

---

# Clima

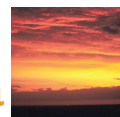


## Cap 2 - Clima

*Autori:*

**Lucio BOTARELLI** <sup>(1)</sup>, Rodica TOMOZEIU <sup>(1)</sup>, Valentina PAVAN <sup>(1)</sup>, Cesare GOVONI <sup>(1)</sup>, William PRATIZZOLI <sup>(1)</sup>, Roberta RENATI <sup>(1)</sup>, Gabriele ANTOLINI <sup>(1)</sup>, Fausto TOMEI <sup>(1)</sup>, Silvano PECORA <sup>(1)</sup>, Michele DI LORENZO <sup>(1)</sup>, Nicola CAPURSO <sup>(1)</sup>, Alessandro ALLODI <sup>(1)</sup>, Giuseppe RICCIARDI <sup>(1)</sup>, Enrica ZENONI <sup>(1)</sup>, Simonetta TUGNOLI <sup>(2)</sup>, Veronica RUMBERTI <sup>(2)</sup>, Paolo CAGNOLI <sup>(2)</sup>, Francesca LUSSU <sup>(2)</sup>, Elisa VALENTINI <sup>(2)</sup>

*(1) ARPA SIMC, (2) ARPA DIREZIONE TECNICA*

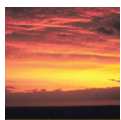


## Legenda colonna Tema ambientale

Tema ambientale
Cambiamenti climatici, analisi dello stato termico e pluviometrico

## Quadro sinottico degli indicatori

DPSIR	Tema ambientale	Nome Indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura		Trend	Pag.
				Spaziale	Temporale		
DETERMINANTI		Impianti di produzione elettrica	Aria	Provincia	2009	😊	69
		Consumi elettrici per macro settore	Aria	Provincia	2000-2009	😊	73
		Consumi elettrici per abitante	Aria	Regione	1990-2008	😊	75
		Intensità energetica del PIL	Aria	Regione, Nazione	2000-2005	😞	77
		Intensità elettrica del PIL	Aria	Regione	2000-2005	😞	79
		Deficit elettrico	Aria	Regione	1973-2009	😊	81
		Composizione parco veicoli immatricolati	Vedi capitolo Aria (pag. 8)				
		Tonnellate di merci movimentate	Vedi capitolo Aria (pag. 12)				
PRESSIONI		Emissioni di gas climalteranti (CO <sub>2</sub> eq)	Aria	Provincia	stime al 2007	😊	83
STATO		Anomalia della temperatura minima e massima dell'anno 2009 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990), valori stagionali e annuali	Aria, Suolo	Provincia	1961-2009	😊	85
		Anomalia della precipitazione totale dell'anno 2009 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990), valori stagionali e annuali	Aria, Suolo	Provincia	1961-2009	😊	92
		Anomalia del numero di giorni con gelo (T <sub>min</sub> < 0°C) e del numero di giorni con T <sub>max</sub> > 30°C rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2009	😊	96
		Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90° percentile rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2009	😊	99
		Anomalia del numero di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2009	😊	103
		Bilancio Idro-Climatico (BIC)		Regione	2000-2009	😊	107
		Indice di disagio bioclimatico (Thom)		Regione	2002-2009	😊	111
		Altezze di afflusso mensile alle sezioni dei fiumi Po e Reno	Acqua	Bacino idrografico	2009	😊	116
		Standardized Precipitation Index (SPI)	Acqua, Suolo	Bacino idrografico	2009	😊	120
IMPATTO		Portate medie mensili dei fiumi Po e Reno	Acqua	Bacino idrografico	2009	😊	124
		Standardized Flow Index (SFI)	Acqua	Bacino idrografico	2009	😊	128
RISPOSTE		Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili rispetto al consumo interno lordo (CIL)	Aria	UE-15, Italia, Regione	2008	😊	132



## Introduzione

I dati dell'ultimo rapporto (2007) dell'IPCC (*International Panel on Climate Change*) sottolineano in modo esplicito come sta cambiando il clima del nostro pianeta:

*“il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come è ora evidente dalle osservazioni dell'incremento delle temperature globali dell'aria e delle temperature degli oceani, dello scioglimento diffuso di neve e ghiaccio e dell'innalzamento globale del livello del mare”.*

Il clima è un sistema complesso, i cui processi si sviluppano su ampie scale spaziali e temporali, in grado di influire sull'ambiente, sulla salute e sull'attività dell'uomo. Per clima si intende l'andamento medio delle condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica. Le variazioni delle proprietà statistiche delle variabili climatiche definiscono i cambiamenti climatici. Esse consistono non solo nelle variazioni dei valori medi di grandezze fisiche quali, ad esempio, la temperatura e la precipitazione, ma anche dei loro valori estremi.

L'analisi delle serie storiche osservate delle principali variabili meteorologiche mostrano che nell'ultimo secolo la temperatura media del pianeta è aumentata di 0,74°C. Questo aumento non è stato costante nel tempo: nei decenni precedenti al 1950 la temperatura media globale è aumentata di circa 0,06°C per decennio, mentre negli ultimi 50 anni è aumentata di circa 0,25°C per decennio. Per quanto riguarda le precipitazioni, le serie storiche mostrano una diminuzione alle basse latitudini e un aumento alle alte latitudini, con cambiamenti che si estendono anche alle loro caratteristiche d'intensità e durata.

Le conseguenze di questi cambiamenti sono già visibili a tutt'oggi: la diminuzione dei ghiacci polari e dei ghiacciai alle medie latitudini (come sulle Alpi e sulle Ande), l'incremento nell'innalzamento medio del livello del mare da circa 1,8 mm/anno, nei decenni precedenti al 1990, a circa 3,1 mm/anno, negli ultimi 15 anni, gli aumenti nella durata delle ondate di calore o le diminuzioni nella frequenza di giorni con gelo.

La diminuzione della frequenza dei giorni con gelo e l'aumento nella durata delle ondate di calore estive sono stati registrati anche nella nostra regione.

Le cause di questi cambiamenti sono molteplici, possono essere esterne e interne, ma non sempre è facile separarle. Tra le cause esterne, la composizione chimico-fisica dell'atmosfera gioca un ruolo chiave nella trasmissione, diffusione e assorbimento della radiazione solare incidente e della radiazione riflessa ed emessa dalla terra verso lo spazio. È noto ormai che negli ultimi decenni la composizione chimica dell'atmosfera è cambiata significativamente, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione dei gas “climalteranti” o serra, quali l'anidride carbonica, il metano, l'ossido di azoto, il vapor d'acqua e gli aerosol. Secondo il rapporto dell'IPCC (2007) soltanto il 10% dell'incremento della concentrazione dei gas serra può essere attribuito a cause naturali. Il resto è dovuto all'attività dell'uomo. A seguito delle deforestazioni e al forte incremento nell'utilizzo dei combustibili fossili, la concentrazione di biossido di carbonio è cresciuta da un valore di 280 ppm (parti per milione) nel 1750 a un valore di 379 ppm nel 2005. Inoltre, la concentrazione in atmosfera del metano, un gas più raro ma 25 volte più potente dell'anidride carbonica, è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 715 ppb (parti per miliardo) a 1.732 ppb nei primi anni novanta, con un ulteriore incremento di altri 42 ppb nel 2005. Si ritiene che questo incremento sia dovuto prevalentemente alle attività antropogeniche, principalmente l'agricoltura e l'uso di combustibile fossile, ma contributi minori da differenti tipologie di sorgenti non sono ancora ben chiari.

Le caratteristiche climatiche del 2009 sono state valutate usando come parametri di base la temperatura minima e massima e la quantità di precipitazione. A partire da questi parametri sono stati definiti un insieme di indicatori che forniscono una descrizione completa sia del comportamento “medio” che degli estremi di precipitazione e temperatura registrati in Emilia-Romagna. Gli indicatori proposti sono stati calcolati su una rete di 47 stazioni termometriche e 95 stazioni pluviometriche, a partire dai dati giornalieri di ogni punto di rilevamento, mediati sull'intera regione (media spaziale), con elaborazioni sia a livello annuale che stagionale. Le serie temporali coprono il periodo che va dal 1961 al 2009.





## Determinanti

### SCHEMA INDICATORE

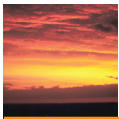
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Impianti di produzione elettrica</i>	<b>DPSIR</b>	<i>D</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Megawatt</i>	<b>FONTE</b>	<i>TERNA, Regione Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>		<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>			

### Descrizione dell'indicatore

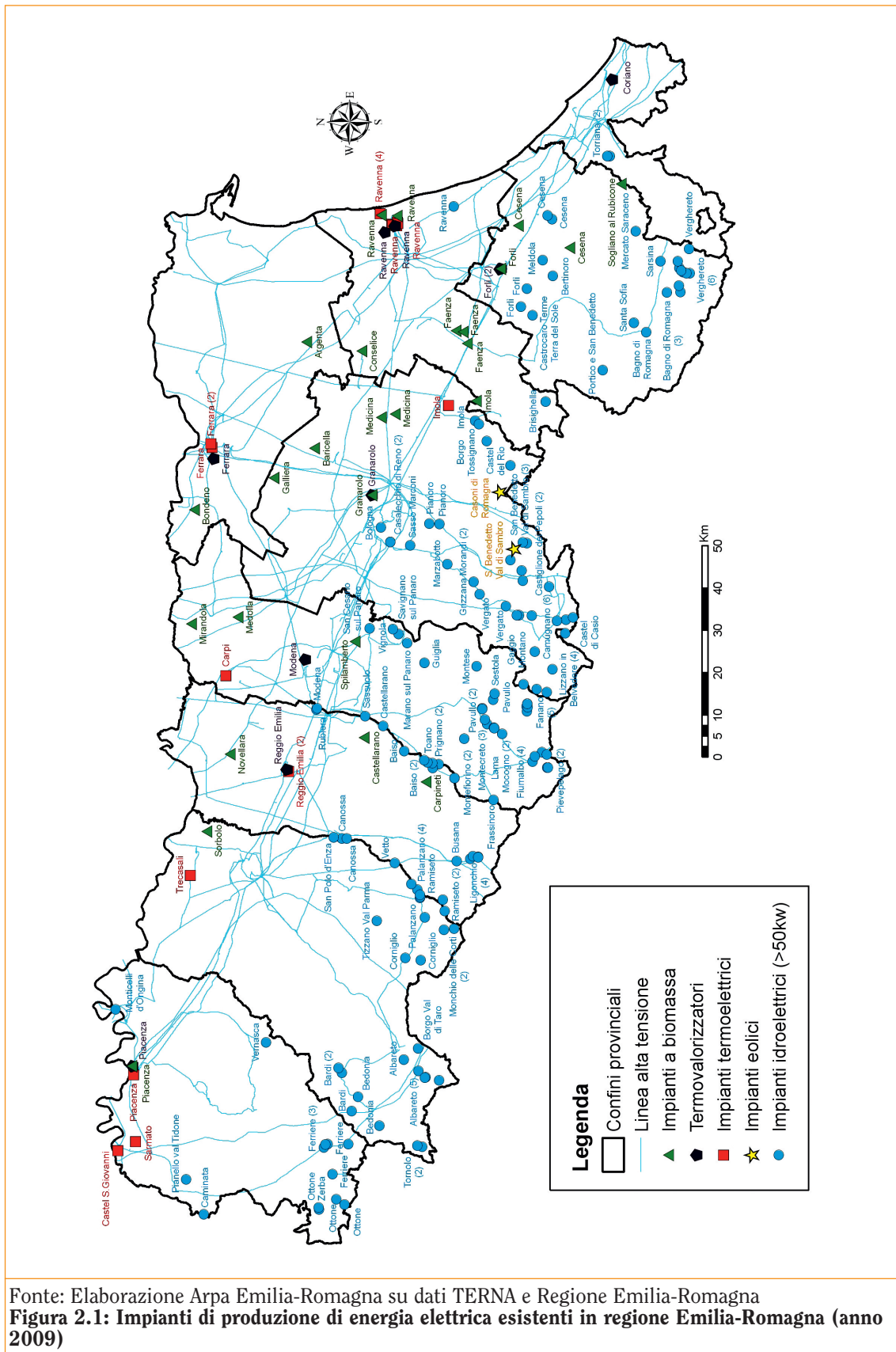
L'indicatore descrive la distribuzione provinciale del numero e della potenzialità degli impianti di produzione elettrica in regione, sia a fonti fossili, sia a fonti rinnovabili.

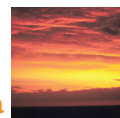
### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare la distribuzione territoriale, a livello provinciale, dell'offerta elettrica.



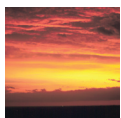
## Grafici e tabelle




**Tabella 2.1: Impianti di produzione elettrica esistenti in regione Emilia-Romagna (anno 2008)**

Provincia	Settore	Tipologia	Impianti numero	Sezioni numero	Potenza efficiente lorda Megawatt
BOLOGNA	IDRICO	-	14	-	379,6
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	6	7,4
		Cogenerazione	-	31	121,7
	EOLICO	-	1	-	3,5
	FOTOVOLTAICO	-	694	-	11,6
					<b>523,9</b>
FERRARA	IDRICO	-	-	-	-
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	16	29,2
		Cogenerazione	-	19	1067,3
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	177	-	3,7
					<b>1.100,1</b>
FORLÌ- CESENA	IDRICO	-	16	-	14,9
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	11	10,5
		Cogenerazione	-	10	23,1
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	476	-	5,5
					<b>54,0</b>
MODENA	IDRICO	-	12	-	53,8
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	11	184,9
		Cogenerazione	-	24	70,7
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	595	-	5,7
					<b>315,1</b>
PARMA	IDRICO	-	14	-	43,1
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	-	-
		Cogenerazione	-	18	206,9
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	217	-	2,0
					<b>252,0</b>
PIACENZA	IDRICO	-	7	-	105,7
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	6	2.658,5
		Cogenerazione	-	3	186,1
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	131	-	0,1
					<b>2.951,3</b>
RAVENNA	IDRICO	-	1	-	0,3
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	12	831,6
		Cogenerazione	-	29	1229,9
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	444	-	4,8
					<b>2.066,6</b>
REGGIO EMILIA	IDRICO	-	6	-	27,3
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	5	4,7
		Cogenerazione	-	10	105,2
	EOLICO	-	1	-	0,0
	FOTOVOLTAICO	-	417	-	3,3
					<b>140,5</b>
RIMINI	IDRICO	-	-	-	-
	TERMoeLETTRICO	Sola produzione di energia elettrica	-	-	-
		Cogenerazione	-	11	21,3
	EOLICO	-	-	-	-
	FOTOVOLTAICO	-	269	-	2,3
					<b>23,6</b>
EMILIA- ROMAGNA					<b>7.427,1</b>

Fonte: TERNA e Regione Emilia-Romagna

**Tabella 2.2: Impianti fotovoltaici esistenti in regione Emilia-Romagna (anno 2010)**

PROVINCIA	N. impianti installati	Potenza impianti (Chilowatt)
Bologna	1.776	37.773
Ferrara	570	11.001
Forlì-Cesena	1.117	16.904
Modena	1.660	19.143
Parma	654	8.359
Piacenza	464	8.996
Ravenna	1.177	19.815
Reggio Emilia	1.024	10.026
Rimini	814	7.888

Fonte: Atlasole, GSE (<http://atlasole.gse.it/atlasole/>)

### Commento ai dati

L'offerta elettrica in regione è caratterizzata da una differente distribuzione provinciale della potenza fornita sia da impianti a fonti fossili sia rinnovabili. La provincia di Bologna si differenzia per l'utilizzo della fonte eolica, mentre Piacenza continua a essere la maggiore fornitrice d'energia termoelettrica. I grandi impianti a biomassa sono concentrati nelle province di Ravenna e Ferrara. Il minor apporto alla produzione è dato dalle province di Forlì e Rimini. Rispetto allo scorso anno si è assistito a un aumento della produzione di termoelettrico cogenerativo nella provincia di Bologna e un aumento esponenziale di produzione da moduli fotovoltaici. La tabella sopra riportata, aggiornata al 6 ottobre 2010, descrive per ciascuna provincia il numero e la potenza installata degli impianti.



## SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Consumi elettrici per macro settore	DPSIR	D
UNITA' DI MISURA	Gigawattora	Fonte	TERNA
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2009
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

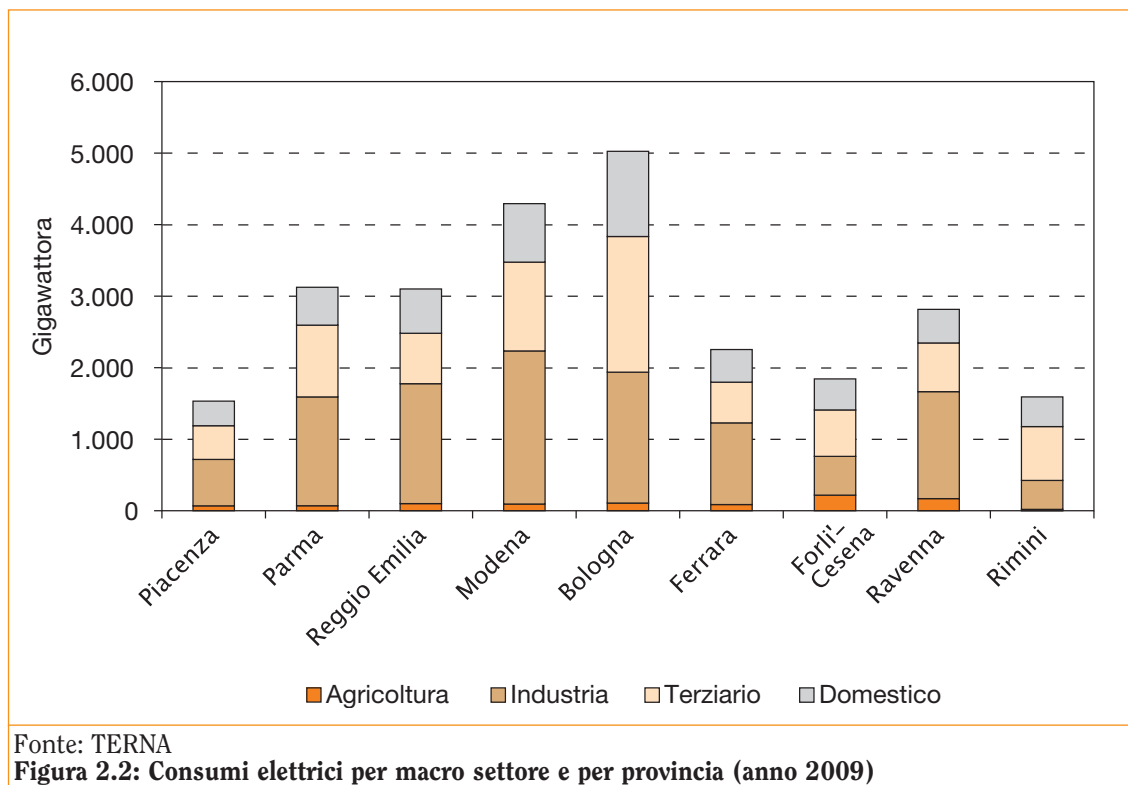
### Descrizione dell'indicatore

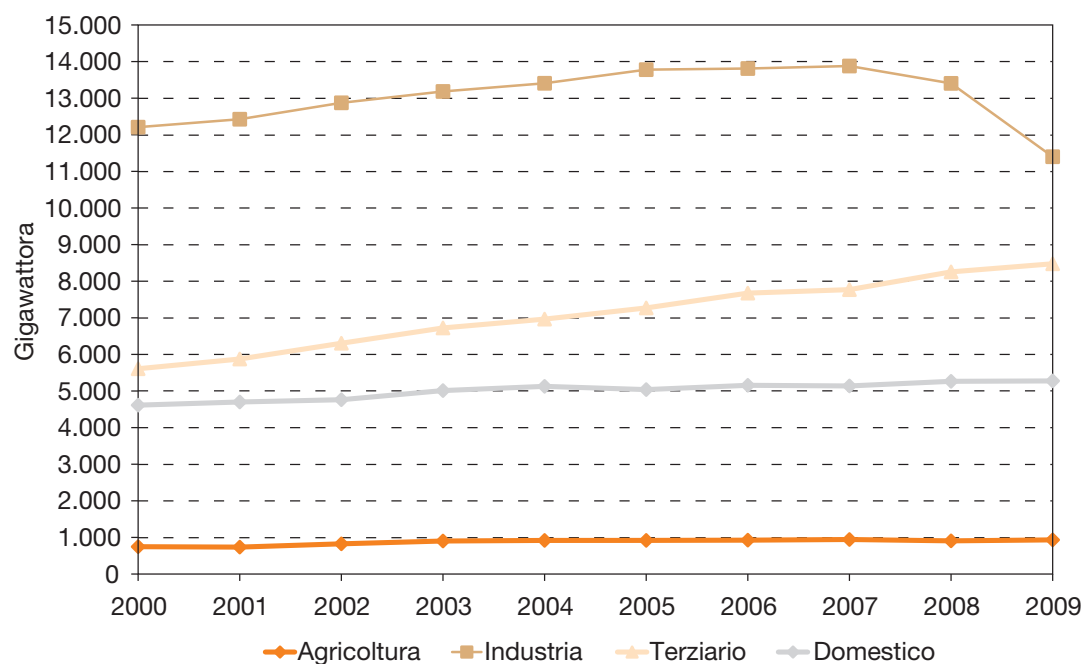
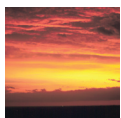
L'indicatore descrive i consumi elettrici regionali, per settore e per provincia.

### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare i settori più energivori e le province più o meno virtuose sul fronte dei consumi elettrici.

### Grafici e tabelle





Fonte: TERNA

**Figura 2.3: Trend regionale dei consumi elettrici per macro settore (2000-2009)**

### Commento ai dati

Le province in cui si registra la maggior richiesta sono quelle di Bologna e Modena, per la presenza di comparti industriali di rilevanza nazionale (meccanico, ceramico, cementi, etc.). Se si considera il rapporto addetti/superficie, si vede che il valore regionale è comunque in linea con la media nazionale. La richiesta elettrica per unità di superficie risulta essere particolarmente elevata nelle province di Bologna, Ravenna e Rimini (quest'ultima a causa della limitata estensione territoriale).

Dai dati si evince che il settore industriale è quello maggiormente energivoro: vengono consumati in Emilia-Romagna 11.400,5 GWh all'anno solo per il settore industria, pari a circa il 50% della domanda totale regionale annuale (25.578,7 GWh). Nonostante il settore industriale sia quello più energivoro, dal grafico si evince che proprio nel comparto manifatturiero si registra un calo dei consumi pari al 15% rispetto al 2008.

Tale riduzione potrebbe essere stata causata sia dalla crisi congiunturale, sia da un aumento dell'efficienza energetica da parte delle settore industriale conseguente all'efficientamento dei processi cofinanziati dalle politiche regionali.



## SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Consumi elettrici per abitante	DPSIR	D
UNITA' DI MISURA	Chilowattora/abitante	FONTE	TERNA
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	1990-2008
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

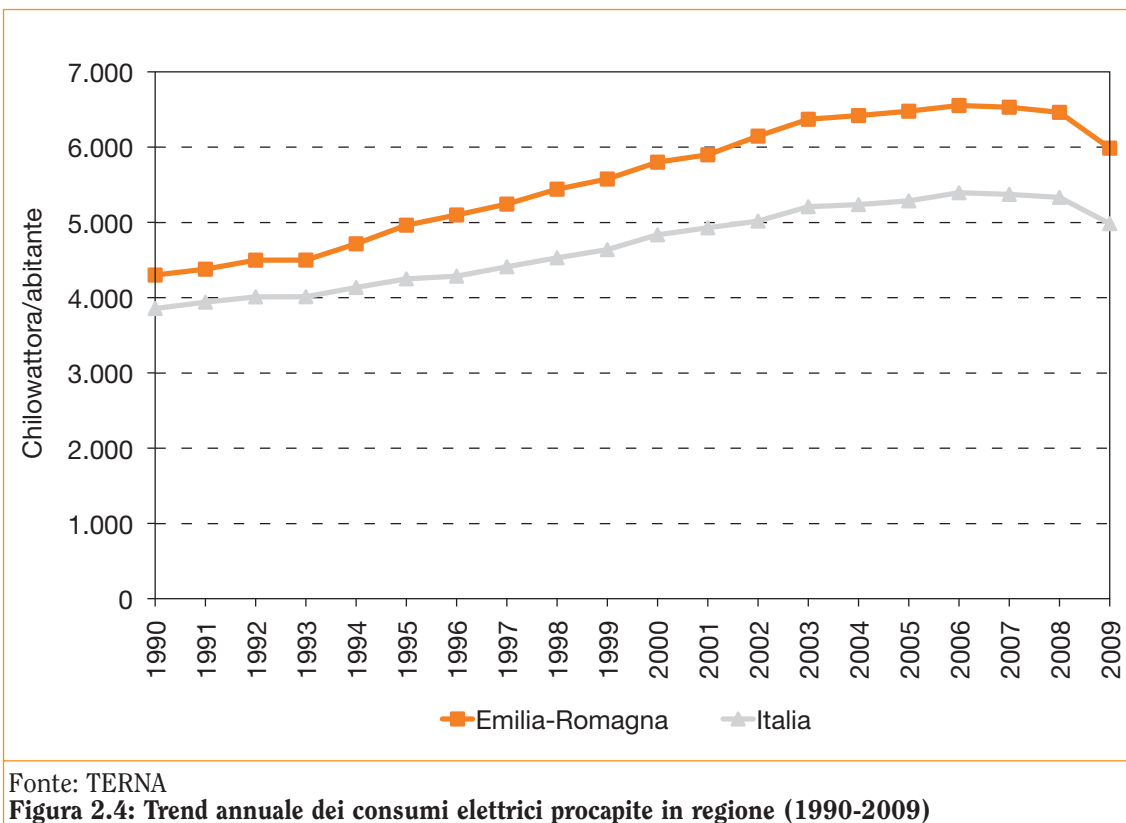
### Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive i consumi elettrici annuali medi per abitante.

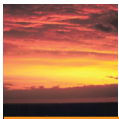
### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di apprezzare l'andamento, negli ultimi 19 anni, dei consumi elettrici procapite.

### Grafici e tabelle







### Commento ai dati

Dai dati si evince che i consumi elettrici per abitante in regione sono mediamente più elevati rispetto a quelli nazionali (17% in più). Ciò denuncia la necessità d'azioni regionali più incisive per l'incentivazione al risparmio. Azioni che comunque manifestano degli effetti positivi soprattutto negli ultimi tre anni (2007-2009), in cui, per la prima volta dal 1990, si verifica un decremento del consumo procapite, dovuto anche in parte alla crisi economica ancora in corso.



## SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Intensità energetica del PIL</i>	<b>DPSIR</b>	<i>D</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Tep*/euro (milioni)**</i>	<b>FONTE</b>	<i>TERNA, ISTAT</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Regione, Nazione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2000-2005</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>			

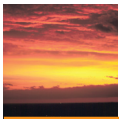
Nota: \* Tep = tonnellate equivalenti di petrolio  
 \*\* PIL concatenato al 2000

### Descrizione dell'indicatore

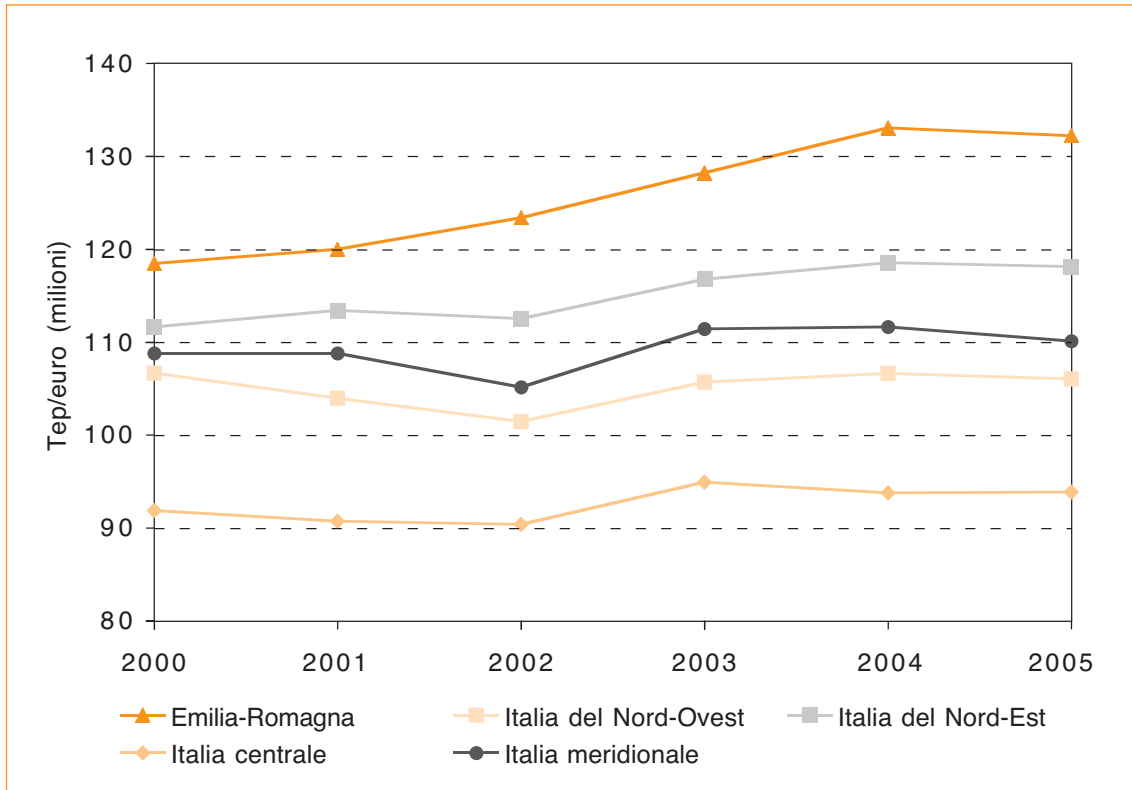
L'indicatore descrive i consumi energetici regionali, rapportandoli all'indice economico che meglio rappresenta lo sviluppo di ricchezza, ossia il Prodotto interno lordo regionale. Le difficoltà che si presentano nell'utilizzo di questo indicatore sono costituite principalmente dalla non coerenza della serie storica dei dati, dovuta alle variazioni delle modalità di calcolo del PIL in relazione alla base di riferimento.

### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare la tendenza temporale dei consumi in rapporto alla crescita del PIL regionale, a confronto con la media delle regioni dello stesso bacino territoriale e con il resto d'Italia.



## Grafici e tabelle



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Terna ed ENEA

**Figura 2.5: Andamento dell'Intensità energetica del PIL (2000-2005)**

Nota: PIL concatenato al 2000

## Commento ai dati

L'analisi dell'efficienza energetica evidenzia una situazione non virtuosa dell'Emilia-Romagna: il trend è paragonabile a quello dell'Italia del Nord-Est, ma i valori sono superiori a tutte le medie nazionali. Alti valori dell'intensità energetica si riscontrano infatti in tutti i settori economici e anche nel terziario e residenziale.



## SCHEDA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Intensità elettrica del PIL</i>	<b>DPSIR</b>	<i>D</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Megawattora/euro (milioni)*</i>	<b>FONTE</b>	<i>TERNA, ISTAT</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Regione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2000-2005</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>			

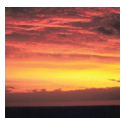
Nota: \* PIL concatenato al 2000

### Descrizione dell'indicatore

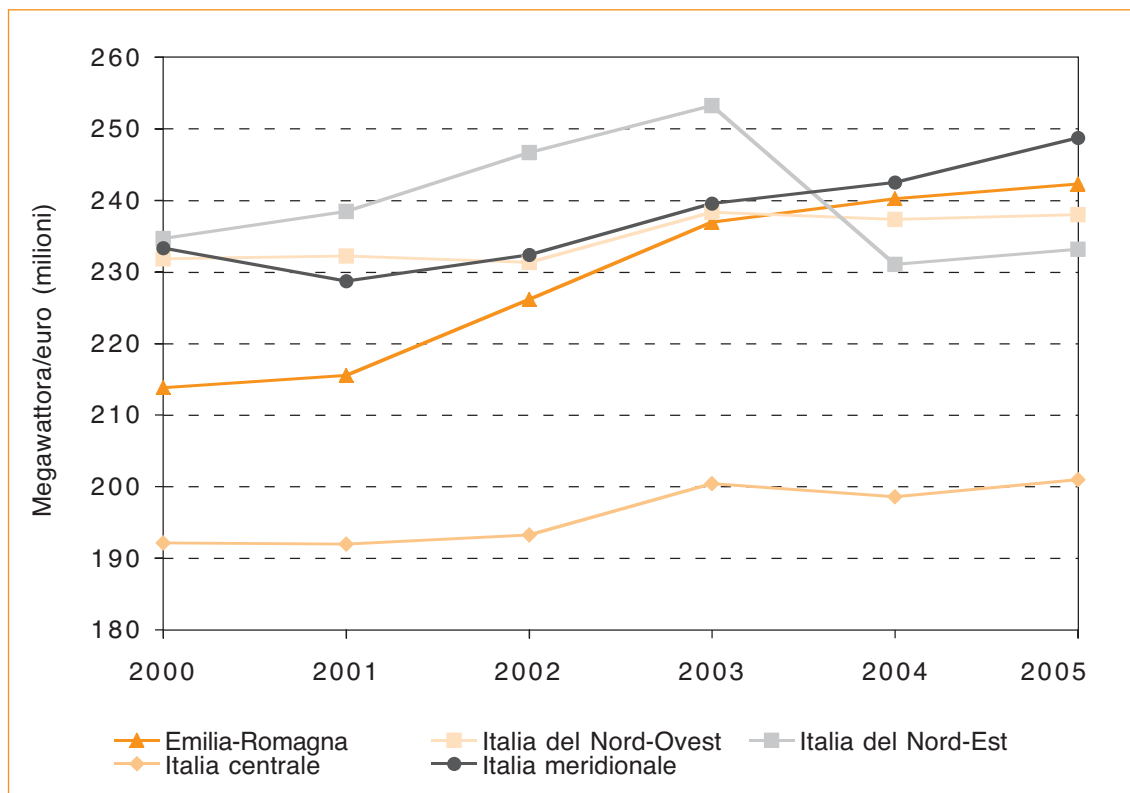
L'indicatore descrive i consumi elettrici regionali, rapportandoli all'indice economico che meglio rappresenta lo sviluppo di ricchezza, ossia il Prodotto interno lordo regionale. Mentre l'intensità energetica comprende tutti gli usi energetici (e quindi anche il riscaldamento civile e i trasporti), l'intensità elettrica mostra gli usi finali limitati al consumo elettrico totale. Le difficoltà che si presentano nell'utilizzo di questo indicatore sono costituite principalmente dalla non coerenza delle serie storiche dei dati economici, dovuta alle variazioni delle modalità di calcolo del PIL in relazione alla base di riferimento.

### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare la tendenza temporale dei consumi in rapporto alla crescita del PIL, all'interno della regione, a confronto con la media delle regioni dello stesso bacino territoriale e con il resto d'Italia.



## Grafici e tabelle



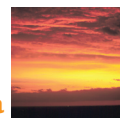
Fonte: Elaborazione Arpa su dati Terna ed ENEA

**Figura 2.6: Andamento dell'Intensità elettrica del PIL (2000-2005)**

Nota: PIL concatenato al 2000

## Commento ai dati

L'analisi dell'intensità elettrica (che in maniera analoga all'intensità energetica rappresenta un indice d'efficienza dei consumi elettrici), in passato, mostrava una situazione maggiormente virtuosa dell'Emilia-Romagna rispetto al resto delle regioni italiane aventi le stesse condizioni climatiche ed economiche (Italia del Nord-Est). Ciò grazie a un uso diffuso del gas, alle politiche di efficientamento elettrico, specie del settore industriale, e alla sostituzione dei boiler elettrici nel civile. Dal 2004 si assiste, invece, a un miglioramento dell'intensità elettrica delle altre regioni del Nord-Est, non seguita da un analogo andamento della regione Emilia-Romagna. Ciò denuncia un progressivo aumento dei consumi elettrici totali dei diversi settori economici regionali nel periodo considerato.



## SCHEDA INDICATORE

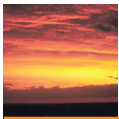
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Deficit elettrico</i>	<b>DPSIR</b>	<i>D</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Gigawattora</i>	<b>Fonte</b>	<i>TERNA</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Regione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1973-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>			

### Descrizione dell'indicatore

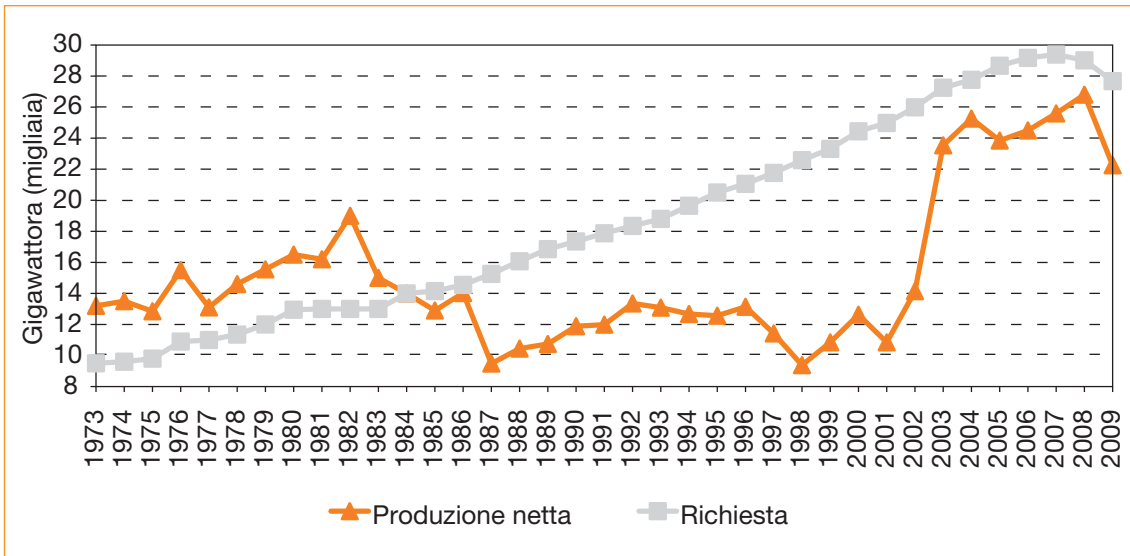
L'indicatore descrive la richiesta lorda elettrica regionale, rapportandola alla produzione lorda. La serie storica mette in risalto i periodi di maggior criticità nel soddisfacimento della domanda energetica e permette di evidenziare i risultati della riconversione e ambientalizzazione del parco termoelettrico regionale, avvenuti in regione negli ultimi anni.

### Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare il trend temporale dei consumi in rapporto alla produzione, le potenzialità dell'offerta elettrica e il gap tra domanda e offerta.



## Grafici e tabelle



Fonte: TERNA

**Figura 2.7: Trend annuale della richiesta e produzione elettrica regionale (1973-2009)**

## Commento ai dati

Dai dati e dal grafico si evince che dal 1973 al 1984 (14.000 GWh) la produzione di energia elettrica è stata superiore rispetto alla richiesta, mentre dal 1984 al 2009 la produzione di energia non è riuscita a soddisfare la domanda di energia elettrica; ciò anche a causa della chiusura e del progressivo decommissionamento della centrale nucleare di Caorso, non più produttiva dopo il referendum del 1986, seguito al disastro di Chernobyl. Il deficit d'energia ha raggiunto un picco negativo nel 1998; la situazione attuale vede un deficit di energia di 5.418,2 GWh, pari al 20% della richiesta lorda, dato molto negativo se si considera che lo scorso anno il deficit era pari al 7%. Tale aumento del deficit è da ricondursi a una minore produzione di energia, pari a 6.607 GWh, da parte degli impianti termoelettrici a ciclo combinato, dovuta probabilmente a un minor sfruttamento di tali impianti. Di contro, si assiste a un incremento di produzione di energia pari a 17,4 GWh per gli impianti eolici e 17,7 GWh per gli impianti fotovoltaici.





## Pressioni

### SCHEMA INDICATORE

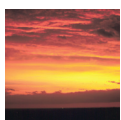
NOME DELL'INDICATORE	<i>Emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub> eq)</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Tonnellate</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>Stime al 2007</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Aria</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>L 120/2002 (Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto) Deliberazione 19 dicembre 2002 (revisione linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra)</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Metodologia IPCC; metodologia CORINAIR</i>		

### Descrizione dell'indicatore

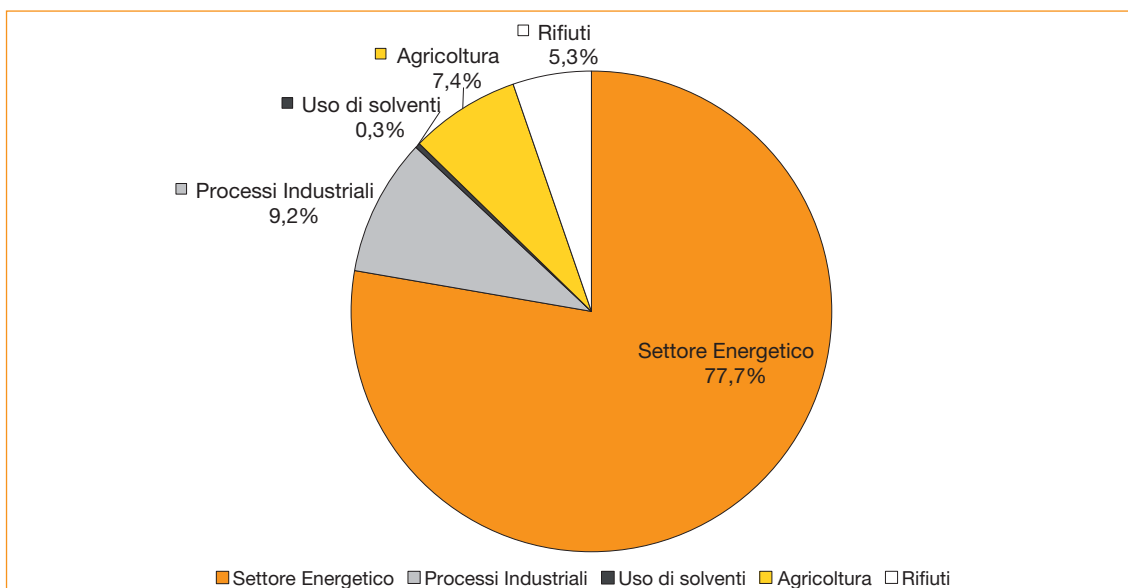
L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), connesse principalmente alle attività antropiche (impianti di produzione di energia, combustione nell'industria, trasporti, etc.). Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH<sub>4</sub>), la cui emissione è legata ad attività agricole e allo smaltimento rifiuti, e il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), derivante principalmente dall'agricoltura e dai processi industriali. Le emissioni sono calcolate attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia di riferimento indicata dall'IPCC. In particolare, le emissioni di gas serra vengono convertite in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, moltiplicando le emissioni dei gas per il *Global Potential Warming* (GWP), potenziale contributo al riscaldamento globale di ogni specie chimica in rapporto al potenziale dell'anidride carbonica.

### Scopo dell'indicatore

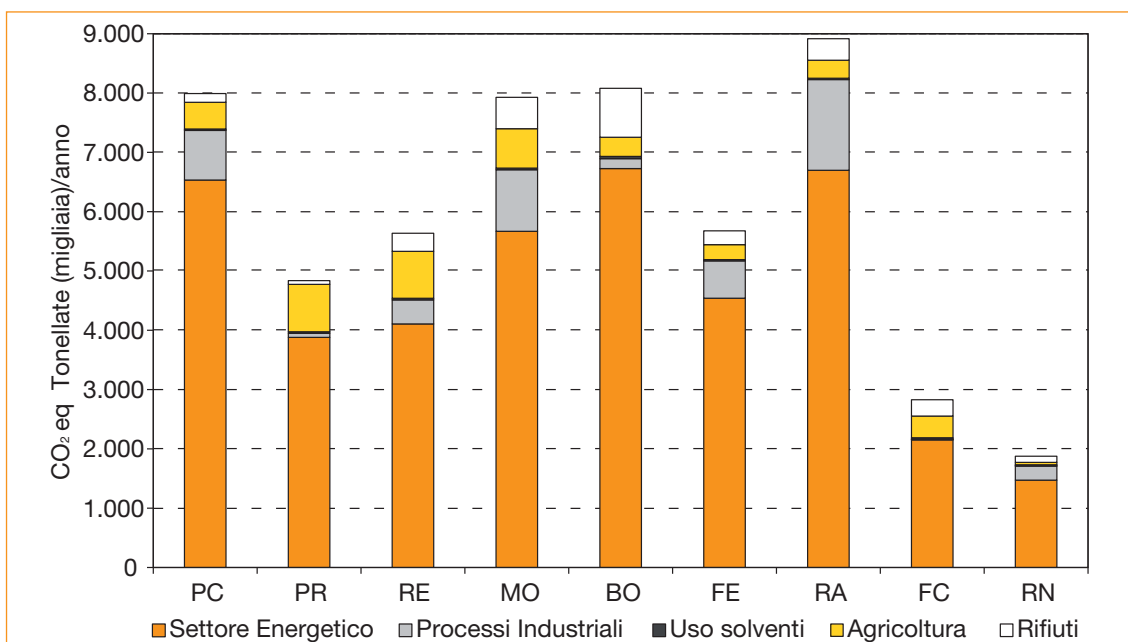
Le emissioni totali di CO<sub>2</sub> eq costituiscono un indicatore dell'andamento dei fattori causali dell'effetto serra; lo scopo dell'indicatore è una valutazione quantitativa delle emissioni regionali e dei contributi dei singoli macrosettori (come definiti dalla metodologia IPCC).



## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.8: Distribuzione percentuale delle emissioni (senza assorbimenti) di gas serra, riferite all'anno 2007, espresse in termini di CO<sub>2</sub> eq, per macrosettore IPCC**

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

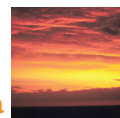
**Figura 2.9: Emissioni (senza assorbimenti) di gas serra espressi come CO<sub>2</sub> eq (anno 2007), per provincia e per macrosettore IPCC**

## Commento ai dati

Le emissioni regionali di gas serra, anno 2007, provengono principalmente dal settore energetico - circa l'80% - che comprende tutte le attività che prevedono processi di combustione (traffico, industrie manifatturiere, riscaldamento, etc.).

Il totale regionale delle emissioni ammonta a circa 47,4 Mt CO<sub>2</sub> eq (inclusi gli assorbimenti del settore LULUCF\*).

\* Land Use, Land Use Change and Forestry



## Stato

## SCHEMA INDICATORE

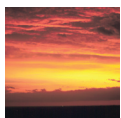
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Anomalia della temperatura minima e massima dell'anno 2009, rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990), valori stagionali e annuali</i>	<b>DPSIR</b>	<i>S</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Gradi centigradi</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1961-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Non esistono dei riferimenti normativi di legge. Per le elaborazioni si fa riferimento alle specifiche proposte dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Controllo di qualità dei dati, valutazione della omogeneità delle serie temporali, interpolazione, calcolo dei trend e significatività statistica. Valutazione dei valori medi e delle anomalie dell'anno 2009 rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990</i>		

## Descrizione dell'indicatore

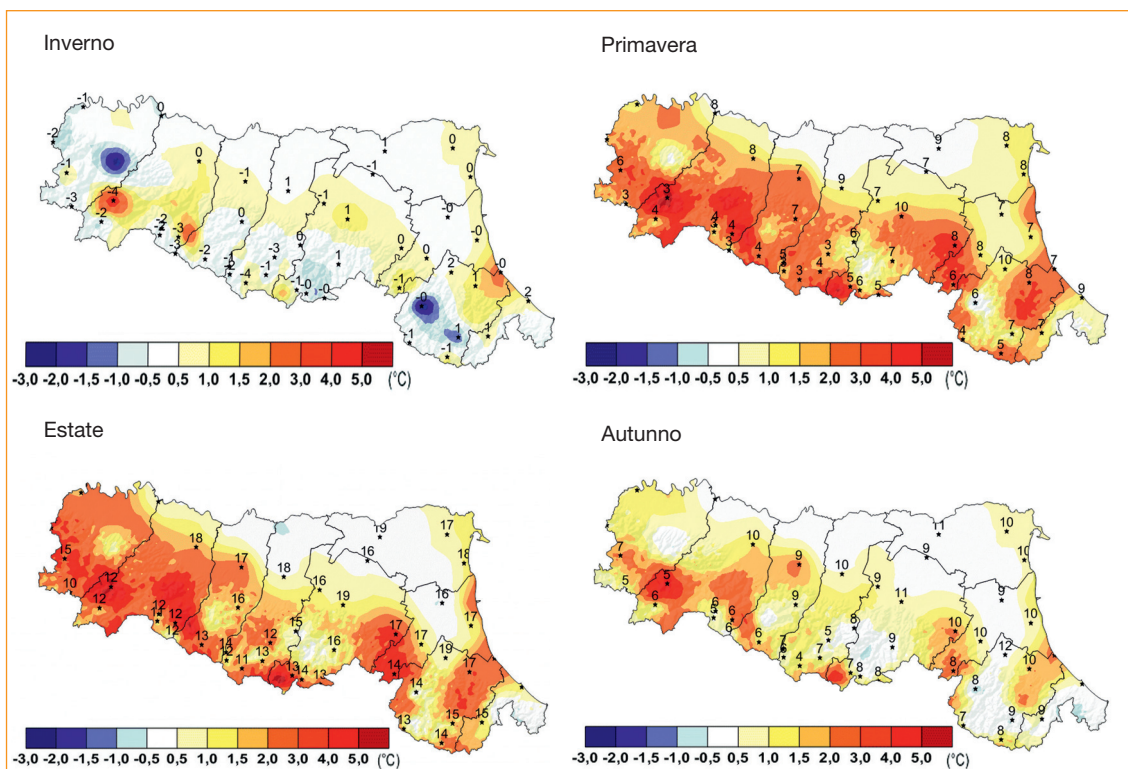
Le anomalie delle temperature estreme giornaliere (Tmin e Tmax) sono calcolate come la differenza tra i valori osservati nell'anno di riferimento (2009) e il clima del periodo 1961-1990. Le anomalie termiche dell'anno 2009 sono state valutate a livello stagionale e annuale, partendo dai dati giornalieri delle stazioni (47 stazioni con dati per il 2009) interpolati sull'intero territorio regionale.

## Scopo dell'indicatore

Tale indicatore permette di evidenziare, per l'anno 2009, le aree dove la temperatura è stata in linea con i valori climatici di riferimento e dove, al contrario, si sono riscontrate delle anomalie termiche.



