

# CLIMA





## 1.6 Analisi Territoriale

### IL CLIMA

#### 1.6.1 IL CLIMA NEL CORSO DEL 2014 IN ITALIA

*(Estratto dal X rapporto "Andamento del clima nel corso del 2014" e dal Rapporto 2015: STATO DELL'AMBIENTE - Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni e dei modelli regionali - ISTITUTO SUPERIORE PROTEZIONE RICERCA AMBIENTE)*

##### TEMPERATURA

Il 2014 ha segnato nuovi record della temperatura media, sia a scala globale che in Italia. A livello globale (terraferma e oceani) il 2014 è stato l'anno più caldo dal 1880 ad oggi. Sulla terraferma, l'anomalia della temperatura media globale rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990 è stata di +0.89°C e si colloca al 4° posto della serie a partire dal 1961; dal 1986 l'anomalia termica media globale sulla terraferma è stata sempre positiva.

Tutti gli anni successivi al 2000 sono i più caldi dell'intera serie storica ad eccezione del 1998. In Italia, il valore della temperatura media nel 2014 è stato il più elevato dell'intera serie dal 1961, ben superiore ai valori del 1994 e del 2003 che avevano segnato i record precedenti. Il valore medio annuale di anomalia della temperatura media in Italia (+1.57°C) è stato determinato da temperature nettamente superiori alla norma in tutti i mesi dell'anno, ad eccezione di quelli estivi. In particolare, l'anomalia media annuale della temperatura minima è stata di +1.72°C, quasi 0.5°C in più del precedente record del 1994 (figura 3.12). All'anomalia della temperatura minima corrisponde, nel 2014, la registrazione del numero più basso di giorni con gelo a partire dal 1961 e del numero più basso di notti fredde (indice TN10p) dell'intera serie. Il numero medio di notti tropicali, invece, è stato solo leggermente superiore al valore normale, in corrispondenza di una stagione estiva non particolarmente calda. In sintesi, il record della temperatura media annuale è dovuto più alle minime che alle massime e più ad autunno, inverno e primavera che all'estate. Dall'analisi della serie storica dell'ultimo mezzo secolo, all'inizio degli anni '80 prende avvio il periodo con rateo di riscaldamento più elevato. La stima aggiornata del rateo di variazione della temperatura media in Italia dal 1981 al 2014 è di  $+0.36 \pm 0.07^\circ\text{C} / 10$  anni, a cui corrisponde, nello stesso periodo, un aumento di  $1.18 \pm 0.22^\circ\text{C}$ . Il rateo di variazione della temperatura minima è di  $+0.34 \pm 0.06^\circ\text{C} / 10$  anni, quello della temperatura massima di  $+0.37 \pm 0.08^\circ\text{C} / 10$  anni. Distinguendo tra diverse aree geografiche, l'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di +1.93°C al Nord, +1.63 al Centro e +1.24°C al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2014 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di luglio ovunque, agosto solo al Nord e maggio solo al Sud e sulle Isole. Il mese più caldo rispetto alla norma è stato novembre, con un'anomalia media di +3.93°C al Nord, +3.43°C al Centro e +2.55°C al Sud e sulle Isole. Il mese relativamente più freddo rispetto alla norma è stato agosto al Nord (-0.29°C), luglio al Centro (-0.57°C) e maggio al Sud e sulle Isole (-0.20°C). Il carattere estremamente caldo del 2014 è confermato dalla temperatura superficiale dei mari italiani, che hanno registrato anomalie molto elevate soprattutto negli ultimi quattro mesi dell'anno. Esaminando la serie delle anomalie medie annuali rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, il 2014, con un'anomalia media di +0.99°C, si colloca al 2° posto dell'intera serie, dopo il 2012.



