

INTERVENTI PREVISTI DAL PROGRAMMA DI ATTUAZIONE DEL PNRR

MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 3.3 “RINATURAZIONE DELL’AREA DEL PO” FINANZIATO DALL’UNIONE EUROPEA – NEXTGENERATIONEU

SCHEDE DI PRIORITÀ 2A E 2B

PROGETTISTI:

A.T.I.

TECHNITAL S.p.A.
(Capogruppo mandataria)



Mandanti:



STAZIONE APPALTANTE:

Agenzia Interregionale per il Fiume Po
Strada G. Garibaldi n.75 - 43121 Parma (PR)

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Ing. Mirella Vergnani

**RESPONSABILE DELL' INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:**

Ing. Alberto Marchi



PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GENERALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

RESPONSABILE DELL'ELABORATO:

TECHNITAL S.p.A.
Ing. Alberto Marchi

CODICE ELABORATO:

II209P-E20-00-GEN-RG-03-2

| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|-----------|---------|---|-----------|---------------|-----------|
| REV 0 | 06/2025 | PRIMA EMISSIONE | A. Marchi | A. Cacciatori | A. Marchi |
| REV 1 | 07/2025 | RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE | A. Marchi | A. Cacciatori | A. Marchi |
| REV 2 | 08/2025 | AGGIORNAMENTO SUPERFICI SCHEDA 4 | A. Marchi | A. Cacciatori | A. Marchi |
| | | | | | |

INTERVENTI PREVISTI DAL PROGRAMMA DI ATTUAZIONE DEL PNRR
MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 3.3 “RINATURAZIONE DELL’AREA DEL PO”
FINANZIATO DALL’UNIONE EUROPEA – NEXTGENERATIONEU

SCHEDA DI PRIORITÀ 2A E 2B

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE DI ADATTAMENTO
AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Agosto 2025

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-2 | Pag. n.2 |
| | Rev. 2 | Data: Agosto 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. <u>PREMESSA</u> | 5 |
| 2. <u>INTRODUZIONE</u> | 7 |
| 2.1. AMBITO DI APPLICAZIONE | 7 |
| 2.2. ATTI ADOTTATI A LIVELLO INTERNAZIONALE, EUROPEO, NAZIONALE E REGIONALE | 7 |
| 2.2.1. ATTI ADOTTATI A LIVELLO INTERNAZIONALE | 7 |
| 2.2.2. ATTI ADOTTATI A LIVELLO EUROPEO | 8 |
| 2.2.3. ATTI ADOTTATI A LIVELLO NAZIONALE | 9 |
| 2.2.4. ATTI ADOTTATI A LIVELLO REGIONALE | 10 |
| 2.3. PIANO NAZIONALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI | 11 |
| 3. <u>DNSH</u> | 15 |
| 4. <u>ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI</u> | 16 |
| 4.1. PRINCIPI GENERALI DI VALUTAZIONE | 16 |
| 4.2. DEFINIZIONE EVENTI CLIMATICI | 17 |
| 4.3. SPECIE ALLOCTONE | 19 |
| 4.4. QUADRO CLIMATICO NAZIONALE | 20 |
| 4.5. ANALISI DELLA CONDIZIONE CLIMATICA ATTUALE DELL'AREA INTERESSATA DALL'INVESTIMENTO M2C4 I3.3 | 25 |
| 4.5.5. SERIE TEMPORALI NELLE AREE DEL SECONDO STRALCIO | 26 |
| 4.6. VALUTAZIONE DELLE PROIEZIONI CLIMATICHE | 33 |
| 4.7. IMPATTI E VULNERABILITÀ SETTORIALI | 36 |
| 5. <u>PIANO DI ADATTAMENTO</u> | 45 |
| <u>ALLEGATO A - TABELLA DI SINTESI DEGLI INTERVENTI</u> | 47 |

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.3 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 – PNACC, Allegato IV, Database Azioni, Misure integrative | 14 |
| Figura 4.1 – Classificazione dei pericoli legati al clima (Fonte: Appendice A del Regolamento delegato (UE) 2021/2139) | 17 |
| Figura 4.2 – Valori medi stagionali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate su periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25. | 22 |
| Figura 4.3 – Mappe di alcuni degli indicatori climatici analizzati sul periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25. | 23 |
| Figura 4.4 – Valori medi stagionali per aree geografiche di temperatura media e precipitazione a partire dal dataset di osservazione E-OBS (versione 25) per il periodo 1981-2010 | 24 |
| Figura 4.5 – Valori medi annuali per aree geografiche degli indicatori calcolati a partire dal dataset di osservazione E-OBS (versione 25) per il periodo 1981-2010; | 25 |
| Figura 4.6 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Pavia | 27 |
| Figura 4.7 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Pavia | 27 |
| Figura 4.8 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Piacenza | 28 |
| Figura 4.9 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Piacenza | 28 |
| Figura 4.10 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Cremona | 29 |
| Figura 4.11 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Cremona | 29 |
| Figura 4.12 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Parma | 30 |
| Figura 4.13 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Parma | 30 |
| Figura 4.14 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Palidano di Gonzaga | 31 |
| Figura 4.15 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Palidano di Gonzaga | 31 |
| Figura 4.16 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Palidano di Villadose | 32 |
| Figura 4.17 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Villadose | 32 |
| Figura 4.18 – Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5 | 34 |
| Figura 4.19 – Variazioni di temperatura media e precipitazione cumulata (ensemble mean) per il periodo centrato su 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 | 34 |
| Figura 4.20 – Variazioni climatiche annuali (ensemble mean) per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5 | 35 |
| Figura 4.21 – Variazioni climatiche (ensemble mean) annuali per aree geografiche, considerando tutti gli indicatori climatici riportati in figura precedente, per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 | 36 |
| Figura 4.22 – Portate medie annue per distretto idrografico, scenario climatico (RCP 2.6, 4.5, 8.5) e periodo di riferimento (2020, 2050, 2080) | 38 |
| Figura 4.23 – Portate medie mensili per distretto idrografico, scenario climatico (RCP 2.6, 4.5, 8.5) e periodo di riferimento (2020, 2050, 2080) | 38 |
| Figura 4.24 – Macroregione 1 - Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010 | 41 |
| Figura 4.25 – Macroregione 2 - Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010 | 42 |

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.4 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Figura 4.26 – Zona 1 Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010 ____ 43

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-2 | Pag. n.5 |
| | Rev. 2 | Data: Agosto 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

1. PREMESSA

L'intervento generale oggetto della presente relazione, rappresentato dall'investimento M2C4 I3.3 – RINATURAZIONE DELL'AREA DEL PO si pone l'obiettivo di rispettare il principio del DNSH (Do No Significant Harm) secondo quanto indicato articolo 18 del Regolamento UE 241/2021 introdotto dal Regolamento (UE) 2020/852 cd. Regolamento Tassonomia. Il principio DNSH prevede che gli interventi previsti dai PNRR nazionali **“non arrechino nessun danno significativo all'ambiente”**: questo principio è fondamentale per accedere ai finanziamenti del Dispositivo per la Ripresa e Resilienza (RRF - *Recovery e Resilience Facility*).

Il principio DNSH si basa su quanto specificato nella “Tassonomia per la finanza sostenibile”, adottata per promuovere gli investimenti del settore privato in progetti verdi e sostenibili nonché contribuire a realizzare gli obiettivi del Green Deal.

Il Regolamento individua sei criteri per determinare come ogni attività economica contribuisca in modo sostanziale alla tutela dell'ecosistema, senza arrecare danno a nessuno degli obiettivi ambientali:

- Mitigazione dei cambiamenti climatici
- Adattamento ai cambiamenti climatici
- Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine
- Transizione verso l'economia circolare, con riferimento anche a riduzione e riciclo dei rifiuti
- Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria; dell'acqua o del suolo
- Protezione e ripristino della biodiversità e della salute degli ecosistemi,

Uno specifico allegato tecnico della Tassonomia (PDF) riporta i parametri per valutare se le diverse attività economiche contribuiscano in modo sostanziale alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici o causino danni significativi ad uno degli altri obiettivi. Basandosi sul sistema europeo di classificazione delle attività economiche (NACE), vengono quindi individuate le attività che possono contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici, identificando i settori che risultano cruciali per un'effettiva riduzione dell'inquinamento. Il quadro definito dalla Tassonomia fornisce quindi una guida affidabile affinché le decisioni di investimento siano sostenibili ed è diventato un elemento cardine nei criteri di assegnazione delle risorse europee.

Coerentemente con le linee guida europee, la valutazione tecnica stima in una prospettiva a lungo termine gli effetti diretti e indiretti attesi. Gli effetti generati sui sei obiettivi ambientali da un investimento o una riforma sono quindi stati ricondotti a quattro scenari distinti:

1. La misura ha impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo;
2. La misura sostiene l'obiettivo con un coefficiente del 100%;
3. La misura contribuisce “in modo sostanziale” all'obiettivo ambientale;
4. La misura richiede una valutazione DNSH complessiva.

Una volta individuati questi scenari, è possibile definire due approcci per le valutazioni DNSH:

- Approccio semplificato;

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.6 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

- Analisi approfondita e condizioni da rispettare.

I criteri tecnici riportati nelle autovalutazioni DNSH del PNRR costituiscono elementi guida lungo tutto il percorso di progettazione.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.7 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

2. INTRODUZIONE

2.1. Ambito di applicazione

L'Investimento 3.3 "Rinaturazione dell'area del Po" previsto nell'ambito della Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica", Componente 4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica" del PNRR intende supportare una diffusa azione di rinaturazione lungo tutta l'area del fiume Po, che negli anni è stata compromessa da escavazioni, inquinamento, consumo del suolo e da una canalizzazione eccessiva dell'alveo, con conseguente aumento del rischio idrogeologico ed impatti negativi su alcuni habitat.

Gli interventi previsti mirano in particolare a riattivare i processi naturali e a favorire il recupero della biodiversità, garantendo il ripristino del fiume ed un uso più efficiente e sostenibile delle risorse idriche (CID: "La misura mira a riattivare i processi naturali e a favorire il recupero della biodiversità, garantendo così il ripristino del fiume e un uso più efficiente e sostenibile delle risorse idriche").

L'investimento 3.3 "Rinaturazione dell'area del Po, previsto nella Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 4 (Tutela del Territorio e della Risorsa Idrica), è inserito nel Piano nazionale di ripresa e resilienza con un costo complessivo di euro 357.000.000 come misura che "mira a riattivare i processi naturali e a favorire il recupero della biodiversità, garantendo così il ripristino del fiume e un uso più efficiente e sostenibile delle risorse idriche" in un'area "caratterizzata da un eccessivo inquinamento delle acque, dal consumo di suolo e da escavazioni nel letto del fiume fin dal 1970. Criticità che hanno inciso negativamente su alcuni dei suoi habitat naturali e hanno aumentato il rischio idrogeologico".

L'attuazione dell'investimento è accompagnata da numerosi protocolli e accordi tra i diversi soggetti istituzionali che ne regolano i rapporti ed i contributi per il raggiungimento dei target fissati da Commissione europea.

In particolare, si richiama il Protocollo d'intesa del 09 maggio 2022, tra l'Agenzia Interregionale per il fiume Po, l'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po, le Regioni Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna che prevede la costituzione del Tavolo di Lavoro e del Comitato scientifico, quali strumenti di coordinamento e supporto per la redazione del Programma d'Azione, oltre che per la progettazione e la realizzazione degli interventi e il l'Accordo di collaborazione, sottoscritto il 16 novembre 2021 tra l'AdBPo, il MASE, l'AIPo e le Regioni Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto che prevede, in particolare, specifici obblighi di cooperazione reciproci finalizzati a semplificare l'approvazione del progetto, ivi compresa la costituzione di un'apposita "Cabina di Regia" alla quale spetta tra l'altro il compito di "assicurare la ricognizione sull'attuazione degli interventi, anche al fine di ovviare ad eventuali situazioni di criticità che potrebbero comportare l'attivazione di procedure sostitutive in caso di inadempienza o di non rispetto dei tempi".

Con Delibera n. 96/2022 l'Autorità di Bacino del fiume Po ha approvato il Programma d'Azione per l'attuazione (PdA) della misura M2C4. I. 3.3 dando atto che PdA soddisfa i contenuti del "documento di fattibilità delle alternative progettuali" (DOCFAP) di cui all'articolo 3, comma 1, lettera ggggg-quater), e previsto dal comma 5 dell'art. 23 del D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 (Codice dei contratti).

2.2. Atti adottati a livello internazionale, europeo, nazionale e regionale

2.2.1. Atti adottati a livello internazionale

Gli atti adottati a livello internazionale che vertono specificatamente sul tema dell'adattamento ai

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.8 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

cambiamenti climatici sono di seguito riportati:

- Convenzione-Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC);
- Protocollo di Kyoto e l'Emendamento di Doha;
- Accordo di Parigi;
- Agenda 2030 e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile
- Quadro di riferimento di Sendai per la riduzione del rischio di disastri

2.2.2. Atti adottati a livello europeo

Gli atti adottati a livello europeo che vertono specificatamente sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici sono di seguito riportati:

- European Climate Change Programme (ECCP)
- Direttiva 2003/87
- iniziativa "Mayors Adapt"
- Piattaforma Climate-ADAPT (<https://climateadapt.eea.europa.eu>)
- Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici, COM(2013)
- Regolamento (UE) 2018/1999
- Comunicazione della Commissione europea COM(2019) 640 - "Green Deal europeo: Strategia di crescita dell'UE a impatto climatico zero, giusta e prospera"
- Regolamento (UE) 852/2020 – "Regolamento tassonomia", el Regolamento è sancito il principio che prevede il divieto di arrecare danni significativi all'ambiente (Do No Significant Harm – DNSH)
- Comunicazione COM(2020) 788 final del 9 dicembre 2020
- Comunicazione COM(2021) 82 final del 24 febbraio 2021 - "Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici"
- Regolamento (UE) 2021/1119 - "Legge europea sul clima"
- "Pronti per il 55%" (noto come "Green Package"), pacchetto di proposte volto a conseguire entro il 2030 gli obiettivi di riduzione delle emissioni del 55%
- Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027", (2021/C 373/01) del 16 settembre 2021
- Nature Restoration Law.

Oltre agli atti citati, altri, pur non essendo indirizzati ad affrontare specificamente il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici, integrano tali tematiche sotto più profili assumendo un rilievo centrale. Tra essi, si richiamano qui, in ordine cronologico:

- la Direttiva Uccelli del 2009;
- la Direttiva Habitat del 1992;
- la Direttiva-quadro sulle acque del 2000;

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.9 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

- la "Direttiva alluvioni" del 2007;
- la Direttiva-quadro sulla strategia per l'ambiente marino del 2008;
- la Strategia per le infrastrutture verdi del 2013;
- la Strategia dal produttore al consumatore ("Farm to Fork") del 2020;
- la Strategia sulla biodiversità per il 2030 (che segue l'approccio "One-Health") del 2020;
- "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare - Per un'Europa più pulita e più competitiva", del 2020;
- il Piano d'azione "Verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo" del 2021;
- la Strategia sul suolo per il 2030 del 2021, COM(2021) 699 final;
- la proposta della Commissione di una Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sul monitoraggio e la resilienza del suolo ("Soil monitoring law"), COM(2023) 416 final del 5 luglio 2023.

2.2.3. Atti adottati a livello nazionale

La Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC) costituisce l'atto espressamente indirizzato ad affrontare a livello nazionale il tema dell'adattamento. Essa è stata adottata in Italia con Decreto Direttoriale del 16 giugno 2015, n. 86, emanato dal Direttore Generale

della ex DG Clima ed Energia del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (oggi Ministero della Transizione Ecologica).

La SNAC individua i principali impatti dei cambiamenti climatici sulle risorse ambientali e su un insieme di settori socioeconomici rilevanti a livello nazionale, e fornisce una visione strategica nazionale indicando per ciascuno di essi delle prime proposte di azioni di adattamento a tali impatti.

Nella SNAC l'obiettivo generale dell'adattamento è declinato in quattro obiettivi specifici che riguardano:

- il contenimento della vulnerabilità dei sistemi naturali, sociali ed economici agli impatti dei cambiamenti climatici
- l'incremento della capacità di adattamento degli stessi
- il miglioramento dello sfruttamento delle eventuali opportunità
- il coordinamento delle azioni a diversi livelli

Essa costituisce uno strumento per integrare le azioni di adattamento nelle attività di pianificazione a livello nazionale, regionale e locale.

La Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra adottata nel gennaio 2021 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali), elaborata nell'ambito degli impegni dell'Accordo di Parigi che invita i Paesi firmatari a comunicare entro il 2020 le proprie «Strategie di sviluppo a basse emissioni di gas serra di lungo periodo» al 2050, e si basa su tre direttrici fondamentali:

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.10 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

- Riduzione della domanda di energia, grazie soprattutto al calo della mobilità privata e dei consumi in ambito civile;
- Decisa accelerazione delle rinnovabili e della produzione di idrogeno;
- Potenziamento e miglioramento delle superfici verdi, per aumentare la capacità di assorbimento di CO₂.

Essa contiene numerosi riferimenti all'adattamento e un capitolo dedicato specificamente alle "Politiche e misure di adattamento". Il Piano per la Transizione Ecologica (PTE) approvato dal Comitato interministeriale per la transizione ecologica (CITE), con delibera 1/2022 dell'8 marzo 2022, che si integra con il PNRR, costituisce uno strumento di coordinamento e di aggiornamento di una serie di politiche ambientali, ivi incluse quelle in materia di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici. Il PTE annovera l'adattamento ai cambiamenti climatici tra i cinque macro-obiettivi di politica ambientale condivisi a livello europeo.