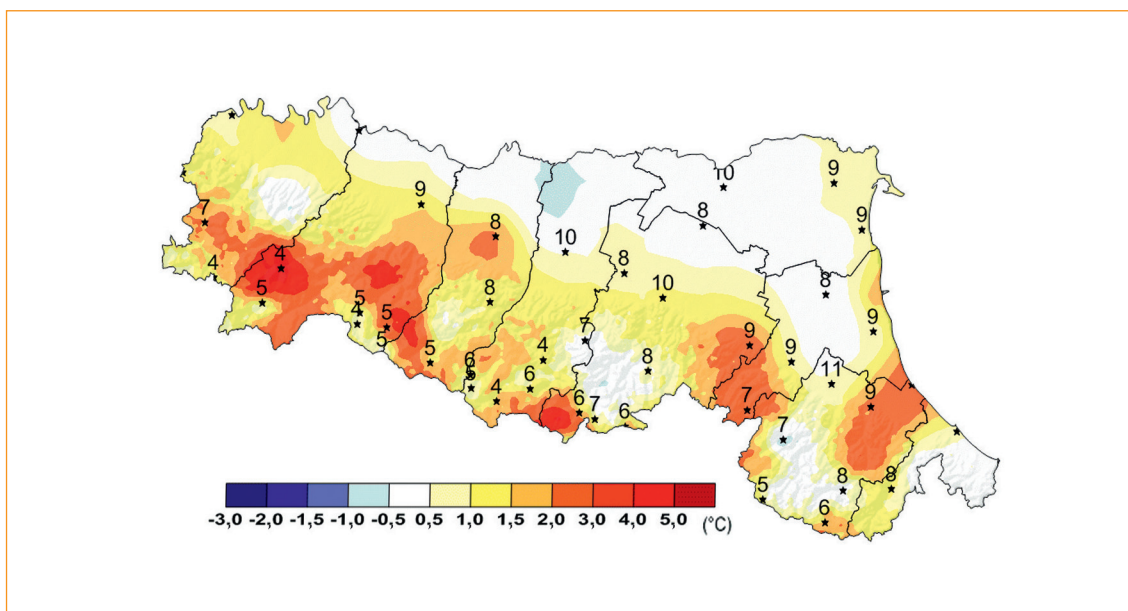
## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.10: Anomalia della temperatura minima (gradi centigradi) - valori stagionali (anno 2009)**

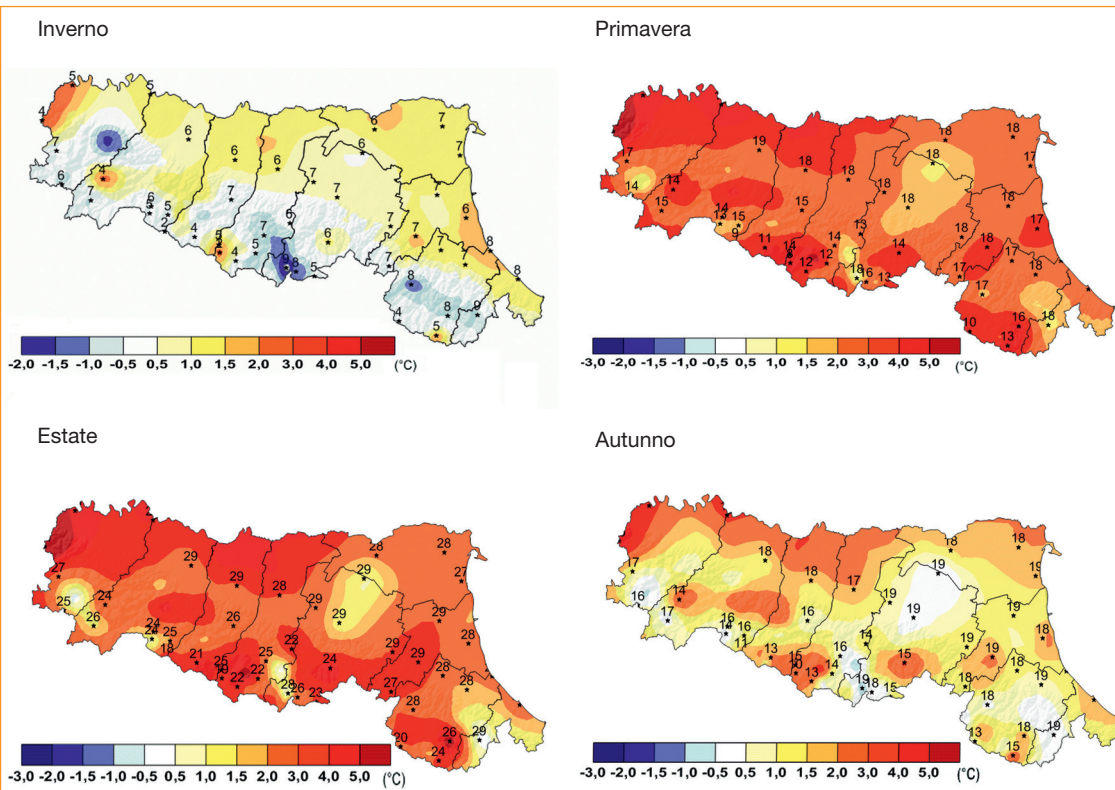
**LEGENDA:** Vicino al simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.11: Anomalia della temperatura minima (gradi centigradi) - valori annuali (anno 2009)**

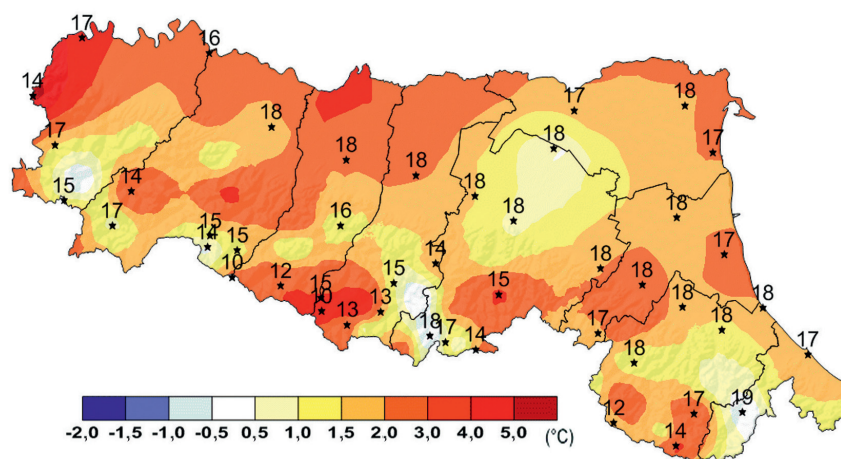
**LEGENDA:** Vicino al simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.12: Anomalia della temperatura massima (gradi centigradi) - valori stagionali (anno 2009)**

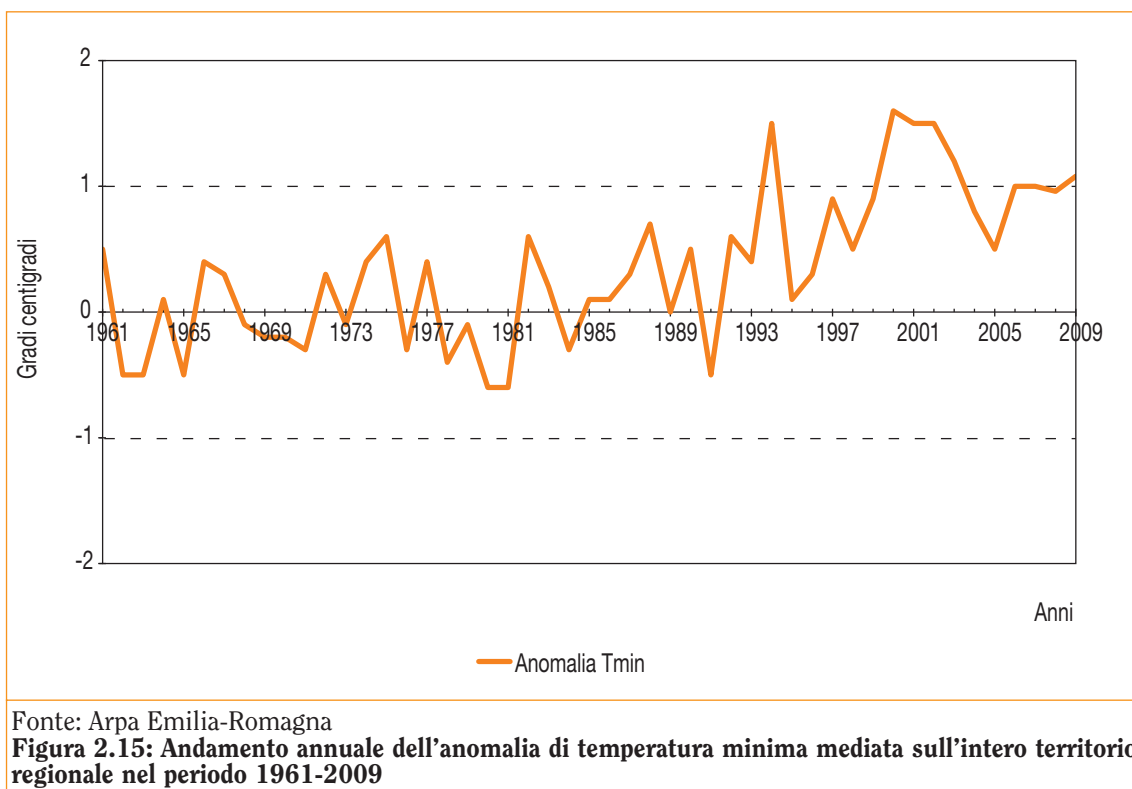
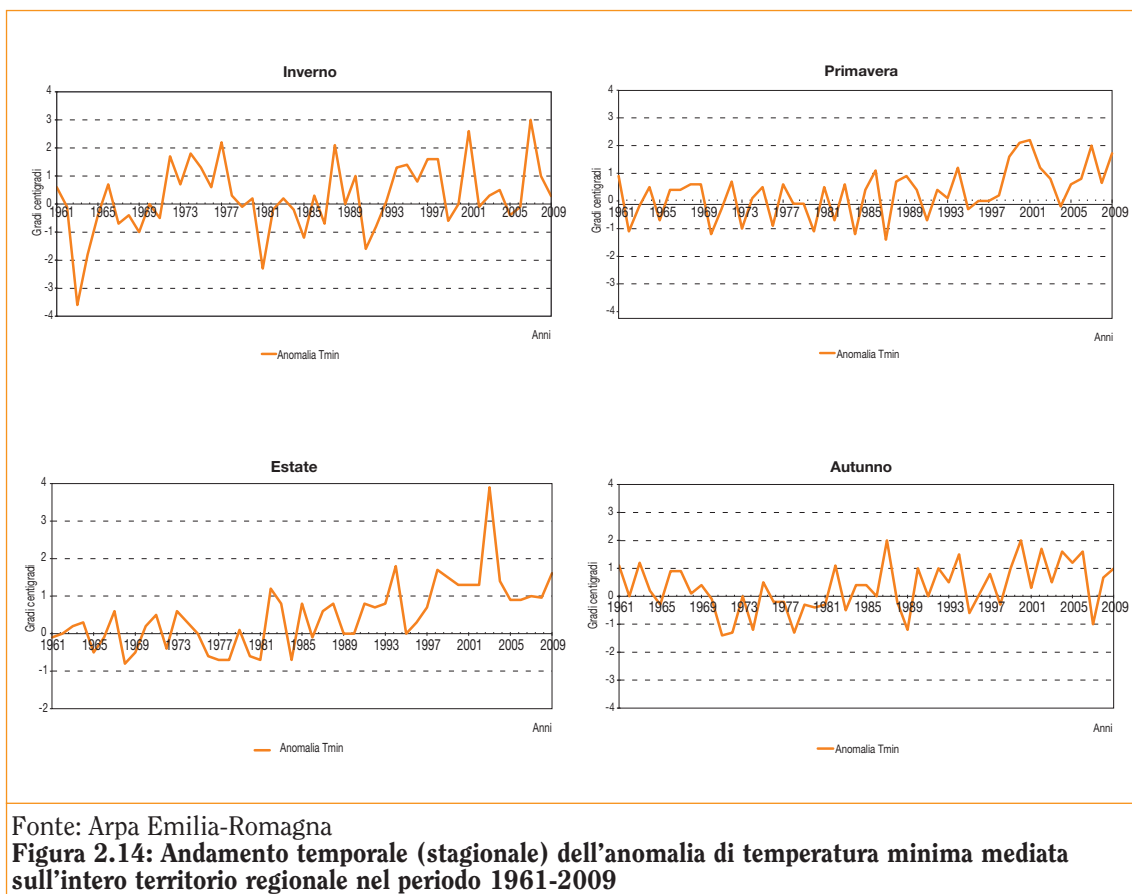
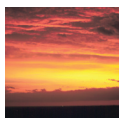
**LEGENDA:** Vicino al simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



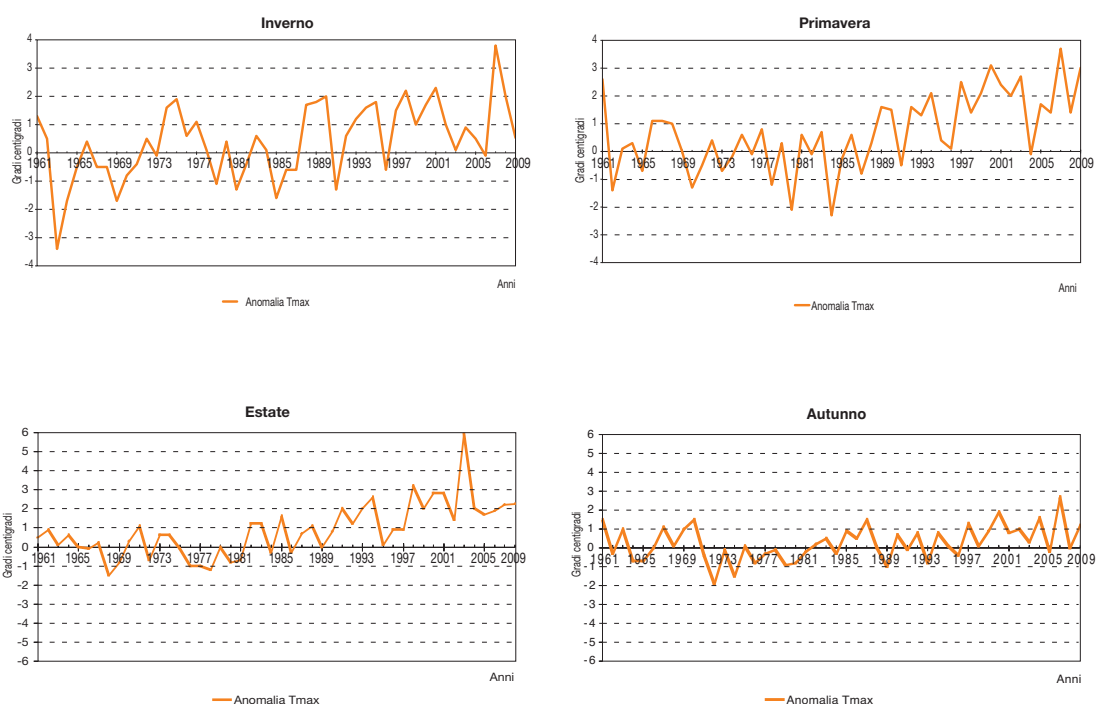
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.13: Anomalia della temperatura massima (gradi centigradi) - valori annuali (anno 2009)**

**LEGENDA:** Vicino al simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990

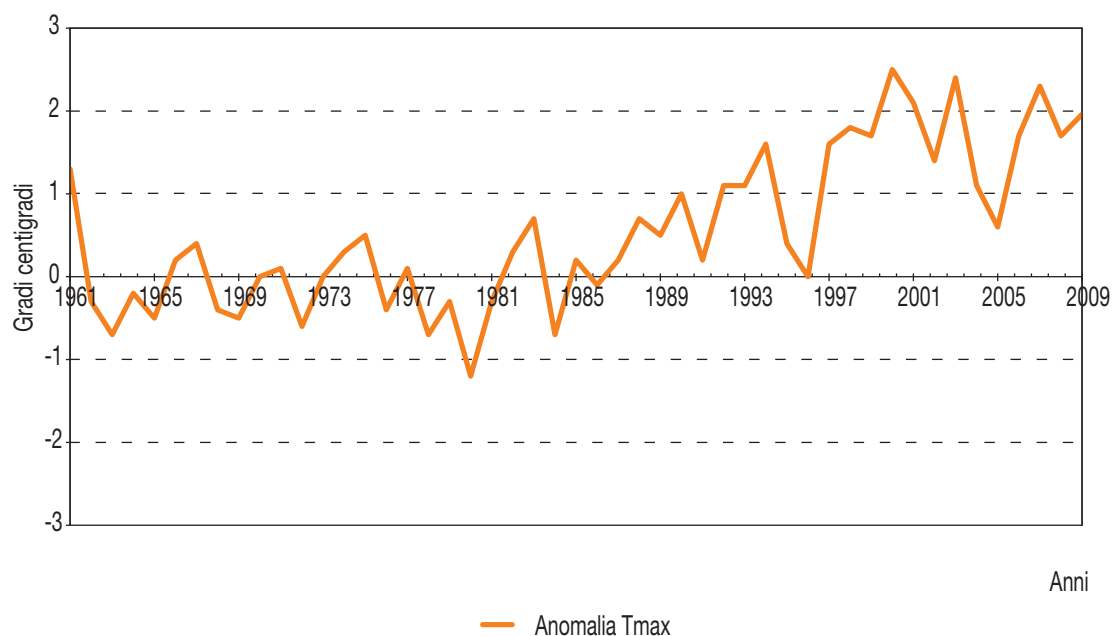






Fonte: Arpa Emilia-Romagna

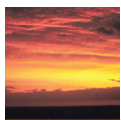
**Figura 2.16: Andamento temporale (stagionale) dell'anomalia di temperatura massima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2009**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.17: Andamento annuale dell'anomalia di temperatura massima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2009**





## Commento ai dati

### Anomalia Temperatura minima

Durante l'*inverno* 2009 quasi tutta la regione è stata caratterizzata da una lieve anomalia positiva di temperatura minima, con un valore, mediato su tutta la regione, di circa 0,5°C.

Analizzando in dettaglio la distribuzione spaziale dell'anomalia di temperatura minima (figura 2.10) si nota un'anomalia di circa 1°C per la pianura interna della regione e valori positivi più intensi per le stazioni di Bardi\* e Cesenatico (circa 3°C). Un'anomalia negativa di circa 1,5°C è stata invece registrata per un numero ridotto di stazioni situate nella parte sud-ovest della provincia di Forlì-Cesena (Diga di Quarto e Rocca San Casciano - figura 2.10).

Il segnale di anomalia positiva diventa più intenso e più esteso durante la *primavera*, con un valore di anomalia attorno a 1,7°C (media su tutte le stazioni). La distribuzione spaziale dell'anomalia di temperatura minima primaverile (figura 2.10) evidenzia la presenza di un gradiente trasversale orientato dalla pianura ai rilievi, con anomalie comprese tra 0,5°C e 3,5°C. La stagione è iniziata con il mese di marzo abbastanza instabile e con escursioni marcate, tale evoluzione si è mantenuta anche nel mese di aprile, mentre durante il mese di maggio le temperature hanno cominciato a risalire, soprattutto nelle prime due decadi a causa della persistenza di una struttura anticiclonica. In tale periodo si sono registrate anomalie di circa 4°C rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 (Imola, Reggio Emilia).

La configurazione spaziale di anomalia termica osservata durante la stagione primaverile si è mantenuta anche durante la stagione *estiva*, quando anomalie positive comprese in genere tra 0,5 e 2°C sono state registrate in quasi tutta la regione, ma con punte anche di circa 3°C per le stazioni di Reggio Emilia, Cesenatico e un numero ridotto di stazioni dell'Appennino (figura 2.10). Lievi anomalie negative sono state registrate per un numero ridotto di stazioni (Rocca San Cassiano, Alfonsine e Paduli Diga). Il mese più caldo è stato agosto, quando, a causa di una persistente struttura anticiclonica, sono state registrate anomalie anche di 4°C (Reggio Emilia, Cesenatico, Imola); i mesi di giugno e luglio, invece, sono stati più instabili.

Durante la stagione *autunnale* le temperature minime sono state al di sopra del valore climatico di riferimento su quasi tutta la regione, con anomalie in genere di circa 1°C. Punte di anomalia positiva di circa 2°C sono state registrate nelle stazioni di Parma e Reggio-Emilia e in un numero ridotto di stazioni dell'Appennino piacentino e parmense, valori dovuti soprattutto ai mesi di settembre e novembre (figura 2.10).

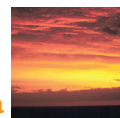
A livello *annuale*, come evidenziato anche in figura 2.11, la configurazione mostra su quasi tutta la regione delle anomalie positive tra 1 e 3°C, tranne che per le stazioni di Alfonsine, Diga di Quarto e Rocca San Cassiano, dove è stata riscontrata un'anomalia negativa fino a 1°C.

### Anomalia Temperatura massima

Per la stagione *invernale*, a livello regionale è stata registrata una lieve anomalia positiva di circa 0,5°C (media su tutte le stazioni) nelle temperature massime. Analizzando più in dettaglio la distribuzione spaziale delle anomalie di temperatura massima (figura 2.12) si nota la presenza di un gradiente trasversale di temperatura dai rilievi alla pianura, con valori che variano tra -1°C e 1,5°C. Per un numero ridotto di stazioni situate nella parte occidentale della provincia di Piacenza e nella fascia costiera della provincia di Ravenna e Forlì-Cesena sono state registrate punte di anomalia positiva di circa 2°C.

La *primavera* e l'*estate* 2009 sono state caratterizzate da un'elevata anomalia positiva in tutta la regione con una configurazione simile per le due stagioni. Il valore di anomalia mediato sulle stazioni disponibili è di circa 3°C per entrambe le stagioni. Per quanto riguarda la primavera, valori più intensi di anomalia fino a 5°C sono stati registrati nella pianura delle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, ma anche per alcune stazioni situate nell'Appennino. Un contributo molto importante alle intense anomalie positive per questa stagione viene attribuito al mese di maggio, mentre per la stagione estiva il mese che più ha avuto peso sull'intensità delle anomalie è stato agosto (anomalie di circa 6-7°C ad esempio a Verghereto, Diga di Quarto).

\* Nota: I dati di temperatura minima e massima (2009) della stazione Bardi appartengono alla stazione Bardi Scuola (altezza = 645 m), mentre il clima 1961-1990 è stato calcolato utilizzando i dati dalla stazione Bardi Centrale



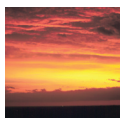
Una configurazione spaziale di anomalia simile alle stagioni precedenti, ma di minore intensità, si mantiene anche durante la stagione *autunnale*. A livello regionale (media su tutte le stazioni), un'anomalia positiva di circa 1,5°C ha caratterizzato la stagione, con valori più intensi nella parte settentrionale (tra 2-3°C), mentre per un numero ridotto di stazioni dell'Appennino bolognese è stata rilevata una lieve anomalia negativa di circa 0,5°C.

A livello *annuale* le temperature massime mostrano un'anomalia positiva su quasi tutta la regione, con un valore medio di circa 2°C, ma con punte anche di 3,5°C (figura 2.13). Il contributo più importante all'intensità delle anomalie a livello annuale è dovuto soprattutto alla stagione primaverile ed estiva.

#### Andamenti temporali e trend

Nel periodo 1961-2009 si mantiene ancora una tendenza positiva per i valori medi annuali e stagionali delle temperature minime e massime. Il trend annuale per le temperature massime rimane ancora superiore a quello delle temperature minime (0,48°C/10 anni contro 0,29°C/10 anni). Per quanto riguarda i valori medi stagionali, la tendenza più forte nel periodo 1961-2009 si mantiene ancora per la stagione estiva, sia per la temperatura massima sia per la temperatura minima (0,65°C/10 anni e 0,4°C/10 anni rispettivamente), seguita poi dalla primavera per la temperatura minima (0,27°C/10 anni) e dall'inverno per la temperatura massima (0,48°C/10 anni).

La media spaziale (calcolata sui dati stazione) dei valori annuali delle anomalie di temperatura massima registrate nel 2009 è stata positiva, attorno a 2°C, mentre quella dei valori delle anomalie di temperatura minima è stata attorno a 1°C.



## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Anomalia della precipitazione totale dell'anno 2009, rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990), valori stagionali e annuali</i>	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Millimetri</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1961-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Non esistono dei riferimenti normativi di legge. Per le elaborazioni si fa riferimento alle specifiche proposte dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Controllo di qualità dei dati, valutazione della omogeneità delle serie temporali, interpolazione, calcolo dei trend e significatività statistica. Valutazione dei valori medi e delle anomalie dell'anno 2009 rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990</i>		

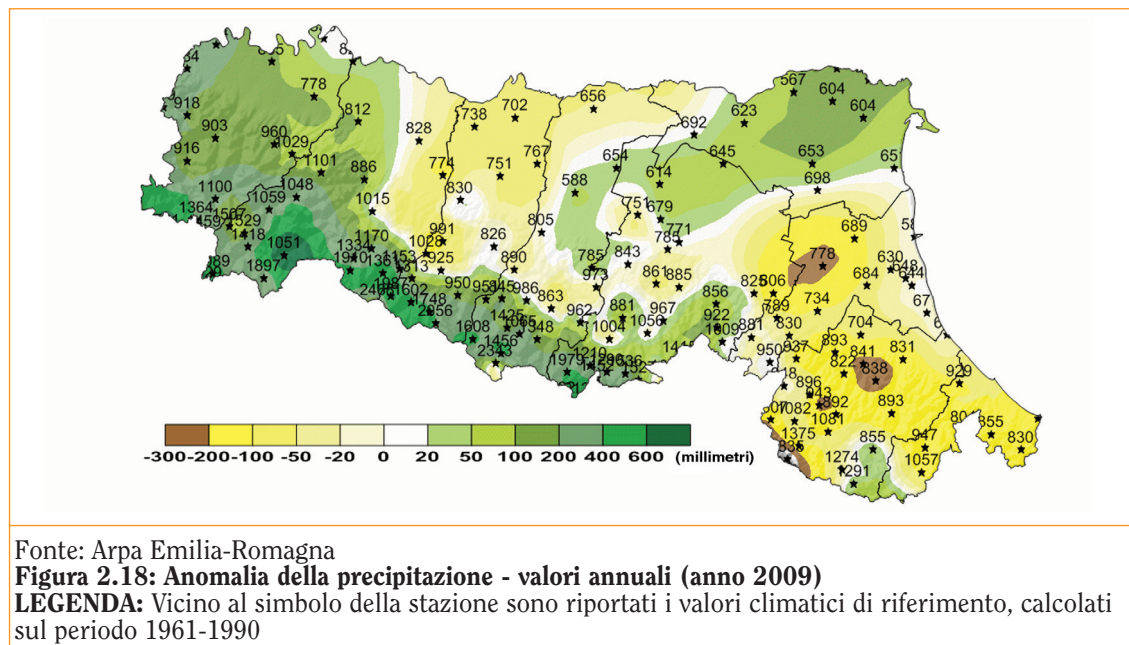
### Descrizione dell'indicatore

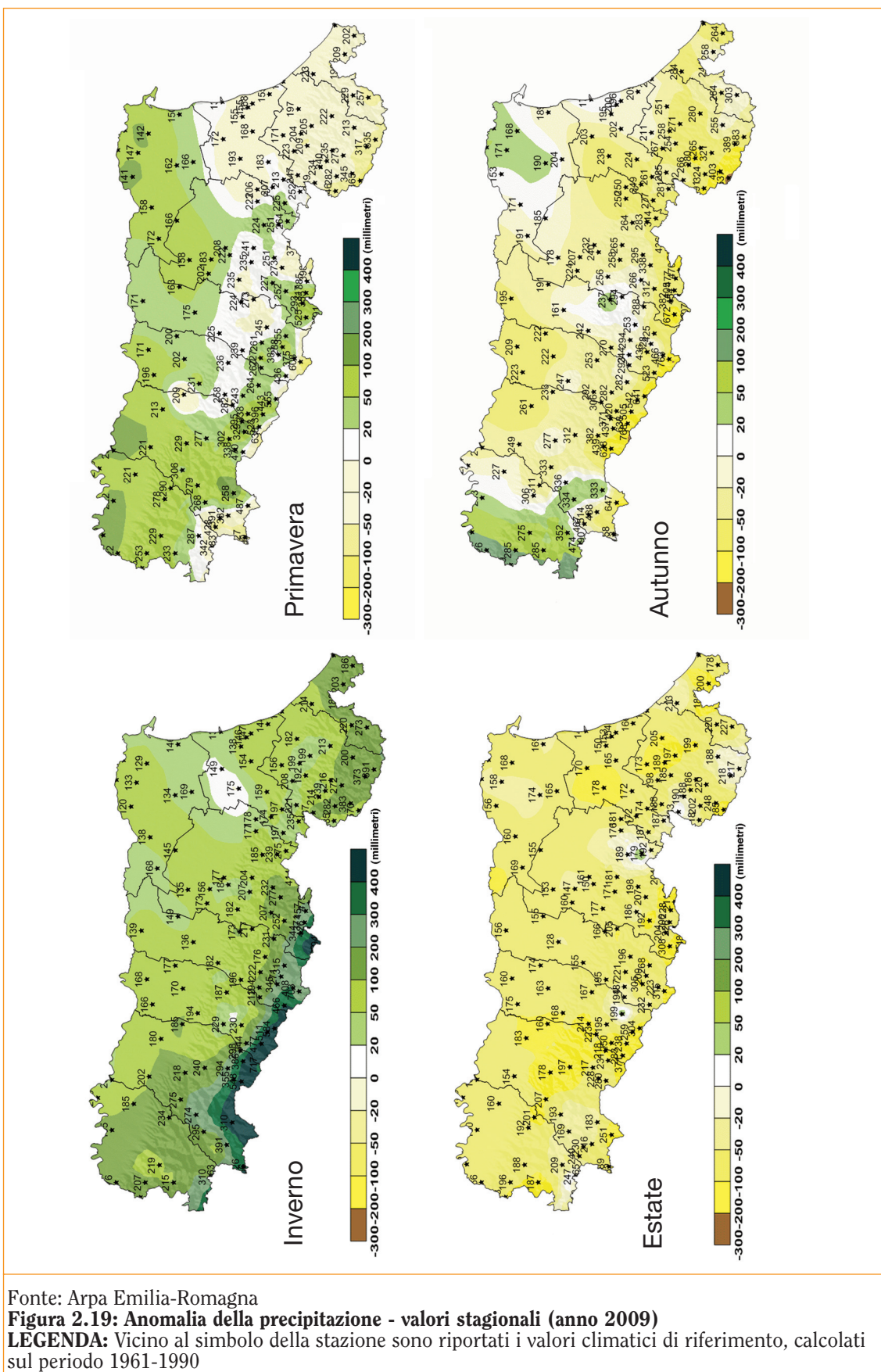
L'anomalia della precipitazione è calcolata come la differenza tra la precipitazione totale dell'anno di riferimento (2009) e il clima del periodo 1961-1990. Le anomalie della precipitazione per l'anno 2009 sono state valutate in questa edizione dell'annuario su quasi 95 stazioni pluviometriche.