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia

Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



## PRECIPITAZIONI

Le precipitazioni cumulate annuali del 2014 in Italia sono state complessivamente superiori alla media climatologica del 13% circa. Il valore medio di anomalia annuale presenta sensibili differenze tra diverse aree del territorio italiano. Al Nord il 2014 è stato nettamente più piovoso della norma (+36%), al Centro moderatamente più piovoso della norma (+12%), al Sud e sulle Isole moderatamente meno piovoso della norma (-12%). Al Nord il 2014 si colloca al secondo posto tra gli anni più piovosi dell'intera serie, dopo il 1960. Al Nord il clima è stato più secco della norma da aprile a giugno, a settembre ed ottobre; è stato nettamente più piovoso della norma a gennaio, febbraio luglio e novembre, mesi nei quali le precipitazioni cumulate sono state mediamente più del doppio della norma. Al Centro solo agosto, ottobre e dicembre sono stati meno piovosi della norma e a luglio è stato registrato il valore più elevato di anomalia positiva: +150% circa. Al Sud e sulle Isole le precipitazioni mensili sono state vicine alla media climatologica ad eccezione del mese di agosto (-75% circa). Nell'intervallo 1951-2014 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano in leggera diminuzione ma in modo statisticamente significativo solo al Centro (rateo di variazione pari a  $-2.3 \pm 0.9\%$  / 10 anni). La precipitazione massima giornaliera è stata registrata dalla stazione di Linguaglossa (CT, 590 m s.l.m.) in occasione dell'evento estremo del 5 novembre 2014: 330.4 mm. A seguire, i valori più elevati sono stati registrati il 15 novembre in provincia di Genova a Mignanego (294.6 mm) e Fiorino (293.8 mm). I valori più elevati del numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm, sono stati registrati a Capo Bellavista in Sardegna (332 giorni), e Cozzo Spadaro in Sicilia (325 giorni). Il valore più basso è stato registrato dalla stazione di montagna di S. Andrea (Gosaldo) (BL, 1250 m s.l.m.) con 198 giorni, seguito da Turcati Recoaro (VI, 705 m s.l.m.) con 199 giorni. Un indice di siccità, il numero massimo di giorni asciutti consecutivi (CDD) nell'anno 2014, presenta valori distribuiti da un minimo di 6 giorni per la stazione sinottica di Aviano (Friuli Venezia Giulia) a un massimo di 124 giorni per la stazione di Delia della rete agrometeorologica regionale della Sicilia. Altre 23 stazioni della Sicilia, tra cui quelle delle isole di Ustica e Pantelleria, registrano un valore del CDD maggiore di 100 giorni. Per valutare l'andamento della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati presi in considerazione l'indice R10, che rappresenta il numero di giorni nell'anno con precipitazione  $\geq 10$  mm; l'indice R95p, che rappresenta la somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95o percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi nel periodo climatologico 1961-1990; l'intensità di pioggia giornaliera (SDII, Simple Daily Intensity Index), che rappresenta la precipitazione cumulata annuale divisa per il numero di giorni piovosi nell'anno. Quasi tutte le serie temporali di questi indici non mostrano trend statisticamente significativi dal 1961 al 2014. Fanno eccezione: l'R10 al Centro, con un debole trend in diminuzione; l'R95p in aumento al Sud e sulle Isole; l'SDII con un debole aumento al Nord e al Sud e Isole. Si segnala che l'indice R95p al Centro ha registrato nel 2014 il valore più elevato dell'intera serie dal 1961. Complessivamente, da questi indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nell'ultimo mezzo secolo. Va però tenuto presente che questo risultato è stato ottenuto su un insieme limitato di stazioni di misura con lunghe serie di dati giornalieri e che per una valutazione degli eventi intensi ma molto brevi sarebbe necessario disporre di serie analoghe di dati orari.

## ANDAMENTO CLIMATICO

La conoscenza delle variazioni climatiche sul territorio italiano, in corso e previste, è il presupposto fondamentale della valutazione degli impatti e della strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Mentre la conoscenza del clima presente e passato e delle variazioni in corso si fonda sulla osservazione delle variabili climatiche e sull'applicazione di metodi e modelli statistici di riconoscimento e stima delle tendenze in corso, la conoscenza del clima futuro si basa sulle proiezioni dei modelli climatici. Secondo la

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia

Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



definizione della World Meteorological Organization (WMO) <sup>1</sup>, le proiezioni climatiche forniscono la probabilità con cui determinate variazioni del clima possono verificarsi nei prossimi decenni, in relazione a diverse possibili evoluzioni dello sviluppo socio-economico globale. Tali condizioni (scenari) comportano, in particolare, diversi andamenti delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera. A tale proposito, l'Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) ha recentemente ridefinito gli scenari futuri a scala globale (Representative Concentration Pathways – RCP), allo scopo di fornire informazioni sulla probabile evoluzione delle diverse componenti della forzante radiativa (emissioni di gas serra, inquinanti e uso del suolo), da utilizzare come input per i modelli climatici.

I quattro RCP includono uno scenario di mitigazione, che stima un valore molto basso della forzante radiativa<sup>1</sup> al 2100 (2.6 W/m<sup>2</sup> - RCP2.6), due scenari intermedi (4.5 W/m<sup>2</sup> - RCP4.5 e 6 W/m<sup>2</sup> - RCP6) e uno scenario caratterizzato da un'elevata emissione e da un'elevato valore della forzante radiativa (8.5 W/m<sup>2</sup> - RCP8.5). Proprio l'IPCC ha introdotto una definizione più specifica del termine "proiezione climatica", riferendola alla stima delle variazioni del clima futuro che viene fornita dai modelli climatici<sup>2</sup>. Questi ultimi possono essere classificati in due categorie che contraddistinguono la diversa scala spaziale delle simulazioni del clima futuro. I modelli globali di circolazione generale atmosfera oceano (AOGCM), basati su principi fisici ben definiti, sono in grado di riprodurre le caratteristiche medie osservate del clima recente e passato, ad una risoluzione orizzontale compresa fra 250 and 600 km [5] e costituiscono lo strumento principale per studiare l'evoluzione del sistema climatico globale nel XXI secolo. Questi modelli tuttavia risultano poco adeguati a valutare i cambiamenti climatici su scala regionale. Il termine "regionale" va inteso qui come traduzione dall'inglese "regional" che, come da definizione dell'IPCC, indica aree geografiche di estensione compresa all'incirca tra 104 e 107 km<sup>2</sup>. A scala regionale il clima è fortemente influenzato da fattori locali, come la conformazione del territorio ed in particolare l'orografia, che sono rappresentati solo approssimativamente all'interno degli AOGCM. Inoltre molti processi fisici che si verificano ad una scala inferiore rispetto alla risoluzione degli AOGCM, non vengono appropriatamente da questi schematizzati. I "Regional Climate Models" (RCM) rispondono quindi alla necessità di fornire una migliore rappresentazione dei fenomeni a scala regionale e locale. Tali modelli, innestandosi su un modello globale da cui vengono acquisite le condizioni iniziali e al contorno, producono le proiezioni climatiche su una specifica area di interesse, ad una risoluzione più elevata (fino a una massima risoluzione orizzontale di 10-50 km).

