

# Analisi del Rischio

I cambiamenti climatici in Italia

*Executive summary*





# Analisi del Rischio

I cambiamenti climatici in Italia

*Executive summary*

**Citazione raccomandata:** Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia". DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI\_DEL\_RISCHIO

ISBN 978-88-97666-15-8

© Fondazione CMCC - Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici 2020



Salvo diversa indicazione, tutti i contenuti pubblicati in quest'opera sono soggetti alla licenza Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

È dunque possibile riprodurre, distribuire, trasmettere e adattare liberamente dati e analisi che vi sono contenuti a condizione che venga citata adeguatamente la fonte.

Immagini, loghi (compreso il logo della Fondazione CMCC), marchi registrati e altri contenuti di proprietà di terzi appartengono ai rispettivi proprietari e non possono essere riprodotti senza il loro consenso.



La Fondazione CMCC Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici è un ente di ricerca no-profit la cui mission è realizzare studi e modelli del sistema climatico e delle sue interazioni con la società e con l'ambiente, per garantire risultati affidabili, tempestivi e rigorosi al fine di stimolare una crescita sostenibile, proteggere l'ambiente e sviluppare, nel contesto dei cambiamenti climatici, politiche di adattamento e mitigazione fondate su conoscenze scientifiche.

All'organizzazione di ricerca della Fondazione CMCC partecipano istituzioni che collaborano nelle attività multidisciplinari di studio e di indagine di temi inerenti le scienze dei cambiamenti climatici. Il CMCC si avvale della vasta esperienza nel campo della ricerca dei sette soci della Fondazione: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV); Università del Salento; Centro Italiano di Ricerche Aerospaziali (CIRA S.c.p.a.); Università Ca' Foscari Venezia; Università della Tuscia; Università di Sassari; Politecnico di Milano, Università di Bologna, RFF - Resources for the Future.

Le attività scientifiche della Fondazione CMCC sono distribuite su nove divisioni di ricerca che condividono tra loro diverse competenze e conoscenze nel campo delle scienze del clima: Advanced Scientific Computing; Climate Simulations and Predictions; Economic analysis of Climate Impacts and Policy; Impacts on Agriculture, Forests and Ecosystem Services; Ocean modeling and Data Assimilation; Ocean Predictions and Applications; Risk Assessment and Adaptation Strategies; Regional Models and Hydro-geological Impacts; Sustainable Earth Modelling Economics.

Con sede a Lecce presso il campus Ecotekne, il Centro di Supercalcolo della Fondazione CMCC fornisce l'infrastruttura tecnologica e la capacità di calcolo necessaria a sviluppare simulazioni e modelli climatici altamente accurati, dettagliati e con un sempre maggiore livello di definizione. L'infrastruttura del CMCC si conferma una delle più importanti in Europa e l'unica in Italia ad essere dedicata esclusivamente allo studio dei cambiamenti climatici.

# Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia.

*Gli autori\**

Rapporto a cura di: Donatella Spano<sup>a</sup> e Valentina Mereu

Comitato scientifico: Donatella Spano<sup>a</sup>, Valentina Mereu, Valentina Bacciu, Serena Marras<sup>a</sup>, Antonio Trabucco

## 1. ANALISI DEGLI SCENARI CLIMATICI ATTESI PER L'ITALIA

Paola Mercogliano, Marianna Adinolfi, Giuliana Barbato, Angela Rizzo, Veronica Villani

### Aree marino/costiere

Simona Masina, Giovanni Coppini, Tomas Lovato e Marco Zavatarelli<sup>b</sup>

## 2. IL RISCHIO AGGREGATO PER L'ITALIA

Jaroslav Mysiak<sup>c</sup>, Sepehr Marzi<sup>c</sup>, Jeremy Pal<sup>c</sup>, Arthur Essenfelder<sup>c</sup>

## 3. ANALISI DEL RISCHIO ATTESO PER L'ITALIA: SETTORI CHIAVE

### Ambiente urbano

Francesco Bosello<sup>c,d,e</sup>, Serena Marras<sup>a</sup>, Margaretha Breil<sup>c,d,e</sup>, Paola Mercogliano, Alfredo Reder

### Rischio geo-idrologico

Paola Mercogliano, Guido Rianna

### Risorse idriche

Jaroslav Mysiak<sup>c</sup>, Andrea Staccione<sup>e</sup>, Silvia Torresan<sup>e</sup>, Antonio Trabucco