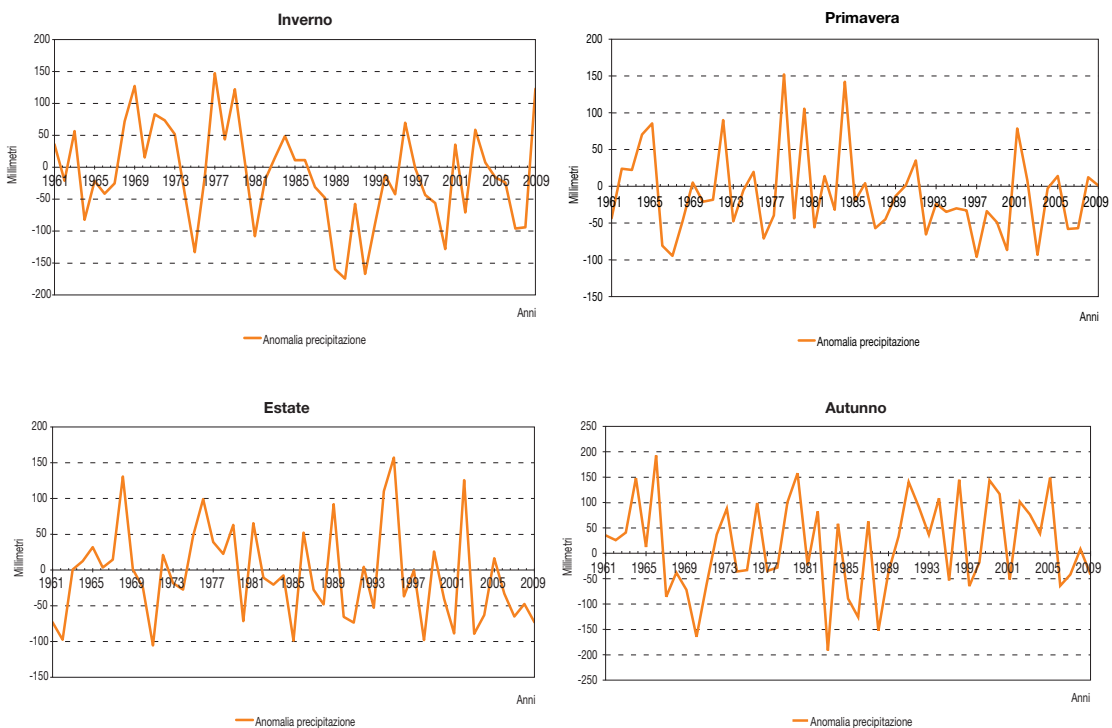
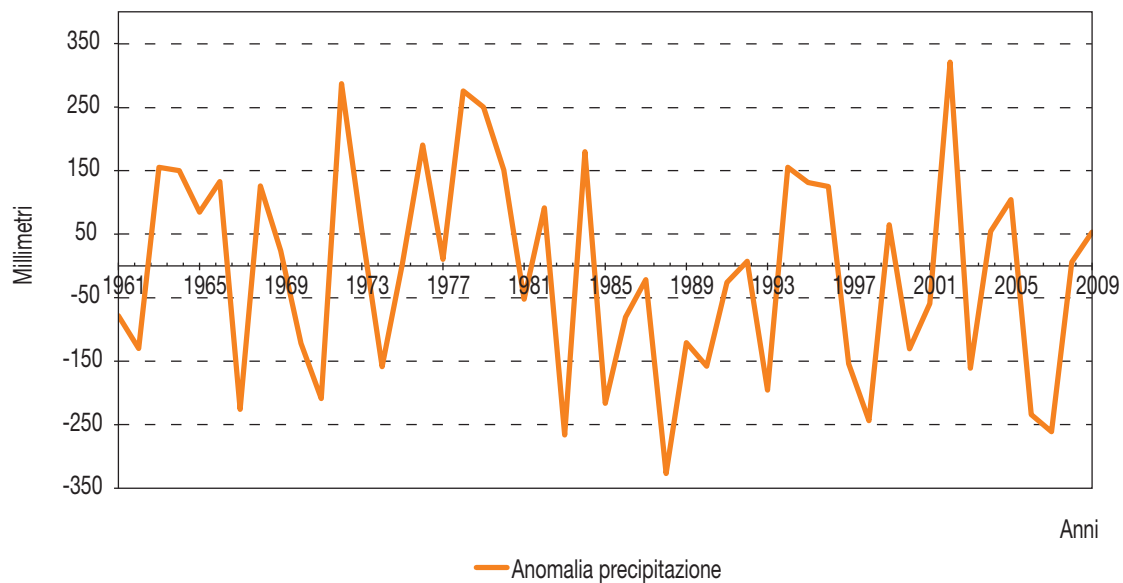
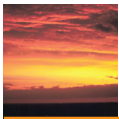
### Scopo dell'indicatore

Tale indicatore permette di evidenziare le aree dove, nel 2009, la precipitazione è stata in linea con i valori climatici di riferimento o dove, al contrario, sono stati riscontrati degli scostamenti.

### Grafici e tabelle











## Commento ai dati

Analizzando in dettaglio le singole stagioni, si nota che durante l'*inverno* 2009 ha predominato una anomalia positiva di precipitazione su tutta la regione (media su tutte le stazioni di circa 123 mm), più intensa sull'Appennino parmense, modenese e bolognese dove sono stati raggiunti valori di anomalia fino a 500 mm (Bosco Centrale, Ligonchio, Piandelagotti - figura 2.19). Questa anomalia positiva è dovuta principalmente alla quantità di precipitazione, sia piogge che neve, caduta soprattutto durante il mese di gennaio (prima decade del mese), ma anche nel mese di febbraio, quando l'aria polare dall'Europa nord-orientale ha portato la neve anche a Rimini.

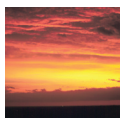
La *primavera* 2009 presenta una lieve anomalia positiva di precipitazione su quasi tutta la regione, eccetto per le province di Forlì-Cesena e Rimini nonché, per un numero ridotto di stazioni, per la provincia di Ravenna, dove si sono registrate anomalie negative fino a 50 mm. Per quanto riguarda l'anomalia positiva, registrata durante questa stagione, i valori sono stati di circa 50 mm, soprattutto a causa delle precipitazioni cadute nei mesi di marzo e aprile.

La stagione *estiva* ha mostrato un'anomalia negativa su quasi tutta la regione con una media sulle stazioni disponibili di circa -73 mm, più intensa in alcune stazioni della catena appenninica e per la parte centrale della provincia di Parma (ad esempio -110 mm a Parma). Il contributo più importante al deficit di precipitazioni estive è dovuto soprattutto al mese di agosto, mentre i mesi di giugno e luglio si distinguono per la loro instabilità con la presenza di precipitazioni a carattere temporalesco, che tuttavia non sono riuscite a ricompensare il deficit di precipitazione nella stagione.

Un segnale di anomalia complesso è stato registrato anche durante la stagione *autunnale*, con anomalie negative in quasi tutta la regione, più intense sulla catena appenninica (circa -190 mm ad esempio per le stazioni di Corniolo, Barco) e meno intense in pianura (fino a -50 mm). La parte occidentale dalla provincia di Piacenza ha registrato invece delle anomalie positive, dovute soprattutto alla quantità di precipitazione caduta nel mese di novembre, quando si è registrato un massimo di anomalia di circa 210 mm per la stazione di Diga del Brugneto. Un'anomalia positiva è stata registrata, durante l'autunno, anche per alcune stazioni della provincia di Ferrara grazie alle precipitazioni del mese di settembre. A livello regionale, mediando il segnale di anomalia su tutte le stazioni disponibili, la stagione risulta sotto il valore climatico di riferimento con un'anomalia di circa -40 mm.

A livello *annuale*, la configurazione spaziale delle anomalie di precipitazione, mostrata nella figura 2.18, evidenzia un anno con un segnale complesso, con valori al di sotto della norma nelle province di Forlì-Cesena, Ravenna, Rimini e nella pianura della provincia di Reggio Emilia. Il resto del territorio ha registrato, invece, delle anomalie positive, più intense sui rilievi, segnale dovuto senz'altro alla precipitazione invernale. Il segnale di anomalia di precipitazione annua, mediato su tutte le stazioni disponibili sulla regione Emilia-Romagna, evidenzia un'anomalia positiva di precipitazione attorno a 50 mm.

L'andamento *annuale* delle precipitazioni mostra ancora una tendenza negativa sul periodo 1961-2009 (figura 2.20). Questa tendenza è più accentuata per la stagione invernale, meno per la primavera e l'estate. Per il periodo autunnale le precipitazioni mantengono, invece, una tendenza positiva (figura 2.21).



## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Anomalia del numero di giorni con gelo (<math>T_{min} &lt; 0^{\circ}C</math>) e del numero di giorni con <math>T_{max} &gt; 30^{\circ}C</math> rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)</i>		
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Giorni</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1961-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Dopo una fase di controllo di qualità dei dati e interpolazione spaziale, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)</i>		

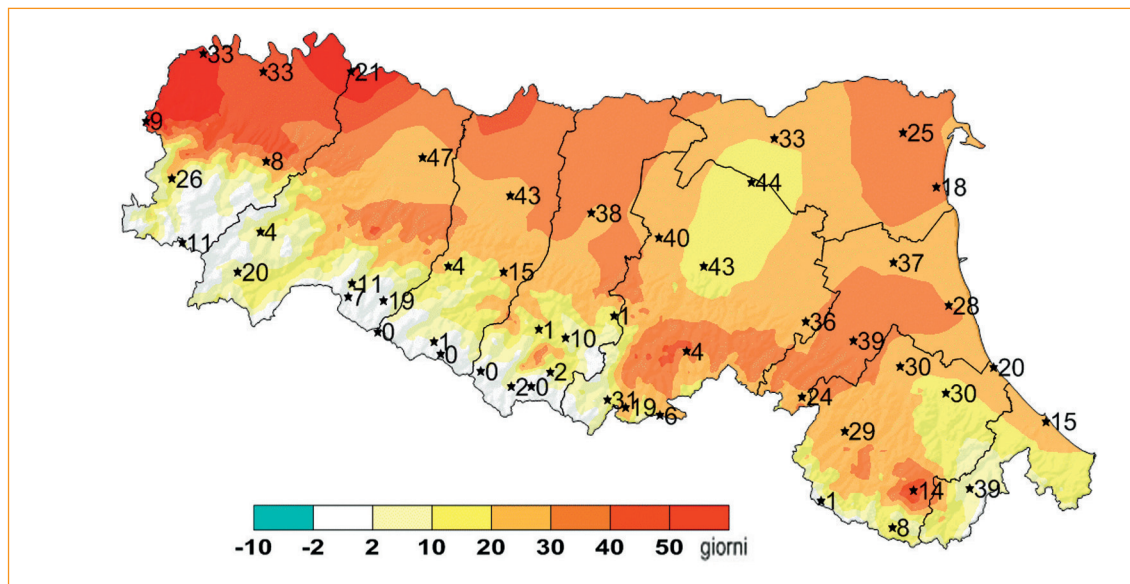
### Descrizione dell'indicatore

Il numero di giorni di gelo, ossia i giorni con temperatura minima inferiore a  $0^{\circ}C$ , è stato calcolato per il periodo 1961-2009, a livello stagionale (inverno, primavera e autunno). Per la stagione estiva è stato calcolato, invece, il numero di giorni nella stagione con temperatura massima maggiore di  $30^{\circ}C$ .

### Scopo dell'indicatore

Valutare eventuali anomalie termiche per quanto riguarda i giorni con gelo e i giorni più caldi.

### Grafici e tabelle

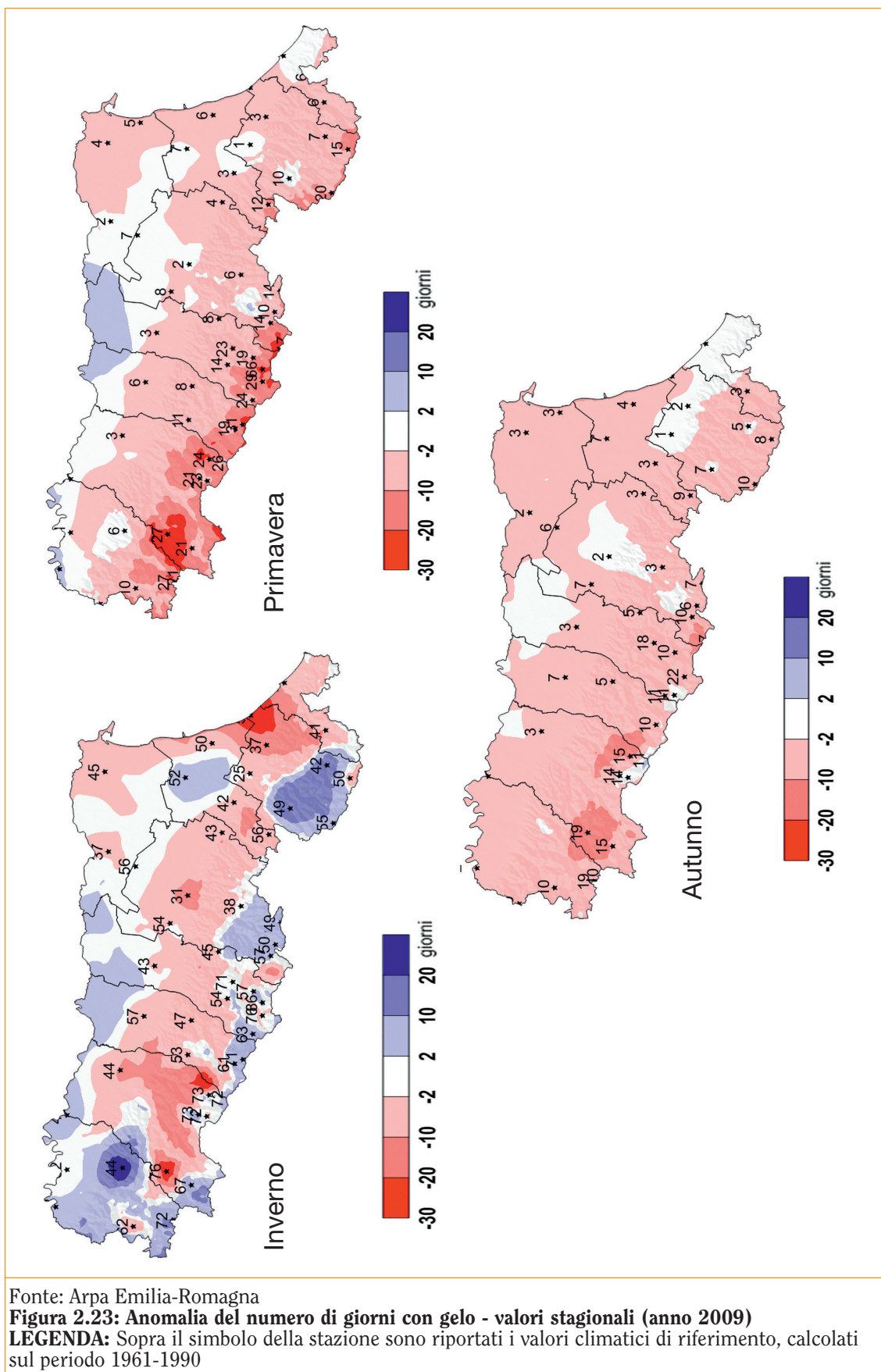


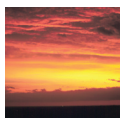
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.22: Anomalia del numero di giorni con temperatura massima superiore a  $30^{\circ}C$  - valori estate 2009**

**LEGENDA:** Vicino al simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990





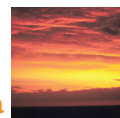


### Commento ai dati

Durante l'*estate* 2009 il numero di giorni con temperatura massima superiore a 30°C è stato superiore al valore climatico di riferimento su tutta la regione. Il segnale è stato più intenso nella pianura e soprattutto nella pianura emiliana, con valori di anomalia dell'indicatore compresi tra 23 e 50 giorni (figura 2.22), e meno intenso sulla fascia appenninica (fino a 13 giorni). Il contributo è dovuto soprattutto al mese di luglio, quando sono state raggiunte anche temperature di circa 40°C (ad esempio a Faenza il 17/07 e il 24/07, a Imola il 23/07), ma anche alle prime due decadi del mese di agosto.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale del numero di giorni con il gelo, per l'*inverno* 2009 l'indice mostra una configurazione complessa, con anomalie positive fino a 10 giorni nella fascia pedemontana, nella pianura centrale e lungo la costa, mentre il resto del territorio ha mostrato delle anomalie negative, in media di 5 giorni.

Durante la *primavera* il segnale di anomalia dell'indicatore è stato negativo su tutta la regione, con valori più intensi fino a 10 giorni sull'Appennino Emiliano (ad esempio Paduli Diga e Piandelagotti). Un segnale simile, come distribuzione spaziale e come intensità, si ritrova anche durante la stagione *autunnale*, quando tutta la regione è stata interessata da anomalie negative dell'indicatore (figura 2.23).



## SCHEDA INDICATORE

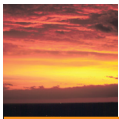
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90<sup>mo</sup> percentile rispetto al clima di riferimento (1961-1990)</i>	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Giorni</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1961-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Dopo una fase di controllo di qualità dei dati, interpolazione, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)</i>		

### Descrizione dell'indicatore

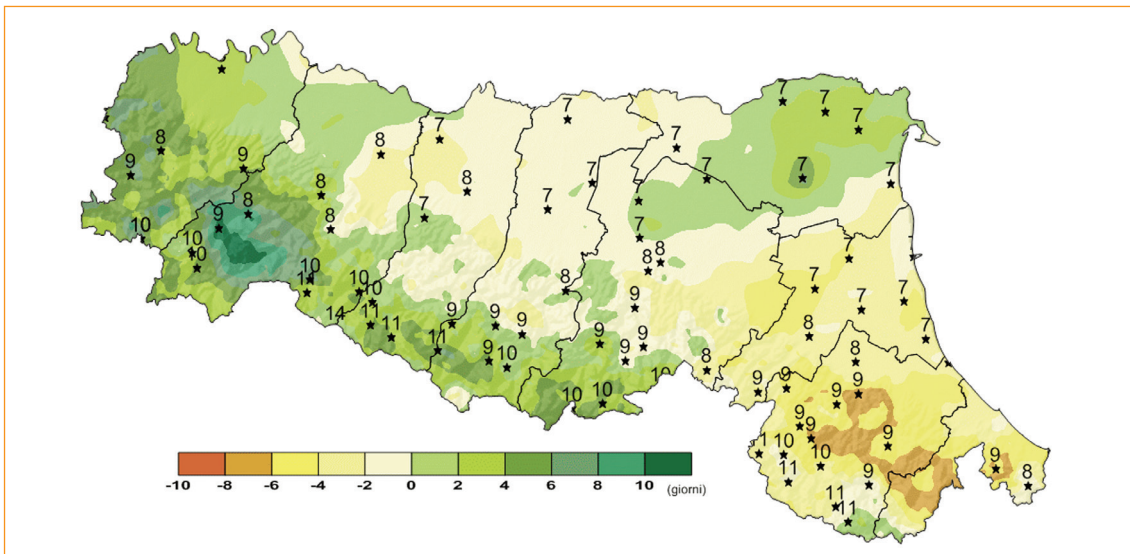
Tale indicatore rappresenta il numero di giorni in cui la precipitazione è stata superiore al 90<sup>mo</sup> percentile della distribuzione della pioggia giornaliera osservata. Tale soglia è il limite per cui la probabilità di occorrenza di un valore superiore risulta inferiore al 10%. Per l'anno 2009 è stata calcolata l'anomalia dell'indicatore rispetto al periodo di riferimento (1961-1990). Questo indicatore fornisce una misura del numero di eventi estremi di pioggia.

### Scopo dell'indicatore

Evidenziare le eventuali anomalie riscontrate nell'anno 2009, per quanto riguarda in particolare l'occorrenza di eventi estremi.



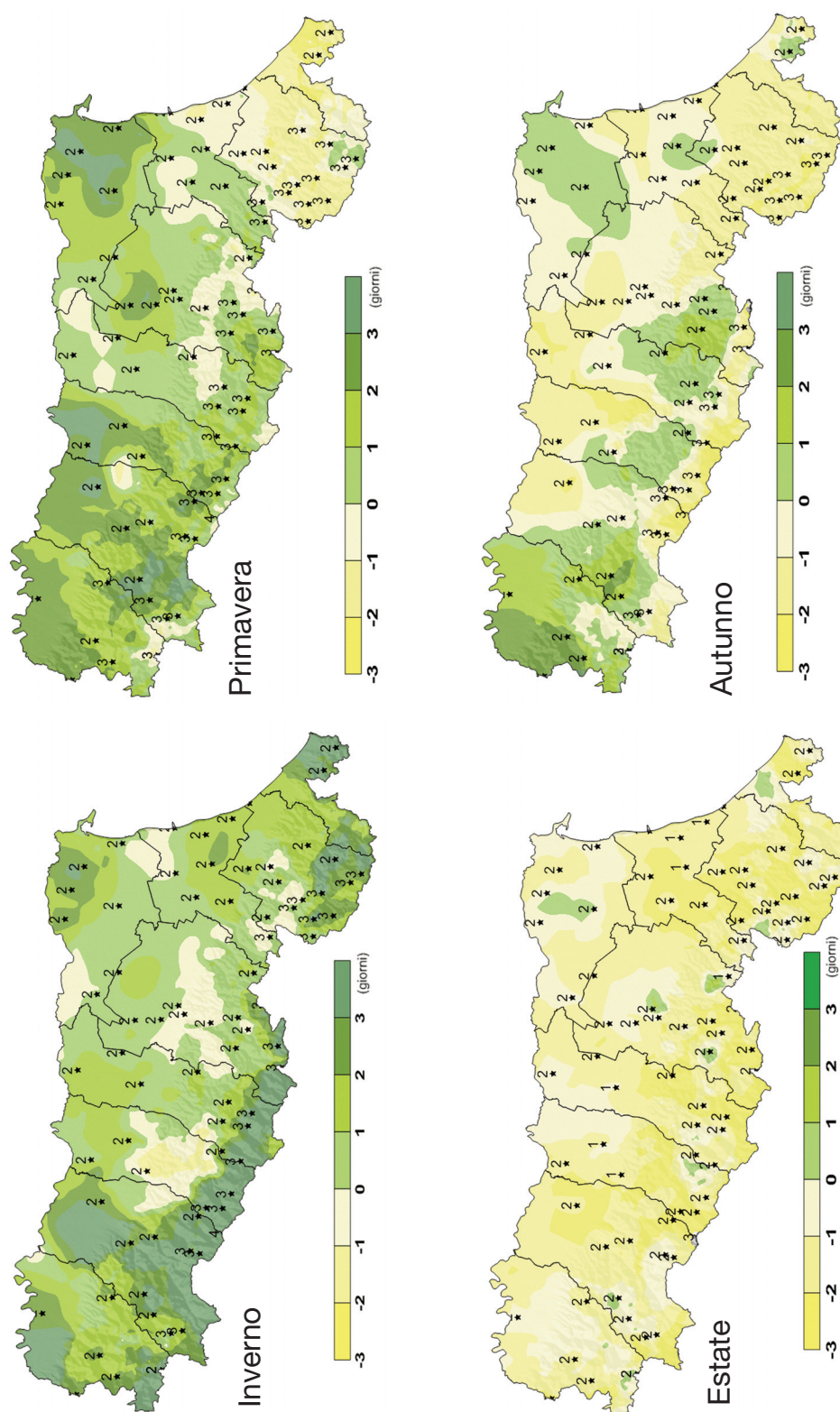
## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.24: Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90<sup>mo</sup> percentile - valori annuali (anno 2009)**

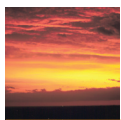
**LEGENDA:** Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.25: Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90<sup>mo</sup> percentile - valori stagionali (anno 2009)**

**LEGENDA:** Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



### Commento ai dati

Durante l'*inverno* 2009 sono state registrate anomalie positive dell'indicatore su quasi tutto il territorio regionale, con valori più elevati sulla catena appenninica (fino a 4 giorni), grazie alle precipitazioni cadute soprattutto nei mesi di gennaio e febbraio. Una lieve anomalia negativa dell'indicatore (circa 1 giorno) è stata invece registrata nella parte centrale delle province di Reggio Emilia e Bologna e per un numero ridotto di stazioni della provincia di Forlì-Cesena (figura 2.25).