Lo scopo di questo lavoro è, attraverso l'analisi e il confronto tra le proiezioni climatiche più aggiornate prodotte da diversi modelli, esporre in sintesi gli elementi di conoscenza e le incertezze che riguardano le proiezioni del clima futuro in Italia. Analogamente a quanto avviene per la valutazione del clima passato e presente, quando si traduce in indici e indicatori climatici una grande mole di dati osservativi, si intende qui estrarre dai molteplici risultati prodotti dai modelli climatici gli elementi di conoscenza e di incertezza più significativi sull'evoluzione del clima futuro in Italia. In questo modo, si vuole anche contribuire a gettare un ponte tra la comunità scientifica che sviluppa e applica i modelli climatici e alcune categorie di utenti finali (decisori politici, stakeholders). Per i nostri scopi, in considerazione della scala spaziale, è quindi opportuno e vantaggioso prendere in esame i risultati degli RCM. A tale proposito, la fonte più importante e

1

*Il forzante radiativo è la misura dell'influenza di un fattore (ad esempio l'aumento dell'anidride carbonica nell'atmosfera) nell'alterazione del bilancio tra energia entrante ed energia uscente nel sistema terra-atmosfera. Esso è indice del peso di un fattore nel meccanismo dei mutamenti climatici. Un forzante positivo riscalda la superficie terrestre, uno negativo la raffredda. Esso è espresso in W m<sup>-2</sup>*

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia

Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



aggiornata di proiezioni modellistiche sull'area del Mediterraneo e quindi sull'Italia è costituita da Med-CORDEX 3 , un iniziativa proposta dalla comunità scientifica che studia il clima del Mediterraneo.

Med-CORDEX 1 [https://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate\\_projections.php](https://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_projections.php) 2 <http://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/definitions.html> 3 [www.medcordex.eu](http://www.medcordex.eu) 7 costituisce una parte del più ampio esperimento CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment<sup>4</sup> [7] ed è supportato dai programmi internazionali HyMeX (HYdrological cycle in Mediterranean EXperiment<sup>5</sup> ) e MedCLIVAR (Mediterranean CLimate VARIability and Predictability<sup>6</sup> ). Le proiezioni fornite da Med-CORDEX si basano sui nuovi scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5 e utilizzano modelli RCM ad alta risoluzione. Ai nostri fini, dall'insieme degli output dei modelli disponibili, sono state estratte e analizzate le proiezioni di temperatura (minima, massima e media) e precipitazione fino al 2100 di quattro modelli, negli scenari di emissione RCP4.5 e RCP8.5.

Per ciascuna variabile presa in considerazione, sono stati selezionati i dati che ricoprono l'intero territorio nazionale. Per tre orizzonti temporali, rappresentati da periodi di 30 anni (2021-2050, 2041- 2060 e 2061-2090), sono stati calcolati sia i valori medi che gli indici rappresentativi degli estremi di temperatura e precipitazione. Proprio la conoscenza degli estremi meteorologici e delle loro variazioni è infatti particolarmente rilevante nella definizione delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, a causa degli impatti che essi producono sull'ambiente e sulla società in genere. Le variazioni climatiche future sono state valutate in termini di differenze tra il valore di una variabile o di un indice su un trentennio e il valore corrispondente nel periodo climatologico di riferimento 1971-2000. I valori di riferimento variano ovviamente da modello a modello e vengono prodotti eseguendo i modelli in modalità "hindcast", cioè effettuando simulazioni riferite a periodi passati. Per gli obiettivi di questo lavoro, attraverso le differenze rispetto ai valori di riferimento, è possibile analizzare e mettere a confronto i segnali climatici evidenziati dai modelli, indipendentemente dall'abilità di ciascun modello nel riprodurre i valori assoluti di una certa variabile nell'area geografica di interesse. Stabiliti l'obiettivo generale e, a grandi linee, la metodologia di analisi, vanno chiariti i limiti da tenere presente nell'interpretazione e nell'utilizzo dei risultati qui presentati. In particolare, il numero limitato (quattro) dei modelli di cui è stato possibile analizzare le proiezioni, non consente di definire con esattezza gli intervalli di variabilità e quindi l'incertezza delle previsioni di un certo indice. Inoltre, non rientra negli scopi e nelle possibilità di questo lavoro stabilire una gerarchia tra i modelli o entrare nel merito della loro qualità o del loro skill nel riprodurre il clima passato e presente. I risultati dei modelli vengono considerati obiettivamente, solo come fonti che rappresentano lo stato dell'arte delle proiezioni a scala regionale. Infine, si sottolinea che l'analisi delle proiezioni climatiche è qui focalizzata solo sull'Italia, rispetto alla scala più estesa alla quale sono rivolte le simulazioni modellistiche prodotte nell'ambito di Med-CORDEX.