Aspetti di rilievo per il tema dell'adattamento possono rinvenirsi, tra gli altri, nel quadro di diversi atti che hanno carattere trasversale o settoriale, tra i quali: il Codice dei beni culturali e del paesaggio (d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42); il T.U. Ambiente (d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152); la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (presentata al Consiglio dei Ministri il 2 ottobre 2017 e adottata con Delibera CIPE del 22 dicembre 2017, n. 108; l'Agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia denominata "ItaliaMeteo" istituita ai sensi dell'art. 1, commi da 549 a 561, della Legge 27 dicembre 2017, n. 205 (e il relativo Regolamento concernente l'organizzazione approvato con DPR 15 ottobre 2020, n. 186); il Codice della Protezione Civile, introdotto dal D.lgs. 2 gennaio 2018, n. 1; il Piano Proteggi Italia per il triennio 2019-2021 (Piano nazionale contro il dissesto idrogeologico, per la messa in sicurezza del territorio e per le opere di prevenzione del rischio, 27 febbraio 2019); il Decreto Clima (D.L. 14 ottobre 2019, n. 111) che ha introdotto disposizioni volte, principalmente, alla definizione di una politica strategica nazionale per il contrasto ai cambiamenti climatici e il miglioramento della qualità dell'aria; il Piano nazionale per la mitigazione del rischio idrogeologico (approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 febbraio 2019 e pubblicato in G.U. 13 aprile 2019, n. 88); il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) predisposto ai sensi del Regolamento (UE) 2018/1999 sulla governance dell'Unione dell'energia e presentato nel dicembre 2019, sul quale la Commissione europea si è pronunciata in data 14 ottobre 2020 (SWD(2020)911 final); il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), presentato in base al Dispositivo di Ripresa e di Resilienza (nel quadro del Next Generation EU) e approvato definitivamente il 13 luglio 2021 con Decisione di esecuzione n. 10160/21 del Consiglio ECOFIN; il Piano Nazionale di Prevenzione degli effetti del caldo sulla salute - LINEE DI INDIRIZZO PER LA PREVENZIONE; il Programma predefinito PP9 "Ambiente, Clima e Salute" – PNP 2020-2025; la Strategia forestale nazionale del 9 febbraio 2022; la Strategia nazionale biodiversità 2030 del 14 aprile 2022; la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile 2022 (approvata dal Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica - CITE il 18 settembre 2023); gli Indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021-2027, del Dipartimento per le politiche di coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 6 ottobre 2023.

2.2.4. Atti adottati a livello regionale

A livello regionale numerose tipologie di atti possono contribuire a conseguire gli obiettivi di adattamento ai cambiamenti climatici:

a) atti specificamente dedicati ai temi climatici: ad esempio Strategie, Piani e Documenti d'Azione

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.11 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

regionali specificamente rivolti all'adattamento oppure quelli congiunti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici;

b) documenti di pianificazione territoriale o di settore che affrontano direttamente la tematica dell'adattamento o definiscono interventi e misure influenti sui processi di adattamento: ad es. Piani energetici regionali, Piani forestali regionali, Piani regionali di tutela delle acque, Piani costieri, Piani Regionali di Qualità dell'Aria, Piani di protezione civile e di prevenzione multirischio, Piani sociali e sanitari, Strategie regionali per la lotta alla desertificazione, Piani territoriali paesistici/paesaggistici;

c) integrazione dell'adattamento nelle Strategie regionali di sviluppo sostenibile. Ai sensi dell'art. 34 del TU Ambiente: *«le Regioni assicurano unitarietà all'attività di pianificazione ... assicurano la dissociazione fra la crescita economica ed il suo impatto sull'ambiente...il soddisfacimento dei requisiti sociali connessi allo sviluppo delle potenzialità individuali quali presupposti necessari per la crescita della competitività e dell'occupazione»;*

d) atti di programmazione economico-finanziaria e utilizzo dei fondi a gestione regionale (es. POR, DEFR) per la sovvenzione di iniziative per la localizzazione di azioni di adattamento in ambiti specifici del contesto regionale e per particolari problematiche climatiche;

e) norme di indirizzo regionali e altre iniziative come adozione di linee guida per l'integrazione dei criteri di adattamento nella VIA/VAS e in genere nelle valutazioni di coerenza climatica di piani e progetti a scala regionale e locale.

In detto elenco di strumenti possono essere inclusi convenzioni e accordi collaborativi di diversa natura tra più regioni di una stessa area geografica (ambiti transfrontalieri, regioni appenniniche e dell'arco alpino) nonché i programmi di intervento e pianificazione di ambiti interconnessi come bacini idrografici, zone umide e specchi d'acqua interni, aree protette, ecc.

2.3. Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici

Il Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica, con decreto n. 434 del 21 dicembre 2023, ha approvato il **Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (PNACC)**. Un passo importante per la pianificazione e l'attuazione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici nel nostro Paese.

Il PNACC fa seguito al primo intervento nazionale di pianificazione strategica in materia di adattamento ai cambiamenti climatici, rappresentato dalla SNAC del 2015. Esso intende contribuire all'attuazione dell'obiettivo indicato dalla Strategia Europea di adattamento del 2021¹ che mira a realizzare la trasformazione dell'Europa in un'Unione resiliente ai cambiamenti climatici entro il 2050.

L'obiettivo principale del PNACC è fornire un quadro di indirizzo nazionale per l'implementazione di azioni finalizzate a ridurre al minimo possibile i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, a migliorare la capacità di adattamento dei sistemi socioeconomici e naturali, nonché a trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

¹ COM (2021) 82 final del 25 febbraio 2021, *Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici – La nuova Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici*

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.12 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Esso risponde, da un lato, all’urgenza di dare risposta alle criticità climatiche e ai relativi impatti già riscontrati in Italia; dall’altro, alla necessità di realizzare compiutamente la prima e necessaria “azione di sistema” dell’adattamento che è rappresentata dalla creazione di un sistema di governance in grado di dare attuazione alle azioni di adattamento nei diversi settori attraverso la definizione di ruoli, responsabilità e priorità, definendo fonti e strumenti di finanziamento per l’accesso a soluzioni praticabili, individuando gli ostacoli all’adattamento di carattere normativo, regolamentare e procedurale da mitigare e, laddove possibile, rimuovere.

Il Piano intende, inoltre, rispondere alle esigenze di coordinamento tra i diversi livelli di governo del territorio e i diversi settori di intervento. Esso pone le basi per una azione di breve e di lungo termine, articolata su due livelli di intervento: uno “sistemico”, l’altro di “indirizzo”.

Sul piano “sistemico” il PNACC mira alla costruzione di un contesto organizzativo incentrato sulla definizione di una struttura e dei criteri di governance e sullo sviluppo delle conoscenze. Sono delineate, in primo luogo, tre azioni di “rafforzamento amministrativo” costituite da:

- La definizione di una struttura di governance nazionale per l’adattamento, esplicitando le esigenze di coordinamento tra i diversi livelli di governo del territorio e i diversi settori di intervento (istituzione dell’“Osservatorio nazionale per l’adattamento ai cambiamenti climatici” – **azione 1**).
- La definizione, per i settori d’azione individuati nel PNACC, delle modalità di inclusione dei principi, delle misure e delle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici nei Piani e Programmi nazionali, regionali e locali, compresi i Piani Paesaggistici, valorizzando le sinergie con gli altri Piani nazionali (mainstreaming dell’adattamento nella pianificazione a tutti i livelli di governo del territorio – **azione 2**);
- La definizione di modalità e strumenti settoriali e intersettoriali di attuazione delle misure del PNACC ai diversi livelli di governo (direttive attuative – **azione 3**).

È inoltre definita una azione di “rafforzamento delle competenze” costituita da:

- Il miglioramento e la messa a sistema del quadro delle conoscenze sugli impatti dei cambiamenti climatici, sulle vulnerabilità e sui rischi in Italia (Sviluppo di un programma di ricerca – **azione 4**).

Il secondo livello di intervento del PNACC è mirato ad esercitare una “funzione di indirizzo” individuando una cornice di riferimento entro la quale possano svilupparsi la pianificazione e la realizzazione delle azioni di adattamento regionali e locali. Tale cornice è basata su due strumenti del Piano costituiti da un “quadro delle misure di adattamento” e da “indirizzi per la pianificazione a scala regionale e locale”. Al fine di agevolare il processo di valutazione è stata effettuata una tassonomia delle azioni identificate nel Piano in famiglie omogenee. In particolare, le diverse azioni sono state assegnate alle seguenti 5 macrocategorie che ne individuano la tipologia progettuale: informazione, processi organizzativi e partecipativi, governance, adeguamento e miglioramento di impianti e infrastrutture, soluzioni basate sui servizi ecosistemici, ecosistemi fluviali, costieri e marini, riqualificazione del costruito.

Inoltre, le azioni sono state suddivise in due tipologie principali: azioni di tipo A (soft) e azioni di tipo

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.13 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

B (non soft - green o grey).

In termini generici, le azioni soft sono quelle che non richiedono interventi strutturali e materiali diretti ma che sono comunque propedeutiche alla realizzazione di questi ultimi, contribuendo alla creazione di capacità di adattamento attraverso una maggiore conoscenza o lo sviluppo di un contesto organizzativo, istituzionale e legislativo favorevole.

Appartengono alla tipologia soft le macrocategorie di azioni di informazione, sviluppo di processi organizzativi e partecipativi, e governance.

Le azioni grey e green, invece, hanno entrambe una componente di materialità e di intervento strutturale., Le seconde, tuttavia, si differenziano nettamente dalle prime proponendo soluzioni “nature based”, consistenti cioè nell'utilizzo o nella gestione sostenibile di “servizi” naturali, inclusi quelli ecosistemici, al fine di ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici. Le azioni grey sono quelle relative al miglioramento e adeguamento al cambiamento climatico di impianti e infrastrutture, che possono a loro volta essere suddivise in azioni su impianti, materiali e tecnologie, o su infrastrutture o reti.

Il database delle azioni di adattamento (Allegato IV) offre un quadro di sintesi dell'insieme di azioni settoriali proposte e dei relativi attributi. Esso è strutturato in modo da permettere una consultazione semplice e flessibile ed allo stesso tempo una rapida estrazione dei contenuti.

A titolo di esempio, per ogni azione il database fornisce la macrocategoria e la categoria all'interno della quale essa ricade, i principali impatti associati, la tipologia di appartenenza (Soft, Green e Grey) e il giudizio di valore. Sono riportati i possibili costi, gli enti potenzialmente coinvolti nell'attuazione, nonché gli indicatori per il monitoraggio sia dello stato di avanzamento che dell'efficacia delle azioni.

A seguito della procedura di VAS il database delle azioni è stato integrato con ulteriori azioni che hanno interessato le seguenti tematiche:

- acqua
- risorsa idrica
- biodiversità, ecosistemi e uso del suolo
- montagna
- agricoltura
- foreste
- salute
- trasporti
- settore industriale
- patrimonio culturale
- governance

L'insieme delle suddette azioni è stato aggiunto al database originario in un apposito foglio di lavoro denominato “Misure integrative” e contribuisce a costituire il quadro di riferimento per le azioni di adattamento.

L'investimento M2C4 I3.3 “Rinaturazione dell'area del Po” risponde ad una delle azioni delle Misure integrative previste dal PNACC per la risorsa idrica e la biodiversità, si riportano di seguito le azioni:

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.14 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

| | | |
|--|----------------|---|
| 7 | Risorsa idrica | Promuovere l'uso di fonti alternative al prelievo idrico dall'ambiente per l'irrigazione tra cui il riutilizzo delle acque reflue depurate in ambito agricolo in linea con le disposizioni UE in materia (Reg. UE 2020/741), ormai da anni regolamentato e incentivato dalla normativa di settore (DM 185/2002) ma ancora troppo poco diffuso |
| 8 | Risorsa idrica | Promuovere il ripristino dei fiumi a scorrimento libero e la rinaturalizzazione degli argini al fine di limitare i dissesti e favorire un corretto scambio con le falde acquifere |
| 9 | Risorsa idrica | Promuovere azioni di manutenzione e messa in sicurezza di strutture esistenti e cultura e conversione verso sistemi irrigui meno idroesigenti; |
| 10 | Risorsa idrica | Individuazione di nuove zone umide anche su terreni bonificati a scopo agricolo; |
| 11 | Risorsa idrica | In ambiente urbano migliorare il deflusso delle acque meteoriche verso la base delle alberature cittadine e nei parchi e giardini (rain gardens) |
| <div> <div> <div>...</div> <div>MISURE INTEGRATIVE</div> </div> <div> <div>LISTA_DOCUMENTI</div> <div>Classificazione</div> <div>Tabelle_Riassuntive</div> <div>Indicatori_di_Avanzamento_</div> </div> </div> | | |

| | | |
|--|--|---|
| 17 | Biodiversità, ecosistemi e uso del suolo | Identificare un forte raccordo tra le azioni individuate dal Piano ed il monitoraggio operato dal Comitato per il Capitale Naturale istituito ai sensi della Legge 221 / 2015, Art. 67, anche attraverso l'individuazione di misure volte a preservare il capitale naturale e i servizi ecosistemici, con particolare riferimento al quadro forestale |
| 18 | Biodiversità, ecosistemi e uso del suolo | Promuovere l'accumulo di carbonio negli habitat degradati (cave, alvei dei fiumi, discariche, siti industriali, etc.) ed il rewilding, dove opportuno, di aree urbane e agricole abbandonate, rinaturalizzazione e il ripristino ecologico, equilibrando le misure di mitigazione, adattamento ed erogazione dei servizi ecosistemici |
| <div> <div> <div>...</div> <div>MISURE INTEGRATIVE</div> </div> <div> <div>LISTA_DOCUMENTI</div> <div>Classificazione</div> <div>Tabelle_Riassuntive</div> <div>Indicatori_di_Avanzamento_</div> </div> </div> | | |

Figura 2.1 – PNACC, Allegato IV, Database Azioni, Misure integrative

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.15 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

3. DNSH

In data 05/07/2023 il Ministero dell'Ambiente trasmetteva all'agenzia AIPo il Vademecum sul principio DNSH, relativo all'investimento 3.3 di Rinaturazione dell'area del Po, relativo all'applicazione del principio DNSH, e che forniva istruzioni operative che dovranno essere applicate per tutte le fasi dell'investimento.

Tale vademecum è stato poi trasmesso da AIPo all'RTP di progettazione, come indicazione progettuale.

Come indicato nella mappatura contenuta nella Guida Operativa MEF approvata con Circolare MEFRGS n. 33/2022, **all'investimento M2C4 3.3 Rinaturazione dell'area del Po si applica il REGIME 1**, in quanto ci si attende che la misura fornirà un contributo sostanziale al raggiungimento dell'obiettivo di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Visto che l'intervento ricade nel Regime 1 (contributo sostanziale ai cambiamenti climatici), sono previste le seguenti azioni:

Per la mitigazione al cambiamento climatico:

- Agevolare interventi che prevedano l'utilizzo di terreni ad alto assorbimento di anidride carbonica;
- per l'adattamento ai cambiamenti climatici:
- Assicurare resilienza agli eventi meteorologici estremi e ai fenomeni di dissesto da questi attivati;
- Prevenire/ridurre rischi fisici climatici dovuti alla scarsa resilienza dell'intervento agli eventi meteorologici estremi;

per l'uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine:

- Individuare eventuali interazioni con la matrice acque e prevenire eventi di inquinamento di acque sotterranee e/o superficiali;

per l'economia circolare non ci sono azioni applicabili

per la protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi:

- Ridurre l'utilizzo di pesticidi ed il relativo inquinamento su suolo e acque;
- Valutare l'impatto sulla biodiversità che possono avere la conversione di suolo ed il disboscamento illegale effettuati in zone ad alto valore ecologico
- Valutare l'impatto sulla biodiversità che possono avere la conversione di suolo, il disboscamento illegale e le opere di contenimento morfologico effettuati in zone ad alto valore ecologico.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.16 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

4. ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il documento costituisce valutazione del progetto in termini di adattamento ai cambiamenti climatici, effettuata in applicazione del principio DNHS (Do No Significant Harm) secondo quanto contenuto nella Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente adottata dalla circolare n. 32 del 30 dicembre 2021 del Ragioniere Generale dello Stato.

Lo scopo che si prefigge tale tipologia di valutazione è quello di:

- Considerare i cambiamenti in relazione all'opera ed al territorio in cui viene realizzata;
- Ipotizzare come la trasformazione del territorio possa influenzare un progetto e come quest'ultimo possa rispondere nel tempo;
- Proporre soluzioni di adattamento per ridurre il rischio climatico al quale sono esposti i progetti.

4.1. Principi generali di valutazione

Per identificare i rischi climatici fisici che potrebbero influire sull'investimento in oggetto, deve essere eseguita una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità dell'area. I rischi devono essere identificati a partire da quelli elencati nella tabella della Sezione II dell'Appendice A del Regolamento Delegato (Ue) che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento e del Consiglio, fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.

È necessario specificare che l'elenco dei pericoli legati al clima elencati in figura non è esaustivo e costituisce solo un elenco indicativo dei pericoli più diffusi di cui si deve tenere conto, come minimo, nella valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.17 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

II. Classificazione dei pericoli legati al clima ⁽⁹⁾

| | Temperatura | Venti | Acque | Massa solida |
|---------|---|--|--|------------------------|
| Cronici | Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine) | Cambiamento del regime dei venti | Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) | Erosione costiera |
| | Stress termico | | Variabilità idrologica o delle precipitazioni | Degradazione del suolo |
| | Variabilità della temperatura | | Acidificazione degli oceani | Erosione del suolo |
| | Scongellamento del permafrost | | Intrusione salina | Soliflusso |
| | | | Innalzamento del livello del mare | |
| | | | Stress idrico | |
| Acuti | Ondata di calore | Ciclone, uragano, tifone | Siccità | Valanga |
| | Ondata di freddo/gelata | Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia) | Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) | Frana |
| | Incendio di incolto | Tromba d'aria | Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda) | Subsidenza |
| | | | Collasso di laghi glaciali | |

Figura 4.1 – Classificazione dei pericoli legati al clima (Fonte: Appendice A del Regolamento delegato (UE) 2021/2139)

L'analisi dei rischi sarà calibrata in funzione dell'area di intervento e del progetto in esame.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità sarà proporzionata alla scala dell'attività e alla sua durata prevista con riferimento all'esecuzione dei lavori previsti.

4.2. Definizione eventi climatici

L'analisi degli scenari climatici basata sull'osservazione delle variazioni climatiche passate, in corso e la stima di quelle future, è uno strumento fondamentale per sviluppare una visione strategica di medio-lungo periodo che consideri i rischi e le opportunità associate ai cambiamenti climatici.

La ricostruzione del clima del passato, che si riferisce generalmente agli ultimi decenni, costituisce la fonte primaria di informazioni sul clima e le sue variazioni e consente di valutare se eventuali segnali climatici siano già riconoscibili sul territorio. Queste informazioni sono fornite dall'analisi di serie temporali di osservazioni meteorologiche rappresentative delle località in esame e dall'applicazione di modelli statistici per il riconoscimento e la stima delle tendenze. Particolarmente rilevante è l'analisi degli estremi climatici, che possono causare impatti consistenti sull'ambiente.

A tal proposito è possibile far riferimento ai dati contenuti nel “Piano Nazionale di Adattamento ai

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.18 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

cambiamenti climatici”² (PNACC, 2018): uno strumento tramite il quale, il governo può prevenire e ridurre il rischio climatico in maniera efficace socialmente ed economicamente. I dati raccolti nel PNACC permettono di definire zone climatiche omogenee sul territorio nazionale a partire dall’analisi della condizione climatica attuale e futura e la loro caratterizzazione e descrizione in termini di propensione al rischio e di impatti e vulnerabilità per i settori specifici già definiti rilevanti per i cambiamenti climatici in Italia all’interno della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici SNAC.