In *primavera* anomalie positive di circa 3 giorni hanno caratterizzato quasi tutta la regione tranne le province di Rimini e Forlì-Cesena, la parte costiera della provincia di Ravenna e un numero ridotto di stazioni della provincia di Bologna, dove sono state registrate anomalie negative fino a 3 giorni (figura 2.25). Queste anomalie negative dell'indicatore si rispecchiano anche nella configurazione spaziale delle anomalie di precipitazione, essendo stato registrato un deficit, nelle precipitazioni primaverili, proprio nelle zone sopra citate.

Durante l'*estate* predomina un'anomalia negativa dell'indicatore su tutta la regione, confermando il deficit estivo evidenziato anche nella configurazione spaziale delle anomalie di precipitazione.

Per quanto riguarda la stagione *autunnale*, il segnale è più complesso. Le precipitazioni, cadute soprattutto nel mese di novembre, danno un'anomalia positiva dell'indicatore sulla provincia di Piacenza, sui rilievi della provincia di Parma e sulle zone pedecollinari delle province di Modena, Reggio Emilia e Bologna (fino a 2 giorni). Il resto del territorio regionale è stato caratterizzato da un'anomalia negativa più intensa lungo l'Appennino e lungo l'asse del Po (figura 2.25).

A livello *annuale*, così come si nota anche nella figura 2.24, l'indicatore è stato al di sotto del valore climatico di riferimento nella parte centrale e orientale della nostra regione, mentre il resto del territorio ha registrato anomalie positive, più intense nell'Appennino emiliano, con valori di anomalie fino a 10 giorni.





## SCHEDA INDICATORE

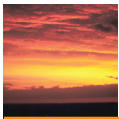
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Anomalia del numero di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) rispetto al clima di riferimento (1961-1990)</i>	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Giorni</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Provincia</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>1961-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Dopo una fase di controllo di qualità dei dati, interpolazione, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)</i>		

### Descrizione dell'indicatore

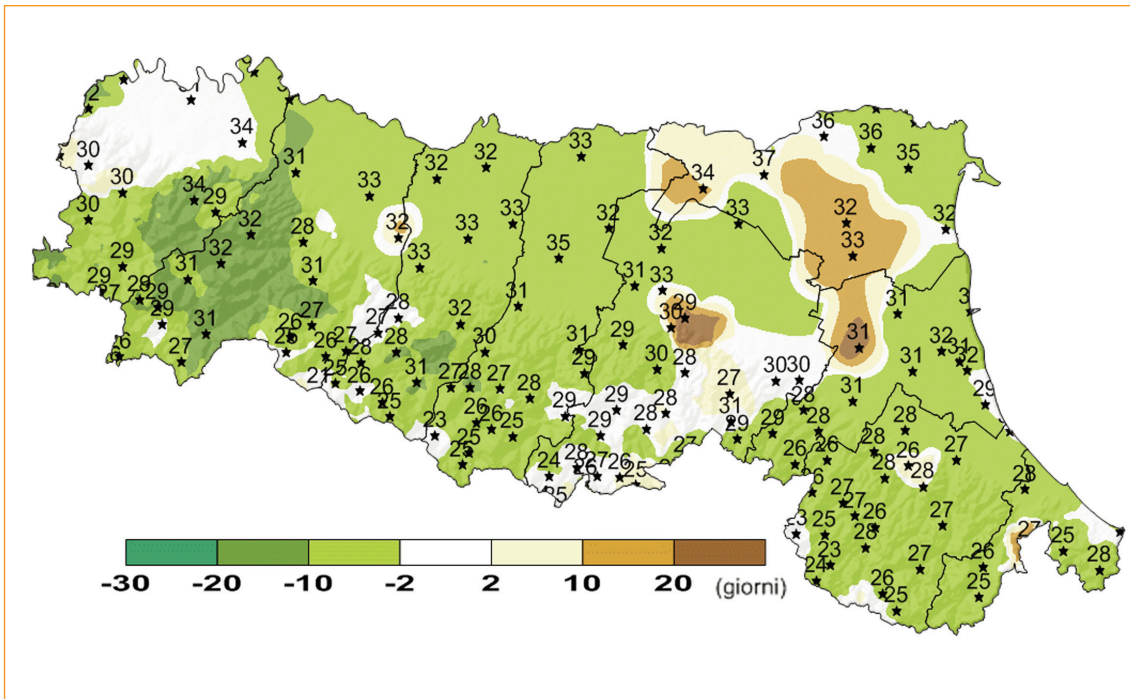
L'indicatore rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazione (inteso come precipitazioni inferiori a 1 mm) osservati nell'anno 2009. Il dato viene calcolato separatamente per le varie stagioni e anche annualmente per il periodo 1961-2009. L'anomalia dell'anno 2009 viene calcolata rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. Valori elevati di questo indicatore evidenziano periodi siccitosi.

### Scopo dell'indicatore

Evidenziare le eventuali anomalie riscontrate nell'anno 2009, per quanto riguarda in particolare l'occorrenza di eventi siccitosi.



## Grafici e tabelle

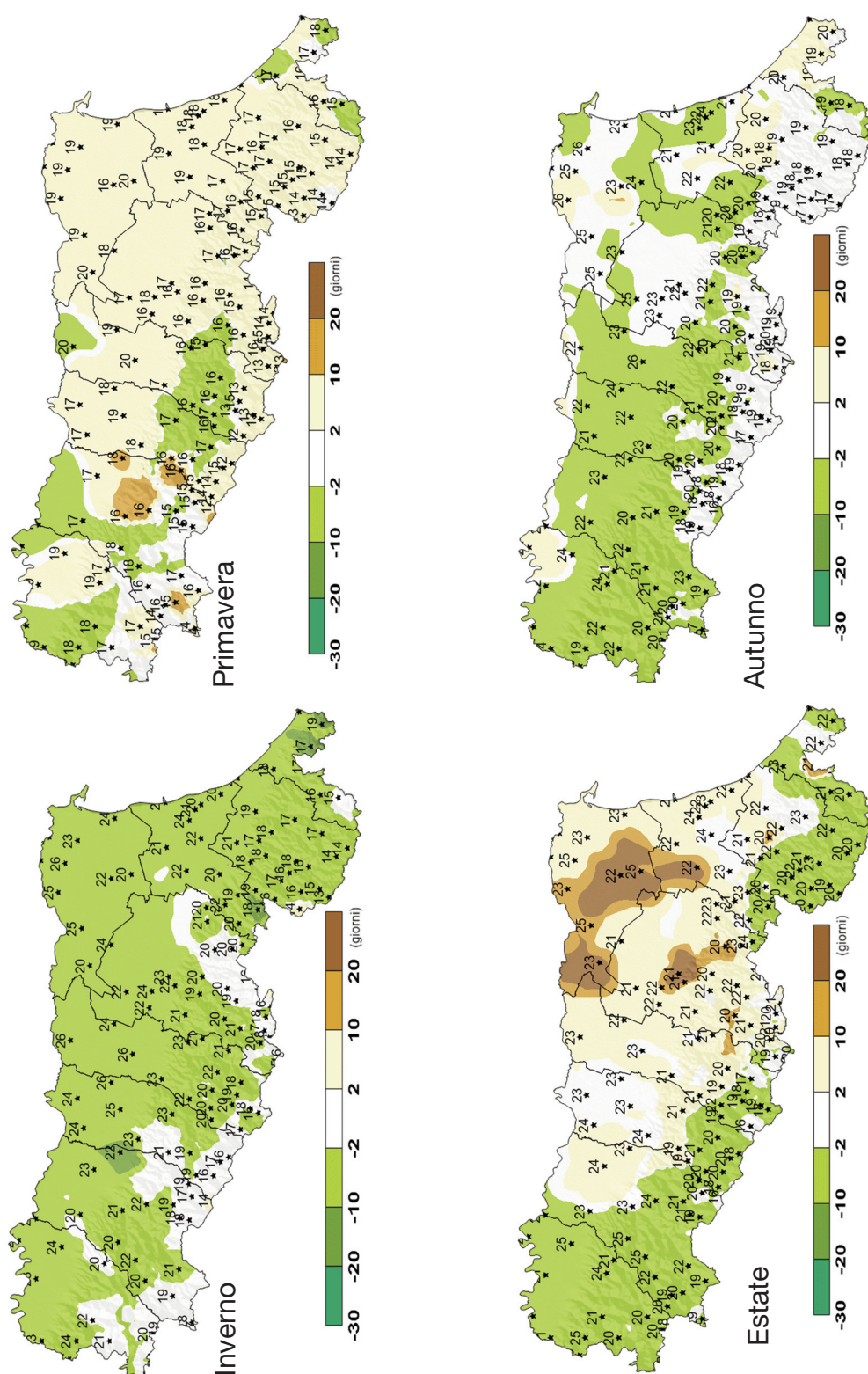


Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.26: Anomalia del numero di giorni consecutivi senza precipitazione – valori annuali (anno 2009)**

**LEGENDA:** Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990

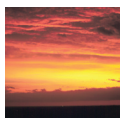




Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.27: Anomalia del numero di giorni consecutivi senza precipitazione - valori stagionali (anno 2009)**

**LEGENDA:** Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



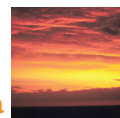
### Commento ai dati

Il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante la stagione *invernale* del 2009 è stato al di sotto del valore climatico di riferimento su gran parte del territorio regionale (con anomalie fino a 10 giorni) eccetto l'Appennino emiliano e i rilievi della provincia di Bologna, dove sono state registrate delle lievi anomalie positive (fino a 2 giorni). Per quanto riguarda le anomalie negative dell'indicatore, queste sono dovute soprattutto alle precipitazioni cadute nei mesi di gennaio e febbraio.

L'alternanza di zone con anomalie positive e negative dell'indicatore ha caratterizzato la parte emiliana della nostra regione per quanto riguarda la stagione *primaverile*. Le anomalie positive, con valori più alti (circa 10 giorni), sono state registrate soprattutto sui rilievi, mentre le anomalie negative sono state registrate soprattutto nella pianura di Piacenza e Parma (valori fino a 5-7 giorni). Per quanto riguarda la distribuzione dell'indicatore sulla parte romagnola, sono state registrate anomalie positive su quasi tutta l'area, con valori compresi tra 2-5 giorni.

Durante l'*estate* 2009, valori negativi di anomalia dell'indicatore (fino a 10 giorni) sono stati registrati sulla provincia di Piacenza e quasi tutta la fascia appenninica, tranne l'Appennino bolognese. Queste anomalie negative sono state dovute soprattutto ai temporali registratati nei mesi di giugno e luglio. Per il resto del territorio, l'indicatore ha mostrato delle anomalie positive, con punte fino a 20 giorni di anomalia registrate nella provincia di Ferrara e in un numero ridotto di stazioni della provincia di Bologna. Per quanto riguarda la stagione *autunnale*, il segnale di anomalia è più complesso, con una predominanza di anomalie negative fino a 10 giorni in quasi tutta la zona emiliana, eccetto la parte appenninica dove è stata registrata una lieve anomalia positiva. Un'anomalia positiva di intensità paragonabile è stata riscontrata anche in un ridotto numero di stazioni disperse nei territori delle province di Bologna e Ravenna. Anomalie leggermente più positive (attorno a 2 giorni) hanno invece caratterizzato quasi tutto il restante territorio, con punte più intense (fino a 10 giorni) in un numero ridotto di stazioni delle province di Rimini e Forlì-Cesena.

A livello *annuale*, si nota la predominanza di un'anomalia negativa (figura 2.26) di circa 10 giorni, con alcune "macchie" di anomalia positiva, più accentuate nella provincia di Ferrara (circa 15 giorni).



## SCHEDA INDICATORE

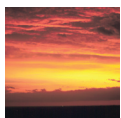
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Bilancio Idro-Climatico (BIC)</i>	<b>DPSIR</b>	<i>S</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Millimetri</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Regione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2000-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Giornaliero</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<p><i>Il Bilancio Idro-Climatico (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale. L'evapotraspirazione è l'effetto cumulato dell'evaporazione dalla superficie del terreno e della traspirazione dell'acqua dalle piante. In condizioni di disponibilità idrica non limitante, l'evapotraspirazione da un terreno ricoperto di vegetazione bassa, omogenea, in buono stato vegetativo ed esente da infezioni e malattie è determinata solo dalle condizioni meteorologiche; in queste condizioni standard l'evapotraspirazione prende il nome di evapotraspirazione potenziale (ETP). L'evapotraspirazione (ETP), che quindi stima la quantità di acqua disperdibile in atmosfera, è calcolata con il metodo di Hargreaves e necessita dei soli dati di Temperatura massima e minima giornaliera. Benchè sia possibile il calcolo giornaliero, il Bilancio Idro-Climatico (BIC) assume significatività solo su periodi più lunghi, almeno settimanali</i></p>		

### Descrizione dell'indicatore

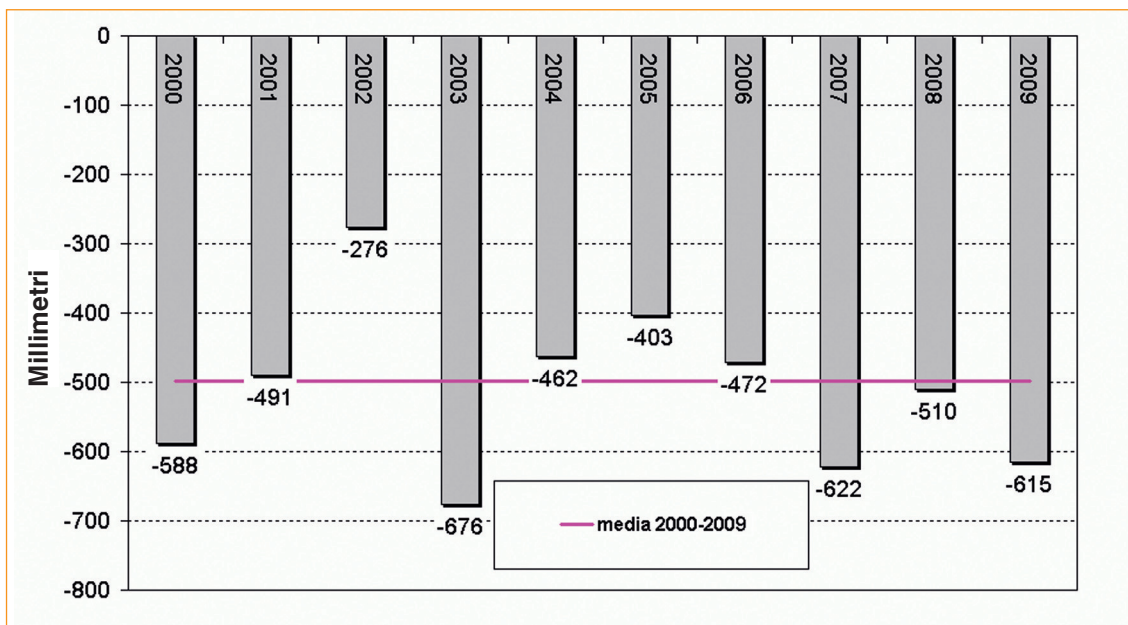
Il Bilancio Idro-Climatico (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale (ETP). Il BIC è un primo indice per la valutazione del contenuto idrico dei suoli e di conseguenza delle disponibilità idriche dell'area oggetto dell'indagine. Nelle carte del bilancio idrico climatico i valori positivi indicano condizioni di surplus idrico mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico.

### Scopo dell'indicatore

In considerazione dell'aumento, verificato nell'ultimo decennio, di situazioni di siccità, scopo dell'indicatore è mettere in evidenza i principali fattori responsabili degli eventi e caratterizzare, sotto questo aspetto, le diverse aree della regione.

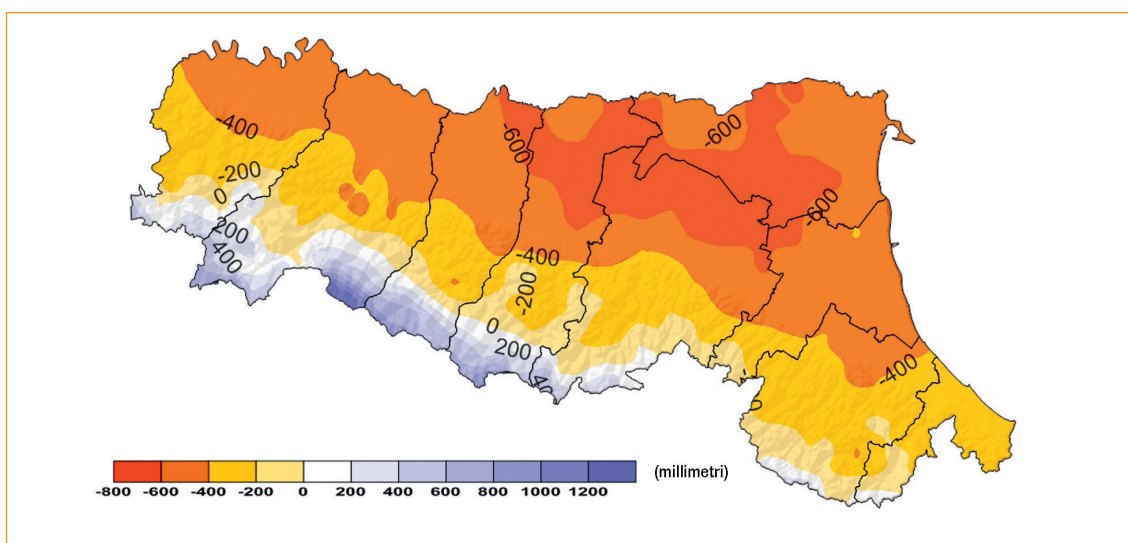


## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

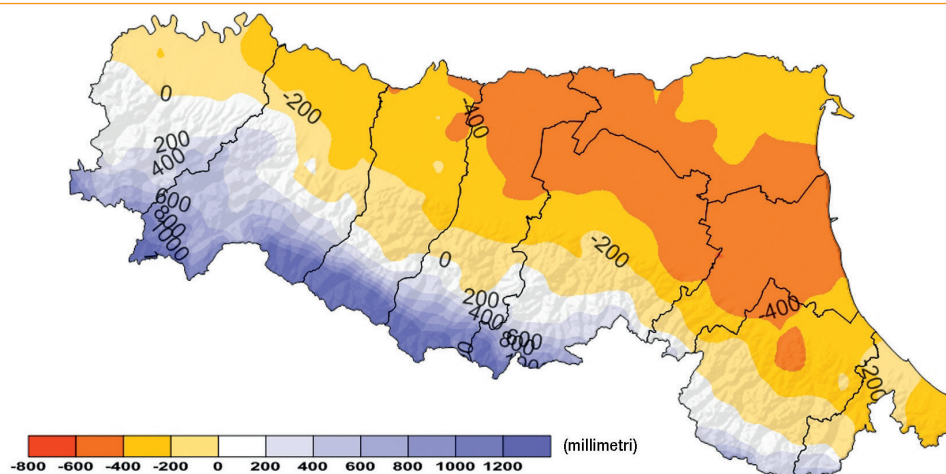
**Figura 2.28: Bilancio Idro-Climatico, valore cumulato medio (aprile-settembre) dal 2000 al 2009**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

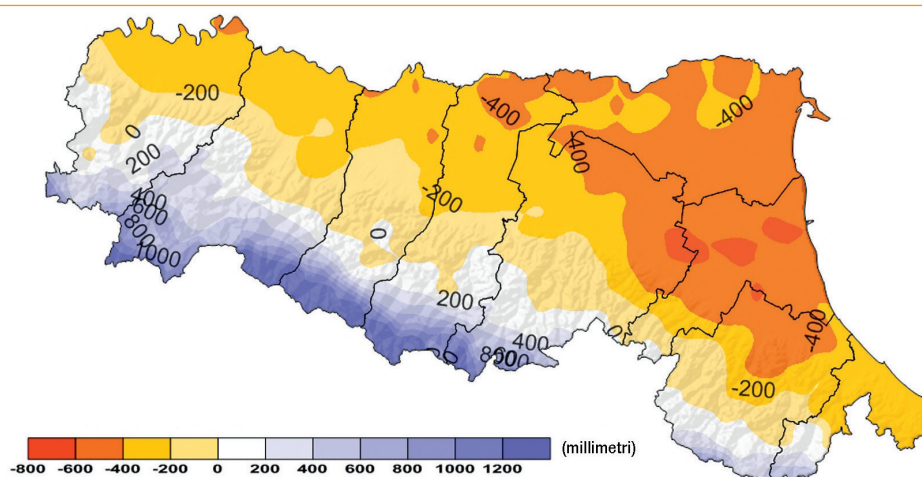
**Figura 2.29: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2009)**





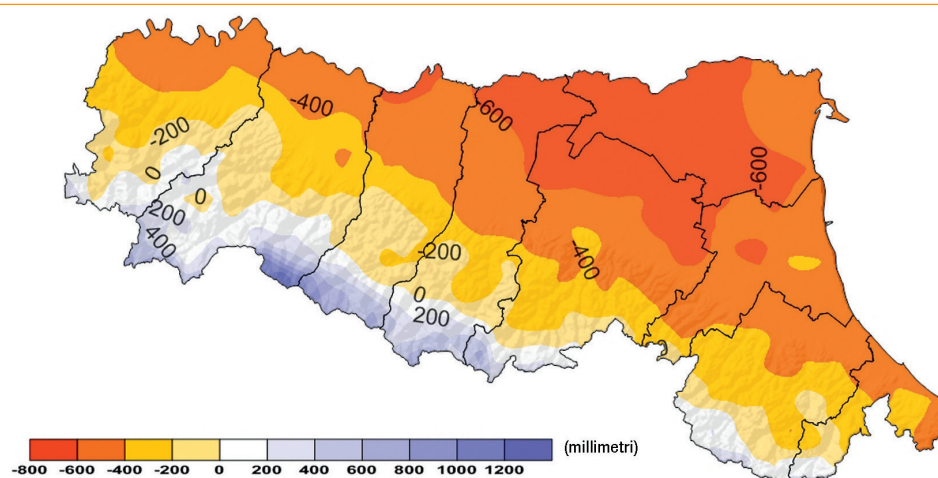
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.30: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2008)**



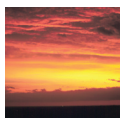
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.31: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2007)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

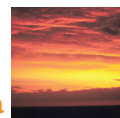
**Figura 2.32: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2006)**



### Commento ai dati

La figura 2.28 mostra l'andamento del Bilancio Idro-Climatico (BIC) aprile-settembre, calcolato come media dei valori di dieci stazioni di pianura, dal 2000 al 2009. Il periodo selezionato ha come fine l'individuazione di intensi fenomeni siccitosi, che si sviluppano climaticamente nei mesi centrali dell'anno e che potrebbero essere mascherati a livello annuale da elevate piogge nei periodi autunnali e invernali. Il deficit calcolato nel 2009 si posiziona tra i valori più elevati della serie esaminata, superiore a quello medio, paragonabile a quello del 2007, ma ancora inferiore a quello elevatissimo del 2003.

Le figure 2.29, 2.30, 2.31, 2.32 mostrano le mappe della distribuzione dei valori annuali dell'indice dal 2009, indietro negli anni, sino al 2006. Oltre alla variazione annuale nei valori dovuta allo specifico andamento termo-pluviometrico, è importante notare la distribuzione di valori sul territorio: in tutti i casi i deficit maggiori si individuano nell'area della pianura centro-orientale, comprendendo alcune province della Romagna, la pianura bolognese, modenese e il ferrarese. Le aree in cui il bilancio è in pareggio, in cui cioè le precipitazioni hanno compensato esattamente le perdite per evapotraspirazione potenziale (ETP), risultano sempre posizionate sui rilievi e a quote più elevate nelle annate più siccitose. Le aree di crinale risultano sempre caratterizzate da surplus idrici, le precipitazioni risultano sempre superiori ai consumi evapotraspirativi potenziali, con scostamenti che, nel settore occidentale, superano spesso i 1.000 mm.



## SCHEDA INDICATORE

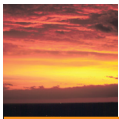
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Indice di disagio bioclimatico (Thom)</i>	<b>DPSIR</b>	<b>S</b>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Adimensionale</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Regione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2002-2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Giornaliero</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<p><i>L'Indice di Thom considera due soglie prefissate: situazioni meteorologiche che determinano l'inizio del disagio (superamento della soglia di 24 dell'indice) e situazioni di spiccato disagio (valori dell'indice superiori a 28). La metodologia originale prevede il calcolo del valore orario dell'indice e l'analisi delle ore di superamento delle soglie critiche. Per mettere in evidenza la variazione delle situazioni di disagio all'interno del territorio, si è data preferenza all'impiego di informazioni di sintesi basate sulla definizione di giorno con assenza di disagio, oppure con presenza di moderato o elevato disagio bioclimatico. A tal fine è stata apportata una modifica alla procedura originale, utilizzando per il calcolo il valore massimo giornaliero di temperatura e l'umidità minima giornaliera, valori di norma coincidenti nel corso della giornata e corrispondenti alle ore del giorno a rischio maggiore. L'indice così ottenuto è stato utilizzato per caratterizzare le diverse giornate, in base al superamento o meno dei valori soglia, senza analizzare la durata dei periodi critici all'interno del giorno (numero di ore giornaliere). In questo modo è possibile osservare in modo sintetico la variabilità temporale del disagio nei diversi punti del territorio mediante grafici, oppure analizzarne la variabilità spaziale dei valori cumulati nel tempo mediante la realizzazione di mappe</i></p>		

### Descrizione dell'indicatore

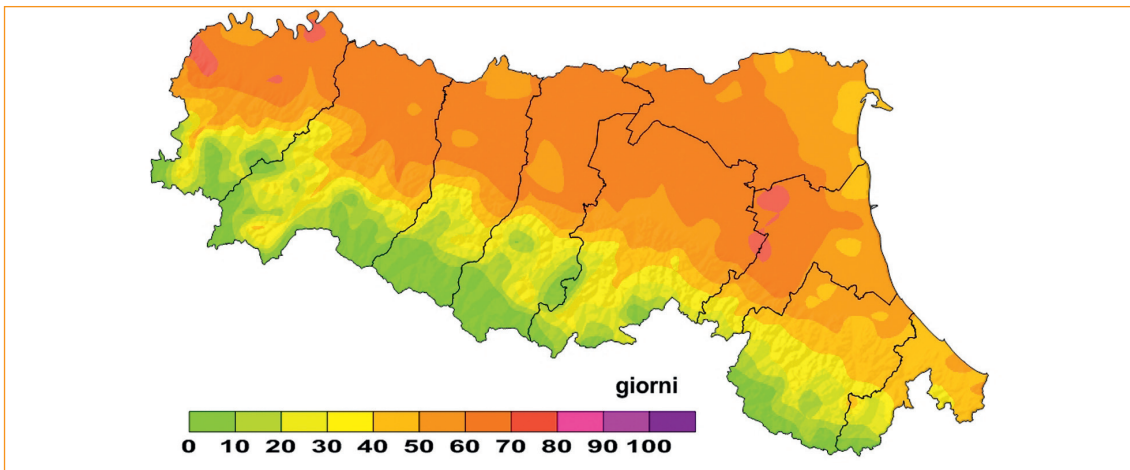
Il Disagio Bioclimatico, definito mediante l'indice di Thom, descrive situazioni di caldo umido tali da determinare disagio fisiologico e condizioni di stress per le persone. L'indice di Thom considera due soglie prefissate: valori dell'indice superiori a 24 indicano l'inizio di condizioni di malessere, mentre valori superiori a 28 indicano la presenza di spiccato disagio. Il dettaglio dei valori sul territorio regionale è dipendente dalla distribuzione dei dati meteo che definiscono l'indicatore (temperatura e umidità).