#### 1.6.2 SINTESI E CONCLUSIONI DEL RAPPORTO DELL'ISPRA 2015

*(Estratto dal X rapporto "Andamento del clima nel corso del 2014" e dal Rapporto 2015: STATO DELL'AMBIENTE - Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni e dei modelli regionali - ISTITUTO SUPERIORE PROTEZIONE RICERCA AMBIENTE)*

Allo scopo di acquisire dalle proiezioni dei modelli climatici gli elementi di conoscenza e di incertezza più significativi sull'evoluzione del clima futuro in Italia, sono stati analizzati i risultati delle simulazioni di quattro modelli climatici regionali, disponibili nell'ambito di Med-CORDEX.



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia

Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



## TEMPERATURE

Per quanto riguarda la temperatura, i modelli concordano nel prevedere un aumento piuttosto costante nel tempo, di entità all'incirca doppia nello scenario RCP8.5 rispetto all' RCP4.5. Nel corso di un secolo i quattro modelli prevedono un aumento della temperatura media in Italia compreso tra 1.8 e 3.1°C (ensemble mean 2.5°C) nello scenario RCP4.5 e tra 3.5 e 5.4°C nello scenario RCP8.5 (ensemble mean 4.4°C).

Il previsto aumento della temperatura media è attribuibile in modo più o meno equivalente sia all'aumento delle temperature massime diurne che delle temperature minime notturne. Le variazioni previste dai modelli sono piuttosto uniformi nello spazio, in virtù del fatto che il riscaldamento ha origine da forzanti e dinamiche a grande scala e quindi interessa in modo abbastanza uniforme tutto il territorio nazionale. L'aumento più marcato della temperatura media si prevede nella stagione estiva, con variazioni in un secolo comprese tra 2.5 e 3.6°C nello scenario RCP4.5 e tra 4.2 e 7.0°C nello scenario RCP8.5. In primavera si prevede l'aumento meno marcato, con variazioni in un secolo comprese tra 1.3 e 2.7°C nello scenario RCP4.5 e tra 2.8 e 4.8°C nello scenario RCP8.5. Il segno delle variazioni è positivo (aumento della temperatura) in tutte le stagioni e coerente per tutti i modelli, ma l'entità delle variazioni differisce spesso in modo significativo da un modello all'altro.

Gli indici degli estremi di temperatura mostrano variazioni ugualmente importanti e significative. Tutti i modelli sono concordi nell'indicare una riduzione dei giorni con gelo e un aumento di notti tropicali, giorni estivi e onde di calore, ma con differenze talvolta significative sull'entità delle variazioni. Le notti tropicali sono previste in consistente aumento: all'orizzonte temporale 2061-2090 si prevede un aumento medio nazionale dell'indice TR20 compreso tra 14 a 35 giorni l'anno nello scenario RCP4.5 e tra 23 a 59 giorni l'anno nello scenario RCP8.5. Analogamente, i giorni con gelo sono previsti in consistente diminuzione: all'orizzonte temporale 2061-2090 si prevede una riduzione media nazionale compresa tra 10 e 27 giorni l'anno nello scenario RCP4.5 e tra 18 e 39 giorni l'anno nello scenario RCP8.5. Si prevede altresì un aumento marcato dei giorni estivi e delle onde di calore: all'orizzonte temporale 2061-2090 è previsto un aumento medio nazionale dell'indice SU25 compreso tra 19 e 35 giorni nello scenario RCP4.5 e tra 37 e 56 nello scenario RCP8.5 e un aumento medio nazionale dell'indice WSDI compreso tra 30 e 93 giorni nello scenario RCP4.5 e tra 76 e 182 giorni nello scenario RCP8.5. I modelli indicano inoltre una forte riduzione delle notti e dei giorni freddi, e un marcato aumento delle notti e dei giorni caldi. Le variazioni medie nazionali delle notti e dei giorni freddi nel trentennio 2061-2090 sono comprese rispettivamente tra -6.4 e -9.4% (TN10P) e tra -6.0 e -9.0% (TX10P) nello scenario RCP4.5 e sono compresi tra -9.3 e -10% (TN10P) e tra -8.9 e -10% (TX10P) nello scenario RCP8.5. Analogamente, Le variazioni delle notti e dei giorni caldi sono comprese rispettivamente tra +15.2 e +34.3% (TN90P) e tra +13.4 e +32.9% (TX90P) nello scenario RCP4.5 e variano da +32.6 a +54.6 (TN90P) e da +29.1 a +56.0% (TX90P) nello scenario RCP8.5.

## PRECIPITAZIONI

Le proiezioni delle precipitazioni sono molto più incerte di quelle della temperatura e i due scenari non si possono distinguere con altrettanta chiarezza. Considerando la media nazionale della precipitazione cumulata annuale, nello scenario RCP4.5 tre modelli su quattro prevedono in un secolo una debole diminuzione e un solo modello un debole aumento delle precipitazioni. Complessivamente, le variazioni previste al 2061-2090 sono comprese tra una diminuzione di circa l'8% e un aumento del 5% circa; tenendo presente un valore medio in Italia di circa 900 mm della precipitazione cumulata annuale nel trentennio di riferimento, l'ensemble mean indica una riduzione dell'1.5% circa. Nello scenario RCP8.5 tale intervallo si

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia

Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



allarga (risultando compreso tra -15% e +2%) e l'ensemble mean si sposta nel senso di una riduzione delle precipitazioni.