Il Piano individua:

- sei macroregioni climatiche rappresentative del clima attuale, costruite sulla base dell’andamento degli indicatori climatici nel periodo di riferimento 1981 – 2010 con una risoluzione di 25 km;
- cinque aree con stessa anomalia climatica negli scenari previsionali futuri, costruite in base agli scenari climatici RCP 4.5 e 8.5 calcolati per i periodi 2021-2050 e 2071-2100, con risoluzione di 8 km;
- aree climatiche omogenee (di cui 13 aree principali) risultanti dall’intersezione delle macroregioni con le anomalie.

Per ciascuna delle sei macroregioni climatiche omogenee terrestri e delle due macroregioni climatiche marine individuate nel PNACC sono state elaborate delle schede di sintesi che riportano le principali informazioni utili al fine della successiva definizione delle azioni di adattamento.

In particolare, ogni scheda contiene:

- a) la caratterizzazione climatica attuale della macroregione;
- b) le aree climatiche omogenee individuate al suo interno e le rispettive anomalie climatiche prevalenti (indicatori di pericolosità);
- c) la caratterizzazione delle macroregioni sulla base degli indicatori di esposizione e sensibilità, capacità di adattamento e propensione al rischio, a scala provinciale;
- d) la sintesi delle principali minacce e opportunità attese per ciascun settore e delle analisi

² Si precisa che il Ministro dell’ambiente e della sicurezza energetica, con decreto n. 434 del 21 dicembre 2023, ha approvato il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Un passo importante per la pianificazione e l’attuazione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici nel nostro Paese.

Il progetto si è sviluppato sulla base del PNACC, anno 2018. In nuovo PNACC è ancora in fase di studio in quanto richiederà ulteriori risorse finanziarie per essere attuato.

Le 361 azioni contenute nel nuovo PNACC si suddividono in tre categorie:

- azioni soft: non richiedono interventi strutturali o materiali diretti; si tratta di misure di tipo informativo, educativo, normativo o di sensibilizzazione
 - azioni green: prevedono soluzioni basate sulla natura, come la riforestazione, la creazione di zone umide o la protezione delle coste
 - azioni grey: sono interventi materiali diretti su impianti, tecnologie o infrastrutture.
-

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.19 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

settoriali di impatto;

e) la valutazione sintetica dell'impatto potenziale per ciascun settore analizzato.

Le schede rappresentano pertanto una sintesi delle informazioni climatiche e danno un'indicazione degli impatti e della propensione al rischio associati alle anomalie climatiche attese nelle aree climatiche omogenee che ricadono in ciascuna macroregione.

4.3. Specie alloctone

Le specie alloctone invasive rappresentano oggi una delle principali minacce alla biodiversità e il numero di specie introdotte in tutti i continenti è ancora in crescita senza che ci siano ancora segnali di saturazione (Seebens et al., 2017³); un recente studio stima che in Europa entro il 2050 vi sarà un incremento del 64% nel numero di specie alloctone (Seebens et al., 2020⁴). L'Italia conta oggi il più alto numero di specie alloctone in Europa con quasi 3500 specie presenti sul territorio nazionale, un tasso di introduzione di circa 13 specie/annue nel decennio appena trascorso ed un aumento di oltre il 500% di nuove specie alloctone introdotte negli ultimi 120 anni (ISPRA, 2022⁵).

La comunità scientifica concorda nella valutazione che i cambiamenti climatici aggraveranno l'impatto negativo delle specie alloctone invasive, con effetti su molteplici ambiti (es. biodiversità, salute umana e animale), e settori produttivi (es. agricoltura e silvicoltura, delle foreste, pesca commerciale, acquacoltura, trasporti) di cruciale importanza anche per il nostro paese (Hulme, 2017⁶).

Per quanto concerne la stabilizzazione e diffusione di specie aliene invasive, la maggior parte della

letteratura indica che le specie alloctone invasive, grazie alla loro plasticità ecologica e la tolleranza ad un ampio range di temperature, saranno favorite o almeno non influenzate negativamente dai cambiamenti climatici, mentre le specie autoctone saranno svantaggiate (Vilà et al., 2007⁷; Hellmann et al., 2008⁸; Thuiller et al., 2008⁹) anche a causa dello stress indotto dalle condizioni climatiche su queste ultime che spesso non sembrano essere in grado di rispondere con la dovuta velocità ai cambiamenti climatici (Corlett and Westcott, 2013¹⁰). A tal riguardo un recente lavoro in ambito nazionale ha evidenziato come il cambiamento climatico sia in grado di favorire la dinamica espansiva di Robinia pseudoacacia a danno di specie arboree autoctone, con effetti indiretti anche sulla distribuzione delle specie epifite autoctone che si contraccorre per la perdita del substrato adatto

³ Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Pagad, S., Pyšek, P., Winter, M., Arianoutsou, M., Bacher, S., Blasius, B., Brundu, G., Capinha, C., Celesti-Grapo, L., Dawson, W., Dullinger, S., Fuentes, N., Jäger, H., ... & Essl, F. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8, 14435. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>

⁴ Seebens, H., Bacher, S., Blackburn, T. M., Capinha, C., Dawson, W., Dullinger, S., ... & Essl, F. (2020). Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. *Global Change Biology*, 27(5), 970-982. 128

⁵ ISPRA (2022). *Annuario dei Dati Ambientali 2021*

⁶ Hulme, P.E. (2017). Climate change and biological invasions: evidence, expectations, and response options. *Biological Reviews* 92.3: 1297-1313

⁷ Vilà, M., Corbin, J.D., Dukes, J.S., Pino, J. & Smith, S.D. (2007). Linking plant invasions to global environmental change. In Canadell, J., Pataki, D. & Pitelka L. (eds) *Terrestrial ecosystems in a changing world*. Springer-Verlag, New York. Pages 93-102

⁸ Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G. & Dukes, J.S. (2008), *Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species*. *Conservation Biology*, 22: 534-543

⁹ Thuiller, W., Richardson, D.M. & Midgley, G.F. (2008). Will climate change promote alien plant invasions? In: Nentwig, W. (eds) *Biological Invasions*. *Ecological Studies*, vol 193. Springer, Berlin, Heidelberg, pag.197-211. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36920-2_12

¹⁰ Corlett, R.T. & Westcott D.A. (2013). Will plant movements keep up with climate change? *Trends in Ecology & Evolution* 28.8: 482-488

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.20 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

(Nascimbene et al., 2020¹¹).

Un ulteriore effetto importante del cambiamento climatico è l'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi estremi come siccità, inondazioni, tempeste e ondate di calore, in grado di trasportare specie alloctone invasive in nuove aree. L'arrivo e l'eventuale insediamento di nuove specie alloctone invasive riducono la resilienza degli habitat naturali, rendendoli più vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici: ad esempio, la presenza di alcune specie vegetali (arboree e arbustive) aliene invasive possono alterare in modo significativo i regimi di incendio, soprattutto nelle aree che stanno diventando più calde e secche, aumentando la frequenza e la gravità degli incendi (IUCN, 2021¹²).

4.4. Quadro climatico nazionale

Il presente paragrafo recepisce quanto riportato nel PNACC, nel quale vengono accolte le osservazioni pervenute dalla Sottocommissione VAS (ma anche tenendo conto delle osservazioni specifiche degli SCA) per la parte relativa allo stato attuale del clima e alle proiezioni climatiche. Nello specifico, al fine di supportare la mappatura delle criticità ambientali e delle specificità del contesto a scala regionale e locale con un numero maggiore di informazioni, sono stati considerati 27 indicatori climatici (in precedenza l'analisi si era basata su 10 indicatori) messi in relazione con determinati pericoli.

Il quadro climatico nazionale riporta l'analisi del clima sul periodo di riferimento 1981-2010 e le variazioni climatiche attese sul trentennio centrato sull'anno 2050 (2036-2065), rispetto allo stesso periodo 1981-2010, considerando i tre scenari IPCC: RCP8.5 "ad elevate emissioni", RCP4.5 "scenario intermedio", RCP2.6 "mitigazione aggressiva". Per il clima sul periodo di riferimento è stato utilizzato il dataset grigliato di osservazioni E-OBS (Cornes et al., 20185; Haylock et al., 20086) versione 257 alla risoluzione di circa 12 km, mentre le variazioni climatiche attese sono state ottenute a partire da un ensemble di modelli climatici disponibili nell'ambito del programma EURO-CORDEX (Hennemuth et al., 20178; Jacob et al., 20209) alla maggior risoluzione disponibile (circa 12 km)¹⁰. Come riferimento, è stato utilizzato il periodo 1981-2010 in quanto le simulazioni relative allo scenario IPCC "historical experiment" sono disponibili fino al 2005. Per la stima delle variazioni future il periodo di riferimento è stato quindi ottenuto utilizzando le simulazioni "historical experiment" per il periodo 1981-2005 e i dati basati sullo scenario IPCC RCP4.5 per il periodo 2006-2010. Pertanto, anche per l'analisi del clima sul periodo di riferimento si è considerato il periodo 1981-2010. Per approfondire la valutazione della condizione climatica osservata sul periodo più recente 1991-2020 si rimanda ai report ISPRA e SNPA.

Il set di indicatori analizzati, composto da 27 indicatori climatici (due dei quali relativi all'area marinocostiera). Per ciascun indicatore sono state riportate le seguenti informazioni:

- la definizione dell'indicatore climatico;
- le variabili atmosferiche su cui si basa;
- le unità di misura dell'indicatore e della sua variazione;
- la scala temporale su cui l'indicatore è valutato (stagionale/annuale);

¹¹ Nascimbene, J., Benesperi, R., Casazza, G., Chiarucci, A. & Giordani, P. (2020). Range shifts of native and invasive trees exacerbate the impact of climate change on epiphyte distribution: The case of lung lichen and black locust in Italy. *Science of The Total Environment*, Volume 735, 139537, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139537>

¹² IUCN (2021). *Invasive alien species and climate change. Issue Brief IUCN (International Union for Conservation of Nature)* <https://www.iucn.org/resources/issues-brief/invasive-alien-species-and-climate-change>.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.21 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

- i riferimenti bibliografici da cui è stata derivata la definizione dell'indicatore;
- il pericolo climatico al quale l'indicatore è correlato (sulla base di quanto elaborato da studi analoghi disponibili in letteratura);
- il settore principalmente e potenzialmente interessato dal suddetto pericolo climatico.

Il sistema nazionale di raccolta, elaborazione e diffusione dei dati climatici, SCIA (www.scia.isprambiente.it), realizzato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e alimentato in collaborazione e con i dati del Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente (SNPA) e delle principali reti di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale, risponde all'esigenza di armonizzare e standardizzare i metodi di elaborazione e di rendere disponibili dati, indici e indicatori utili a rappresentare e valutare lo stato, le variazioni e gli andamenti del clima in Italia. Sulla base di serie temporali di osservazioni provenienti da diverse reti di monitoraggio, vengono calcolate e rappresentate statistiche decadal, mensili e annuali. Inoltre, le serie di dati climatici sono sottoposte a verifiche di validità con metodologie omogenee, secondo le linee guida dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM).

Una preziosa fonte di informazione è costituita dai dati degli Osservatori storici dotati di serie più che secolari, risalenti talvolta al XVIII secolo, di grande importanza scientifica per lo studio del cambiamento climatico in corso.

La seguente figura riporta i valori medi stagionali, nel trentennio 1981-2010, della precipitazione totale e della temperatura media. In termini di precipitazione totale nella penisola italiana si registrano i valori più alti durante la stagione autunnale soprattutto in Liguria e Friuli-Venezia Giulia; le aree geografiche del Sud - Italia e le isole, invece risultano, in particolare nella stagione estiva, le meno piovose. In termini di temperatura media i valori più bassi si registrano in tutte le stagioni lungo le catene montuose delle Alpi e degli Appennini. La forte differenza orografica è messa in perfetta luce nella stagione estiva dalla distribuzione dei valori della temperatura media.

Oltre ai valori medi della precipitazione cumulata e della temperatura media, sono stati calcolati sul periodo di riferimento 1981-2010, i valori medi annuali/stagionali di diversi indicatori climatici utili a comprendere l'evoluzione di specifici pericoli climatici.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.22 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

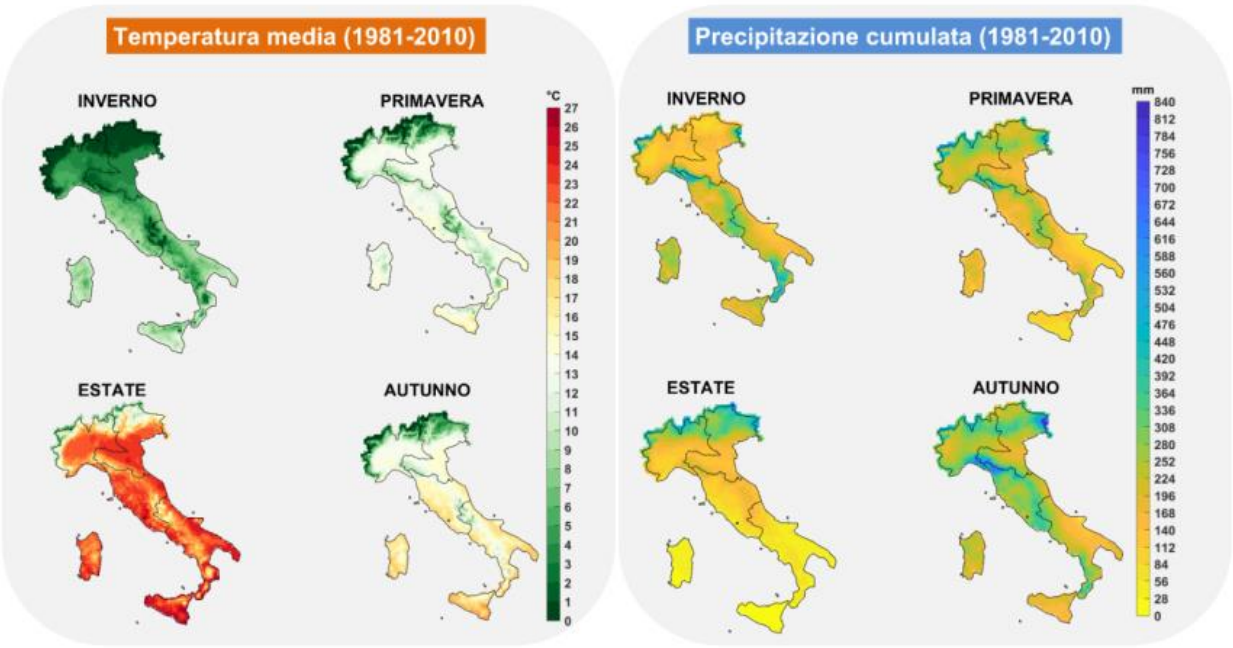


Figura 4.2 – Valori medi stagionali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate su periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25.

Il nord-est italiano presenta, nel periodo di riferimento, i valori maggiori dell’indice di durata dei periodi di caldo.

La seguente figura riporta la distribuzione spaziale, relativamente al periodo di riferimento 1981-2010, degli indicatori ritenuti più rilevanti anche in relazione alla loro rappresentatività dei pericoli climatici attesi. Nella penisola i valori massimi degli indici di siccità (in termini di occorrenza percentuale della classe di siccità estrema) vengono registrati nelle aree a nordovest della nazione e i valori tendono a diminuire muovendosi verso sud. I massimi valori della precipitazione giornaliera sono stati registrati in Liguria, al confine tra Emilia-Romagna e Toscana, e in Friuli-Venezia Giulia al confine con la Slovenia; queste aree, insieme all’arco alpino piemontese risultano essere anche quelle che mediamente nel periodo di riferimento hanno registrato il maggior numero di giorni con precipitazioni superiore a 20 mm.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.23 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

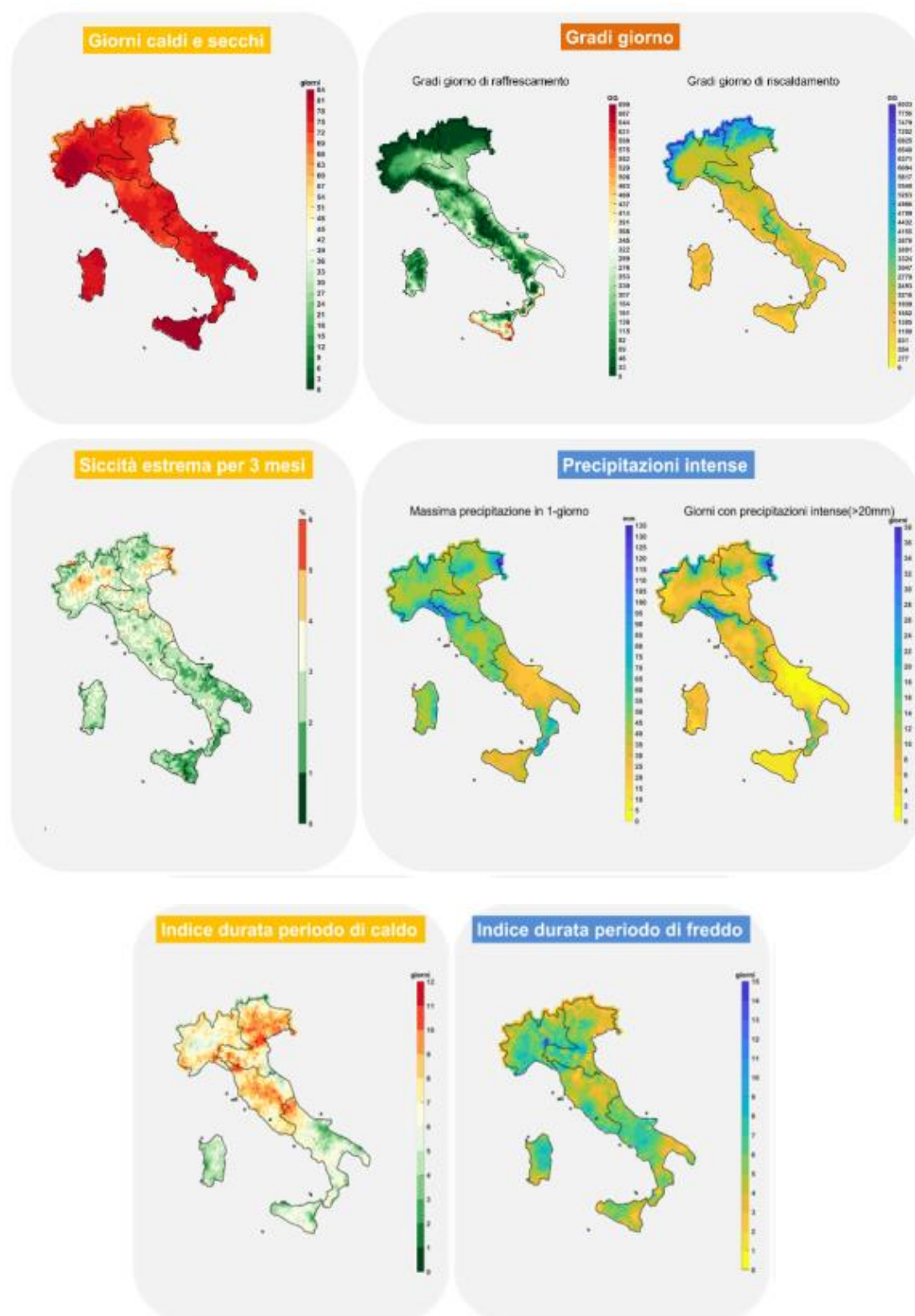


Figura 4.3 – Mappe di alcuni degli indicatori climatici analizzati sul periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.24 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Nelle seguenti tabelle sono riportati rispettivamente i valori medi stagionali della temperatura media e della precipitazione cumulata e i valori medi annuali di tutti gli indicatori calcolati, suddivisi per area geografiche al fine di valutare i principali impatti di interesse. Inoltre, nelle colonne “+/-DS”, è riportata la deviazione standard, come stima della variabilità spaziale degli indicatori all’interno dell’area geografica. La Tabella 1, per la precipitazione cumulata, mette in luce che l’autunno è la stagione con accumuli precipitativi maggiori sulle tre aree geografiche (Nord Est, Nord Ovest e Centro), mentre l’inverno risulta essere la più piovosa per il Sud e le Isole; la deviazione standard invece mette bene in mostra la complessità orografica delle aree.