### Agricoltura

Valentina Mereu, Antonio Trabucco, Maria Vincenza Chiriaco

### Incendi boschivi

Valentina Bacciu, Monia Santini, Sergio Noce

## 4. COSTI, STRUMENTI E RISORSE

### Spunti per una valutazione economica degli impatti

Francesco Bosello<sup>c,d,e</sup>

### Programmi di adattamento ai cambiamenti climatici Risorse finanziarie per l'adattamento

Giulia Galluccio, Eugenio Sini

## 5. INIZIATIVE DI ADATTAMENTO

Serena Marras<sup>a</sup>, Valentina Bacciu, Valentina Mereu

### Revisione e cura editoriale

Mauro Buonocore

### Progetto grafico

Lorenzo Tarricone, Renato Dalla Venezia

\* Tutti gli autori del report svolgono le loro attività per la **Fondazione CMCC - Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici**, eventuali ulteriori affiliazioni sono indicate vicino ai singoli autori: <sup>a</sup>Università di Sassari, <sup>b</sup>Università di Bologna, <sup>c</sup>Università Ca' Foscari Venezia, <sup>d</sup>Università degli Studi di Milano, <sup>e</sup>RFF-CMCC European Institute on Economics and the Environment

Con il supporto di





## Cambiamenti climatici in Italia: amplificatori del rischio

Riduzione delle risorse idriche, instabilità dei suoli, incendi boschivi, consumo del suolo, desertificazione e perdita di produttività colturale ed ecosistemica: sono alcuni **dei molteplici fattori di rischio** che caratterizzano l'intero bacino del Mediterraneo. A questi rischi si aggiungono le ulteriori pressioni causate dai **cambiamenti climatici** in atto che agiscono da "amplificatori" con conseguenze che potranno essere estremamente negative nei prossimi decenni se non sarà perseguito un nuovo modello di sviluppo sostenibile, in grado di ridurre gli impatti e di rafforzare la resilienza del territorio. Attuare una trasformazione orientata in questo senso è una priorità assoluta soprattutto nella situazione di crisi sanitaria, sociale ed economica causata dalla pandemia di COVID-19, che ha riportato l'attenzione dei governi e dei cittadini sulla necessità di garantire una maggiore resilienza dei sistemi sociali, ambientali ed economici agli stress di diversa origine.

Il rapporto "**Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia.**" nasce dall'esigenza di sintetizzare le ultime conoscenze scientifiche sui principali rischi derivanti dai cambiamenti climatici per il territorio italiano in conseguenza di diversi possibili livelli di riscaldamento globale e modelli di sviluppo. L'attenzione della Fondazione CMCC si è focalizzata sull'analisi di alcuni settori chiave per poi sottolineare i possibili impatti anche in termini economici. Sono state inoltre analizzate le principali opportunità finanziarie per l'adozione di azioni resilienti, che consentono di ridurre la vulnerabilità territoriale e trasformare i rischi in nuove opportunità di sviluppo.

Il rapporto fornisce una base conoscitiva rivolta sia ai decisori politici, mettendo a disposizione informazioni ed elementi a supporto del processo decisionale e dell'allocazione delle risorse, sia ai cittadini, al fine di creare una maggiore consapevolezza sul tema del rischio legato al cambiamento climatico e sulla necessità di adeguare i propri comportamenti e le proprie scelte.

Il report è strutturato in cinque sezioni i cui contenuti sono qui di seguito sintetizzati.

# 1 - Analisi degli scenari climatici attesi per l'Italia

*I cambiamenti climatici in Italia sono legati a incrementi della temperatura, modifiche nel regime delle precipitazioni e maggiore frequenza e durata di fenomeni climatici estremi.*

*Negli scenari considerati, ci si può attendere un generalizzato innalzamento della temperatura media fino a 5°C in più al 2100 rispetto a inizio secolo (scenario peggiore, RCP8.5).*

*Per il regime delle precipitazioni esistono invece significative differenze su base geografica. In generale, è attesa una diminuzione dei valori annuali e un aumento di intensità nei giorni più piovosi.*

*In tutti gli scenari considerati, aumenta il numero di giorni caldi e secchi durante l'anno.*

*Anche per l'ambiente marino sono attesi importanti cambiamenti, in particolare l'aumento delle temperature superficiali e del livello del mare, con impatti negativi sulla fornitura dei cosiddetti "beni e servizi ecosistemici" costieri che sostengono interi sistemi socioeconomici.*

Dall'analisi integrata degli scenari climatici per l'Italia emerge che i cambiamenti climatici sono un elemento determinante sui fattori di rischio, a volte facendone emergere di nuovi, a volte amplificando quelli già esistenti in una realtà di per sé critica, interessando direttamente molti settori socioeconomici quali, ad esempio, agricoltura e foreste, salute, dissesto geo-idrologico, risorse idriche. L'analisi delle proiezioni climatiche è stata effettuata attraverso l'utilizzo di modelli climatici regionali (Regional Climate Models - RCM) ad alta risoluzione spaziale, particolarmente adatti ad effettuare una valutazione delle caratteristiche climatiche e degli impatti su scala regionale o locale, e di rispondere quindi alle esigenze di decisori politici, attività produttive di beni e servizi e società civile. Sono stati utilizzati i modelli regionali del programma EURO-CORDEX, con risoluzione spaziale a 12 km, e il modello COSMO-CLM nella configurazione sviluppata dalla Fondazione CMCC per l'Italia, con risoluzione spaziale a 8 km, con tre scenari climatici (RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5) dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Le principali variabili atmosferiche e l'influenza su di esse da parte dei cambiamenti climatici sono studiate sia in termini di valori medi sia di valori estremi. I risultati sono riportati come anomalie, cioè differenze rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

La variazione attesa nei valori di incremento della temperatura media cambia notevolmente a seconda dello scenario considerato, mentre la distribuzione è pressoché uniforme su tutto il territorio, sebbene alcune differenze siano apprezzabili soprattutto in primavera e in estate.