Anche la distribuzione spaziale delle variazioni previste è molto diversificata da un modello all'altro. Nell'insieme, emerge solo l'indicazione che dalla riduzione delle precipitazioni sarebbero più probabilmente esentate le regioni nord-orientali.

I valori medi nazionali risultano prevalentemente in modesta diminuzione in primavera, estate e autunno, e in modesto aumento in inverno. Localmente, la variazione della precipitazione cumulata assume valori di rilievo, fino a punte di riduzione di 150-200 mm in primavera o in estate, e di aumento di 100-150 mm in inverno. Diversamente dalla temperatura, la distribuzione dei valori di precipitazione non presenta differenze molto marcate tra i due scenari. Per la cumulata annuale, al 2061-2090, il modello più "secco" prevede variazioni comprese tra -225 e +54 mm nello scenario RCP4.5, contro variazioni comprese tra -347 e +108 mm nello scenario RCP8.5.

Le proiezioni di alcuni indici rappresentativi della frequenza, dell'intensità e degli estremi di precipitazione indicano una futura, progressiva concentrazione delle precipitazioni in eventi più intensi e meno frequenti.

L'entità di queste variazioni risulta comunque molto incerta e mediamente debole o moderata. Ad esempio, la più consistente variazione della precipitazione massima giornaliera nello scenario RCP8.5 è di circa 50 mm, a fronte di valori attualmente osservati dell'ordine di 300-400 mm. Infine, l'analisi dell'indice "giorni secchi consecutivi" indica un probabile aumento della durata dei periodi di siccità su quasi tutto il territorio nazionale, con aumenti più marcati nello scenario RCP8.5 e al Sud e sulle Isole (fino a +35 giorni in un secolo).

Le stime delle variazioni climatiche in Italia nei diversi scenari futuri, riportate in questo rapporto, potranno e dovranno essere ampliate ed approfondite grazie allo sviluppo, all'aggiornamento e a nuove applicazioni dei modelli climatici regionali ad alta risoluzione che comprendono l'Italia nel loro dominio di calcolo. Nell'interpretare e utilizzare le informazioni sintetizzate in questo rapporto, va tenuto presente che esse si riferiscono ai valori medi delle variabili climatiche su maglie alla risoluzione di circa 50 km, e che localmente le variazioni potrebbero essere più marcate e significative, in particolare per quanto riguarda gli indici estremi. Uno strumento utile per la correzione delle proiezioni climatiche e per l'ulteriore discesa di scala fino alla scala locale, è rappresentato dall'applicazione di modelli empirico-statistici che, almeno per alcune variabili climatiche, sono in grado di ridurre l'incertezza delle proiezioni qualora si disponga di lunghe serie storiche di osservazioni di qualità controllata per le singole località. Le informazioni sul clima futuro prodotte dai modelli, insieme a quelle che derivano dall'analisi delle osservazioni e dalla stima delle tendenze in corso, sono e continueranno ad essere di fondamentale importanza per la stima degli impatti e delle vulnerabilità ai cambiamenti climatici e per la definizione delle strategie e l'implementazione dei piani di adattamento.

### 1.6.3 INQUADRAMENTO CLIMATICO DEL TERRITORIO DELL'UNIONE

*(relazione prodotta in data 17/06/2016 a cura di Gabriele Antolini, Valentina Pavan di ARPA Emilia Romagna)*

Il territorio dell'Unione dei Comuni Valli del Reno, Lavino e Samoggia è situato prevalentemente nella zona dell'Appennino Centrale della Regione Emilia-Romagna, e parzialmente ricade nell'ampia pianura

Sezione 1 - Analisi territoriale - Sub 06

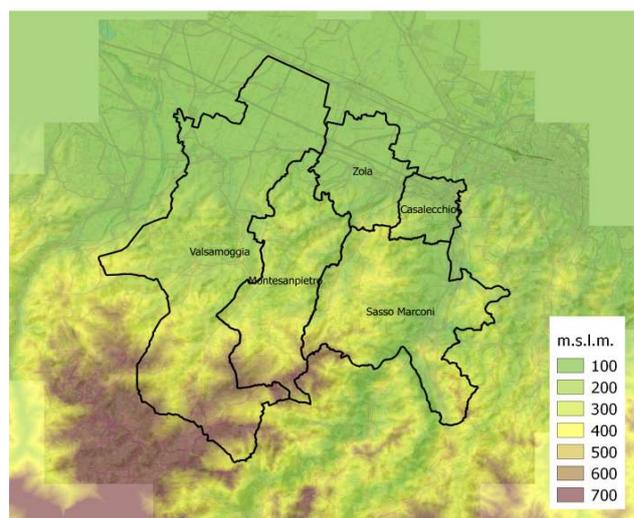


Figura 1 - Delimitazione dell'Unione Comuni e altimetria del territorio.



Unione

Valli del Reno, Lavino e Samoggia  
Ufficio di Protezione Civile Unificato

Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



alluvionale del bacino del Po. La zona si trova nella fascia altimetrica che va dai 50 ai 700 metri sul livello del mare (Fig. 1). Essa risente pertanto delle caratteristiche tipiche del clima della Pianura Padana, nella zona settentrionale, e di quelle dell'Appennino, nella parte più a sud.