### Scopo dell'indicatore

In considerazione dell'aumento delle temperature, al quale stiamo assistendo negli ultimi anni, scopo dell'indicatore è mettere in evidenza condizioni meteorologiche critiche tali da determinare disagio fisiologico per l'uomo.

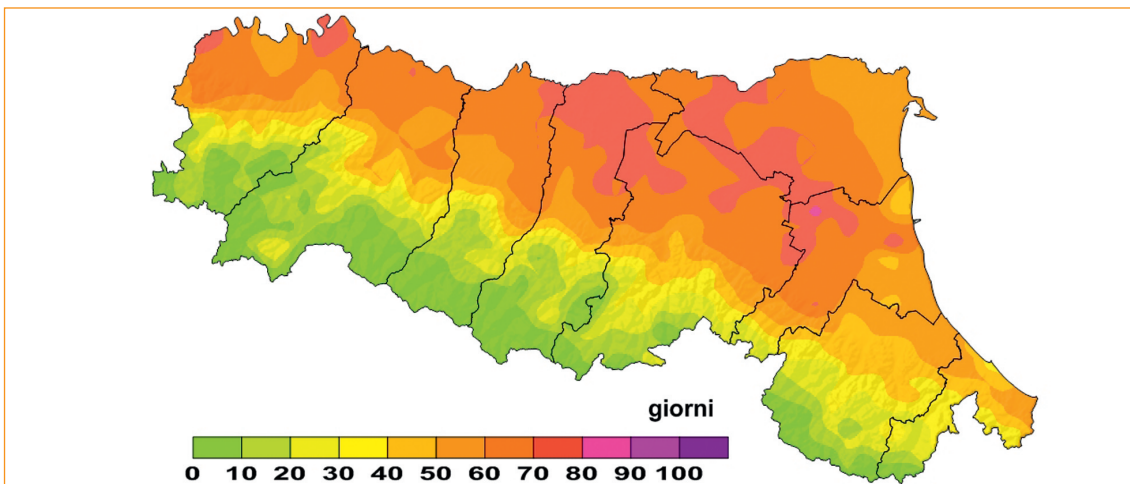


## Grafici e tabelle



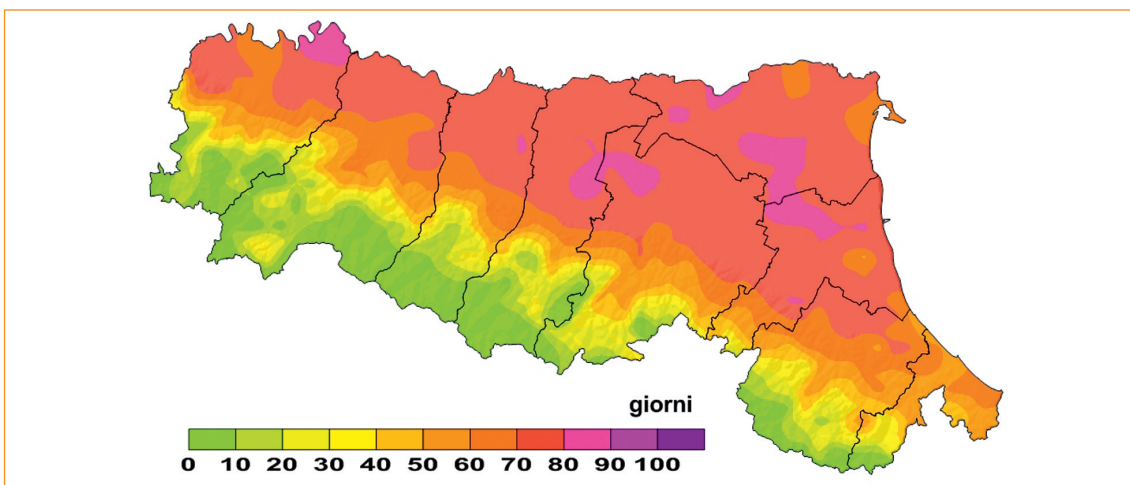
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.33:** Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2006 al 30/09/2006



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

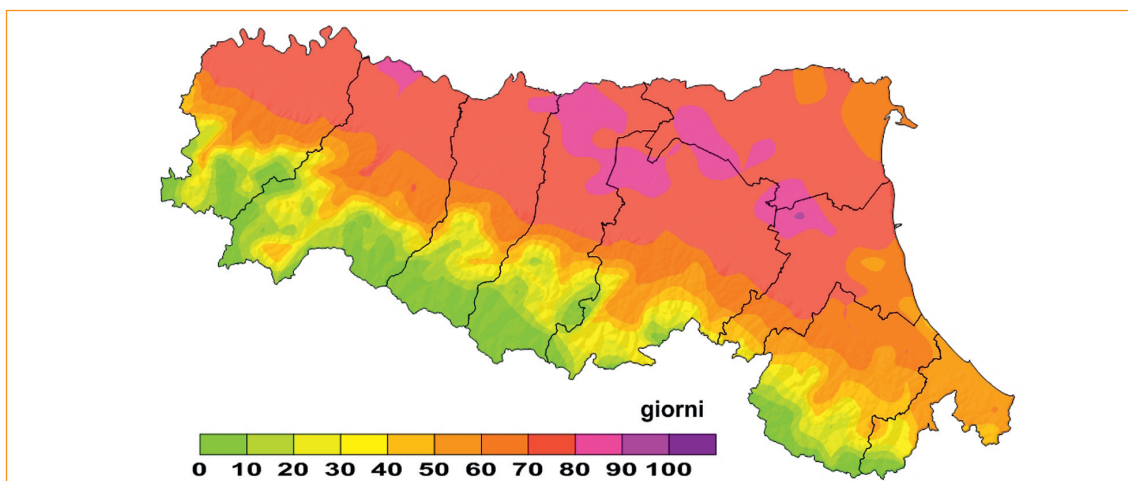
**Figura 2.34:** Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2007 al 30/09/2007



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

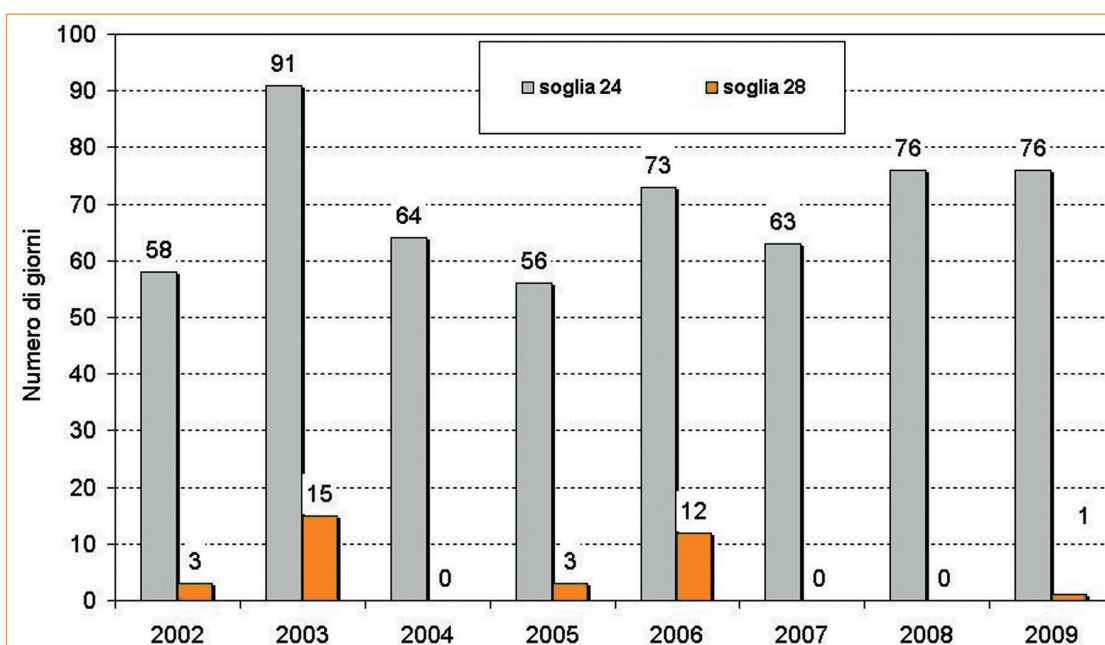
**Figura 2.35:** Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2008 al 30/09/2008





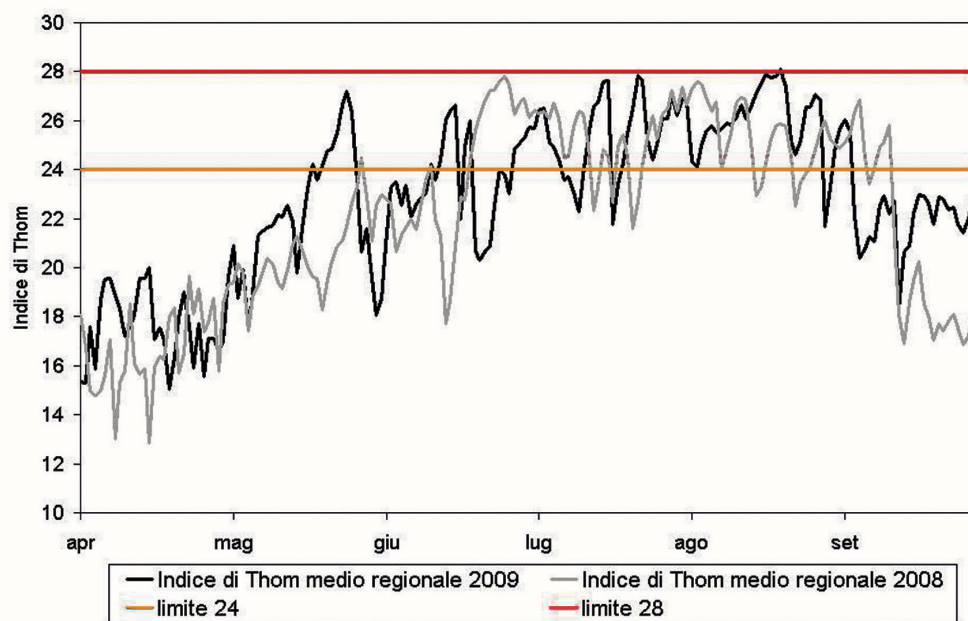
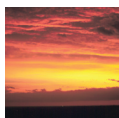
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.36: Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2009 al 30/09/2009**



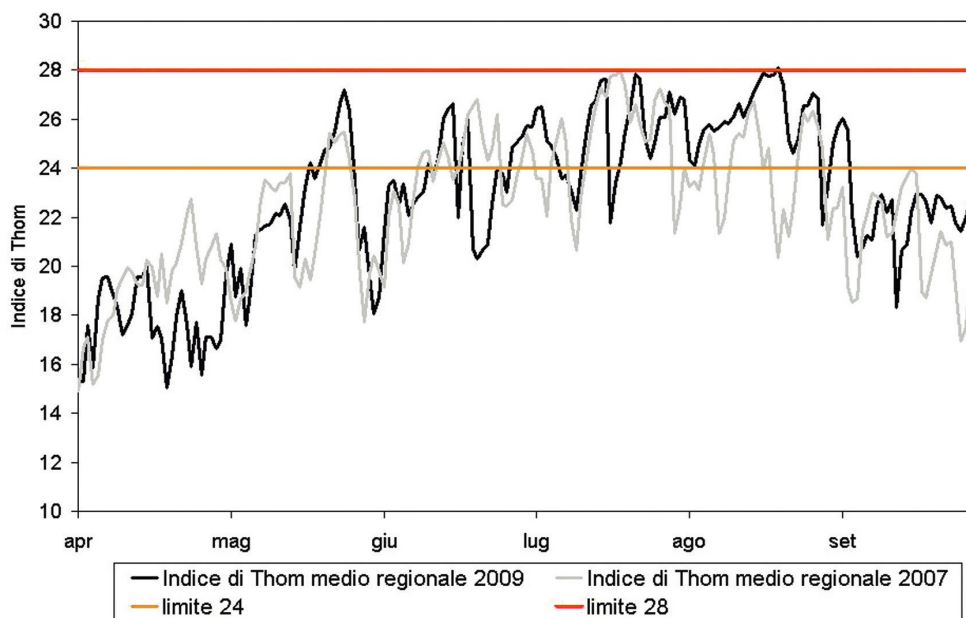
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.37: Indice di Thom, media regionale del numero di giorni superiori alla soglia 24 e 28 dal 2002 al 2009**



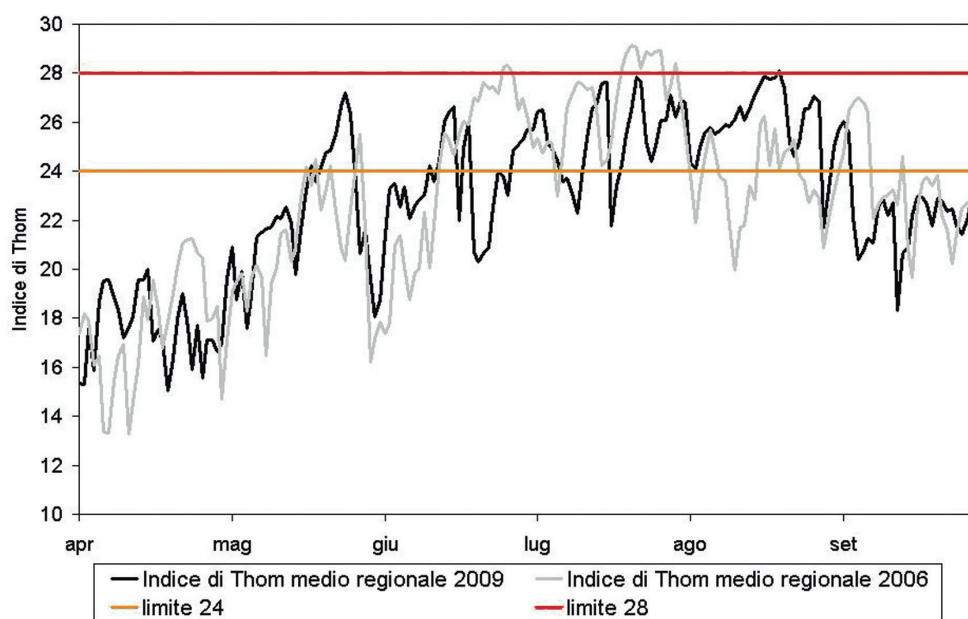
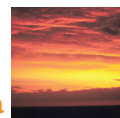
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.38: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2009 e 2008**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.39: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2009 e 2007**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.40: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2009 e 2006**

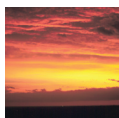
### Commento ai dati

Le figure 2.33, 2.34, 2.35, 2.36 mostrano le mappe della distribuzione del numero di giorni con indice superiore a 24 dal 2006 al 2009. Il grafico della figura 2.37 mette a confronto, per gli anni dal 2002 al 2009, i giorni di superamento delle soglie 24 e 28 calcolate sui dati di un campione di stazioni meteorologiche rappresentative di pianura; nei grafici delle figure 2.38, 2.39 e 2.40 è possibile confrontare l'andamento dell'indice medio regionale del 2009 con l'andamento delle annate precedenti, rispettivamente dal 2008 al 2006.

Il grafico di figura 2.37, prodotto in base ai dati delle stazioni meteorologiche prese a riferimento, evidenzia le caratteristiche dell'annata 2009 in confronto alle 7 precedenti: come nel 2008 si segna un elevato numero di giorni caratterizzati da presenza di condizioni iniziali di malessere fisiologico (soglia 24), ma assenza quasi completa di fenomeni, intensi e diffusi sul territorio, di spiccato disagio. Con 76 giorni oltre la soglia 24 l'annata 2009 risulta, nella serie presentata, uguale all'annata immediatamente precedente e seconda solo al 2003; considerando invece l'intensità dei fenomeni sotto l'aspetto qualitativo, quindi il superamento soglia 28 (spiccato disagio), l'anno considerato scende nella graduatoria, risultando presente solo un caso specifico. In conclusione il 2009, pur non potendosi definire sicuramente un'annata "tranquilla" dal punto di vista del disagio fisiologico da caldo e umidità, risulta in ogni caso ancora molto lontano dagli eventi estremi come quelli verificatisi nella "storica" annata 2003.

Dall'osservazione della mappa relativa alla distribuzione dei giorni di disagio nell'annata 2009 (figura 2.36), si osserva la somiglianza con l'annata 2008 (figura 2.35), sia in termini di valori assoluti che di distribuzione sul territorio degli eventi. Rispetto alle mappe dei due anni precedenti (2007 e 2006, figure 2.34, 2.33), negli ultimi due anni è evidente una maggior estensione dell'area caratterizzata da un numero di giorni superiore a 70, che comprende ora praticamente tutta la pianura.

Osservando il grafico di figura 2.38, che mostra l'andamento temporale dell'indice giornaliero del 2009 rispetto all'anno precedente, si notano, nella terza decade di maggio e nella seconda di giugno, due precoci quanto brevi fasi calde con superamento della soglia 24, seguite entrambe da una fase più fredda. Nel 2009 il periodo con valori di disagio più elevato si posiziona a metà di agosto, nel 2008 a metà giugno. Molto simili risultano gli andamenti 2009 e 2007 (figura 2.39), considerando che comunque quest'ultima annata fu caratterizzata da valori di disagio minori. Tra gli anni confrontati, il 2006 (figura 2.40) si caratterizza per i valori elevatissimi calcolati per la seconda metà di luglio, quasi costantemente superiori alla soglia 28; valore raggiunto solo sporadicamente negli anni successivi.



## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Altezze di afflusso mensile alle sezioni dei fiumi Po e Reno</i>	<b>DPSIR</b>	<i>S</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Millimetri</i>	<b>Fonte</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Bacino idrografico</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Acqua</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Afflussi medi annui e mensili per gli intervalli temporali considerati</i>		

### Descrizione dell'indicatore

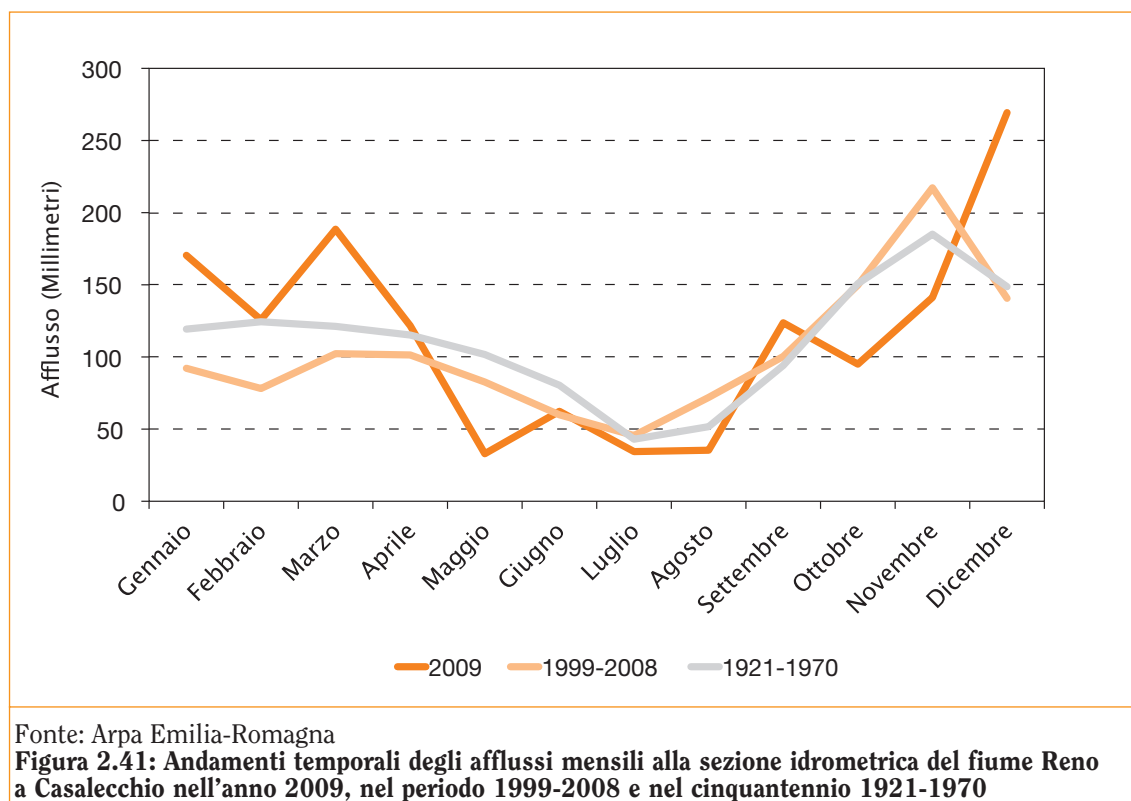
L'altezza di afflusso meteorico rappresenta l'apporto d'acqua a un bacino di interesse; il confronto con l'afflusso su un periodo di riferimento permette di valutare la variazione nel tempo dell'apporto meteorico, evidenziando eventuali tendenze a un mutamento climatico nel tempo. L'anno 2009 è stato, pertanto, confrontato con il lungo periodo corrispondente al cinquantennio 1921-1970 e il medio periodo 1999-2008 mediando i valori di afflusso mensile e annuale alle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio.

### Scopo dell'indicatore

L'altezza di afflusso meteorico permette di rappresentare, in un quadro sintetico, le disponibilità idriche dei bacini dei fiumi Po e Reno; la scelta di tre distinti periodi viene utilizzata, oltre che per individuare gli intervalli temporali con afflussi più o meno abbondanti, anche per verificare le tendenze sul medio e lungo periodo. Queste ultime possono evidenziare una varianza ciclica e periodica, con un andamento talvolta sinusoidale, o una vera e propria tendenza a un mutamento idrologico costante nel tempo.



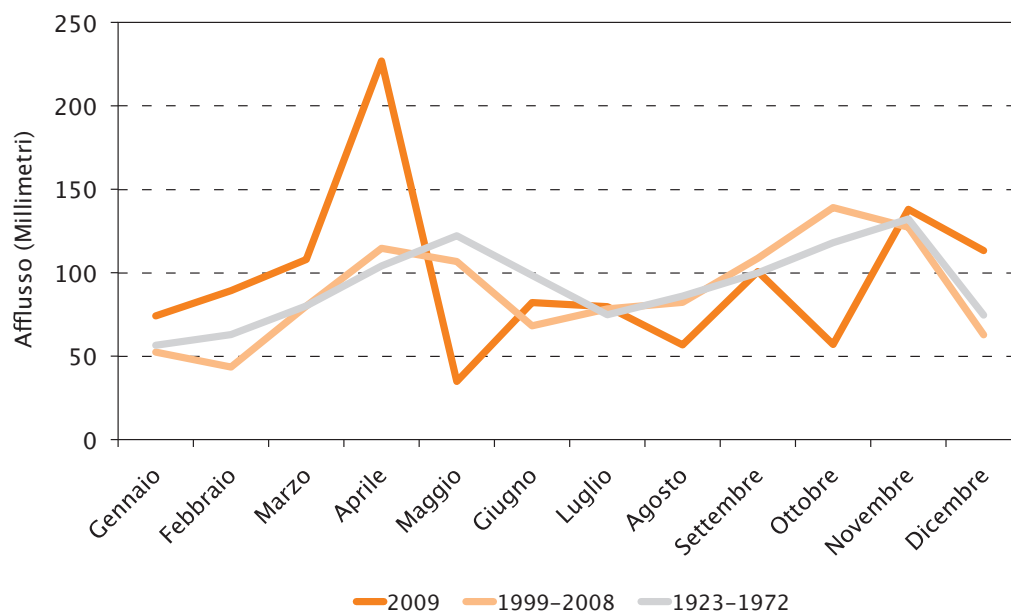
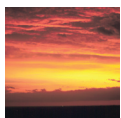
## Grafici e tabelle



**Tabella 2.3: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Reno a Casalecchio nell'anno 2009, nel periodo 1999-2008 e nel cinquantennio 1921-1970**

ANNO	AFFLUSSI MENSILI in millimetri												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Afflusso med. annuo
2009	170,4	125,8	188,5	121,7	32,9	62,3	34,4	35,4	123,7	95,0	141,2	269,3	116,7
1999-2008	92,2	78,1	102,3	101,4	82,6	59,9	45,6	72,0	100,3	149,8	217,2	140,6	103,5
1921-1970	119,3	124,4	121,2	115,2	101,7	80,4	43,0	51,7	94,1	150,8	185,1	148,7	111,3

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 2.42: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Po a Pontelagoscuro nell'anno 2009, nel periodo 1999-2008 e nel cinquantennio 1923-1972**

**Tabella 2.4: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Po a Pontelagoscuro nell'anno 2009, nel periodo 1999-2008 e nel cinquantennio 1923-1972**

ANNO	AFFLUSSI MENSILI in millimetri												Afflusso med. annuo
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
2009	74,1	89,3	107,9	226,9	34,8	82,1	79,7	56,7	100,7	57,0	138,0	113,3	96,7
1999-2008	52,4	43,5	80,0	114,6	106,7	68,2	78,3	82,2	108,7	139,0	127,3	62,8	88,6
1923-1972	56,5	62,9	80,1	104,1	122,1	98,4	74,8	86,0	99,9	118,0	132,2	74,6	92,5

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

## Commento ai dati

Lo studio della distribuzione della pioggia su di un'ampia regione con molte accidentalità orografiche, come è il bacino padano, conduce ad ammettere una certa variazione della pioggia con l'altitudine. E' possibile rappresentare sinteticamente questa variabilità spaziale attraverso un valore di afflusso espresso come l'altezza omogenea d'acqua pari al rapporto tra il contributo meteorico in volume sull'intero bacino e la superficie dello stesso.