La seconda tabella mostra come le aree di Centro e Nord Italia siano quelle dove i valori di precipitazione sono maggiori, sia in termini di accumuli che di eventi intensi, in contrapposizione alle temperature che seguono l’andamento opposto. Le aree geografiche del Nord-Est e Nord-Ovest sono quelle che hanno registrato le percentuali di siccità più alte, con una dispersione areale di pochi punti percentuali.

Tutte le figure e le tabelle sono state realizzate da Fondazione CMCC.

| Valori medi stagionali 1981-2010 | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | DJF | ±DS | MAM | ±DS | JJA | ±DS | SON | ±DS |
| Nord- Ovest | 1,6 | 3,6 | 9,2 | 5,0 | 18,6 | 5,1 | 10,4 | 4,2 |
| | 170 | 83 | 249 | 70 | 205 | 94 | 289 | 81 |
| Nord-Est | 1,1 | 3,2 | 9,4 | 4,5 | 19,1 | 4,8 | 10,6 | 4,0 |
| | 160 | 69 | 228 | 64 | 242 | 101 | 293 | 104 |
| Centro | 6,3 | 2,0 | 12,4 | 1,9 | 22,1 | 1,9 | 14,8 | 2,1 |
| | 247 | 75 | 217 | 61 | 118 | 41 | 314 | 87 |
| Sud | 6,7 | 2,5 | 11,8 | 2,5 | 21,9 | 2,5 | 15,1 | 2,5 |
| | 228 | 92 | 157 | 59 | 64 | 31 | 216 | 66 |
| Isole | 9,2 | 1,5 | 13,4 | 1,8 | 23,1 | 1,9 | 17,3 | 1,7 |
| | 216 | 36 | 129 | 46 | 23 | 11 | 194 | 33 |

Figura 4.4 – Valori medi stagionali per aree geografiche di temperatura media e precipitazione a partire dal dataset di osservazione E-OBS (versione 25) per il periodo 1981-2010

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.25 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

| | Nord-ovest | | Nord-est | | Centro | | Sud | | Isole | |
|----------------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|
| | Valore medio | ±DS | Valore medio | ±DS | Valore medio | ±DS | Valore medio | ±DS | Valore medio | ±DS |
| TG (°C) | 10,0 | 4,5 | 10,1 | 4,1 | 13,9 | 2,0 | 13,9 | 2,5 | 15,8 | 1,7 |
| WD (giorni) | 77 | 5 | 73 | 4 | 74 | 2 | 77 | 2 | 80 | 2 |
| WW (giorni) | 55 | 20 | 52 | 16 | 52 | 10 | 62 | 12 | 62 | 7 |
| HDDS (GG) | 3180 | 1448 | 3171 | 1293 | 1934 | 535 | 1925 | 669 | 1384 | 390 |
| CDDS (GG) | 78 | 81 | 97 | 97 | 157 | 91 | 164 | 128 | 225 | 155 |
| PRCPTOT (mm) | 912 | 277 | 922 | 288 | 897 | 246 | 667 | 227 | 561 | 121 |
| R20 (giorni) | 10 | 5 | 11 | 6 | 10 | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 |
| RX1DAY(mm) | 50 | 12 | 51 | 15 | 51 | 13 | 35 | 16 | 39 | 10 |
| SDII(mm) | 10 | 2 | 10 | 2 | 10 | 2 | 8 | 2 | 8 | 1 |
| PR99PRCTILE(mm) | 46 | 11 | 46 | 12 | 46 | 11 | 34 | 13 | 39 | 8 |
| CDD(giorni) | 35 | 7 | 33 | 4 | 37 | 8 | 50 | 11 | 81 | 12 |
| SPI3 classe siccità severa (%) | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| SPI3 classe siccità estrema (%) | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| SPI6 classe siccità severa (%) | 4 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1 |
| SPI6 classe siccità estrema (%) | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| SPI12 classe siccità severa (%) | 5 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | 5 | 2 |
| SPI12 classe siccità estrema (%) | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| SPI24 classe siccità severa (%) | 6 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| SPI24 classe siccità estrema (%) | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PET(mm) | 650 | 138 | 658 | 130 | 757 | 68 | 750 | 88 | 806 | 72 |
| CSDI(giorni) | 6 | 2 | 5 | 2 | 5 | 1 | 6 | 1 | 5 | 1 |
| FD(giorni) | 93 | 63 | 98 | 56 | 34 | 22 | 23 | 26 | 3 | 7 |
| WSDI(giorni) | 7 | 1 | 8 | 2 | 8 | 1 | 6 | 2 | 5 | 1 |
| HUMIDEX(giorni) | 4 | 6 | 7 | 9 | 13 | 9 | 9 | 9 | 6 | 8 |
| U95P(giorni) | 23 | 21 | 28 | 24 | 43 | 18 | 37 | 21 | 34 | 17 |
| TR(giorni) | 8 | 8 | 9 | 12 | 9 | 11 | 24 | 21 | 36 | 19 |

Figura 4.5 – Valori medi annuali per aree geografiche degli indicatori calcolati a partire dal dataset di osservazione E-OBS (versione 25) per il periodo 1981-2010;

Una descrizione dei valori medi di temperatura e precipitazione e di alcuni indici climatici, aggiornata al trentennio più recente, elaborata sulla base di un insieme di stazioni del sistema SCIA ed integrata con dati provenienti da ulteriori fonti, è disponibile nel rapporto ISPRA “I normali climatici 1991-2020 di temperatura e precipitazione in Italia”¹⁹. Le elaborazioni di un numeroso gruppo di stazioni sono disponibili sull’app web all’indirizzo <https://valori-climatici-normali.isprambiente.it/>

Lo stato del clima e la stima aggiornata delle tendenze in corso, sono riportate nel rapporto “Il clima in Italia nel 2022” del Sistema Nazionale di Protezione dell’Ambiente (SNPA, 2023)²⁰. Come emerge dal rapporto, in Italia i segnali di cambiamento climatico sono evidenti. La temperatura media mostra un marcato trend in crescita, con un rateo di variazione dal 1981 al 2022 di $(+0.39 \pm 0.04) ^\circ\text{C} / 10$ anni e il 2022 si colloca al primo posto tra gli anni più caldi dal 1961; l’analisi degli estremi mostra un aumento degli indici legati agli estremi di caldo (quali giorni e notti calde, giorni estivi, notti tropicali) e una riduzione di quelli rappresentativi degli estremi di freddo (quali giorni e notti fredde, giorni con gelo). Per quanto riguarda la precipitazione non emergono tendenze significative a scala nazionale.

4.5. Analisi della condizione climatica attuale dell’area interessata dall’investimento M2C4 I3.3

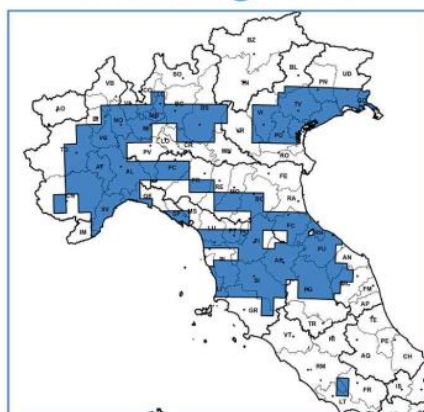
L’area oggetto di investimento M2C4 I3.3 ricade in due Macroregioni individuate dal PNACC:

- Nella **Macroregione 1 - Prealpi e Appennino Settentrionale** dalla **Scheda intervento n.1 alla n.7**. L’area è caratterizzata da valori intermedi per quanto riguarda i valori cumulati delle

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.26 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

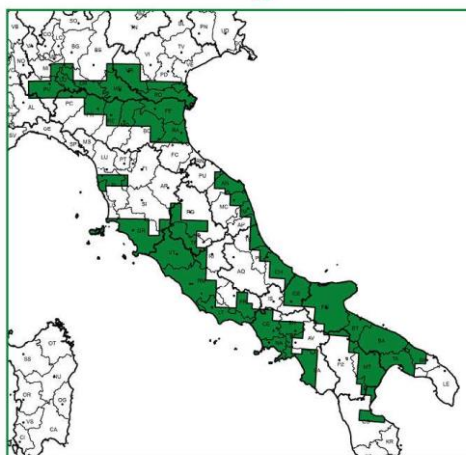
precipitazioni invernali ed estive e da valori elevati, rispetto alle altre aree, per i fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95p). Dopo la macroregione 2 risulta essere la zona del Nord Italia con il numero maggiore di summer days ovvero con il numero di giorni in cui la temperatura massima ha un valore superiore al valore di soglia considerato (95esimo percentile)

Macroregione 1



- nella Macroregione 2 - Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centromeridionale dalla Scheda intervento n.8 alla n.56. La macroregione è caratterizzata dal maggior numero, rispetto a tutte le altre zone, di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i summer days (29,2°C) e al contempo da temperature medie elevate; anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato (CDD) in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale; il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali (WP ed SP) ed estremi (R20 e R95p) mostra invece caratteristiche intermedie.

Macroregione 2



4.5.5. Serie temporali nelle aree del Secondo Stralcio

Il clima e i cambiamenti climatici che negli ultimi anni stanno coinvolgendo sempre più il pianeta e la popolazione rappresentano una sfida centrale per lo sviluppo sostenibile e per gli Obiettivi di Sostenibilità stabiliti dall'Agenda 2030 per Sviluppo Sostenibile. In particolare, il tema viene sottolineato dall'obiettivo 13: Adottare misure urgenti per combattere il cambiamento climatico e le sue

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.27 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

conseguenze. Ai fini di analizzare gli aspetti climatici relativi all'area di studio del Secondo Stralcio si è deciso di analizzare i dati della stazione meteorologica più vicine ai siti di intervento.

Si riportano di seguito le serie temporali registrate dalle stazioni meteorologiche delle province del Secondo Stralcio per l'arco temporale 2002-2022 con riferimento alla temperatura media e alle precipitazioni cumulate. Tali dati sono stati estratti dal portale di Ispra Ambiente e liberamente consultabili al [link](#).

Pavia

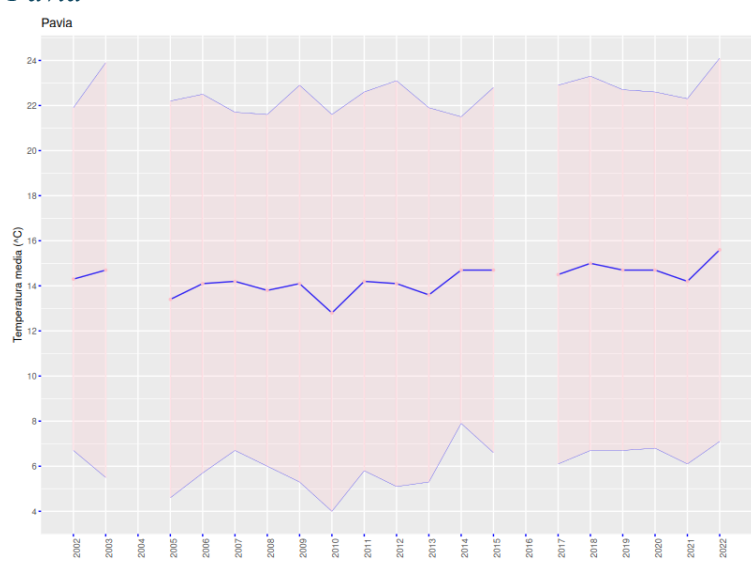


Figura 4.6 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Pavia

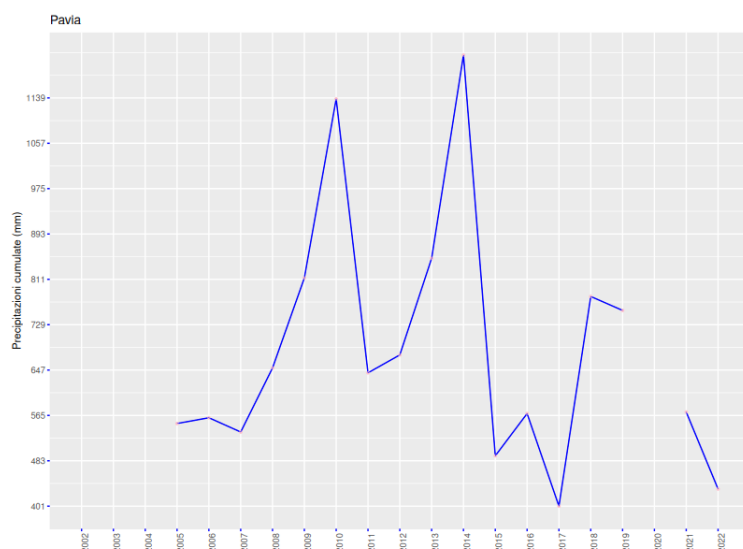


Figura 4.7 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Pavia

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.28 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Piacenza

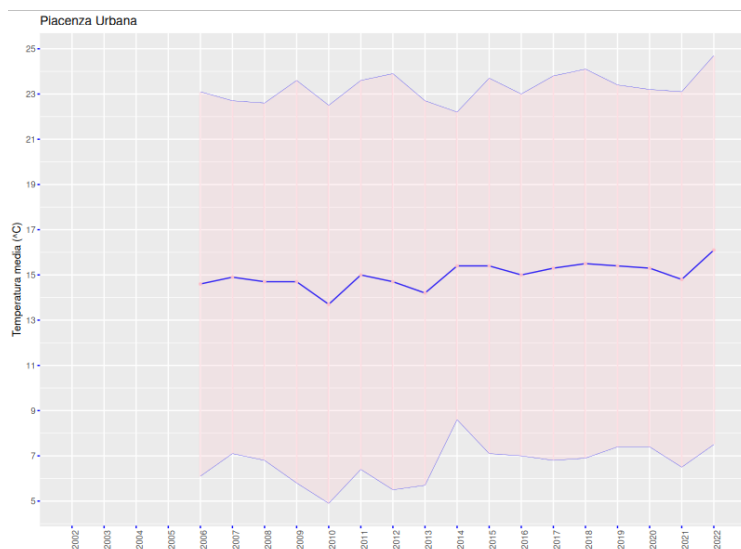


Figura 4.8 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Piacenza

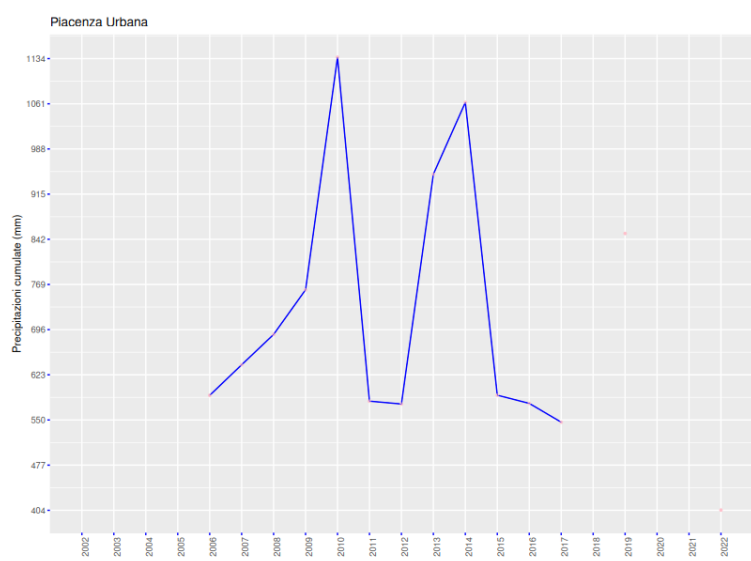


Figura 4.9 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Piacenza

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.29 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

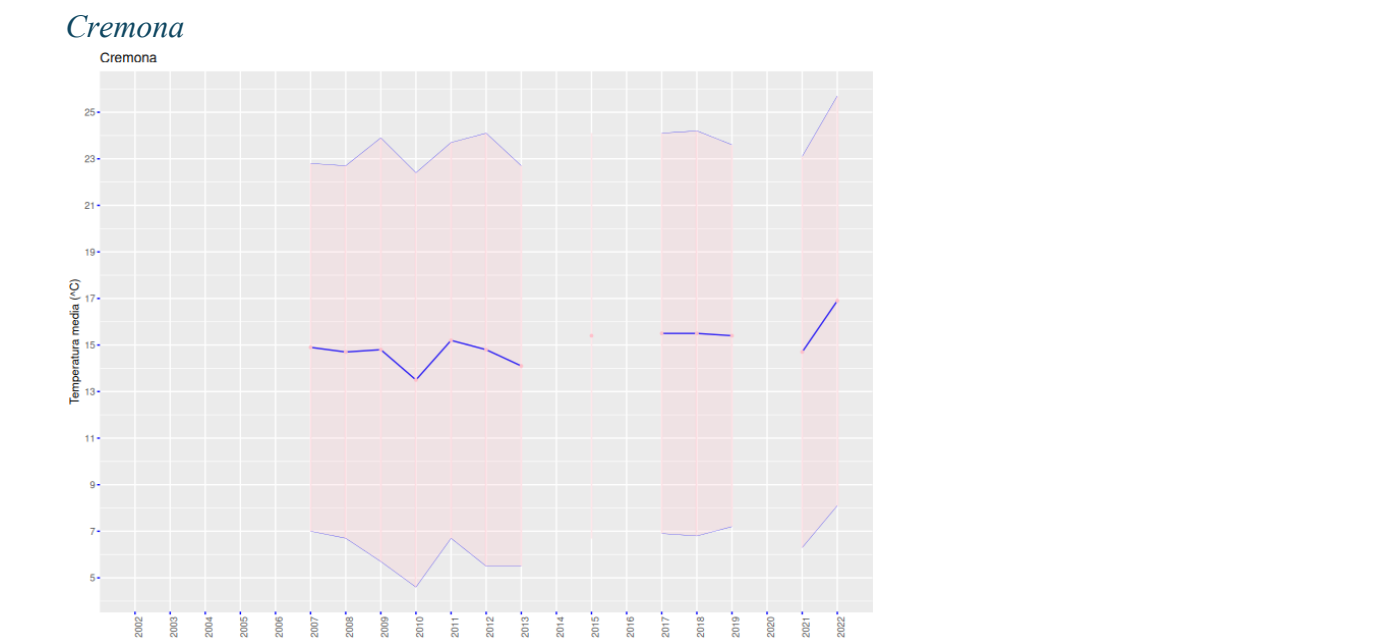


Figura 4.10 – SCIA Serie temporali - Termperatura media registrata dalla stazione di Cremona