L'area è sovente interessata da fenomeni di inversione termica, molto frequenti e intensi in inverno. In queste circostanze la dipendenza della temperatura dalla quota è invertita, e le zone collinari di crinale risultano più calde rispetto alle zone topograficamente più basse. Tale fenomeno è tipico dei mesi invernali e autunnali ed è associato ad assenza di vento e spesso alla presenza di nebbia nelle località meno elevate. A volte le inversioni perdurano per più giorni, portando alla formazione di veri e propri laghi di aria fredda e nebbia in pianura, isolando meteorologicamente la pianura dalla collina. Le precipitazioni in questo territorio sono in generale piuttosto modeste. Nei mesi primaverili, estivi, e autunnali, le precipitazioni sono

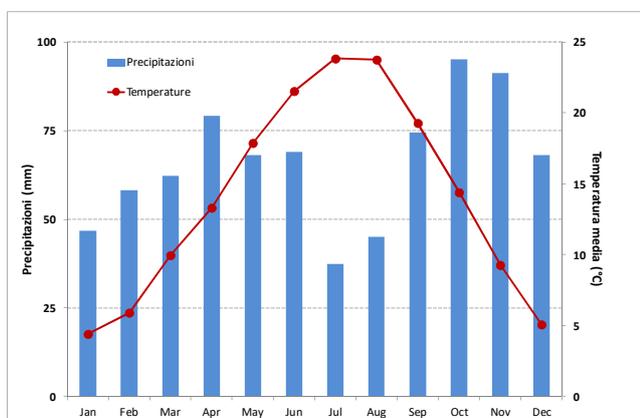


Figura 2 - Grafico termo-pluviometrico medio del territorio dell'Unione dei Comuni.

in parte associate a fenomeni di tipo convettivo e caratterizzate da intensa variabilità spaziale, mentre nei mesi invernali sono più diffuse e associate al passaggio di sistemi di scala sinottica.

Mediamente, secondo la classificazione di Koppen, il territorio è caratterizzato da un clima temperato umido in tutte le stagioni, con estate molto calda. Le precipitazioni annue sono mediamente di circa 800 mm (valore calcolato sul periodo 1991-2015) e sono prevalentemente concentrate in autunno e in primavera (Fig. 2), mentre l'estate è la stagione più secca. Dal punto di vista termico, il clima locale

presenta una forte variabilità stagionale, ed è caratterizzato da inverni rigidi ed estati calde spesso afose, a causa dell'assenza di ventilazione.

Dato il territorio poco esteso, le temperature medie annue sono relativamente omogenee, e si collocano nell'intervallo 11-15 °C, con valori più alti verso i fondovalle e verso la pianura (Fig. 3a). La variabilità spaziale giornaliera della temperatura può comunque essere elevata. Per esempio durante i fenomeni di inversione termica, è possibile rilevare differenze di diversi gradi anche a distanze brevi. Le precipitazioni medie annue sono nell'intervallo da 700 mm, verso la pianura, nella zona settentrionale, a 900 mm nella parte più elevata, a sud (Fig. 3b).

In Tabella 1 sono riportati i valori annuali e stagionali delle precipitazioni e delle temperature mediate sui territori dei singoli comuni. Nonostante i valori medi attenuino le differenze, si possono distinguere i comuni con clima più tipicamente di pianura (Casalecchio, Zola) e quelli con caratteristiche collinari, con temperature più basse e precipitazioni maggiori (Sasso Marconi, Valsamoggia, Montesanpietro).

La Figura 3 presenta l'andamento negli anni dal 1961 al 2015 delle temperature medie annue e delle precipitazioni cumulate annue mediate sull'intero territorio. Le temperature nel corso dei primi 25 anni di questa serie erano nettamente più basse rispetto agli ultimi 30 anni. Tra il 1980 e il 1995 si è assistito ad un aumento progressivo delle temperature. In generale, gli anni più caldi del primo periodo, ad eccezione del 1961, sono caratterizzati da valori di temperatura confrontabili con gli anni più freddi dell'ultimo periodo. Anche per quanto riguarda le precipitazioni si può notare un generale calo, anche se meno evidente, dei valori nelle ultime decadi rispetto alle prime del periodo. In questo caso, però, la variabilità interannuale è molto più intensa, e rende più difficile evidenziare la presenza di un cambiamento climatico.

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



Unione  
Valli del Reno, Lavino e Samoggia  
Ufficio di Protezione Civile Unificato  
Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa

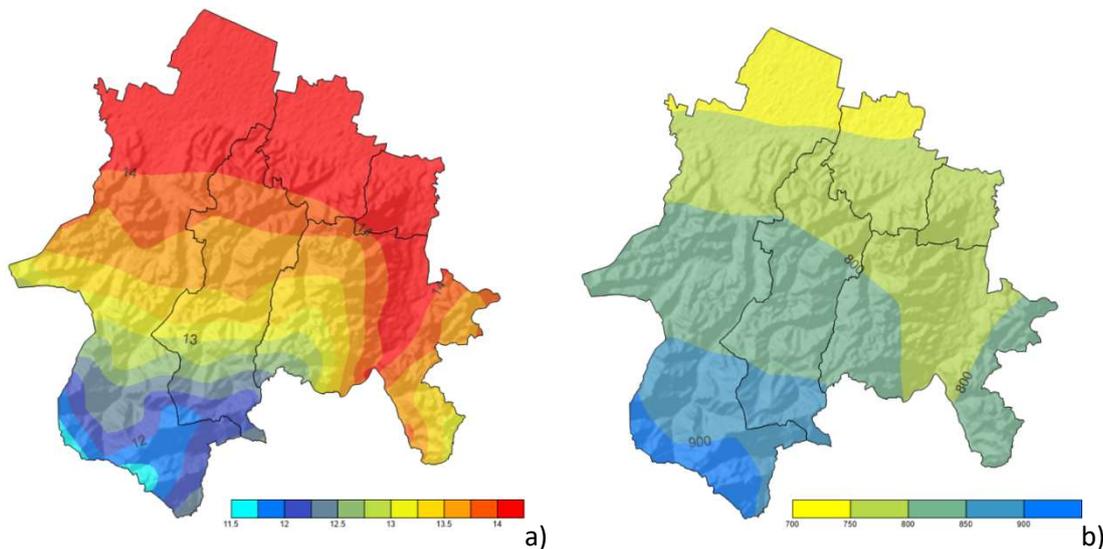


Figura 3 – a) Temperatura (°C) e b) precipitazioni (mm) medie annue (periodo 1991-2015)

		Casalecchio di Reno	Zola Predosa	Sasso Marconi	Valsamoggia	Monte San Pietro
Precipitazioni	Inverno	170	166	175	176	178
	Estate	146	145	152	158	157
	Primavera	206	201	211	214	216
	Autunno	254	249	262	270	270
	<b>Annuale</b>	<b>777</b>	<b>762</b>	<b>800</b>	<b>818</b>	<b>821</b>
Temperature massime	Inverno	8.0	8.0	8.0	7.5	7.7
	Estate	30.2	30.6	29.5	29.2	29.1
	Primavera	19.1	19.4	18.5	18.1	18.0
	Autunno	18.9	19.1	18.4	18.1	18.1
	<b>Annuale</b>	<b>19.1</b>	<b>19.3</b>	<b>18.7</b>	<b>18.3</b>	<b>18.3</b>
Temperature minime	Inverno	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1
	Estate	18.1	17.8	16.7	16.8	16.5
	Primavera	8.5	8.2	7.4	7.3	7.2
	Autunno	10.5	10.2	9.6	9.5	9.4
	<b>Annuale</b>	<b>9.5</b>	<b>9.2</b>	<b>8.5</b>	<b>8.5</b>	<b>8.3</b>

Tabella 1 – Valori medi areali delle precipitazioni e delle temperature medie nei comuni dell'Unione (periodo 1991-2015).

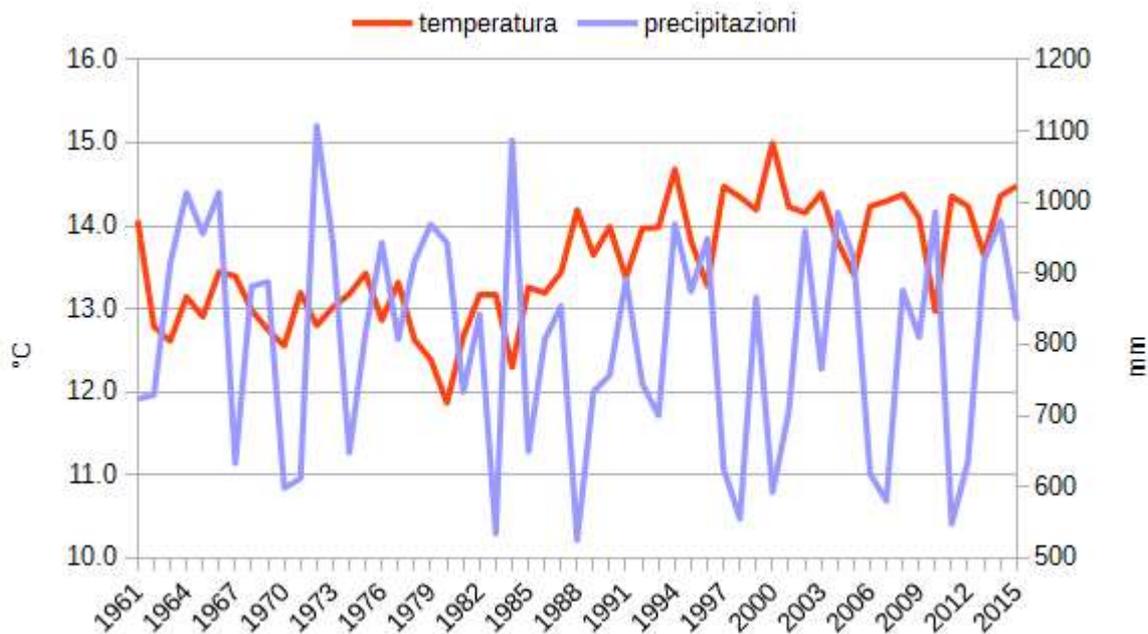


Figura 4 – Andamento temporale dei valori medi di temperatura media annua e precipitazioni annue sul territorio dell’Unione.