La variazione attesa nel regime delle precipitazioni annuali nei prossimi decenni indica basse differenze sull'area italiana per i diversi scenari considerati. Su scala stagionale, però, si riconoscono chiari segnali verso una riduzione delle precipitazioni al Centro-Sud in estate, e incrementi al Nord specialmente in inverno.

Per analizzare le variazioni nei valori estremi di temperatura e precipitazioni, è stato usato un set di indici climatici sviluppati in ambito internazionale. In base allo studio degli scenari considerati, sono attesi per il futuro un aumento di eventi di precipitazione intensa, un incremento dei periodi senza pioggia, un marcato aumento nella stagione estiva di giorni di caldo intenso, mediamente fino a +18 delle cosiddette notti tropicali, definizione con cui gli esperti si riferiscono ai giorni in cui la temperatura minima supera i 20°C.

Lo studio dell'area marino costiera mediterranea indica, per lo scenario con cambiamenti climatici elevati (RCP 8.5) in riferimento al periodo 2021-2050, un aumento atteso di circa 1,2°C della temperatura superficiale su base annuale con variazioni stagionali differenziate. Si attende, sempre su base annuale, anche un aumento del livello del mare diversificato con +6 cm per il Mare Adriatico e +8 cm per il Mar Tirreno.

## 2 - Il rischio aggregato per l'Italia

***La probabilità del rischio da eventi estremi è aumentata in Italia del 9% negli ultimi vent'anni.***

***La capacità di adattamento e la resilienza interessano l'intero territorio nazionale ma il Sud Italia evidenzia un numero considerevole di comuni con bassi livelli di resilienza ai disastri. Tuttavia, anche le regioni del Nord, più ricche e sviluppate, non sono immuni agli impatti dei cambiamenti climatici né sono più preparate per affrontarli.***

Il concetto di rischio è trattato alla luce dell'evoluzione della sua definizione nel contesto della riduzione del rischio da disastri (DRR - Disaster Risk Reduction) e secondo la definizione IPCC in cui il rischio degli impatti climatici deriva dall'interazione tra pericoli legati al clima (compresi eventi e tendenze pericolosi), vulnerabilità (con le sue componenti di sensibilità e capacità di adattamento) ed esposizione dei sistemi umani e naturali.

La valutazione del rischio climatico e della resilienza per l'intero territorio italiano è stata effettuata in maniera aggregata attraverso tre indici calcolati in diversi contesti al fine di produrre elementi a supporto dei processi decisionali: l'Indice di Rischio Climatico (CRI), l'Indice Climatico Attuariale (ACI) e l'Indice di Resilienza ai Disastri (DRI).

L'**Indice di Rischio Climatico** è stato calcolato con simulazioni climatiche derivate dai modelli regionali EURO-CORDEX, per due periodi futuri (2021-2050 e 2071-2100), nell'ambito dello scenario ad emissioni contenute (RCP4.5), rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. Le componenti di capitale costruito e fabbricato, capitale naturale,

capitale sociale e capitale economico sono state considerate per analizzare l'esposizione e la sensibilità del territorio ai cambiamenti climatici, mentre altri indicatori (espressione di risorse economiche disponibili, infrastrutture, istruzione, tecnologia e qualità delle istituzioni) sono stati utilizzati per valutare la capacità di adattamento. I risultati finali dell'analisi dell'Indice di Rischio Climatico permettono di ottenere informazioni utili per la pianificazione provinciale dell'adattamento climatico, della valutazione delle relative esigenze e per definire le priorità di pianificazione e distribuzione dei fondi.

L'**Indice Climatico Attuariale** è stato sviluppato per conoscere meglio gli eventi meteorologici estremi e i rischi ad essi associati. L'analisi evidenzia che, nel periodo 1999-2018, per l'intero Paese, la probabilità del rischio meteorologico estremo è aumentata di circa il 9%, rispetto ai 20 anni precedenti (1979-1998). Se si considera anche il livello del mare, si prevede un aumento più elevato a causa dell'ampia estensione di coste e regioni a bassa quota in Italia.

