolo, possono presentare valori decimali anche quando espressi in numero di giorni.

Nell'ambito di alcune attività di revisione svolte nel 2023, sono state sviluppate analisi approfondite delle serie di dati giornalieri disponibili per stazione termo-pluviometrica rilevata, acquisite nella Banca Dati Meteo Istat attraverso successive edizioni della Rilevazione (svolta annualmente dal 2017). L'identificazione di nuove fonti di dati (nuovi Enti rispondenti e stazioni meteorologiche) e completamenti di forniture per qualche stazione, hanno determinato una revisione della serie storica 2006-2022 e degli indicatori calcolati.

Diffusione Istat

Per consultare i principali risultati della Rilevazione Istat Dati meteo-climatici ed idrologici, si può fare riferimento alle principali pubblicazioni diffuse ufficialmente dall'Istituto Nazionale di Statistica, come di seguito elencate:

[Report Statistico *Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di provincia - Anni 1971-2021*](#)

[Tavole di dati - *Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di provincia \(Anno 2021 e serie storica 2006-2021\) - Normale Climatologica 1981-2010*](#)

[Report Statistico *I Cambiamenti Climatici: Misure Statistiche \(Anno 2020\)*](#)

⁵ Per la temperatura Roma, Genova, Trieste mentre per la precipitazione Roma, Firenze, Bologna, Genova, Trieste, Venezia, Aosta.

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nei comuni capoluogo di provincia \(Anno 2020 e serie storica 2010-2020\)](#)

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città capoluogo di regione e città metropolitane \(Anno 2020 e serie storica 2010-2020\)](#)

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia \(Anno 2019\)](#)

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia \(Anno 2018\)](#)

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia \(Anno 2017\)](#)

[Tavole di dati - Temperatura e precipitazione nelle città Capoluogo di Provincia \(Anni 2007-2016\)](#)

[Report Statistico *Temperatura e precipitazione nelle principali città* \(Anni 2002-2016\)](#)

[Rapporto SDGs - Informazioni Statistiche per l'Agenda 2030 in Italia \(edizioni annuali dal 2018\)](#)

[Annuario Statistico Italiano \(ASI\) \(edizioni annuali dal 2010\)](#)

[Report Statistico *Le statistiche dell'Istat sull'acqua* Giornata Mondiale dell'Acqua \(edizioni annuali dal 2015\)](#)

[Rapporto sul Territorio 2020. Ambiente, Economia e Società \(Istat 2020\)](#)

[Informazioni sulla Rilevazione Istat Dati meteoclimatici ed idrologici \(PSN IST-02190\) - Metodologie e Documentazione](#)

Istat - Direzione Centrale per le Statistiche Ambientali e Territoriali (DCAT)
Servizio Ambiente, territorio e registro delle unità geografiche e territoriali (ATA)

Responsabile della Rilevazione *Dati meteoclimatici ed idrologici* (PSN IST-02190)
Donatella Vignani Ph.D
Primo Ricercatore
vignani@istat.it

Referenti di produzione statistica:
meteo@istat.it