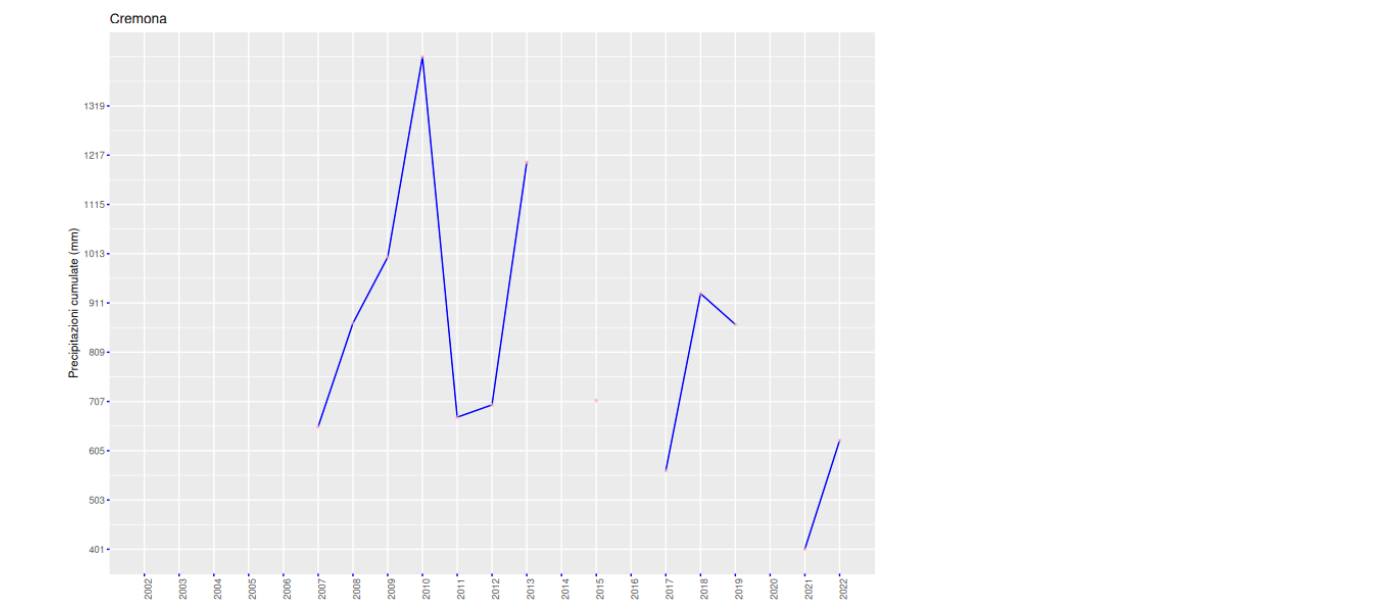


Figura 4.11 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Cremona

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.30 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

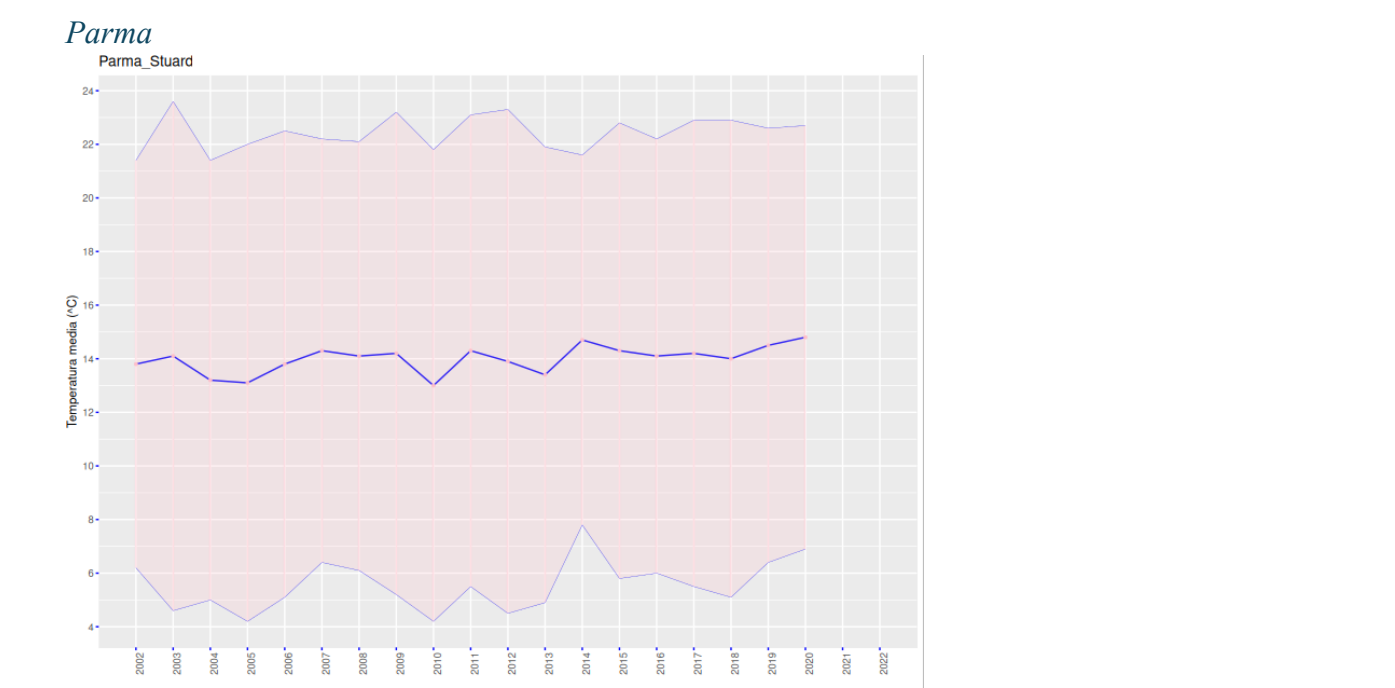


Figura 4.12 – SCIA Serie temporali - Termperatura media registrata dalla stazione di Parma

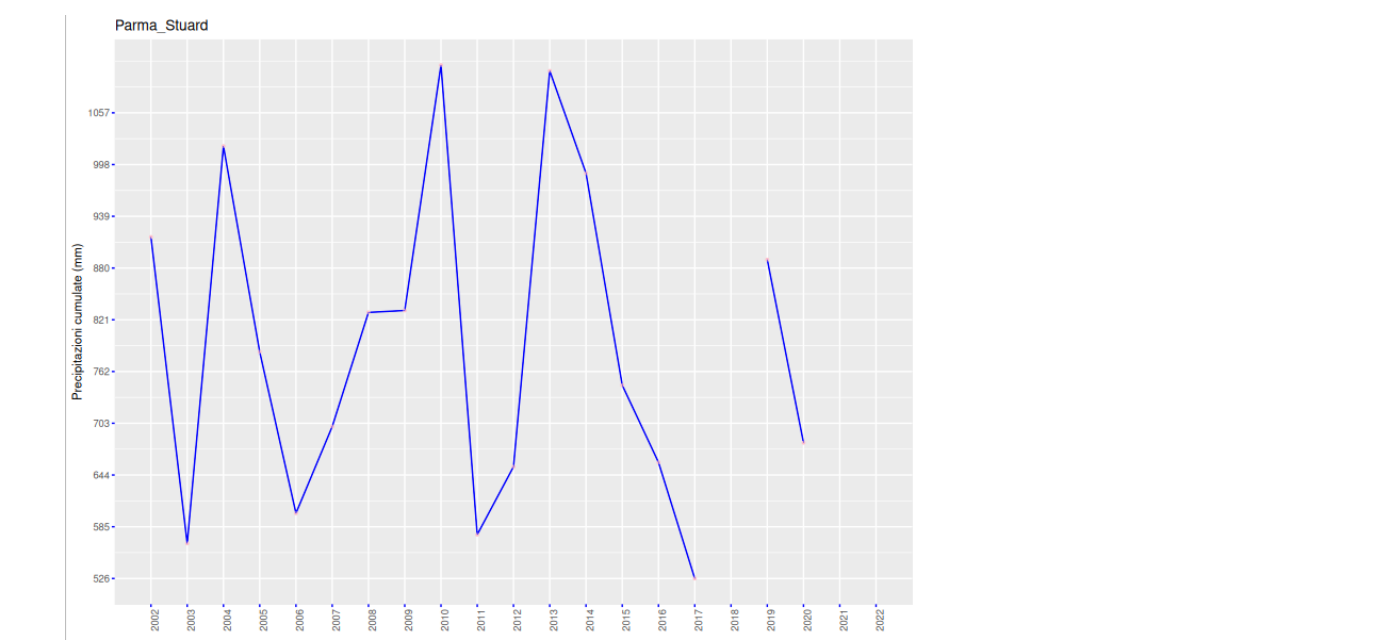


Figura 4.13 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Parma

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.31 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Mantova

Si fa riferimento alla stazione di Palidano di Gonzaga che ha registrato più dati nell'ultimo ventennio rispetto alla stazione di Mantova Ceresè.

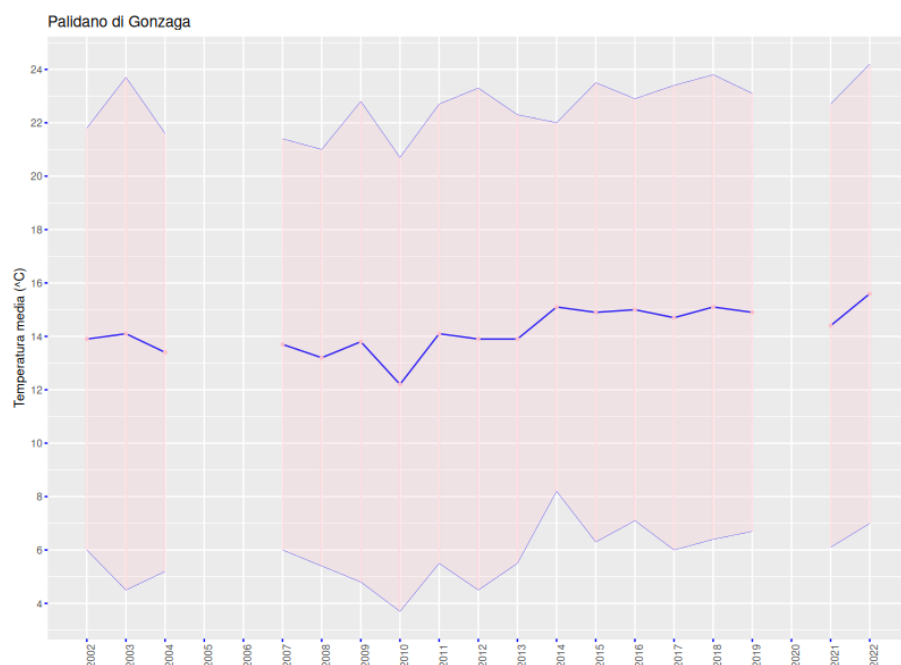


Figura 4.14 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Palidano di Gonzaga

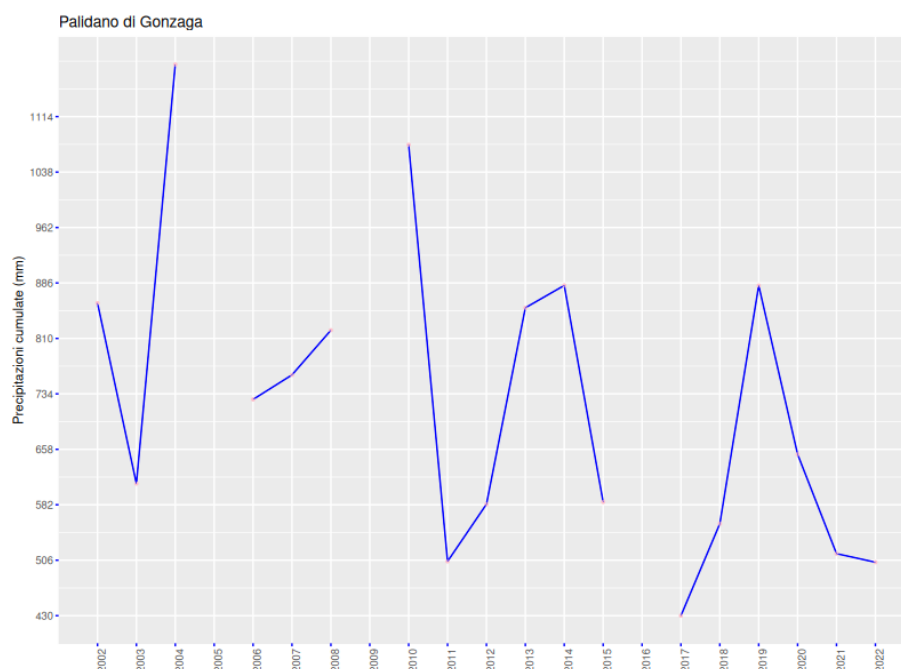


Figura 4.15 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Palidano di Gonzaga

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.32 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Rovigo

Si fa riferimento alla Stazione di Villadose.

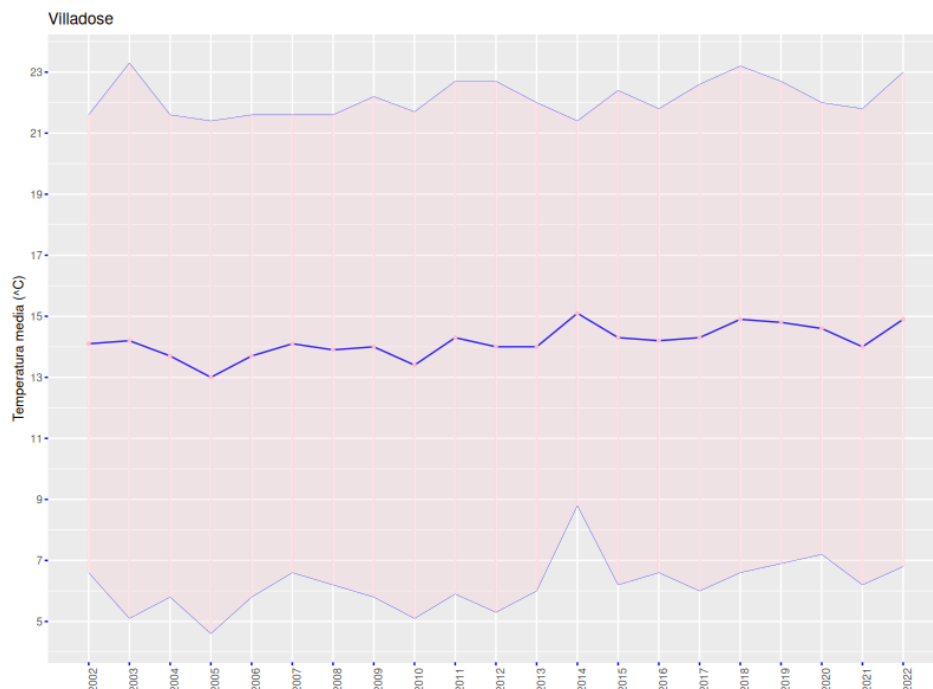


Figura 4.16 – SCIA Serie temporali - Temperatura media registrata dalla stazione di Palidano di Villadose

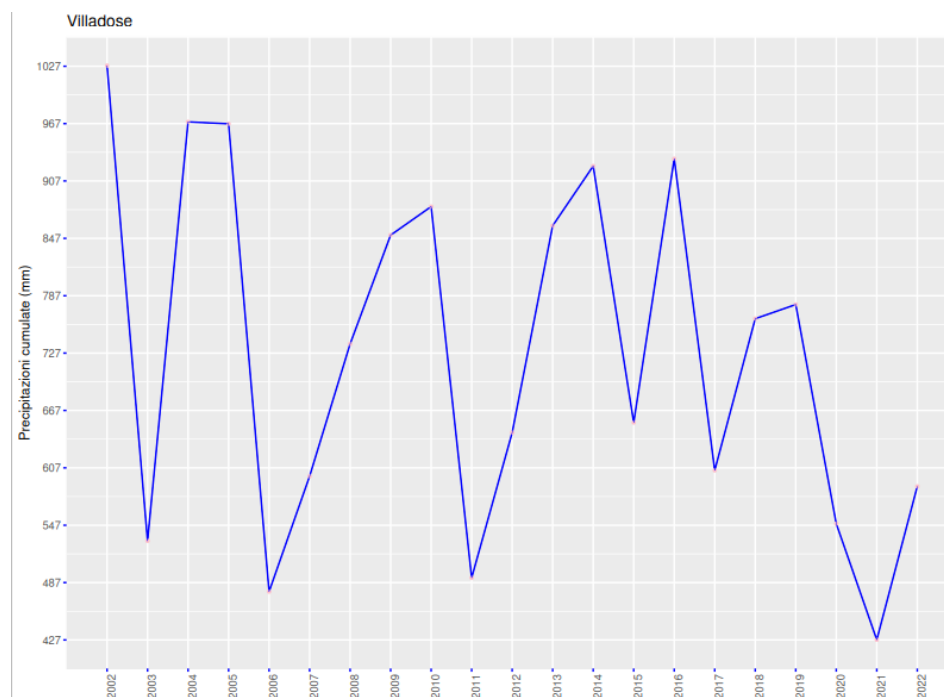


Figura 4.17 – SCIA Serie temporali - Precipitazioni cumulate registrata dalla stazione di Villadose

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.33 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