L'**Indice di Resilienza ai Disastri** è stato calcolato considerando le seguenti componenti: accesso ai servizi, coesione, risorse economiche, condizioni abitative, istruzione, stato ambientale e istituzioni. I risultati indicano che le aree settentrionali e centrali dell'Italia mostrano maggiore resilienza, mentre il Sud Italia evidenzia un numero considerevole di comuni con bassi livelli di resilienza ai disastri.

### **3 - Analisi del rischio atteso per l'Italia: settori chiave**

Il report prende in considerazione alcuni settori ritenuti particolarmente significativi per affrontare e descrivere il rischio climatico in Italia. Per ciascun settore sono analizzati i rischi chiave, i principali impatti su alcune funzioni rilevanti dei singoli settori e i principali aspetti che ne determinano la maggiore o minore vulnerabilità.

#### **Ambiente urbano**

***Le aree urbanizzate subiranno forti impatti negativi dai cambiamenti climatici, soprattutto in riferimento ai fenomeni climatici estremi (ondate di calore ed eventi di precipitazione intensa).***

***Saranno principalmente le fasce più fragili della popolazione (bambini, anziani, disabili) a subire gli effetti più negativi.***

***Il caldo intenso rappresenta un rischio in termini di salute della popolazione.***

***I centri urbani sperimentano temperature più elevate anche di 5-10°C rispetto alle aree rurali circostanti.***

***Nel 2019 i giorni di caldo intenso sono stati 29 in più rispetto al periodo 1961-1990. Secondo le proiezioni climatiche ci si attende un aumento di questi fenomeni che si acquiscono nelle realtà urbane.***

***Esiste inoltre un forte legame tra incremento di temperatura e inquinamento atmosferico. L'atteso aumento di periodi di caldo intenso influisce su aumento della mortalità, su casi di malattie cardiovascolari e respiratorie.***

***Le città italiane sono particolarmente esposte anche ai rischi legati alle precipitazioni intense e derivanti da esondazioni e inondazioni.***

***L'analisi del rischio integra i dati degli scenari climatici sull'atteso incremento nel futuro di eventi di piogge intense con la situazione attuale in cui il 91% dei comuni italiani risulta a rischio per frane e alluvioni, mentre oltre 7 milioni di persone vivono o lavorano in aree definite ad "alta pericolosità".***

I centri urbani ospitano il 56% della popolazione italiana, sono i principali luoghi in cui si erogano servizi alla cittadinanza e, allo stesso tempo, sono dei veri e propri "hot-spot" per i cambiamenti climatici, sono cioè aree geografiche caratterizzate da vulnerabilità ed esposizione molto elevate. L'atteso intensificarsi per i decenni a venire di fenomeni climatici estremi, soprattutto ondate di calore e precipitazioni intense, costituisce uno dei principali amplificatori dei fattori di rischio climatico nelle città. Caratterizzato dalla presenza di superfici impermeabili (ricoperte da cemento e asfalto) e da poche aree di carattere naturale (suolo e vegetazione), l'ambiente urbano è particolarmente più caldo rispetto all'ambiente rurale circostante. Al calore da radiazione solare accumulato dalle superfici urbane si aggiunge quello prodotto dal traffico veicolare, dalla climatizzazione degli edifici e dall'attività industriale, dando origine così, insieme ad altri fattori, al fenomeno dell'isola di calore.

Le ondate di calore – per le quali, dall'analisi degli scenari climatici, si attende un incremento nei prossimi anni – sono particolarmente critiche in ambiente urbano, dove contribuiscono ad esacerbare il rischio per la salute delle persone.

Inoltre, esiste un legame tra temperature molto elevate in ambiente urbano e qualità dell'aria: in concomitanza del verificarsi di ondate di calore si registra, infatti, un incremento dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e ictus, così come un incremento delle malattie respiratorie dovuto al legame tra concentrazioni di O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub> e temperatura.

Sul territorio nazionale si osserva una tendenza all'aumento in frequenza ed intensità dei fenomeni di precipitazione estrema, con conseguente incremento nel rischio di esondazioni da bacini idrici e alluvioni urbane.

Le città italiane sono particolarmente esposte al rischio da alluvione per una serie di motivi specifici quali: le caratteristiche geografiche e geo-idrologiche del territorio già di

per sé molto fragile, processi di urbanizzazione scarsamente controllata, uso del suolo improntato alla proliferazione di suoli impermeabili.

In questo contesto, il rischio climatico riferito alle alluvioni ne risulta accresciuto in tutti gli scenari considerati rispetto al presente ed interessa l'incolumità di persone, infrastrutture, beni e servizi.

Anche nel caso del rischio legato a piogge intense, le persone più esposte al rischio sono quelle appartenenti alle fasce più deboli o fragili (persone con scarsa mobilità, anziani, bambini, fasce di reddito più basse).