Per la stazione del fiume Po a Pontelagoscuro si è considerata la serie storica di afflusso per il lungo periodo 1923-1972, che è stata pubblicata, e i dati relativi al medio periodo 1999-2008, in corso di pubblicazione, che pertanto potrebbero subire variazioni in fase di validazione finale a scala interregionale. Dalla visione dei diagrammi riassuntivi si evidenzia come i valori di afflusso calcolato alla sezione di chiusura del fiume Po a Pontelagoscuro varino tra un minimo di 35 mm nel mese di maggio e un massimo di 227 mm nel mese di aprile; un secondo massimo si registra nel mese di novembre, con un valore pari a 138 mm, mentre un secondo minimo si evidenzia nel mese di ottobre con un afflusso pari a 57 mm. Gli afflussi dei primi quattro mesi dell'anno risultano superiori a quelli del cinquantennio, mentre per la restante parte dell'anno gli afflussi sono a esso inferiori o uguali; nei mesi di novembre e dicembre gli afflussi si rialzano sopra la linea del lungo periodo. Complessivamente per la stazione in esame il valore dell'afflusso medio annuo risulta leggermente superiore a quello del cinquantennio.

Anche rispetto ai valori medi di afflusso del decennio 1999-2008 sono confermati i periodi di surplus di

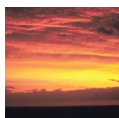


precipitazione per l'anno 2009 sopra evidenziati. Nell'intervallo centrale dell'anno, invece, il medio periodo e l'anno in esame risultano nel complesso in linea. In conclusione, gli afflussi dell'anno 2009 risultano maggiori rispetto a entrambi i periodi di riferimento.

Il bacino del Reno presenta una minore estensione rispetto al bacino padano e una meno marcata accidentalità orografica; pertanto la distribuzione degli afflussi alle scale considerate risulta più omogenea. Per il Reno a Casalecchio si sono considerate le serie storiche pubblicate di afflusso per il medio periodo 1999-2008 e per il lungo periodo 1921-1970.

Gli afflussi relativi a tale stazione variano tra un minimo di 33 mm nel mese di maggio e un massimo di 270 mm nel mese di dicembre; un secondo massimo si registra nel mese di marzo, con un valore pari a 189 mm. L'anno 2009 incomincia con afflussi maggiori rispetto al medio e lungo periodo; di seguito gli afflussi risultano inferiori o in linea con quelli dei periodi presi a riferimento, per poi superarli nel mese di dicembre. Complessivamente, gli afflussi dell'anno 2009 risultano maggiori rispetto a entrambi i periodi di confronto.





## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Standardized Precipitation Index (SPI)</i>	<b>DPSIR</b>	<i>S</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Adimensionale</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Bacino idrografico</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Mensile</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Acqua, Suolo</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Inverso della normale standard applicato alla distribuzione di probabilità cumulata dell'afflusso medio su n mesi (n vale 1, 3, 6, 12, 24 mesi in genere)</i>		

### Descrizione dell'indicatore

L'indice SPI (Standardized Precipitation Index) permette di quantificare l'anomalia della precipitazione rispetto al suo valore medio per diverse scale temporali e di caratterizzare la presenza di periodi meteorologicamente siccitosi, potenzialmente impattanti sulla disponibilità delle risorse idriche. Per l'anno 2009 sono stati calcolati i valori dell'indice SPI per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi, utilizzando l'afflusso relativo al bacino sotteso dalle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio Chiavari.

Di seguito viene riportata la tabella di classificazione dell'indice SPI, a seconda dello stato di disponibilità idrica; valori di  $SPI \leq -1$  corrispondono a periodi meteorologicamente siccitosi, mentre valori di  $SPI \geq 1$  individuano condizioni umide.

<b>SPI</b>	<b>Classificazione</b>
$\geq 2,0$	Estremamente Umido
1,50 – 1,99	Molto Umido
1,0 – 1,49	Moderatamente Umido
-0,99 – 0,99	Normale
-1,0 – -1,49	Moderatamente Secco
-1,50 – -1,99	Molto Secco
$\leq -2,0$	Estremamente Secco

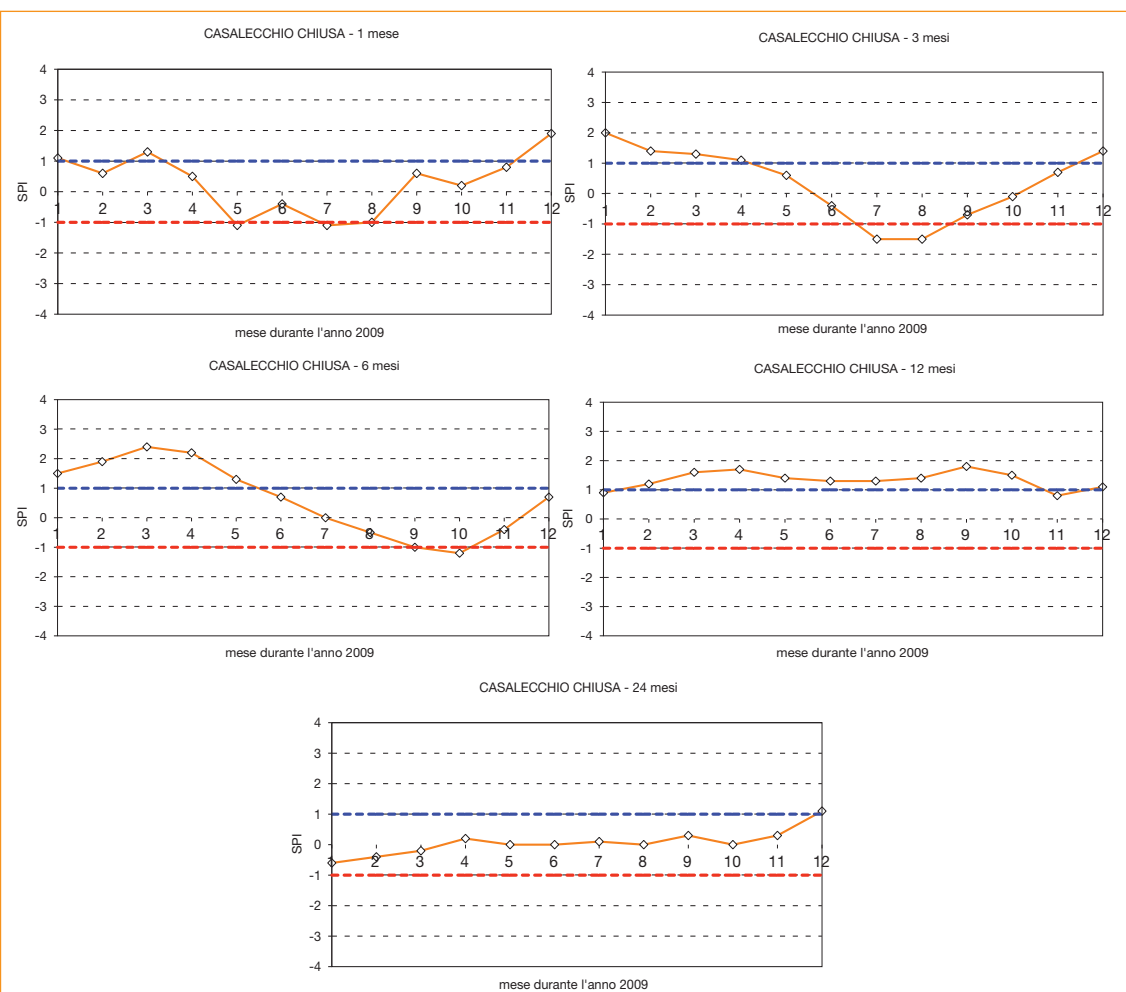
### Scopo dell'indicatore

L'indice permette di quantificare l'anomalia di precipitazione rispetto al suo valore medio per diverse scale temporali, in modo da considerare gli impatti di periodi meteorologicamente siccitosi o con abbondanza d'acqua sulle differenti fonti di risorse idriche. A breve scala temporale (1-6 mesi) è l'umidità del suolo a risentire delle anomalie di precipitazione con conseguenze immediate sul piano agricolo; al contrario, i deflussi dei fiumi e delle falde, così come il ricambio idrico degli invasi, rispondono su scale temporali più lunghe, in quanto il bacino idrologico ha una memoria lunga, che può essere quindi sollecitata da lunghi periodi di penuria o abbondanza di precipitazioni.





## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

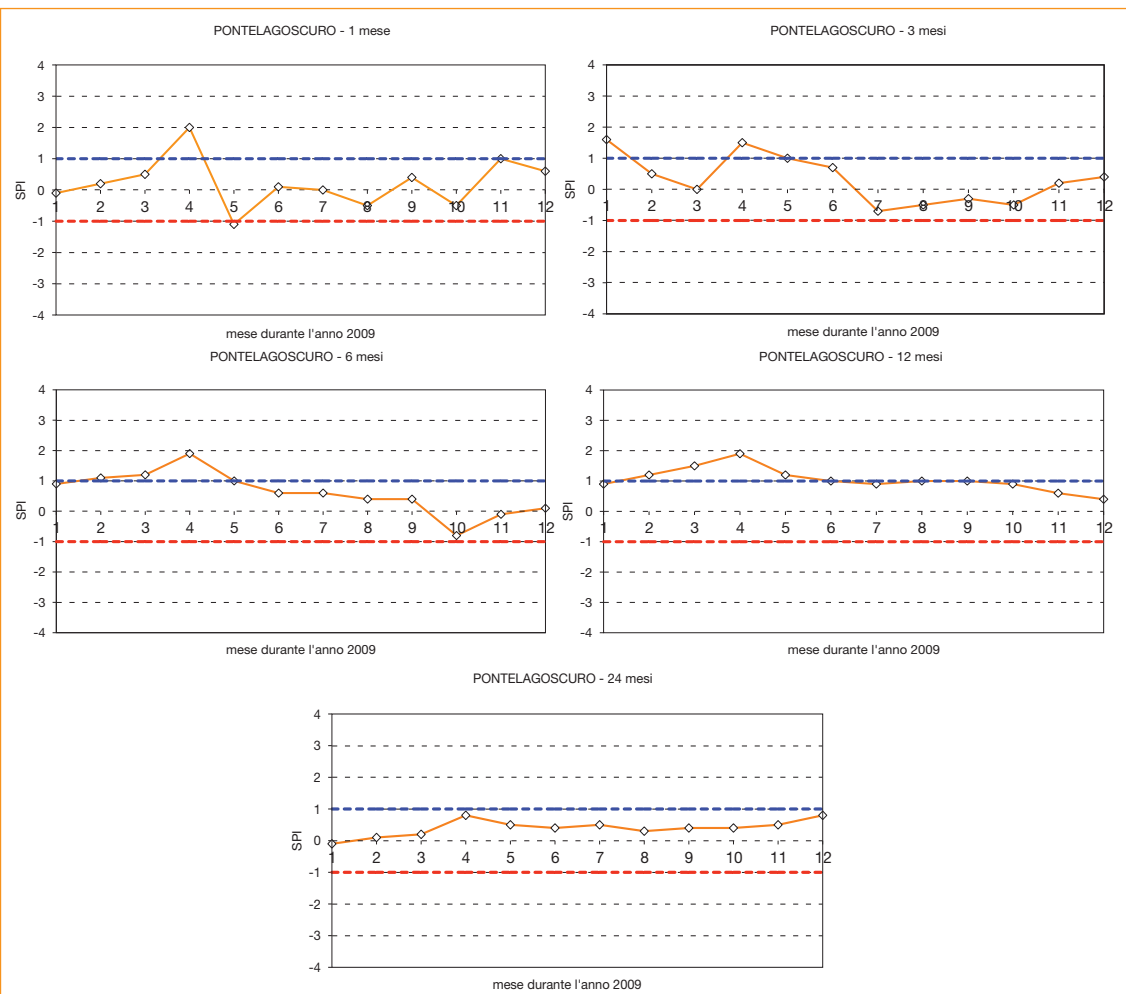
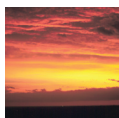
**Figura 2.43: Andamento dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa**

Nota: In rosso è evidenziato il valore di SPI che individua condizioni di siccità, mentre in blu vengono segnalate le condizioni umide

**Tabella 2.5: Valori dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa**

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01-01-09	1,1	2,0	1,5	0,9	-0,6
01-02-09	0,6	1,4	1,9	1,2	-0,4
01-03-09	1,3	1,3	2,4	1,6	-0,2
01-04-09	0,5	1,1	2,2	1,7	0,2
01-05-09	-1,1	0,6	1,3	1,4	0,0
01-06-09	-0,4	-0,4	0,7	1,3	0,0
01-07-09	-1,1	-1,5	0,0	1,3	0,1
01-08-09	-1,0	-1,5	-0,5	1,4	0,0
01-09-09	0,6	-0,7	-1,0	1,8	0,3
01-10-09	0,2	-0,1	-1,2	1,5	0,0
01-11-09	0,8	0,7	-0,4	0,8	0,3
01-12-09	1,9	1,4	0,7	1,1	1,1

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

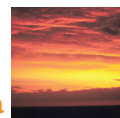
**Figura 2.44: Andamento dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro**

Nota: In rosso è evidenziato il valore di SPI che individua condizioni di siccità, mentre in blu vengono segnalate le condizioni umide

**Tabella 2.6: Valori dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro**

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01-01-09	-0,1	1,6	0,9	0,9	-0,1
01-02-09	0,2	0,5	1,1	1,2	0,1
01-03-09	0,5	0,0	1,2	1,5	0,2
01-04-09	2,0	1,5	1,9	1,9	0,8
01-05-09	-1,1	1,0	1,0	1,2	0,5
01-06-09	0,1	0,7	0,6	1,0	0,4
01-07-09	0,0	-0,7	0,6	0,9	0,5
01-08-09	-0,5	-0,5	0,4	1,0	0,3
01-09-09	0,4	-0,3	0,4	1,0	0,4
01-10-09	-0,5	-0,5	-0,8	0,9	0,4
01-11-09	1,0	0,2	-0,1	0,6	0,5
01-12-09	0,6	0,4	0,1	0,4	0,8

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



## Commento ai dati

I valori di afflusso mensile vengono mediati sulle durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi e a tali valori medi sono associati i corrispondenti indici SPI. Ad esempio, il valore di SPI relativo al mese di maggio per la durata di 3 mesi si riferisce all'afflusso mensile mediato sui tre mesi marzo, aprile, maggio. La finestra temporale è mobile sull'anno e i grafici sopra riportati evidenziano l'evoluzione temporale.

L'analisi dei diagrammi di SPI consente di verificare la disponibilità idrica meteorica, al variare della durata di aggregazione.

Alla sezione di chiusura del Po a Pontelagoscuro\*, date la notevole estensione, la complessa configurazione fisica del bacino padano e le associate condizioni meteorologiche, il dato di afflusso utilizzato per la costruzione dell'indice SPI racchiude i contributi di differenti campi mensili caratterizzati da notevole variabilità spazio-temporale.

Nel complesso l'anno 2009 è caratterizzato da una condizione normale, come indicato dall'indice SPI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi risulta normale anche la disponibilità idrica nelle singole stagioni. Estendendo l'analisi ai 6 mesi entrambi i semestri risultano in condizioni normali. Il mese di aprile risulta estremamente umido, il mese di maggio moderatamente secco e il mese di novembre moderatamente umido, come si evince dal grafico a 1 mese. Tali condizioni vengono mediate quando si effettua un'aggregazione su più mesi. Infine dall'analisi del grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2008-2009 è caratterizzato da una condizione normale in termini di disponibilità idrica.

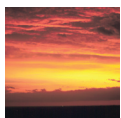
Il bacino del Reno presenta una minore estensione rispetto al bacino padano e una meno marcata accidentalità orografica; pertanto la distribuzione degli afflussi alle scale temporali considerate risulta più omogenea.

Per quanto riguarda il bacino del fiume Reno chiuso alla sezione di Casalecchio Chiusa, nel complesso l'anno 2009 è caratterizzato da una condizione moderatamente umida, come indicato dall'indice SPI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi le stagioni invernale e autunnale risultano moderatamente umide, mentre la primavera e l'estate in condizioni normali. Estendendo l'analisi ai 6 mesi entrambi i semestri rientrano in condizioni normali.

I mesi di gennaio e marzo risultano moderatamente umidi, i mesi di maggio, luglio e agosto moderatamente secchi e il mese di dicembre molto umido, come si evince dal grafico a 1 mese. Tali condizioni vengono bilanciate dai mesi complementari che costituiscono la stagione. Infine dall'analisi del grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2008-2009 è caratterizzato da una condizione moderatamente umida in termini di disponibilità idrica.

### Nota:

\* Per quanto riguarda la validazione dei dati necessari per il calcolo dell'indice SPI, si sottolinea che le precipitazioni osservate relative all'anno 2009 sono in corso di pubblicazione e pertanto potrebbero subire variazioni in fase di validazione finale, a scala interregionale, se si considera la stazione del Po a Pontelagoscuro



## Impatto

## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Portate medie mensili dei fiumi Po e Reno</i>	<b>DPSIR</b>	<i>I</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Metri cubi/secondo</i>	<b>Fonte</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Bacino idrografico</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Acqua</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Medie delle portate annuali e mensili per gli intervalli temporali considerati</i>		

## Descrizione dell'indicatore

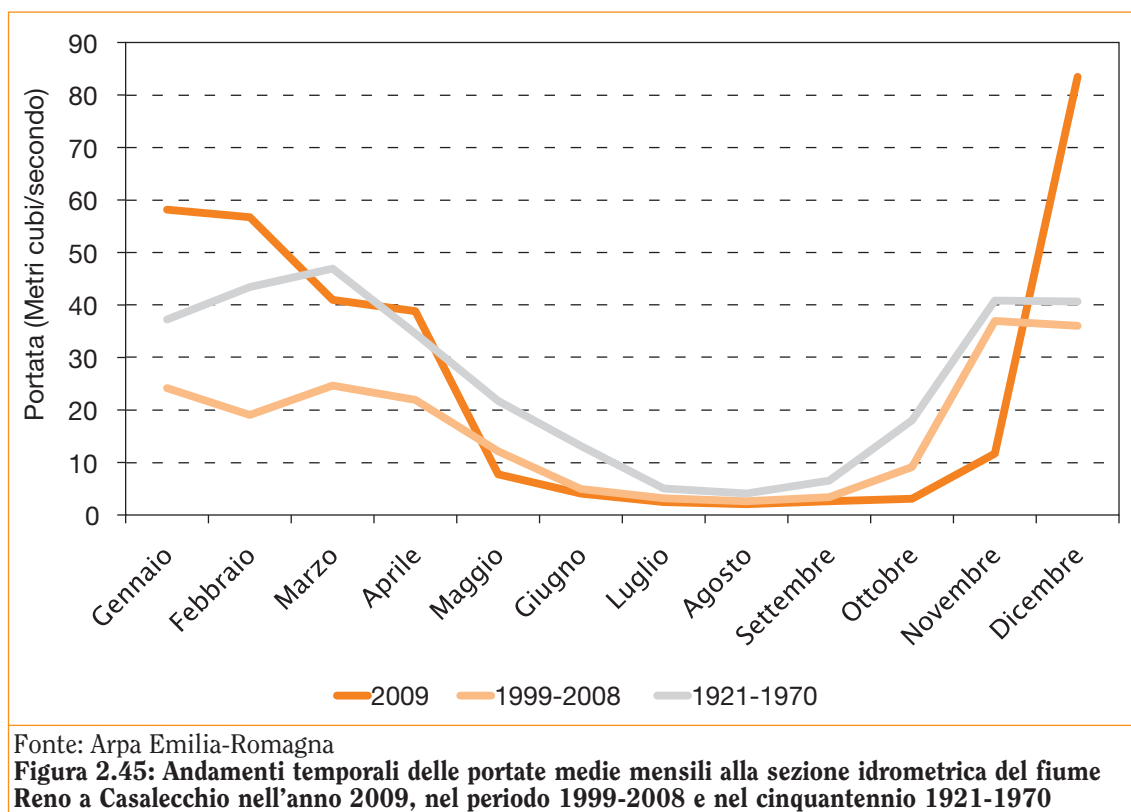
Per l'anno 2009, il periodo 1999-2008 e il cinquantennio 1921-1970 sono stati mediati i valori di portata mensile e annuale dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio. La portata media dei fiumi, relativa a un lungo periodo di osservazione, è un indice della loro ricchezza d'acqua e la conoscenza di tale statistica è utile anche per lo studio dei fattori che intervengono a modificare l'andamento delle portate da un periodo all'altro.

## Scopo dell'indicatore

Poiché l'estesa effemeride di portata permette di offrire, in un quadro sintetico, le disponibilità idriche dei fiumi Po e Reno, la scelta di tre distinti periodi viene utilizzata, oltre che per individuare gli intervalli temporali con portate più o meno abbondanti, anche per verificare le tendenze sul medio e lungo periodo. Queste ultime possono evidenziare una varianza ciclica e periodica, con un andamento talvolta sinusoidale, o una vera e propria tendenza a un mutamento idrologico costante nel tempo.



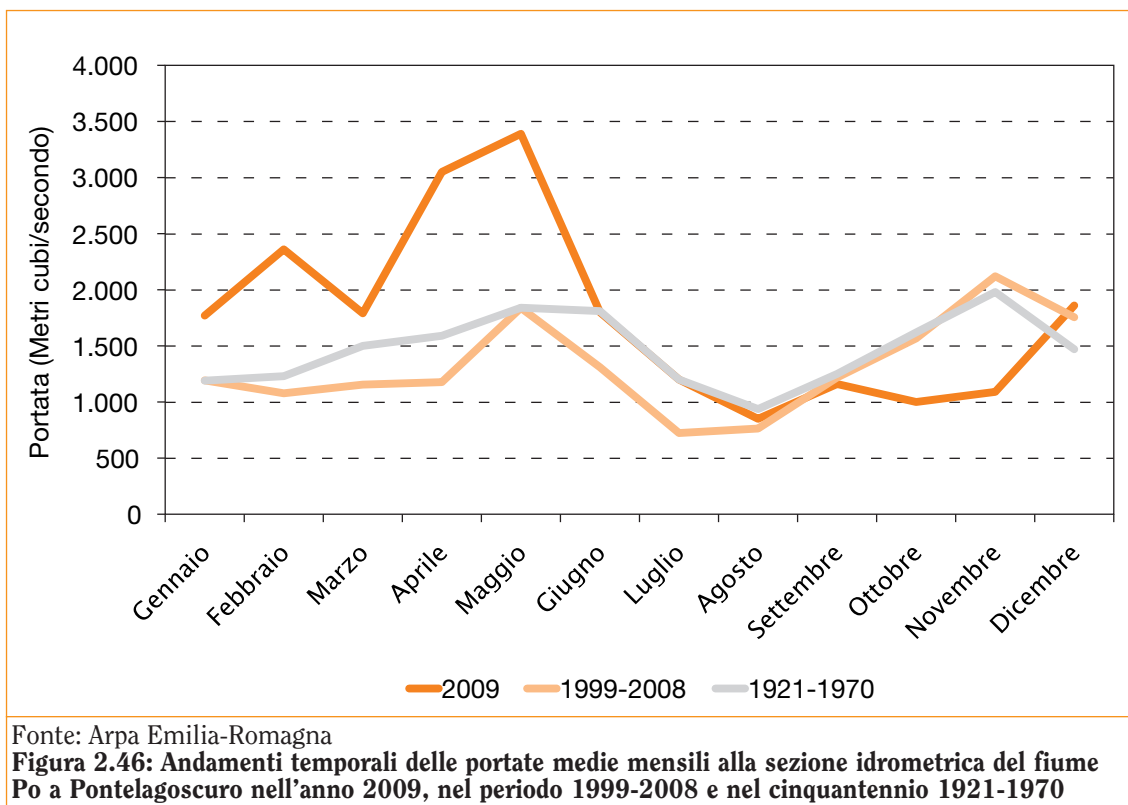
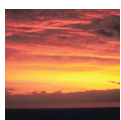
## Grafici e tabelle



**Tabella 2.7: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del Reno a Casalecchio nell'anno 2009, nel periodo 1999-2008 e nel cinquantennio 1921-1970**

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (metri cubi/secondo)												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q med. annua
<b>2009</b>	<b>58,2</b>	<b>56,7</b>	<b>41,0</b>	<b>38,8</b>	<b>7,7</b>	<b>4,1</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>	<b>2,6</b>	<b>3,1</b>	<b>11,7</b>	<b>83,5</b>	<b>25,9</b>
1999-2008	24,2	19,1	24,6	21,9	12,1	5,0	3,2	2,6	3,4	9,1	37,0	36,0	16,4
1921-1970	37,2	43,4	46,9	34,6	21,7	13,1	5,0	4,1	6,5	18,0	40,8	40,7	25,9

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



**Tabella 2.8: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del Po a Pontelagoscuro nell'anno 2009, nel periodo 1999-2008 e nel cinquantennio 1921-1970**

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (metri cubi/secondo)												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q med annua
2009	1.770	2.360	1.790	3.050	3.390	1.800	1.200	850	1.160	1.000	1.090	1.860	1.770
1999-2008	1.193	1.078	1.155	1.177	1.838	1.310	723	763	1.218	1.567	2.120	1.755	1.325
1921-1970	1.190	1.230	1.500	1.590	1.840	1.810	1.200	937	1.250	1.620	1.980	1.470	1.468

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

### Commento ai dati

La complessa configurazione idrografica e orografica del bacino padano, composto da corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia), con regimi idrologici abbastanza differenziati, comporta, durante gli eventi di pioggia, una certa varietà di situazioni nel decorso delle portate lungo il Po, connessa alla diversa distribuzione spazio-temporale dei deflussi provenienti dai tributari. Tuttavia, nonostante contributi così diversi da parte degli affluenti, l'andamento delle portate medie mensili del Po a Pontelagoscuro è caratterizzato da due massimi, rispettivamente in autunno e in primavera, e da due minimi, rispettivamente in inverno e in estate.