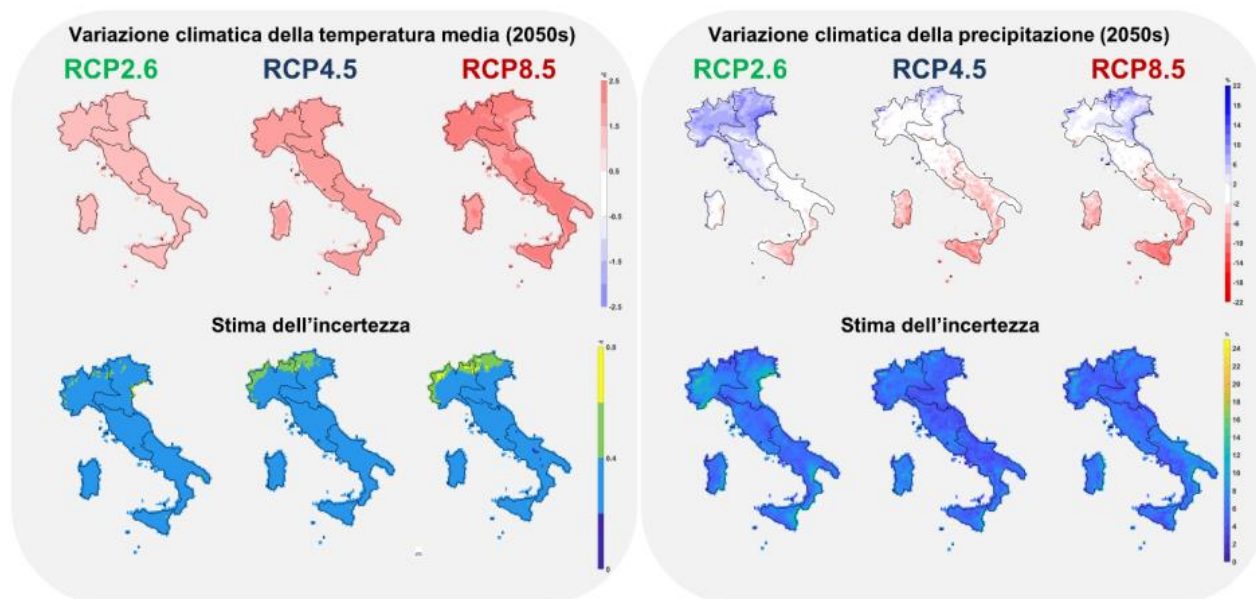
4.6. Valutazione delle proiezioni climatiche

Di seguito vengono riportate le variazioni climatiche degli indicatori precedentemente identificati per il periodo futuro 2036-2065 (centrato sull'anno 2050), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Per ciascun indicatore analizzato dal PNACC, dunque, sono state calcolate le variazioni medie attese in futuro, corredate dall'informazione relativa all'incertezza, per ciascuno scenario di emissione considerato. In particolare, gli scenari IPCC considerati nella presente analisi sono:

- RCP8.5 (“ad elevate emissioni”) – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). Lo scenario RCP 8.5 risulta caratterizzato dal verificarsi di un consumo intensivo di combustibili fossili e dalla mancata adozione di qualsiasi politica di mitigazione con un conseguente innalzamento della temperatura globale pari a +4-5°C rispetto ai livelli preindustriali atteso per la fine del secolo.
- RCP4.5 (“scenario intermedio”) – assumono la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le concentrazioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali. In RCP6.0, le concentrazioni di CO₂ continuano a crescere fino a circa il 2080, impiegano più tempo a stabilizzarsi e sono circa il 25% superiori rispetto ai valori di RCP4.5.

Per quanto attiene l'utilizzo dello scenario RCP8.5, è importante sottolineare che esso è ritenuto troppo pessimistico e poco realistico nei suoi presupposti tecnologici ed economici (Hausfather & Peters, 2020). Tuttavia, l'utilizzo di questo scenario risulta utile se si vogliono fornire informazioni sui potenziali scenari peggiori che potrebbero realizzarsi senza adottare significative misure di adattamento. Inoltre, risulta particolarmente utile per la ricerca scientifica per studiare la risposta del sistema climatico a valori elevati di emissioni.



| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.34 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Figura 4.18 – Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5

| Variazione della temperatura media (°C) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| RCP2.6 | | | | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | | | | |
| | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | |
| Nord- Ovest | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 1,8 | 1,2 | 1,9 | 1,8 | 2,3 | 1,7 | 2,3 | 2,5 | Variazione climatica (2050s) |
| | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Nord-Est | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 1,2 | 1,9 | 1,7 | 2,2 | 1,7 | 2,2 | 2,4 | Variazione climatica (2050s) |
| | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,8 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Centro | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 2,0 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 2,3 | 2,3 | Variazione climatica (2050s) |
| | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Sud | 1,0 | 0,9 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,1 | 2,0 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 2,3 | 2,2 | Variazione climatica (2050s) |
| | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Isole | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 1,9 | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 2,2 | 2,2 | Variazione climatica (2050s) |
| | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | Stima dell'incertezza (2050s) |

| Variazione della precipitazione cumulata (%) | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|-----|--------|------|------|------|--------|-----|-----|------|-----|-------------------------------|
| RCP2.6 | | | | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | | | | |
| | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON | |
| Nord- Ovest | 12,3 | 3,2 | 5,9 | 5,1 | 14,3 | -0,3 | -4,8 | -2,3 | 2,5 | 3,3 | -0,9 | 2,4 | Variazione climatica (2050s) |
| | 15 | 5 | 7 | 13 | 10 | 4 | 8 | 11 | 12 | 10 | 11 | 9 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Nord-Est | 12 | 4 | 6 | 5 | 10 | 1 | -6 | 2 | 5 | 3 | 0 | 6 | Variazione climatica (2050s) |
| | 16 | 5 | 9 | 11 | 8 | 4 | 11 | 10 | 9 | 7 | 12 | 12 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Centro | 9 | -1 | 3 | 3 | 5 | -2 | -14 | 1 | 0 | -3 | -6 | 4 | Variazione climatica (2050s) |
| | 13 | 4 | 12 | 11 | 7 | 4 | 13 | 10 | 7 | 6 | 12 | 15 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Sud | 3 | -2 | 0 | 1 | 0 | -3 | -15 | 2 | -2 | -5 | -12 | 1 | Variazione climatica (2050s) |
| | 9 | 7 | 16 | 12 | 6 | 5 | 14 | 10 | 9 | 7 | 13 | 9 | Stima dell'incertezza (2050s) |
| Isole | 3 | -6 | 7 | -1 | -2 | -7 | -14 | -3 | -7 | -8 | -13 | -2 | Variazione climatica (2050s) |
| | 8 | 7 | 25 | 11 | 5 | 8 | 14 | 9 | 7 | 7 | 16 | 10 | Stima dell'incertezza (2050s) |

Figura 4.19 – Variazioni di temperatura media e precipitazione cumulata (ensemble mean) per il periodo centrato su 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.35 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

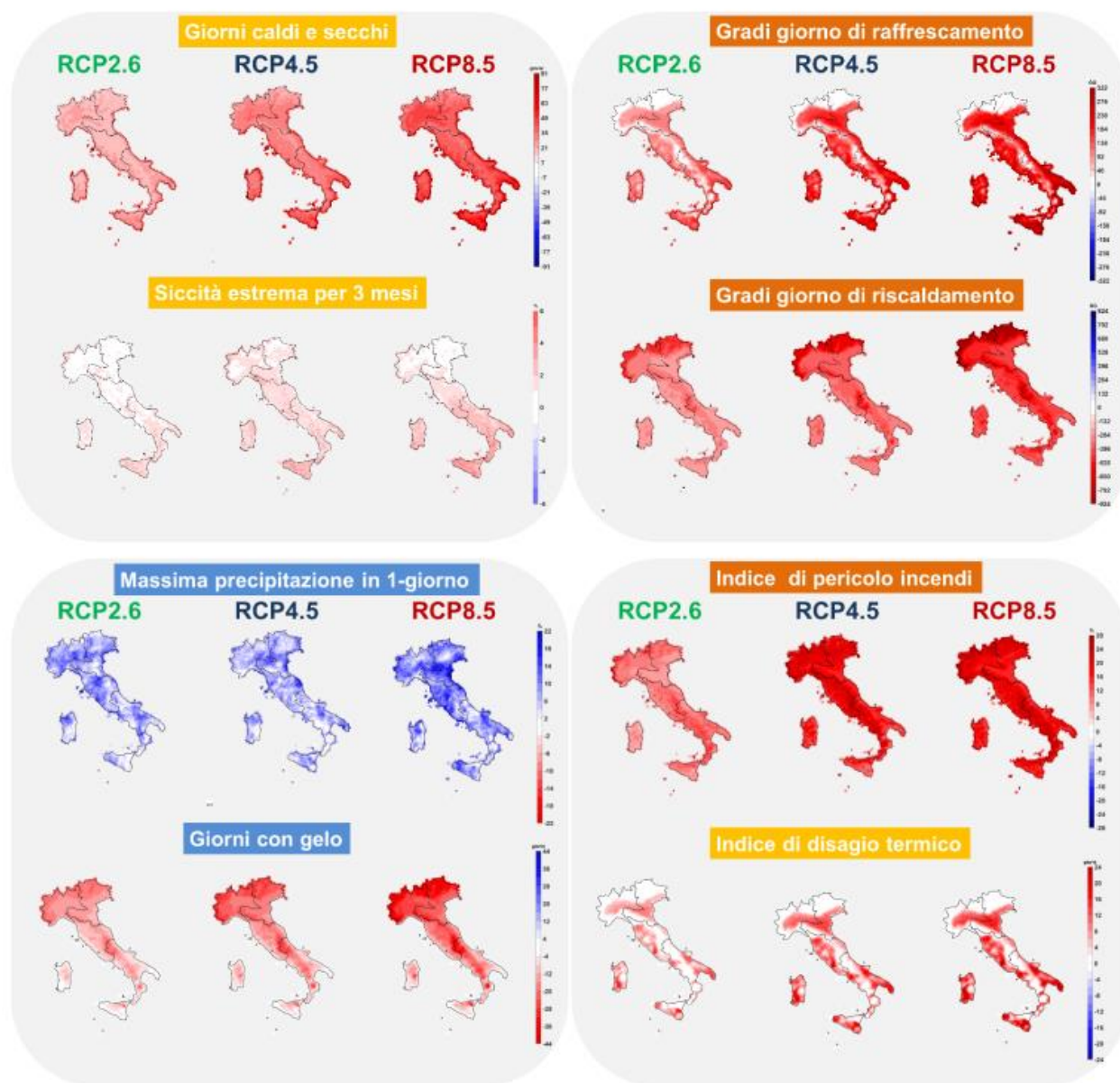


Figura 4.20 – Variazioni climatiche annuali (ensemble mean) per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.36 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

| | Nord-ovest | | | | | | | Nord-est | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|--------|------------|--------|------------|--|----------|------------|--------|------------|--------|------------|
| | RCP2.6 | ±SD RCP2.6 | RCP4.5 | ±SD RCP4.5 | RCP8.5 | ±SD RCP8.5 | | RCP2.6 | ±SD RCP2.6 | RCP4.5 | ±SD RCP4.5 | RCP8.5 | ±SD RCP8.5 |
| TG (°C) | 1,2 | 0,3 | 1,7 | 0,3 | 2,2 | 0,3 | | 1,1 | 0,3 | 1,6 | 0,3 | 2,1 | 0,3 |
| WD (giorni) | 20 | 9 | 30 | 13 | 39 | 15 | | 19 | 9 | 29 | 11 | 37 | 14 |
| WW (giorni) | 15 | 5 | 20 | 4 | 25 | 4 | | 14 | 5 | 18 | 3 | 23 | 3 |
| HDDS (GG) | -349 | 73 | -474 | 87 | -627 | 90 | | -334 | 76 | -450 | 75 | -592 | 79 |
| CDDS (GG) | 44 | 29 | 76 | 37 | 95 | 50 | | 50 | 30 | 86 | 36 | 105 | 51 |
| PRCPTOT (%) | 6 | 6 | 1 | 5 | 2 | 4 | | 6 | 6 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| R20 (giorni) | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| RX1DAY(%) | 8 | 5 | 6 | 4 | 9 | 4 | | 7 | 5 | 7 | 4 | 10 | 5 |
| SDII(%) | 5 | 4 | 4 | 2 | 5 | 2 | | 5 | 3 | 4 | 2 | 6 | 2 |
| PR99PRCTILE(%) | 7 | 4 | 6 | 3 | 9 | 4 | | 6 | 3 | 7 | 3 | 10 | 4 |
| CDD(giorni) | 0 | 1 | 0 | 2 | -1 | 1 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| SPI3 classe siccità severa (%) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | -1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| SPI3 classe siccità estrema (%) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| SPI6 classe siccità severa (%) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | -1 | 1 | 0 | 1 | -1 | 1 |
| SPI6 classe siccità estrema (%) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| SPI12 classe siccità severa (%) | -1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | | -1 | 2 | 0 | 2 | -1 | 1 |
| SPI12 classe siccità estrema (%) | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| SPI24 classe siccità severa (%) | -1 | 2 | 0 | 2 | -1 | 2 | | -1 | 2 | 0 | 2 | -1 | 2 |
| SPI24 classe siccità estrema (%) | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 3 |
| PET (%) | 6 | 1 | 9 | 2 | 11 | 2 | | 6 | 2 | 8 | 2 | 11 | 2 |
| CSDI(giorni) | -3 | 2 | -4 | 1 | -5 | 1 | | -3 | 2 | -4 | 1 | -5 | 1 |
| FD(giorni) | -16 | 4 | -22 | 4 | -28 | 5 | | -15 | 4 | -20 | 4 | -26 | 5 |
| WSDI(giorni) | 19 | 10 | 29 | 12 | 41 | 14 | | 18 | 9 | 27 | 10 | 39 | 12 |
| HUMIDEX(giorni) | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | | 2 | 2 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| SU95P(giorni) | 6 | 4 | 10 | 4 | 13 | 6 | | 7 | 4 | 12 | 4 | 14 | 6 |
| TR(giorni) | 6 | 4 | 10 | 5 | 13 | 6 | | 7 | 4 | 11 | 5 | 14 | 7 |
| SCD(giorni) | -2 | 1 | -2 | 1 | -4 | 2 | | -1 | 1 | -2 | 1 | -2 | 1 |
| EWS(%) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| FWI(%) | 9 | 7 | 18 | 4 | 20 | 4 | | 8 | 6 | 17 | 5 | 18 | 4 |

Figura 4.21 – Variazioni climatiche (ensemble mean) annuali per aree geografiche, considerando tutti gli indicatori climatici riportati in figura precedente, per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010

4.7. Impatti e vulnerabilità settoriali

Si riportano di seguito i principali impatti e vulnerabilità settoriali interessati dalle aree di intervento dell’investimento M2C4 I3.3 riscontrabili nell’Allegato III del PNACC.

ACQUA

Risorse idriche

I distretti idrografici, così come ridefiniti recentemente dalla legge 221/2015, non sono soggetti ad una variazione del clima uniforme. Secondo l’analisi condotta per lo scenario RCP4.5 (Figura 1-3), il distretto Padano è soggetto a un maggior numero di cluster di anomalie, con una distribuzione quasi omogenea tra i cluster A, D ed E. Secondo l’analisi eseguita per lo scenario RCP8.5 (Figura 1-4) i distretti Padano e delle Alpi orientali assumono un profilo di anomalie semplificato, suddivisibile in cluster E in pianura e A in montagna.

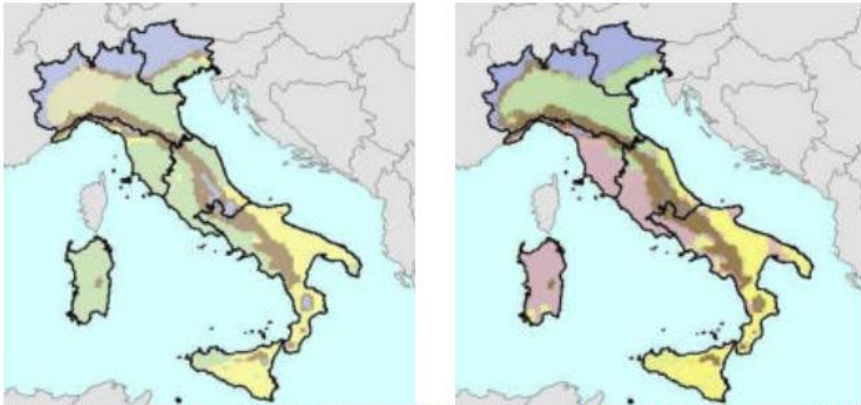


Figura 1-2: Confronto tra i distretti idrografici e i cluster delle anomalie climatiche secondo lo scenario RCP4.5 (sinistra) e RCP8.5 (destra)¹⁹.

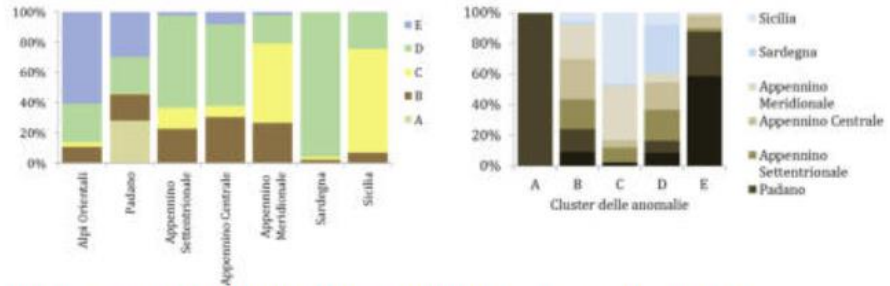


Figura 1-3: Confronto tra i distretti idrografici e i cluster delle anomalie climatiche secondo lo scenario RCP4.5.

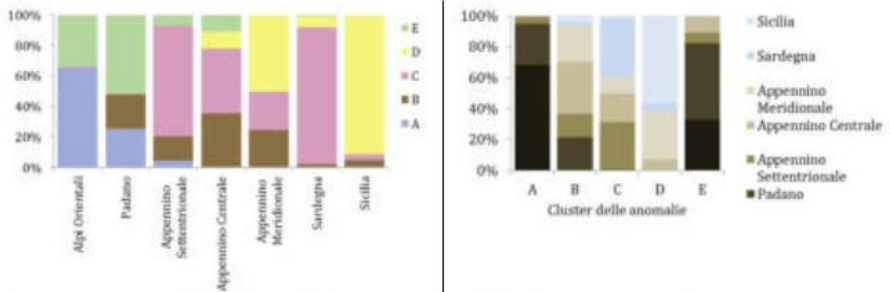


Figura 1-4: Confronto tra i distretti idrografici e i cluster delle anomalie climatiche secondo lo scenario RCP8.5.