## **Rischio geo-idrologico**

***L'Italia rappresenta un'area fortemente soggetta a fenomeni di dissesto geologico, idrologico e idraulico che rappresentano una seria minaccia per la popolazione.***

***L'innalzamento della temperatura e l'aumento di fenomeni di precipitazione localizzati nello spazio hanno un ruolo importante nell'esacerbare il rischio da dissesto geo-idrologico su tutto il territorio.***

***Fattori antropici (consumo di suolo e impermeabilizzazione, occupazione delle aree fluviali, ecc.) uniti all'innalzamento della temperatura e all'aumento di fenomeni di precipitazione localizzati nello spazio hanno un ruolo importante nell'esacerbare il rischio.***

In relazione all'atteso innalzamento della temperatura, l'acuirsi del fenomeno dello scioglimento di neve, ghiaccio e permafrost renderà le aree delle zone alpine e appenniniche maggiormente interessate da variazioni in magnitudo e stagionalità dai fenomeni di dissesto.

L'atteso aumento di precipitazioni intense, inoltre, contribuisce ad un'ulteriore crescita del rischio idraulico per piccoli bacini (che in caso di precipitazione intensa esondano prima di bacini più grandi), mentre aumenta il rischio associato a fenomeni franosi superficiali nelle aree con suoli con maggior permeabilità.

In generale, sul territorio italiano, gli impatti attesi dei cambiamenti climatici contribuiranno ad intensificare la pressione sul territorio per quel che riguarda il dissesto geo-idrologico, amplificando e aggravando una situazione già di per sé molto complessa.

Dall'analisi del rischio climatico per l'Italia si evince, quindi, la necessità di una strategia di adattamento efficace ed efficiente che si basi sulla combinazione di azioni di mitigazione (intesa, in campo idrologico, come riduzione delle portate fluviali al colmo e, in campo geologico, ridisegno delle opere di difesa per le diverse tipologie di dissesto) e di adattamento (finalizzato all'incremento della resilienza del sistema sociale).

## **Risorse idriche**

***I cambiamenti climatici attesi (periodi prolungati di siccità, eventi estremi e cambiamenti nel regime delle precipitazioni) presentano rischi per la qualità e per la disponibilità delle risorse idriche in Italia.***

***I rischi sono più evidenti nei mesi estivi e nelle zone semi-aride.***

***L'elevata competizione fra settori (consumi civili, comparto agricolo, industria, energia, turismo) per la domanda di acqua, soprattutto nelle stagioni calde, richiede maggiore programmazione e coordinamento per aumentare l'efficienza dell'uso delle risorse e garantire lo sviluppo sostenibile del territorio.***

***L'inadeguatezza dell'infrastruttura (perdite di acqua fino al 50% in agricoltura) rappresenta un'evidente vulnerabilità e un fattore importante nella gestione del rischio.***

Per uno sviluppo sostenibile del territorio, che garantisca una crescita equa, competitività delle imprese e tutela dell'ambiente naturale, la sicurezza idrica è un requisito fondamentale. Questa sfida è resa più difficile dai cambiamenti climatici, che modificano il ciclo idrologico con un conseguente aumento dei rischi ad essa associati.

L'analisi, effettuata a livello di distretto e di bacino idrografico, evidenzia una riduzione sia della quantità che della qualità della risorsa idrica in seguito ai cambiamenti climatici.

Per effetto dei cambiamenti climatici (aumento della temperatura media, conseguente aumento di evapotraspirazione e scarse precipitazioni) è attesa nei decenni a venire una sensibile diminuzione della portata, fino al 40% in meno nel 2080.

Un'ulteriore diminuzione delle portate pari al 10-15% è attesa come conseguenza delle attività antropiche, come l'incremento dei prelievi.

Un'elevata competizione tra settori (usi civili, incluso turismo, industriale, produzione energia elettrica, agricoltura) per la risorsa idrica potrà essere inasprita dagli impatti dei cambiamenti climatici sulla qualità e sulla disponibilità di acqua. L'esigenza di mantenere un equilibrio tra domanda e disponibilità idrica è diventata una delle principali sfide odierne e lo sarà sempre di più nei decenni a venire.

I conflitti tra questi settori emergono in modo critico nella stagione estiva, in cui aumenta la domanda di risorse idriche proprio nei mesi in cui sono più scarse.

Le infrastrutture datate e inadeguate evidenziano la necessità di ulteriori sforzi mirati a migliorare la gestione delle risorse idriche, non solo per le esigenze antropiche ma anche per il mantenimento percentuale di flusso idrico per gli ecosistemi.

Per effetto di periodi siccitosi prolungati (in aumento in Italia secondo le analisi effettuate sugli scenari di cambiamento climatico) si attendono effetti negativi sulla qualità dell'acqua, riduzioni di portata e di velocità degli afflussi. Questi fenomeni contribuiscono

all'eutrofizzazione, ossia un aumento della biomassa vegetale acquatica che peggiora la qualità della risorsa. Inoltre, fenomeni di siccità e la conseguente riduzione delle portate, unite a condizioni di sovra sfruttamento della risorsa idrica, rendono i corsi d'acqua e le riserve idriche sotterranee costiere (soprattutto nelle zone di bassopiano) maggiormente esposte all'azione dell'innalzamento del livello del mare con conseguente intrusione di acqua salata e aumento di salinità nella riserva di acqua dolce.