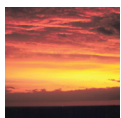
Dalla visione dei diagrammi riassuntivi si evidenzia come le portate del fiume Po a Pontelagoscuro nel primo semestre del 2009 presentino un andamento superiore rispetto sia ai valori del cinquantennio, sia a quelli del decennio, mentre nei mesi estivi risultino in linea con i periodi presi a riferimento, per tendere verso il basso nella restante parte dell'anno.

Nei primi sei mesi dell'anno si sono registrate portate superiori alla media decennale e cinquantennale, con un'escursione massima della portata media mensile che va da 3.400 m<sup>3</sup>/s a 1.800 m<sup>3</sup>/s circa, mentre nella restante parte dell'anno si osservano valori mediamente in linea con i periodi di riferimento, con oscillazioni comprese tra gli 850 m<sup>3</sup>/s e i 1.800 m<sup>3</sup>/s. Pertanto, il 2009 può consi-



derarsi un anno con caratteristiche idrologiche quantitativamente superiori a quelle del medio e del lungo periodo complessivamente nell'arco dell'intero anno.

Per quanto riguarda il fiume Reno a Casalecchio, l'andamento delle portate medie mensili nel 2009 ha fatto registrare dei valori che si sono mantenuti, da maggio fino al mese di novembre inoltrato, al di sotto della media del cinquantennio e anche inferiori alla media del decennio precedente. I mesi invernali e in particolare il mese di dicembre hanno, invece, fatto registrare valori medi superiori alle due medie di riferimento. L'apporto dei mesi invernali ha determinato un deflusso complessivo annuo superiore al 58% rispetto al valore medio del decennio e sostanzialmente in linea con il valore medio del cinquantennio. L'escursione massima della portata media mensile va da 83,5 m<sup>3</sup>/s a 2,1 m<sup>3</sup>/s, con valore medio annuo di 25,9 m<sup>3</sup>/s.



## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Standardized Flow Index (SFI)</i>	<b>DPSIR</b>	<i>I</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Adimensionale</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Bacino idrografico</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2009</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Acqua</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>			
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Inverso della normale standard applicato alla distribuzione di probabilità cumulata della portata media su n mesi (n vale 1, 3, 6, 12 e 24 mesi)</i>		

### Descrizione dell'indicatore

Per l'anno 2009 sono stati calcolati i valori dell'indice SFI (Standardized Flow Index) per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi, utilizzando le portate medie mensili osservate alle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio Chiusa. L'indice SFI permette di quantificare la disponibilità idrica di un corso d'acqua per diverse scale temporali e di caratterizzare la presenza di periodi idrologicamente siccitosi o con abbondanza di acqua.

### Scopo dell'indicatore

L'indice consente di quantificare l'anomalia della portata di un corso d'acqua rispetto al suo valore medio, per scale temporali di aggregazione di 1, 3, 6, 12 e 24 mesi.

L'indice SFI può essere confrontato con l'indice SPI qualora sia possibile ragguagliare l'SPI alla scala del bacino per il quale è stato calcolato l'SFI. Da tale confronto possono emergere condizioni di disponibilità idrica differenti a seconda che si considerino le piogge o le portate. Ad esempio può accadere che l'SPI mostri una situazione di carenza idrica, mentre l'indice SFI non la segnali, grazie alla condizione di ricarica dei fiumi da parte della falda; d'altro canto, una condizione segnalata critica dall'SFI può non esserlo dal punto di vista dell'SPI, dal momento che la scarsità idrica nei fiumi può essere imputabile più al prelievo irriguo che alla scarsità di precipitazioni.

Di seguito viene riportata la tabella di classificazione dell'indice SFI, a seconda dello stato di disponibilità idrica; valori di  $SFI \leq -1$  corrispondono a periodi di siccità, mentre valori di  $SFI \geq 1$  individuano periodi umidi.

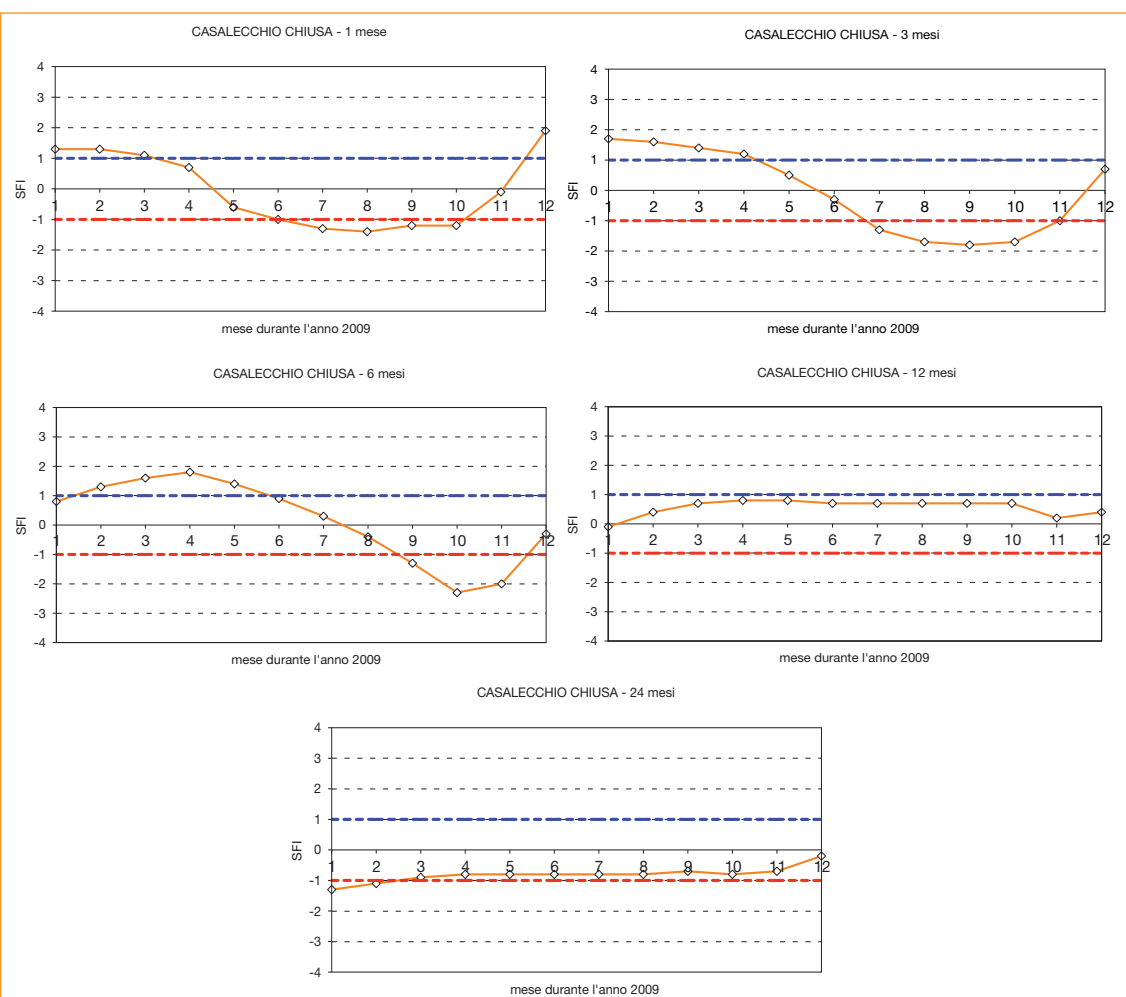
<b>SFI</b>	<b>Classificazione</b>
$\geq 2,0$	Estremamente Umido
1,50 – 1,99	Molto Umido
1,0 – 1,49	Moderatamente Umido
-0,99 – 0,99	Normale
-1,0 – -1,49	Moderatamente Secco
-1,50 – -1,99	Molto Secco
$\leq -2,0$	Estremamente Secco

L'analisi dei diagrammi di SFI consente di verificare lo stato idrologico delle sezioni fluviali, al variare della durata di aggregazione.





## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

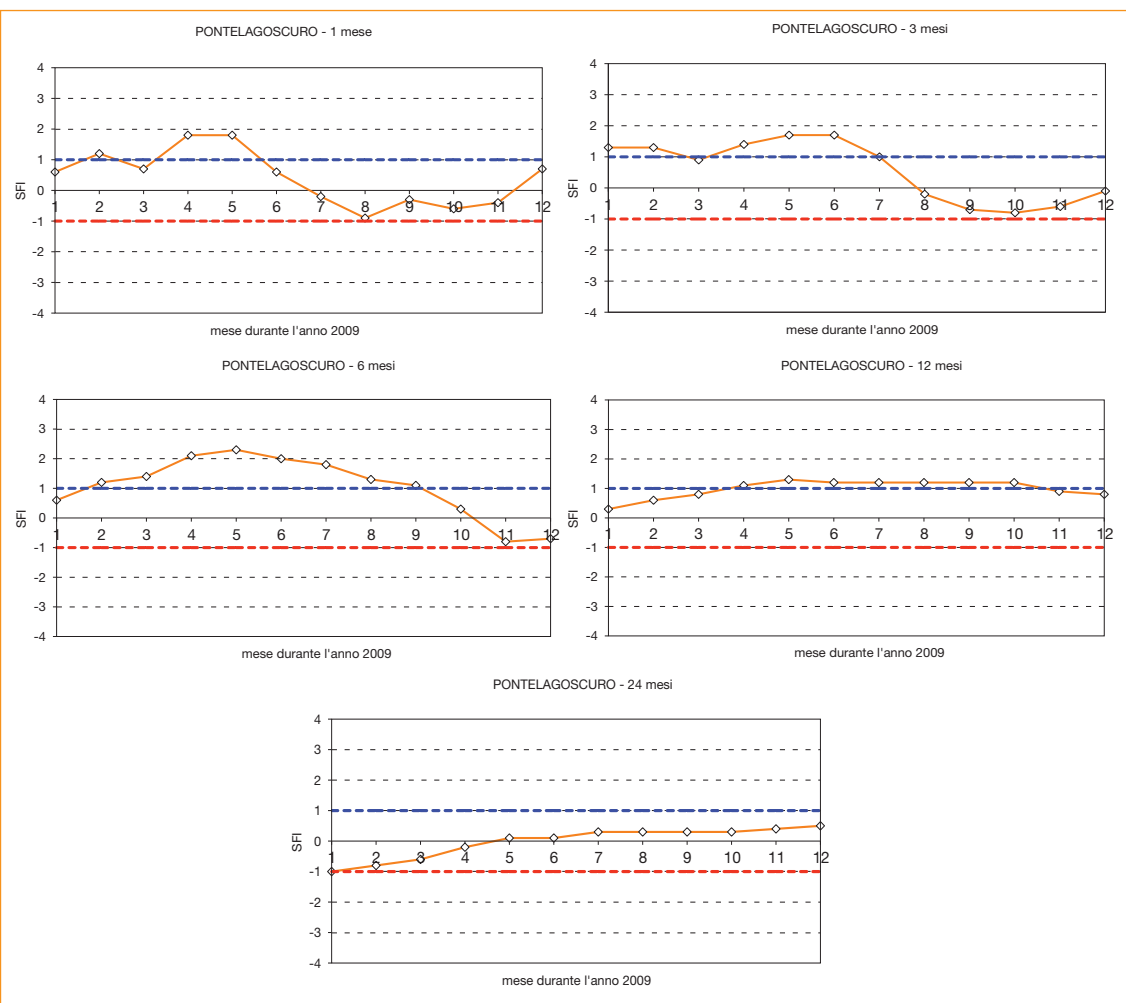
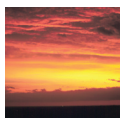
**Figura 2.47: Andamento dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa**

Nota: In rosso è evidenziato il valore di SFI che individua condizioni di siccità, mentre in blu vengono segnalate le condizioni umide

**Tabella 2.9: Valori dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa**

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01-01-09	1,3	1,7	0,8	-0,1	-1,3
01-02-09	1,3	1,6	1,3	0,4	-1,1
01-03-09	1,1	1,4	1,6	0,7	-0,9
01-04-09	0,7	1,2	1,8	0,8	-0,8
01-05-09	-0,6	0,5	1,4	0,8	-0,8
01-06-09	-1,0	-0,3	0,9	0,7	-0,8
01-07-09	-1,3	-1,3	0,3	0,7	-0,8
01-08-09	-1,4	-1,7	-0,4	0,7	-0,8
01-09-09	-1,2	-1,8	-1,3	0,7	-0,7
01-10-09	-1,2	-1,7	-2,3	0,7	-0,8
01-11-09	-0,1	-1,0	-2,0	0,2	-0,7
01-12-09	1,9	0,7	-0,3	0,4	-0,2

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

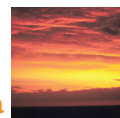
**Figura 2.48: Andamento dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro**

Nota: In rosso è evidenziato il valore di SFI che individua condizioni di siccità, mentre in blu vengono segnalate le condizioni umide

**Tabella 2.10: Valori dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro**

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01-01-09	0,6	1,3	0,6	0,3	-1,0
01-02-09	1,2	1,3	1,2	0,6	-0,8
01-03-09	0,7	0,9	1,4	0,8	-0,6
01-04-09	1,8	1,4	2,1	1,1	-0,2
01-05-09	1,8	1,7	2,3	1,3	0,1
01-06-09	0,6	1,7	2,0	1,2	0,1
01-07-09	-0,2	1,0	1,8	1,2	0,3
01-08-09	-0,9	-0,2	1,3	1,2	0,3
01-09-09	-0,3	-0,7	1,1	1,2	0,3
01-10-09	-0,6	-0,8	0,3	1,2	0,3
01-11-09	-0,4	-0,6	-0,8	0,9	0,4
01-12-09	0,7	-0,1	-0,7	0,8	0,5

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



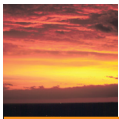
## Commento ai dati

I valori di portata mensile vengono mediati sulle durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi e a tali valori medi sono associati i corrispondenti indici SFI. Ad esempio, il valore di SFI relativo al mese di maggio per la durata di 3 mesi si riferisce alla portata mensile mediata sui mesi di marzo, aprile, maggio. La finestra temporale è mobile sull'anno e i grafici riportati nella scheda evidenziano l'evoluzione temporale dell'indice.

Alla sezione di chiusura del Po a Pontelagoscuro, il bilancio idrologico del bacino padano è influenzato dalla sua notevole estensione e complessa configurazione fisica: a regimi idrologici differenziati, che caratterizzano i corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia), si associa la presenza delle Alpi, e quindi di neve e ghiacciai, unita alla capacità di accumulo dei grandi laghi e dei numerosi invasi artificiali. Questo complesso mosaico può essere sintetizzato attraverso l'applicazione dell'indice idrologico SFI.

Nel complesso l'anno 2009 è caratterizzato da una condizione normale, come indicato dall'indice SFI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi risulta normale anche la disponibilità idrica nelle stagioni invernale, estiva e autunnale, mentre la primavera risulta molto umida. Estendendo l'analisi ai 6 mesi, il primo semestre rientra in condizioni estremamente umide, mentre il secondo semestre in condizioni normali. Si segnala il mese di febbraio come moderatamente umido, mentre i mesi di aprile e maggio molto umidi, come si evince dal grafico a 1 mese. Si osserva quindi che la condizione molto umida in primavera passa a estremamente umida se si considera l'analisi sul semestre; tale comportamento trova riscontro nella persistenza del segnale molto umido evidenziato sui mesi di aprile e maggio dall'analisi a 1 mese. Infine, dal grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2008-2009 è caratterizzato da una condizione normale in termini di disponibilità idrica.

Per quanto riguarda il bacino del fiume Reno chiuso alla sezione di Casalecchio Chiusa, di estensione notevolmente minore rispetto a quello del Po, nel complesso l'anno 2009 è caratterizzato da una condizione normale, come indicato dall'indice SFI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi risulta normale la disponibilità idrica nelle stagioni primaverile e autunnale, moderatamente umido l'inverno mentre molto secca l'estate. Estendendo l'analisi ai 6 mesi entrambi i semestri risultano in condizioni normali. Dall'analisi del grafico a 1 mese si evidenzia come l'inizio dell'anno 2009 sia moderatamente umido, i mesi da giugno a ottobre presentino caratteristiche idrologiche moderatamente secche, mentre il mese di dicembre è caratterizzato da condizioni molto umide. Tali condizioni vengono mediate quando si effettua l'aggregazione a 6 mesi e in autunno; nel caso della stagione estiva vengono, invece, amplificate. Infine, dall'analisi del grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2008-2009 è caratterizzato da una condizione normale in termini di disponibilità idrica.



## Risposte

## SCHEMA INDICATORE

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili rispetto al consumo interno lordo (CIL)</i>	<b>DPSIR</b>	<i>R</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Percentuale</i>	<b>FONTE</b>	<i>TERNA, GSE</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>UE-15, Italia, Regione</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>2008</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Aria</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Dir 77/2001/CE</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>			

## Descrizione dell'indicatore

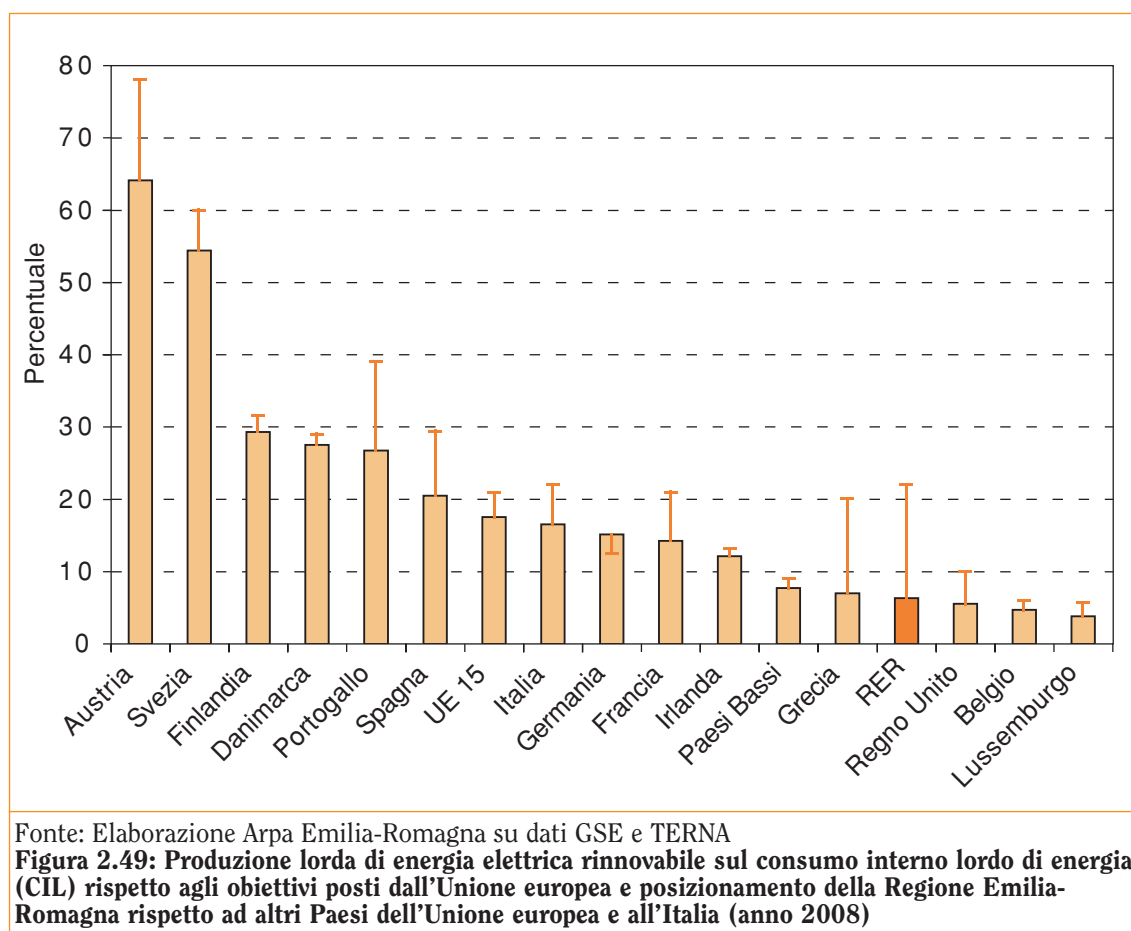
L'indicatore descrive la penetrazione al 2008 dell'offerta elettrica da fonti rinnovabili in relazione al consumo interno lordo (CIL) di energia elettrica. I dati di produzione sono prodotti annualmente dal GSE e da TERNA.

## Scopo dell'indicatore

L'indicatore permette di valutare il divario esistente tra gli obiettivi europei di penetrazione delle fonti rinnovabili e la situazione esistente al 2008 in Emilia-Romagna.

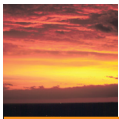


## Grafici e tabelle



## Commento ai dati

La regione non sembra ancora sfruttare appieno le proprie fonti d'energia provenienti dalla trasformazione della radiazione solare, dal vento, dalle risorse geotermiche, etc. In tal modo pare difficile contribuire in modo incisivo al raggiungimento dell'obiettivo posto dall'Unione europea per l'Italia (pari al 22% del consumo interno lordo). La spinta verso la penetrazione di queste fonti più sostenibili è determinata, in questi ultimi anni, dalla localizzazione di numerosi piccoli impianti a biomassa, equamente distribuiti su tutte le nove province, e da un incremento considerevole degli impianti fotovoltaici civili e industriali.



## Commenti tematici

A livello annuale il 2009 è stato caratterizzato da anomalie positive di temperatura su tutta la regione, con un valore regionale di anomalia di circa 1°C per quanto riguarda le temperature minime e di circa 2°C per quanto riguarda le temperature massime (media sulle stazioni disponibili).

Scendendo più in dettaglio a livello stagionale, per quanto riguarda i valori di temperatura minima, un segnale di anomalia positiva esteso su tutta la regione, con valori più intensi nella collina e sulla fascia appenninica, è stato riscontrato durante la primavera e l'estate. È da sottolineare che il contributo più importante per queste due stagioni è attribuito ai mesi di maggio e agosto, mesi che hanno prodotto anomalie fino a 4°C per le stagioni sopraindicate. Per quanto riguarda l'inverno e l'autunno, una anomalia positiva è stata registrata a livello stagionale, meno intensa durante l'inverno (circa 0,5°C) che durante l'autunno.

I valori medi stagionali delle temperature massime hanno evidenziato delle anomalie positive intense su tutta la regione durante la primavera e l'estate, con valori che hanno raggiunto punte anche di 4°C durante la primavera e 5°C durante l'estate. Il contributo più importante viene attribuito ai mesi di maggio, luglio e agosto. Per quanto riguarda le temperature massime invernali e autunnali, valori al di sopra del valore climatico di riferimento sono stati registrati anche per queste due stagioni, con valori di anomalia fino a 1°C per l'inverno e 2°C per l'autunno.

Pertanto il periodo 1961-2009 mantiene ancora una tendenza positiva per i valori medi annuali e stagionali delle temperature; il trend è più intenso per i valori massimi che per quelli minimi.

Relativamente ad alcuni indicatori estremi di temperatura, è importante sottolineare come durante la primavera e autunno il numero di giorni con gelo sia stato al di sotto del valore climatico di riferimento su tutta la regione, con valori di circa 10 giorni. Anomalie negative dell'indicatore sono state osservate anche durante l'inverno nella fascia pedemontana, nella pianura interna e lungo la costa, mentre il resto del territorio ha mostrato delle anomalie negative in media di 5 giorni.

Un'anomalia positiva è stata, invece, ottenuta per il numero di giorni estivi con temperatura massima superiore a 30°C. Questo segnale si è riscontrato su quasi tutta la regione, con valori di anomalia compresi tra 23 e 50 giorni.

L'analisi delle precipitazioni a livello annuale ha messo in evidenza un anno, 2009, caratterizzato da un deficit di precipitazione nelle province di Forlì-Cesena, Ravenna, Rimini e nella pianura della provincia di Reggio Emilia, mentre il resto del territorio regionale è stato caratterizzato da anomalie positive. Analizzando in dettaglio le singole stagioni è stato notato che l'estate, ma anche l'autunno, sono state le stagioni più secche. Al contrario, l'inverno ha registrato un'anomalia positiva delle precipitazioni su tutta la regione. Una configurazione simile è stata registrata anche durante la primavera, eccetto per la parte sud-orientale della regione, dove sono state registrate lievi anomalie negative.

Il trend delle precipitazioni per il periodo 1961-2009 si mantiene ancora negativo a livello annuale, più accentuato durante l'inverno e meno durante la primavera e l'estate; l'autunno mantiene invece un trend positivo di lungo periodo.

Relativamente ad alcuni indicatori estremi di precipitazione, si nota come il numero annuale di giorni con pioggia intensa è stato superiore alla media climatologica su tutta la regione durante l'inverno e inferiore durante l'estate, mentre per le altre stagioni si sono riscontrate alternanze di anomalie positive e negative.



### Sintesi finale

- ☹ Un 2009 più caldo della norma sia nei valori di temperatura minima che nelle massime. Anomalia positiva di temperatura più intensa nelle massime con un contributo importante dovuto alla primavera ed estate. Per il lungo periodo (1961-2009) si mantiene un chiaro trend positivo, più marcato per le temperature massime che per le minime.
- ☹ L'anno 2009 è caratterizzato da anomalie pluviometriche positive durante l'inverno e primavera, un deficit durante l'estate e autunno. Per il periodo 1961-2009 l'andamento annuale delle precipitazioni mostra ancora una tendenza negativa delle piogge.

### Messaggio chiave

- ☹ Nel 2009 ancora anomalie positive di temperatura minima e massima, con primavera ed estate particolarmente calde. In estate e autunno è stato riscontrato anche un deficit delle precipitazioni.

### Bibliografia

1. Antolini G., Tomei F., 2006, PRAGA - Programma di Analisi e Gestione di dati Agrometeorologici. Atti del convegno AIAM "Agrometeorologia e gestione delle colture agrarie", Torino 6-8 giugno
2. Cacciamani C. et al., 2001, "Evidenza di cambiamenti climatici sul Nord Italia. Parte 1: Analisi delle temperature e delle precipitazioni", in Quaderno Tecnico, ARPA-SMR n. 02/2001, pag. 1-43
3. Marletto V. et al., (2010), "Atlante idroclimatico della regione Emilia-Romagna". ISBN 88-87854-24-6
4. Pavan V. et al., 2008, "Daily precipitation observations over Emilia-Romagna: mean values and extremes". Int. J. Climatol. DOI: 10.1002/joc.1694
5. Tomozeiu R. et al., 2002, "Cambiamenti termici in Emilia-Romagna", Arpa Rivista, n° 6, Novembre-Dicembre 2002, 58-60
6. Tomozeiu R. et al., 2006, "Observed temperature changes in Emilia-Romagna: mean values and extremes". Climate Research, 31, 217-225