Per l’analisi della disponibilità idrica per ciascun distretto idrografico sono state utilizzate simulazioni di deflusso per gli scenari RCP 2.6, RCP4.5, e RCP8.5. Le simulazioni sono state eseguite utilizzando il modello HYPE (E-HYPEv3.1.2) (Hundecha et al. 2016) impiegando come input i dati di un ensemble di modelli biascorrected prodotti dal progetto EU FP7 IMPACT2C.

Si riporta di seguito l’ambito padano di riferimento per il progetto.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.38 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

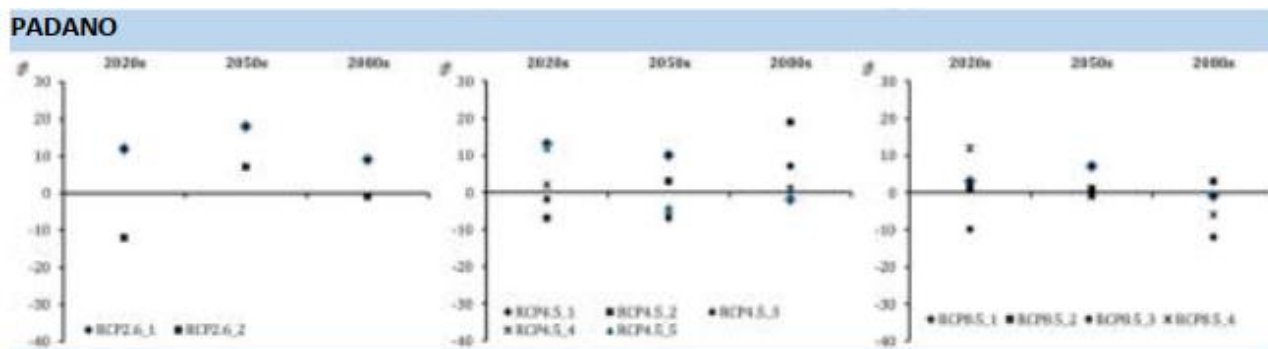


Figura 4.22 – Portate medie annue per distretto idrografico, scenario climatico (RCP 2.6, 4.5, 8.5) e periodo di riferimento (2020, 2050, 2080)

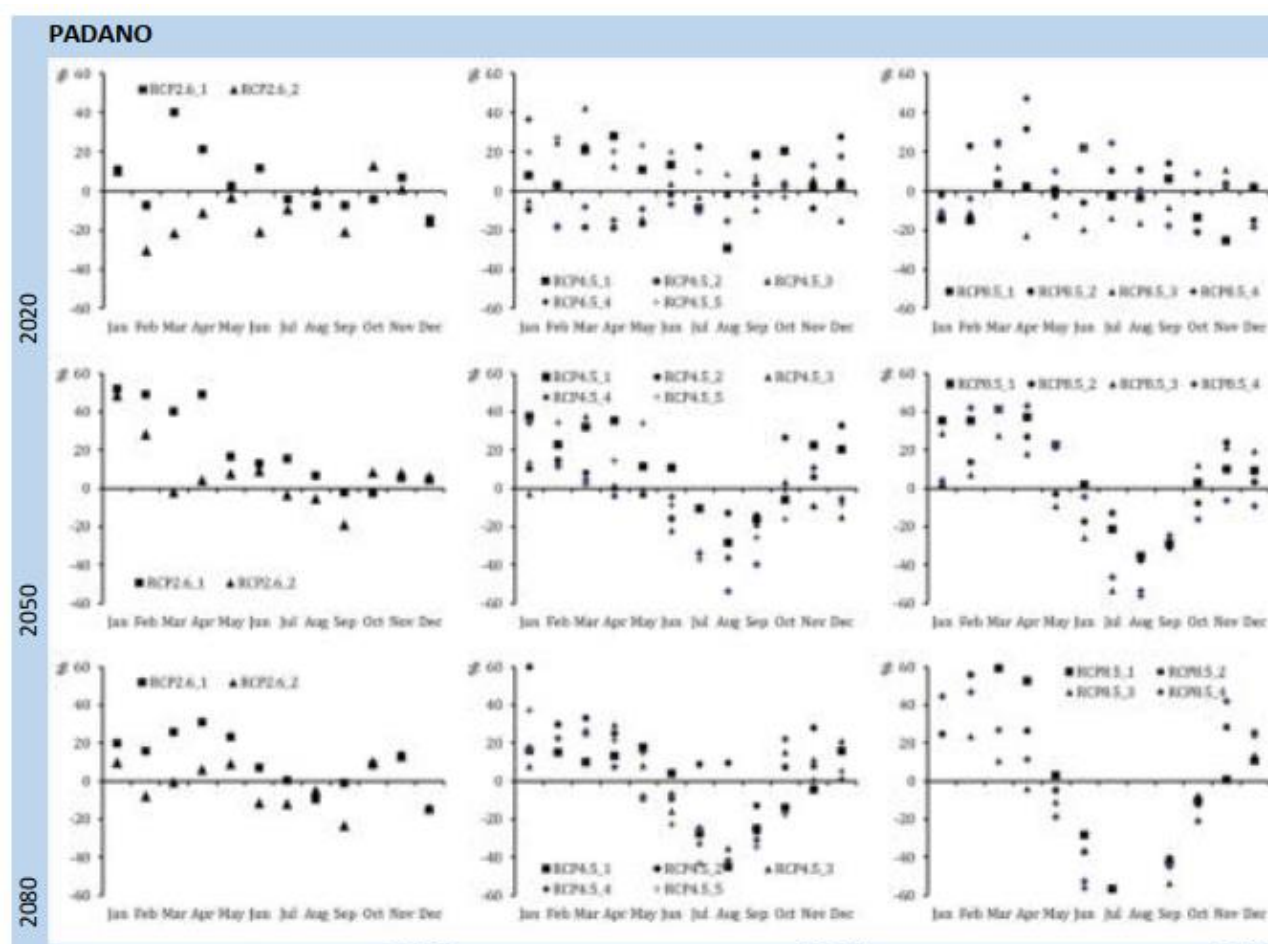


Figura 4.23 – Portate medie mensili per distretto idrografico, scenario climatico (RCP 2.6, 4.5, 8.5) e periodo di riferimento (2020, 2050, 2080)

La seconda tabella rende invece riconoscibile l'aumento della disponibilità nei mesi invernali e primaverili durante i quali la domanda idrica è bassa, e una marcata diminuzione nei mesi in cui la

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.39 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

domanda è alta e crescente.

Ecosistemi di acque interne

Gli ecosistemi lotici comprendono: torrenti e fiumi alpini, ecosistemi fluviali del bacino padano-veneto e torrenti e fiumi appenninici.

La funzionalità degli ecosistemi fluviali del bacino padano-veneto risulta spesso compromessa da interventi idraulici per la regimazione (bacinizzazione, canalizzazione), la difesa idraulica, la navigazione e dal prelievo di materiali inerti, soprattutto nel periodo 1950-1970, che ne hanno causato il dissesto idromorfologico. A tali impatti, si devono aggiungere quelli legati ai consistenti prelievi per uso agricolo, all'artificializzazione dell'uso del suolo, che ne cambia la permeabilità, all'immissione di sostanza organica, azoto e fosforo, che potenzialmente possono portare all'eutrofizzazione dei tratti planiziali a bassa velocità di corrente, nonché di microinquinanti organici e inorganici. Ciò si riflette nel deterioramento dello stato ecologico, evidenziato in particolare dal declino della flora autoctona e dall'aumento di quella alloctona. La stessa tendenza è in atto per la fauna. La vulnerabilità di questi ecosistemi è elevata (Viaroli et al., 2010).

Tabella 1-5: Variazioni climatiche attese e principali probabili effetti sugli ecosistemi lotici.

| Tipologia | Variazioni climatiche attese in base al Par. 1.1.1 per il periodo 2021-2050 | Effetti attesi |
|--|--|---|
| Torrenti e fiumi alpini | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento della temperatura media annua dell'aria di circa 1.5 °C. • Diminuzione del numero di giorni in cui la temperatura dell'aria scende sotto 0°C. • Diminuzione della copertura nevosa. • Riduzione delle precipitazioni estive | <ul style="list-style-type: none"> • Diminuzione del numero dei torrenti alimentati dai ghiacciai. • Diminuzione della fauna ad essi associata. • Alterazione del regime idrologico |
| Ecosistemi fluviali nel bacino Padano-Veneto | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento della temperatura media annua dell'aria di circa 1.5 °C. • Aumento delle precipitazioni invernali. • Riduzione delle precipitazioni estive. • Aumento delle giornate con temperature dell'aria superiori ai 29.2 °C. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento della frequenza e durata dei periodi di magra nel periodo estivo. • Aumento delle precipitazioni e di conseguenza del rischio di piene in inverno. • Aumento degli effetti acuti dell'eutrofizzazione nei periodi estivi, e accrescimento del rischio di anossie. • Aumento della concentrazione degli inquinanti, a parità di carico. • Forti disturbi alla comunità macrobentonica, associati ad eventi di piena eccezionale. |
| Torrenti e fiumi appenninici | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento della temperatura media annua dell'aria di circa 1.5 °C. • Riduzione delle precipitazioni estive, marcata nello scenario RCP4.5. • Diminuzione del numero di giorni in cui la temperatura dell'aria scende sotto 0°C. | <ul style="list-style-type: none"> • Aumento della frequenza e durata dei periodi di secca e magra nel periodo estivo. • Peggioramento della qualità delle acque. • Perdita di habitat e di connessione laterale. |

Ecosistemi di transizione: foci fluviali e lagune

Gli ambienti di transizione definiti da McLusky and Elliott (2007) come "aquatic areas which are neither fully open coastal nor enclosed or flowing freshwater areas", comprendono lagune aperte come quelle dell'alto Adriatico e lo Stagnone di Marsala in Sicilia, e lagune chiuse e stagni costieri, alcuni dei quali

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.40 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

formati da foci fluviali come il Delta del Po. Il Delta del Po ricade nella macroregione 2 (Pianura Padana e coste del Tirreno settentrionale: caratterizzate dal più elevato numero di summer days: $T < 29.2^{\circ}\text{C}$).

TERRA

Dissesto geologico, idrogeologico e idraulico

L'impatto del cambiamento climatico sul rischio geologico, idrologico ed idraulico si estrinseca principalmente attraverso il cambiamento delle temperature e del regime delle precipitazioni, che si verifica con modalità fortemente variabili nello spazio e nel tempo, ed è influenzato da condizioni naturali e antropiche locali.

Macroregione 1: Prealpi e Appennino settentrionale. Dal confronto tra tale macroregione e le altre individuate sul periodo corrente, emerge come la macroregione sia caratterizzata da valori intermedi di temperatura media e precipitazioni invernali, e da valori elevati degli indicatori relativi ai fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95). L'intersezione tra tale macroregione e le aree identificate tramite la zonazione condotta in termini di anomalie individua sotto ambedue gli scenari tre aree: A, B e D per l'RCP4.5; B, C ed E sotto l'RCP8.5.

In un contesto generalizzato di aumento delle temperature medie (dell'ordine di 1.5°C), i due scenari climatici analizzati prevedono:

- per l'RCP4.5, nei territori di intersezione con le aree omogenee A e B (Italia Nord-Occidentale e Appennino Settentrionale), è stimata una consistente riduzione della copertura nevosa, variazioni contenute dei cumuli invernali e dei massimi di precipitazione; al contempo, nelle aree di intersezione con l'area omogenea D (settore nord-orientale), le variazioni dei giorni con copertura nevosa risultano limitate ma più rilevanti appaiono gli incrementi di precipitazione invernale (+8%) e dell'intensità dei massimi di precipitazione (+11%);
- per l'RCP8.5, gli incrementi dei valori di precipitazione intensa (R95) sono attesi variare tra il 6% e il 13%. D'altro canto, profonde differenze si individuano in termini di copertura nevosa con riduzioni che variano tra 18 giorni (nelle intersezioni con l'area B, Appennino Settentrionale) e un solo giorno (area C) [nell'area E, in cui ricade la maggior parte del territorio, è rilevato un valore intermedio di 9 giorni].

Parimenti, mentre sulle aree B e C le variazioni di precipitazione invernale oscillano rispettivamente tra -7% e 3%, sull'area E esse raggiungono il +16%.

Alla luce delle variazioni stimate, i fenomeni di dissesto che potrebbero essere interessati dalle maggiori variazioni in magnitudo e stagionalità risultano quelli associati alle dinamiche di fusione nivale, soprattutto nella zona A sotto l'RCP4.5 e nella zona B per RCP8.5 per effetto dell'incremento della temperatura e di diminuzione della durata della copertura nevosa. Per entrambi gli scenari, la variazione in frequenza degli eventi intensi (R20) è trascurabile, mentre l'incremento di intensità dei fenomeni di precipitazione potrebbe indurre variazioni nella magnitudo dei fenomeni di dissesto idraulico nei bacini di estensione minore, e nell'occorrenza dei fenomeni franosi superficiali nei suoli e nelle coperture e/o nei terreni a maggiore permeabilità

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.41 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Tabella 1-14: Macroregione 1 Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010.

| Macroregione 1 | presente | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | | |
|-----------------------------|----------------|--------|-------|-------|--|--------|-------|-------|--|
| cluster | | A | B | D | | B | C | E | |
| <i>Tmean (Δ °C)</i> | 13 °C | ● 1.4 | ● 1.3 | ● 1.2 | | ● 1.6 | ● 1.5 | ● 1.5 | |
| <i>R20 (Δ giorni/anno)</i> | 10 giorni/anno | ● -1 | ● -1 | ● 1 | | ● 0 | ● 1 | ● 1 | |
| <i>SC (Δ giorni/anno)</i> | - | ● -12 | ● -8 | ● -1 | | ● -18 | ● -1 | ● -9 | |
| <i>WP (%)</i> | 187 mm | ● -4 | ● -2 | ● 8 | | ● -7 | ● 3 | ● 16 | |
| <i>R95 (%)</i> | 28 mm | ● 1 | ● 3 | ● 11 | | ● 6 | ● 13 | ● 9 | |

Figura 4.24 – Macroregione 1 - Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010

Macroregione 2: Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere del centro-sud, comprese le aree di Lazio e Campania a più elevata urbanizzazione. Il confronto con le altre macroregioni omogenee indica come la macroregione sia caratterizzata, in media, da elevati valori di temperatura media (circa 14°C), mentre per gli indicatori di precipitazione media (WP) e intensa (R20 e R95) i valori risultano contenuti.

L’intersezione della macroregione con le aree omogenee identificate in termini di variazione individua tre aree per entrambi gli scenari. Gli scenari climatici prevedono:

- per l’RCP4.5, è stimato un aumento della temperatura dell’ordine di 1.2-1.4°C. Il versante del basso Adriatico e la maggior parte della Pianura Padana potrebbero essere interessati da una leggera riduzione delle precipitazioni invernali e incrementi trascurabili dei valori e frequenze degli eventi di precipitazione intensa. Al contempo, il versante tirrenico potrebbe essere interessato da incrementi dei valori di precipitazione sia invernale (8%) sia in termini di intensità dei fenomeni giornalieri (+11%).
- per l’RCP8.5, gli incrementi di temperatura risultano più marcati (1.5°C). In Pianura Padana e sul versante tirrenico sono stimati aumenti sostenuti delle precipitazioni invernali (rispettivamente +16% e +7%) e dei valori di precipitazione intensa (+9% e +13%).

Per entrambi gli scenari, la variazione nella frequenza degli eventi intensi (R20) è trascurabile. In tal caso, i fenomeni di dissesto che potrebbero essere maggiormente interessati dalle variazioni attese, sono quelli associati ad eventi intensi su scala giornaliera o inferiore per i quali sotto ambedue gli scenari è atteso un incremento in magnitudo seppur caratterizzato da elevata incertezza. Per i fenomeni regolati da pattern atmosferici di maggiore estensione temporale emergono due tendenze contrastanti. Da un lato potrebbero beneficiare dell’incremento di temperatura potenzialmente associato a maggiori perdite evapotraspirative. Dall’altro potrebbero essere condizionati dagli incrementi nei valori cumulati di precipitazione invernale stimati per gran parte dei territori sotto ambedue gli scenari.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.42 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

Tabella 1-15: Macroregione 2 Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010.

| Macroregione 2 | presente | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | |
|-----------------------------|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--|
| cluster | | A | C | D | C | D | E | |
| Tmean (Δ °C) | 14.6 °C | ● 1.4 | ● 1.2 | ● 1.2 | ● 1.5 | ● 1.5 | ● 1.5 | |
| R20 (Δ giorni/anno) | 4 giorni/anno | ● -1 | ● 0 | ● 1 | ● 1 | ● 0 | ● 1 | |
| SC (Δ giorni/anno) | - | ● -12 | ● -1 | ● -1 | ● -1 | ● -1 | ● -1 | |
| WP (%) | 148 mm | ● -4 | ● -5 | ● 8 | ● 7 | ● -4 | ● 16 | |
| R95 (%) | 20 mm | ● 1 | ● 4 | ● 11 | ● 13 | ● 6 | ● 9 | |

Figura 4.25 – Macroregione 2 - Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010

UOMO (ATTIVITA' ANTROPICHE)

Insedimenti urbani

Si riporta di seguito un quadro conoscitivo degli insediamenti urbani, anche se l'investimento in oggetto non interviene in ambito urbano.

Per completezza di informazione si ritiene di illustrare i seguenti dati in quanto l'investimento M2C4 I3.3 coinvolge 106 comuni distribuiti in 11 province su 4 regioni. Anche i centri urbani quindi subiranno indirettamente gli effetti delle azioni dell'investimento.

Macroregione 1: Prealpi e Appennino settentrionale. L'area è attualmente caratterizzata da valori intermedi di precipitazioni invernali ed estive, ma da valori elevati degli indicatori relativi ai fenomeni di precipitazione estrema (R20 e R95p). In un contesto generalizzato di aumento delle temperature medie, i due scenari climatici analizzati prevedono:

- per l'RCP 4.5 una riduzione delle precipitazioni estive e invernali, anche se per la Toscana e per alcune zone del Veneto queste ultime sono previste in aumento, ed un loro aumento di intensità;
- per l'RCP 8.5 un aumento più marcato delle temperature medie ed estreme, una riduzione delle precipitazioni estive ed un aumento di quelle invernali. Nella parte dell'area che ricade sulla Toscana si prevede un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione e degli estremi.