Infine, alluvioni improvvise e ruscellamenti, legati all'atteso aumento in Italia di piogge intense, aumentano l'apporto di nutrienti e contaminanti da agricoltura e allevamenti.

## **Agricoltura**

***Il rischio da cambiamenti climatici in Italia per il settore agricolo è rilevante sia per le produzioni vegetali sia per quelle animali.***

***Le colture rispondono all'incremento atteso nelle temperature medie con: variazione della durata della stagione di crescita, precocità della manifestazione delle fasi fenologiche e potenziale spostamento degli areali di coltivazione verso maggiori latitudini e quote in cui si possono creare migliori condizioni di crescita e sviluppo.***

***Per il futuro sono attesi in Italia decrementi di produttività per le colture a ciclo primaverile-estivo, specialmente se non irrigate.***

***Si evidenzia, inoltre una possibile espansione verso Nord degli areali di coltivazione per specie come olivo e vite. L'atteso aumento di eventi estremi può, però, limitare l'espansione verso nuovi areali.***

***L'aumento della temperatura influisce sul benessere e la qualità del bestiame allevato sottoposto a stress da caldo per lunghi periodi dell'anno, con conseguenze sulla produttività del settore.***

Il rapporto analizza i principali impatti attesi per le produzioni vegetali e animali sia attraverso l'analisi della bibliografia, sia tramite simulazioni modellistiche condotte per valutare le variazioni di resa per colture cerealicole, valutando l'incertezza legata alle proiezioni climatiche e all'effetto diretto dell'incremento nella concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> nel compensare gli impatti negativi del clima. Per il settore zootecnico sono state valutate le proiezioni attese per il *Temperature Humidity Index (THI)*, che esprime l'effetto combinato della temperatura e dell'umidità e consente di valutare i possibili impatti sul benessere animale.

Da analisi di scenari di cambiamento climatico, è attesa nei prossimi decenni una riduzione delle rese di mais irriguo fino al 25-50% rispetto ai valori attuali in alcune aree. Per il frumento le variazioni negative sono attese soprattutto nelle regioni del Sud Italia

e delle Isole, mentre alcune aree del Centro e del Nord potrebbero subire anche degli incrementi.

La maggiore concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> può in parte favorire l'attività fotosintetica e migliorare l'efficienza d'uso dell'acqua da parte delle piante, ma può allo stesso tempo influenzare negativamente la qualità nutrizionale di alcuni prodotti, ridurre il contenuto proteico dei cereali, la qualità di panificazione del grano e il contenuto di elementi come il ferro e lo zinco, con importanti ripercussioni sugli aspetti alimentari. Ulteriore ricerca è necessaria, però, per approfondire l'effetto della accentuata concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera e il relativo effetto per le coltivazioni e la qualità della produzione alimentare.

I risultati delle analisi evidenziano, per le colture arboree e per quelle erbacee, una condizione di rischio più elevato per le aree del Sud Italia, con possibili maggiori costi legati alle coltivazioni irrigue, a causa di una minore disponibilità idrica, che aumenterà il conflitto tra diversi settori per l'utilizzo della risorsa, mettendo a rischio i processi produttivi soprattutto nelle aree a valle dei principali bacini idrici.

La valutazione del rischio climatico per l'agricoltura irrigua a causa dei cambiamenti climatici è fortemente legata alle specifiche esigenze colturali e alle condizioni climatiche di ogni area e richiede, inoltre, un'attenta valutazione della vulnerabilità e della resilienza dei sistemi di approvvigionamento idrico per soddisfare un aumento della domanda di acqua delle colture.

Sono attesi impatti negativi dei cambiamenti climatici sullo stato di salute, sulla produzione e riproduzione della maggior parte delle specie di interesse zootecnico, con vulnerabilità maggiori per ruminanti da latte e suini, vulnerabilità media per gli avicoli e medio-bassa per i ruminanti da carne. Per tutto il settore agricolo, la sfida è quella di riuscire ad attuare una profonda trasformazione attraverso opportune scelte politiche ed economiche. Un ruolo importante sarà svolto dalla capacità di creare e diffondere informazione per migliorare la consapevolezza di produttori e consumatori al fine di incrementare la resilienza e la sostenibilità delle produzioni, a garanzia della qualità dei prodotti agricoli, della tutela dell'ambiente, della sicurezza alimentare e della salute del consumatore.