Di seguito l’elenco delle Stazioni termopluviometriche o osservatori dipendenti direttamente o controllati dal Servizio Idrometeorologico dell’ARPA (estratto dall’Annale Idrologico 2014):

Elenco e caratteristiche delle stazioni termometriche

BACINO E STAZIONE	Tipo dell'apparecchio	Quota sul mare	Altezza dell'apparecchio sul suolo m	Anno d'inizio delle osservazioni
Sasso Marconi-Borgonuovo	RT	275	2.00	1991
Zola Predosa	RT	65	2.00	2004

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



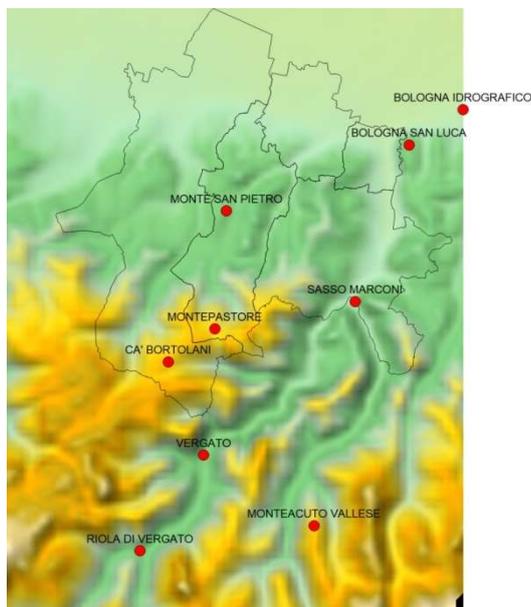
Unione  
Valli del Reno, Lavino e Samoggia  
Ufficio di Protezione Civile Unificato  
Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



Elenco e caratteristiche delle stazioni pluviometriche

BACINO E STAZIONE	Tipo dell'apparecchio	Quota sul mare	Altezza dell'apparecchio sul suolo m	Anno d'inizio delle osservazioni
Sasso Marconi	RP	105	1.70	1923
Sasso Marconi-Borgonuovo	RP	275	2.00	1991
Bazzano	RP	83	2.00	2002
Cà Bortolani	RP	691	1.60	1996
San Martino in Casola	RP	125	2.00	2002
Monte San Pietro	RP	291	2.00	2001
Zola Predosa	RP	65	2.00	2004
Casalecchio-Canonica	RP	56	1.80	1996

Dati di estremi di precipitazione osservati nelle stazioni del territorio dell'Unione.



Stazioni pluviometriche

Elenco e posizione delle stazioni pluviometriche prese in considerazione da ARPA			
Nome stazione	UTMX	UTMY	QUOTA
CA' BORTOLANI	666151	4912506	691
MONTEPASTORE	669362	4914796	596
MONTE SAN PIETRO	670170	4923002	291
SASSO MARCONI	679059	4916708	105

# PIANO DI PROTEZIONE CIVILE INTERCOMUNALE

## SEZIONE 1

### ANALISI TERRITORIALE



Unione  
Valli del Reno, Lavino e Samoggia  
Ufficio di Protezione Civile Unificato  
Casalecchio di Reno, Monte San Pietro, Sasso Marconi,  
Valsamoggia, Zola Predosa



BOLOGNA SAN LUCA	682782	4927612	286
BOLOGNA IDROGRAFICO	686516	4930074	53
RIOLA DI VERGATO	664196	4899348	256
VERGATO	668597	4906010	193
MONTEACUTO VALLESE	676220	4901110	660
<i>Dati forniti da ARPA Emilia Romagna in data 09 maggio 2016</i>			

Estremi di precipitazione osservati												
Nome stazione	inizio dati	fin dati	prec 15m	data 15m	prec 1h	data 1h	valore 3h	data 3h	valore 12h	data 12h	valore 24h	data 24h
CA' BORTOLANI	1996	2008	20	18/08/1998	54	18/08/1998	56	18/08/1998	64	24/07/2004	101	06/11/1999
MONTEPASTORE	1983	1996	27	08/08/1993	64	08/08/1993	69	26/07/1987	76	05/07/1995	118	23/06/1995
MONTE SAN PIETRO	1979	2008	21	12/07/1989	70	19/05/1990	85	19/05/1990	109	04/10/1990	134	04/10/1990
SASSO MARCONI	1971	2013	19	13/09/1991	64	13/09/1991	71	13/09/1991	81	17/09/2005	97	11/06/1994
BOLOGNA SAN LUCA	1935	2013	23	26/09/1951	54	15/07/1955	58	15/07/1955	108	18/09/2005	121	25/10/1940
BOLOGNA IDROGRAFICO	1934	2014	26	14/06/2015	61	12/05/1936	65	07/09/1982	119	05/10/1990	135	04/10/1990
RIOLA DI VERGATO	1990	2013	26	10/08/1992	54	03/06/2004	64	03/06/2004	119	21/09/1994	133	21/09/1994
VERGATO	1930	2013	25	05/05/2013	51	23/08/1965	64	15/06/1964	104	24/09/1979	133	03/11/1966
MONTEACUTO VALLESE	1991	2011	26	09/08/2009	34	27/08/1999	70	27/07/2006	131	16/09/2006	141	16/09/2006
<i>Dati forniti da ARPA Emilia Romagna in data 09 maggio 2016</i>												