Gli stressor climatici più rilevanti per gli insediamenti urbani dell'area sono quindi l'intensificarsi delle precipitazioni medie ed estreme, che in parte di Toscana e Veneto possono diventare anche più frequenti aggravando un'esposizione già esistente, e la riduzione delle precipitazioni nel periodo estivo. Gli impatti potenziali più rilevanti sugli insediamenti urbani saranno ragionevolmente quelli associati ad eventi di dissesto idrogeologico in area urbana, con possibili incidenze su infrastrutture e servizi, nonché problemi legati alla scarsità e relativa gestione delle risorse idriche, soprattutto nel periodo estivo.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.43 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

| Zona 1 | presente | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | | |
|---------------------|----------|--------|-------|-------|--|--------|-------|-------|--|
| cluster | | A | B | D | | B | C | E | |
| Tmean (°C) | 12.8 | ● 1.4 | ● 1.3 | ● 1.2 | | ● 1.6 | ● 1.5 | ● 1.5 | |
| R20 (giorni/anno) | 11 | ● -1 | ● -1 | ● 1 | | ● 0 | ● 1 | ● 1 | |
| SUP95 (giorni/anno) | 30 | ● 18 | ● 9 | ● 14 | | ● 8 | ● 12 | ● 14 | |
| R95 (%) | 29 | ● 1 | ● 3 | ● 11 | | ● 6 | ● 13 | ● 9 | |

Figura 4.26 – Zona 1 Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010

Macroregione 2: Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale (comprese le aree di Lazio e Campania che coincidono con le aree a più elevata urbanizzazione). La zona è attualmente caratterizzata dal maggior valore per la media di numero di giorni con temperature massime al di sopra dei 29,2°C113 e al contempo da temperature medie elevate; il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra invece caratteristiche intermedie. In particolare:

- l'RCP 4.5 prevede un aumento significativo della temperatura e dei summer days. Il versante tirrenico e la maggior parte della Pianura Padana sono interessati da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione di quelle estive; la parte ovest della pianura Padana e del versante Adriatico da una generalizzata riduzione sia delle precipitazioni estive che di quelle invernali;
- l'RCP 8.5 prevede trend più marcati di temperatura e summer days rispetto allo scenario RCP 4.5. Nella pianura Padana si prevedono un aumento rilevante delle precipitazioni invernali e una riduzione di quelle estive; le restanti aree della Zona 2 sono caratterizzate da un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi.

Gli stressor climatici più rilevanti per gli insediamenti urbani dell'area sono quindi le ondate di calore e l'intensificarsi degli eventi di precipitazione estremi, che si accompagnano ad una generalizzata riduzione delle precipitazioni nel periodo estivo e, sul versante Adriatico, anche in quello invernale. Potenziali impatti climatici di particolare rilievo saranno quelli sulla salute, derivanti dalle patologie legate all'aumento delle temperature, incluse le ondate di calore.

Tabella 1-46: Zona 2 Anomalie climatiche per il periodo 2021-2050 versus il periodo 1981 – 2010.

| Zona 2 | presente | RCP4.5 | | | | RCP8.5 | | | |
|---------------------|----------|--------|-------|-------|--|--------|-------|-------|--|
| cluster | | A | C | D | | C | D | E | |
| Tmean (°C) | 14.4 | ● 1.4 | ● 1.2 | ● 1.2 | | ● 1.5 | ● 1.5 | ● 1.5 | |
| R20 (giorni/anno) | 5 | ● -1 | ● 0 | ● 1 | | ● 1 | ● 0 | ● 1 | |
| SUP95 (giorni/anno) | 52 | ● 18 | ● 12 | ● 14 | | ● 12 | ● 14 | ● 14 | |
| R95 (%) | 21 | ● 1 | ● 4 | ● 11 | | ● 13 | ● 6 | ● 9 | |

Ondate di calore e qualità dell'aria

Gli ultimi decenni in Italia sono stati caratterizzati da aumenti significativi delle temperature medie e

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.44 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

degli eventi di ondate di calore, definiti da alcuni indici tra i quali il WSDI (Warm Spell Duration Index)¹¹⁷ che negli ultimi 50 anni (dal 1961 al 2013) ha sempre superato la media climatologica.

Tabella 1-52: Tasso di variazione degli indici di temperatura estrema delle serie medie italiane 1961-2012¹¹⁸.

| Indice | Tasso di variazione (in n° giorni ogni 10 anni) |
|-------------------------------|--|
| <i>Frost days</i> | - 2.1 |
| <i>Summer days</i> | + 5.7 |
| Notti tropicali | + 4.3 |
| Durata delle ondate di calore | + 4.5 |

Le proiezioni effettuate per i due scenari di concentrazione di CO₂ RCP 4.5 e 8.5 evidenziano un intensificarsi di questi fenomeni nel corso del secolo in particolare nelle macroregioni 2 e 6 che saranno quindi particolarmente vulnerabili a ondate di calore e temperature estreme.

Come evidenziato da recenti studi, esiste inoltre una associazione piuttosto stretta tra condizioni climatiche e inquinamento atmosferico. Le attività antropiche proprie degli insediamenti urbani (traffico veicolare, centrali termoelettriche, riscaldamento e condizionamento degli edifici) sono responsabili dell'immissione in atmosfera non solo di gas ad effetto serra (CO₂, CH₄), ma anche di sostanze quali SO₂, NO₂, CO, benzene (C₆H₆), particolato fine (PM₁₀ e PM_{2.5}) e ozono troposferico (O₃) che compromettono la qualità dell'aria (IPCC, 2013).

Se analizziamo il territorio italiano, particolarmente a rischio in seguito a cambiamenti delle variabili climatiche maggiormente coinvolte nei processi di formazione e trasporto degli inquinanti atmosferici, risultano le macroregioni 2, 3 e 6. Nel caso della Pianura Padana (Zona 2) in cui, come riportato precedentemente, la maggior parte degli agglomerati urbani presenta già superamenti nei valori limite degli inquinanti, i cambiamenti climatici potranno accentuare la già scarsa ventosità dovuta alle caratteristiche orografiche del territorio (Gobiet et al. 2014) riducendo quindi il rimescolamento degli strati atmosferici e aumentando i fenomeni di stagnazione atmosferica. Un aumento della concentrazione media estiva di O₃ troposferico di circa 4 ± 2 ppm è infatti previsto per il Centro e Nord Italia entro la fine del secolo, rispetto alla concentrazione media del periodo 1991-2000 (Katragkou et al. 2011), mentre incrementi trascurabili sono previsti nell'Italia del Sud.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.45 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

5. PIANO DI ADATTAMENTO

Per quanto riguarda il progetto in toto è possibile affermare che le azioni intraprese per raggiungere il target di progetto (riduzione dell'artificialità dell'alveo) siano una vera e propria azione di lotta ai cambiamenti climatici.

I seguenti punti riassumono l'impatto positivo del progetto sulle aree interessate dagli interventi:

- Aumento delle aree rinaturate;
- Controllo delle specie alloctone invasive;
- Aumento delle aree riforestate con specie autoctone;
- Aumento della quantità di Co2 sequestrata dalle nuove piante inserite nel progetto;
- Miglioramento/aumento delle aree degli habitat per le specie target;
- Miglioramento degli ecosistemi fluviali con creazione di nuove zone umide tramite l'abbassamento dei pennelli idraulici e scavo nelle lanche;
- Valutazione degli interventi idraulici a valle dell'esecuzione di un modello idraulico ai fini della sicurezza idraulica.

Vista la limitata durata della fase di cantiere e l'analisi delle tipologie di rischio alle quali è esposta la zona di intervento, non si avverte la necessità di adottare azioni strategiche mirate o sistemi di adattamento specifici per mitigare gli effetti del cambiamento climatico sul cantiere stesso. Le azioni per il miglioramento della sostenibilità del cantiere sono elencate al paragrafo 2.6.5 della Relazione di sostenibilità.

Il cantiere, durante la fase di esecuzione lavori, opererà sempre nel pieno rispetto delle direttive comunali o sovraordinate eventualmente emanate al fine di evitare l'esposizione a rischi climatici e per garantire la sicurezza dei lavoratori coinvolti.

Anche gli elementi temporanei come le piste di cantiere e le nuove strade di accesso sono state previste in pavimentazioni drenanti in ghiaia per non alterare la permeabilità dei suoli.

Il progetto dell'investimento M2C4 I3.3 risponde a pieno alle azioni programmate nelle misure integrative del PNACC.

Con riferimento alla Circolare MEF-RGS 33/2022 e come riportato nel Vademecum sul principio DNSH del presente progetto, la misura ricade nei campi di intervento 048, 049 e 050 di cui all'allegato del regolamento RRF con un coefficiente di cambiamento climatico del 40% e coefficiente ambientale del 100%. Il target del progetto prevede il rimboschimento di 337 ettari ed il ripristino di oltre 1500 ettari di zone umide. Il rimboschimento è a scopo naturalistico, al fine di migliorare la biodiversità, e per questo motivo vengono utilizzati alberi autoctoni ed ecotipi locali come: farnia (*Quercus robur*), ornello (*Fraxinus oxycarpa*), olmo campestre (*Ulmus minor*), acero campestre (*Acer campestre*), salice bianco (*Salix alba*), pioppo bianco (*Populus alba*), pioppo nero (*Populus nigra*), ontano nero (*Alnus glutinosa*), fuso europeo (*Euonymus europaeus*), nocciolo (*Corylus avellana*), viburno (*Viburnum opulus*), prugnolo (*Prunus spinosa*), rosa canina (*Rosa canina*), sambuco nero europeo (*Sambucus nigra*), corniolo comune (*Cornus sanguinea*), albero viandante (*Viburnum lantana*), ligustro selvatico (*Ligustrum vulgare*) che consentono anche un migliore protezione del suolo rispetto alle condizioni ambientali e climatiche locali. La manutenzione è prevista per consentire il consolidamento del

| | | | | |
|---|--------|-------------------|--|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.46 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

rimboschimento e garantire il ripristino stabile di molteplici servizi ecosistemici quali: l'assorbimento di circa 48000 ton di carbonio, contribuendo alla regolazione del ciclo idrologico, proteggere le sponde e le fasce laterali dall'erosione (considerando una capacità di ritenzione del suolo da parte del bosco di circa 6400 ton), migliorare il processo di autodepurazione del fiume (pari a 514.470 kg azoto/anno per le zone umide e 87.776 kg azoto/anno per le aree rimboschite) e migliorare il patrimonio naturale. Gli interventi di rinaturalizzazione previsti (imboschimento e recupero delle zone umide) avvengono in suoli a bassa concentrazione di carbonio e li migliorano garantendo le condizioni per aumentare la capacità di stoccaggio del carbonio.

Con riferimento allo stralcio prioritario, sono di seguito citati i benefici attesi con la realizzazione dei primi cinque interventi:

- Interventi morfologici 5 aree mediante abbassamento dei pennelli e scavo delle lanche con formazione di nuove aree umide con miglioramento degli ecosistemi fluviali.
- Estensione della forestazione: circa 390 Ha
- Estensione del contenimento alloctone invasive: circa 255 Ha
- Potenziale Co2 stoccata dai nuovi impianti vegetali (valori per esemplari maturi): circa 695.000 ton Co2 eq.

Con riferimento al Secondo Stralcio, oggetto della presente relazione, i benefici attesi con la realizzazione delle 25 schede intervento sono di seguito elencati.

- Interventi morfologici
 - Abbassamento dei pennelli idraulici in 6 punti dell'asta del Po;
 - Scavo di 9 canali per la riattivazione della lanca, di lunghezza complessiva pari a circa 14 km
 - Tre nuove difese di sponda;
 - Ripascimento per miglioramento del flusso del Po.
- Interventi naturalistici
 - Estensione della forestazione con specie autoctone: circa 1260 Ha;
 - Estensione della riqualificazione lanche e rami abbandonati: circa 70 Ha;
 - Estensione del contenimento vegetazione erbacea alloctona: circa 700 Ha;
 - Estensione del contenimento vegetazione arboreo-arbustiva alloctona: circa 700 Ha.

Nella tabella riportata in allegato si riporta una tabella di sintesi degli interventi, per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica delle singole schede intervento.

| | | | | |
|---|--------|-------------------|---|-----------|
| TECHNITAL S.p.A. GRAIA S.r.l. StudioSilva S.r.l. ETATEC Studio Paoletti S.r.l. Binini Partners S.r.l. | Rev. 0 | Data: Giugno 2025 | Cod. El.: II209P-E20-00-GEN-RG-03-0 | Pag. n.47 |
| | Rev. 2 | Data: Luglio 2025 | Relazione generale di adattamento ai cambiamenti climatici | |

ALLEGATO A - Tabella di sintesi degli interventi

| N° Scheda | Intervento | LINEA M | | | | | | | | | | | | | | | LINEA R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|--|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------|------|------|------|-------|------|------------|------------|------|------|---|------|------|------|------|-------|------|---|--------|-------|------|--------|--------|-------|------|--------|-------|-------|--------|----|
| | | Abbassamento del pennello | | | Realizzazione canale | | Realizzazione difesa sponda | | Abbassamento del piano gotenale | | Ripascimento dello scavo in alveo | | | Ripascimento dello scavo per rinforzo sponda | | | Riforestazione diffusa naturalistica | | | | | | | | | | | | Riqualificazione di lanche e rami abbandonati | | | | | | | Controllo specie vegetazionali alloctone invasive | | | | | | | | | | | | |
| | | Quota originale | Quota di progetto | Estensione tratto di abbassamento | Lunghezza canale principale | Lunghezza canale secondario | Difesa di sponda 1 | Difesa di sponda 2 | Estensione abbassamento | Totale volume materiale | Quota originale | Quota di progetto | Totale volume ripascimento | Realizzazione della banca | Totale volume ripascimento | Pennelli sommersi in sacconi big bag | 1A | 1B | 1C | 1D | 1E | 1F | 1G | 1H | 1I | 1J | 1L | 2A | 2B | 2C | 2D | 2Da | 2E | 2F | 2G | 2Ga | 3A | 3B | 3C | 3D | 3Da | 3F | 3Fb | 3G | 3H | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | m s.l.m.m. | m s.l.m.m. | m | m | m | m | Ha | mc | m s.l.m.m. | m s.l.m.m. | mc | m | mc | n° | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha | Ha |
| 4 | km 154 - P | 146,80 | 144,00 | 250,00 | 1300 | | | | | | | | 360 | 6931 | | 9,25 | 3,42 | | | | | 7,90 | | | | | | 0,23 | | | | | 1,79 | | | | | 11,94 | | | 0,31 | 9,23 | | | | | | |
| 7 | km 364 - P | | | | 800 | 375 | | | | | | | | | | 20,35 | 101,78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 122,13 | | | | 118,89 | | | | | | | | |
| 10 | km 273 - L | | | | | | | | | | | | | | | 48,25 | 84,88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 143,56 | 143,56 | | | | | | | | | | | |
| 16 | km 343 - L - ER | | | | | | 1400 | | 5 | 127.500 | | 26 | 25943 | 930 | 63978 | 7 | 42,02 | 21,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 dx | km 354 - L - ER | | | | | | | | | | | | | | | 53,47 | 6,32 | 70,09 | | 8,61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 sx | km 364 - L - ER | | | | | | | | | | | | | | | 9,25 | 3,42 | | | | 7,90 | | | | | | | 0,23 | | | | | | 4,87 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | km 368 - L - ER | | | | | | | | | | | | | | | 23,70 | 32,94 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,79 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | km 376 - L - ER | 34,00 | 29,30 | 210,00 | 1700 | | | | | | | | | | | 8,97 | | 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,12 | 0,51 | 5,63 | 2,23 | 56,64 | | 9,54 | | | | |
| 30 | km 421 - L - ER | | | | | | | | | | | | | | | | | 126,75 | 40,32 | | | | | | | | 2,11 | | | 1,92 | | | | | | 42,59 | | | | | | | | | | | | |
| 48 | km 605 V - L | | | | | | | | | | | | | | | 4,09 | | 0,73 | | | | | | | | | | | | | 0,65 | 1,77 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | km 610 - V | | | | | | | | | | | | | | | 31,47 | | 4,64 | | | | | | | | | | | | | | | 1,85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | km 645 - V | | | | | | | | | | | | | | | | | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | km 635 - V | | | | | | | | | | | | | | | 25,90 | | | | | 0,26 | | | | | | | | | | | | | 19,66 | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | Donzella - V | | | | | | | | | | | | | | | 10,44 | | 11,50 | | 2,01 | | | | | | 8,17 | 2,08 | | | | 0,22 | 1,82 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | Tramontana - V | | | | | | | | | | | | | | | 1,04 | | 1,13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | Santa Giustina - ER | | | | | | | | | | | | | | | 12,90 | | 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 301,09 | 381,31 | 145,41 | 0,00 | 8,61 | 2,27 | 15,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,17 | 4,65 | 0,00 | 0,00 | | 2,79 | 5,50 | 42,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,70 | 572,37 | 287,63 | 30,68 | 2,23 | 374,90 | 95,55 | 76,98 | 126,75 | |
| PFTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

INTERVENTI LINEA R

RIFORESTAZIONE DIFFUSA NATURALISTICA

- 1A | Riforestazione arboreo-arbustiva densa
- 1B | Complessi macchia-radura
- 1C | Rinfoltimento di boschi esistenti
- 1D | Piantagione sottocopertura densa in pioppeti e successivo diradamento
- 1E | Piantagione sottocopertura di macchie arboreo-arbustive in pioppeti e successivo diradamento
- 1F | Siepi arboreo-arbustive
- 1G | Taglio ed esbosco di pioppeto
- 1H | Creazione di habitat per rettili
- 1I | Riforestazione arboreo-arbustiva densa longitudinale
- 1K | Creazione di scarpate per la nidificazione
- 1L | Taglio alberi morti in piedi e/o rimozione legname a terra

RIQUALIFICAZIONE DI LANCHE E RAMI ABBANDONATI

- 2A | Modellazione delle aree ripariali eterogenee
- 2B | Creazione di strutture sulle rive - alberi grezzi, strutture arbustive
- 2C | Realizzazione di specchi d'acqua longitudinali
- 2D | Zone umide temporanee
- 2Da | Manutenzione zone umide preesistenti
- 2E | Messa a dimora di vegetazione ripariale
- 2F | Creazione di baie ed aree di margine
- 2G | Consolidamento spondale con rinverdimento
- 2Ga | Consolidamento spondale con rinverdimento e rivegetazione con copertura diffusa

CONTROLLO SPECIE VEGETAZIONALI ALLOCTONE INVASIVE

- 3A | Contenimento vegetazione erbacea invasiva
- 3B | Contenimento vegetazione erbacea alloctona invasiva
- 3C | Contenimento vegetazione erbacea infestante sottocopertura
- 3D | Riporto e modellamento di terreno di scavo
- 3Da | Riporto e modellamento di terreno di scavo tra alberi esistenti
- 3E | Riporto di cippato
- 3F | Contenimento specie arboreo / arbustive alloctone
- 3Fb | Contenimento specie arboreo-arbustive alloctone con taglio selettiv
- 3G | Vaglio del terreno
- 3H | Interramento del materiale di propagazione delle specie alloctone invasive