## **Incendi boschivi**

***La maggiore incidenza di fenomeni climatici estremi interagisce con cambiamenti socio-economici e nell'uso del suolo. Tale situazione potrà esacerbare specifiche componenti del rischio di incendi, con impatti negativi su persone, beni ed ecosistemi. Si attende inoltre un incremento delle emissioni in atmosfera di gas a effetto serra e particolato con significative conseguenze sulla salute umana.***



Il patrimonio forestale costituisce il 35% del territorio nazionale e svolge un fondamentale ruolo multifunzionale capace di erogare, a vantaggio della collettività, benefici sia di tipo economico che di tipo ambientale. Le attività produttive inerenti alla selvicoltura e all'industria del legno e della carta valgono circa l'1% del Prodotto Interno Lordo.

L'ampio spettro di servizi ecosistemici offerti dalle foreste include servizi di supporto (come ad esempio la formazione di suolo, la produttività e il ciclo dei nutrienti) propedeutici per i servizi di regolazione (quali la tutela idrogeologica, la regolazione del ciclo dell'acqua, la capacità di assorbimento del carbonio nell'ottica della riduzione della concentrazione di gas di serra in atmosfera, la conservazione della biodiversità) e culturali (legati alle attività turistico-ricreative, sportive, di didattica ambientale). Questi servizi ecosistemici sono minacciati dall'azione dei cambiamenti climatici in atto e futuri.

In Europa si stimano in circa 3 miliardi di euro l'anno i danni prodotti dagli incendi boschivi. Dall'analisi degli scenari climatici emerge che, in conseguenza dell'innalzamento della temperatura media, dell'aumento di periodi siccitosi e della diminuzione di precipitazione durante l'anno, è atteso l'ulteriore esacerbarsi di specifiche componenti del rischio di incendi.

I fattori climatici acuiscono il rischio incendi interagendo con gli effetti dell'abbandono delle aree coltivate, dei pascoli e di quelle che un tempo erano foreste gestite, del forte esodo verso le città e le aree costiere, e delle attività di monitoraggio, prevenzione e lotta attiva sempre più efficienti.

Nel rapporto, il rischio è valutato analizzando elementi quali la pericolosità degli incendi boschivi, l'allungamento della stagione degli incendi e l'aumento delle giornate con pericolosità estrema, che si potranno tradurre in un aumento delle superfici percorse da incendio.

In Italia si attende nei prossimi decenni un incremento del rischio incendi superiore al 20% in tutti gli scenari climatici e un allungamento della stagione degli incendi compreso tra i 20 e i 40 giorni. Questi fenomeni potranno causare in Italia un aumento delle superfici percorse compreso tra 21% e 43%, a seconda dello scenario considerato.

L'aumento dell'area bruciata comporterà inoltre un incremento delle emissioni (CO<sub>2</sub> e particolato) dovute alla combustione del materiale vegetale, influenzando negativamente la qualità dell'aria e la salute umana a scala locale. Questa situazione potrà avere un importante impatto sul budget atmosferico e sul ciclo del carbonio a scala regionale e globale.



## 4 - Costi, strumenti e risorse

***I costi degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia aumentano rapidamente e in modo esponenziale al crescere della temperatura nei diversi scenari: dallo 0,5% del PIL pro capite attuale, al 7-8% a fine secolo nello scenario peggiore.***

***I cambiamenti climatici acuiscono il divario economico tra regioni più ricche e regioni più povere: gli impatti economici tendono ad essere più elevati nelle aree meno sviluppate.***

***Tutti i settori dell'economia italiana risultano impattati negativamente dai cambiamenti climatici. Le perdite maggiori vengono a determinarsi nelle reti e nella dotazione infrastrutturale del Paese (come conseguenza dell'intensificarsi dei fenomeni di dissesto), nell'agricoltura e nel settore turistico nei segmenti sia estivo che invernale.***

***I cambiamenti climatici richiederanno in futuro numerosi investimenti e rappresenteranno per l'Italia un'opportunità per investire nello sviluppo sostenibile, riconosciuto dal Green Deal europeo come unico modello di sviluppo per il futuro.***

***È il momento migliore per far sì che nuovi modi di fare impresa e nuove modalità per una gestione sostenibile del territorio entrino a far parte del bagaglio di imprese ed enti pubblici, locali e nazionali.***

Gli impatti macro-economici dei cambiamenti climatici in Italia vengono riportati nel rapporto prendendo in considerazione due approcci metodologici per valutare l'utilizzo di modelli macro-economici e tecniche econometriche.

I risultati evidenziano che la maggior parte dei settori dell'economia italiana dovrà confrontarsi con impatti negativi dovuti ai cambiamenti climatici e la disuguaglianza economica tra le regioni subirà un peggioramento. Inoltre, gli impatti economici negativi tendono ad essere più elevati nelle aree relativamente più povere.

Tutti gli studi analizzati sono coerenti nel definire perdite di PIL contenute con un innalzamento della temperatura che non superi i 2°C, mentre le perdite aumentano esponenzialmente all'aumentare della temperatura.

Per quanto riguarda l'impatto economico su alcuni settori specifici, l'Italia è il Paese europeo con la più alta esposizione economica al rischio alluvionale. In uno scenario di aumento di temperatura pari a 3°C al 2070, i costi diretti in termini di perdita attesa di capitale infrastrutturale si aggirerebbero tra gli 1 e i 2,3 miliardi di euro annui nel periodo 2021-2050, e tra gli 1,5 e i 15,2 miliardi di euro annui nel periodo 2071-2100.

Per quanto riguarda l'innalzamento del livello del mare e le inondazioni costiere, nello scenario peggiore si attendono costi fino a 900 milioni di euro al 2050 e possono raggiungere 5,7 miliardi di euro a fine secolo.

Per il settore agricolo, particolarmente esposto a riduzioni nelle rese a causa di fenomeni siccitosi e di scarsità idrica, si attende un decremento di valore dei terreni agricoli in Italia valutabile tra gli 87 e 162 miliardi di euro al 2100.

Nell'ambito del settore turistico, anch'esso sensibile ai cambiamenti climatici, si stima una contrazione sulla domanda totale italiana che può fiorare il 9% con perdite dirette per il settore stimate in 17 e 52 miliardi di euro nei due scenari climatici, il primo con un aumento di temperatura di 2°C, il secondo con un aumento di 4°C.

Ancora, si stima che con un aumento di 4°C solo il 18% di tutte le stazioni operanti nel complesso dell'arco alpino italiano avrebbe una copertura nevosa naturale idonea a garantire la stagione invernale.

Una rassegna essenziale dei principali programmi di adattamento disponibili per l'elaborazione di policy sull'adattamento include un approfondimento della Strategia Europea di Adattamento, il documento che traccia il quadro di riferimento per i singoli Paesi. Il percorso italiano si declina attraverso la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC) e il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC).

Dall'analisi integrata degli scenari di cambiamento climatico per l'Italia, del rischio che ne deriva e di una raccolta delle principali fonti di finanziamento per l'adattamento, a livello europeo ed italiano, emerge la necessità di utilizzare tutte le risorse disponibili in ambito europeo e nazionale per sostenere e sollecitare imprese e pubbliche amministrazioni verso una trasformazione coerente con gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

## 5 - Iniziative di adattamento

***La gestione del rischio da cambiamenti climatici richiede adeguate iniziative di adattamento che, alla luce delle informazioni fornite dalle analisi sui cambiamenti climatici attesi in Italia, si possono progettare e realizzare a tutti i livelli e nei diversi settori, sulla strada intrapresa da alcune iniziative che sono oggi in atto.***

L'adattamento rappresenta una necessità e un'opportunità per rispondere agli effetti generati dai cambiamenti climatici. Accanto all'esperienza nazionale, con la redazione del Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) ancora in via di approvazione, a livello regionale e locale sono state poste in essere importanti iniziative che hanno contribuito al rafforzamento e alla promozione di informazioni, linee guida, strumenti e pro-

cessi a supporto dello sviluppo di strategie e di piani di adattamento e all'individuazione, attraverso una serie di criteri, delle azioni di adattamento necessarie, a diversi livelli di governo del territorio, a fronteggiare i rischi più pressanti e specifici.

A livello urbano, per esempio, il progetto Interreg-ADAPT ha definito un percorso comune di adattamento contro le alluvioni urbane dalla scala locale a quella transfrontaliera. Il progetto Life MASTER-ADAPT ha invece lavorato per rispondere alle esigenze degli Enti Locali attraverso l'individuazione, la verifica e la diffusione di strumenti di **governance** multilivello per integrare l'adattamento ai cambiamenti climatici all'interno delle politiche settoriali (processo di *mainstreaming*).

A livello regionale, un esempio di successo è rappresentato dalla Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici ([SRACC](#)) della Regione Sardegna, che, attraverso l'individuazione dello stretto legame tra gli obiettivi e le azioni di adattamento proposte e gli obiettivi di sviluppo sostenibile, ha vinto il "**Premio PA sostenibile, 100 progetti per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030**" come miglior progetto nell'ambito "Ambiente, energia, capitale naturale". Molte altre iniziative distinte negli ultimi anni si sono focalizzate su settori specifici, come quello forestale o agricolo, con l'obiettivo di fornire soluzioni concrete da implementare per adattarsi alle nuove condizioni climatiche, come, ad esempio, strumenti e approcci per la valutazione del rischio e per il supporto alle decisioni in agricoltura (es. Life ADAPT2CLIMA) o per una pianificazione forestale innovativa ed efficace in un contesto di cambiamento (es. Life AForClimate).



**CMCC Foundation**  
**Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici**

Via Augusto Imperatore 16  
73100 Lecce, Italy

Phone: +39.0832.288.650  
Fax: +39.0832.277.603  
[info@cmcc.it](mailto:info@cmcc.it)