

Serie Ordinaria n. 19 - Venerdì 08 maggio 2026

D) ATTI DIRIGENZIALI

Giunta regionale

D.G. Università, ricerca, innovazione

D.d.u.o. 30 aprile 2026 - n. 5657**PR FESR 2021/2027 - Guida per la verifica climatica: Approvazione**

IL DIRIGENTE DELLA U.O. AUTORITA' FESR E POC

Visti:

- il Regolamento (UE, Euratom) n. 2020/2093 del Consiglio dell'Unione Europea del 17 dicembre 2020 che stabilisce il Quadro Finanziario Pluriennale per il periodo 2021-2027;
- il Regolamento (UE) 2021/1060 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 24 giugno 2021, recante le disposizioni comuni applicabili al Fondo europeo di sviluppo regionale, al Fondo sociale europeo Plus, al Fondo di coesione, al Fondo per una transizione giusta, al Fondo europeo per gli affari marittimi, la pesca e l'acquacoltura, e le regole finanziarie applicabili a tali fondi e al Fondo Asilo, migrazione e integrazione, al Fondo Sicurezza interna e allo Strumento di sostegno finanziario per la gestione delle frontiere e la politica dei visti, in particolare l'articolo 24, paragrafo 4;
- il Regolamento (UE) n. 2021/1058 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo al Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) e al Fondo di Coesione;
- il Regolamento (UE) n. 2024/795 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 febbraio 2024, che istituisce la piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP) («Regolamento STEP»);
- l'Accordo di Partenariato (AP), adottato dalla CE con la Decisione di Esecuzione della Commissione C (2022) 4787 del 15 luglio 2022 con cui l'Italia stabilisce gli impegni per raggiungere gli obiettivi dell'Unione attraverso la programmazione dei Fondi Strutturali e di Investimento Europei (SIE) e rappresenta il vincolo di contesto nell'ambito del quale ciascuna Regione è chiamata a declinare i propri Programmi;
- il Programma Regionale (PR) a valere sul Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) 2021-2027 adottato con Decisione di Esecuzione della Commissione Europea del 1° agosto 2022 C (2022) 5671;

Visti altresì

- La Comunicazione della Commissione recante «Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027», la quale fornisce la definizione di infrastrutture e una metodologia di riferimento per l'immunizzazione dagli effetti del clima degli investimenti in infrastrutture, che comprende la neutralità climatica e la resilienza.
- Gli «Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027» (6 ottobre 2023), emanati dal Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri che recano indicazioni puntuali sulle tipologie di intervento e sui settori di intervento sottoposti a verifica climatica.
- la legge regionale Lombardia 11/2025 («Legge per il clima»), che ha introdotto norme specifiche per integrare mitigazione e adattamento in tutte le politiche settoriali e la recente Strategia Integrata Regionale per l'Adattamento al Cambiamento Climatico (SIRACC).

Richiamate:

- la d.g.r. n. 1818 del 2 luglio 2019, che ha approvato il Documento di indirizzo strategico per la politica di coesione 2021-2027 che rappresenta il quadro programmatico regionale di riferimento per l'identificazione delle priorità di intervento della Politica di Coesione 2021-2027 di Regione Lombardia;
- la d.g.r. n. 3921 del 30 novembre 2020 con cui è stato dato avvio al procedimento per la preparazione e l'approvazione del Programma Regionale FESR 2021-2027, attivando contestualmente, ai sensi dell'art. 4 l.r. n. 12/2005 e dell'art. 6, c. 2, del d.lgs. n. 152/06, il procedimento di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) del Programma ed individuando l'Autorità competente VAS;
- la d.g.r. n. 4275 del 8 febbraio 2021, che ha approvato il documento «Principali sfide e priorità per l'utilizzo del Fondo di sviluppo regionale (FESR) 2021-2027» e il documento «Principali sfide e priorità per l'utilizzo del Fondo Sociale Europeo Plus (FSE+) 2021-2027»; la d.g.r. n. 5106 del 26 luglio 2021,

che ha approvato i piani finanziari preliminari dei Programmi Regionali FESR e FSE+ 2021-2027, declinati per Obiettivo specifico, con la ripartizione del contributo UE e del contributo nazionale;

- la d.g.r. n. 6214 del 4 aprile 2022 «Approvazione delle proposte di programma regionale a valere sul fondo europeo di sviluppo regionale (PR FESR) 2021- 2027 e di programma regionale a valere sul fondo sociale europeo plus (PR FSE+) 2021-2027 di regione Lombardia» con cui si è provveduto alla designazione dell'Autorità di Gestione del Programma regionale FESR 2021- 2027;
- la d.g.r. n. 6884 del 5 settembre 2022 di presa d'atto dell'approvazione da parte della Commissione europea Programma Regionale a valere sul Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) 2021-2027», così come adottato dalla Commissione europea con Decisione esecutiva CE C(2022) 5671 del 1° agosto 2022;
- la d.g.r. n. 3116 del 30 settembre 2024 di presa d'atto della I riprogrammazione del PR FESR 2021-2027 di Regione Lombardia, in adesione alla piattaforma STEP di cui al Regolamento (UE) n. 2024/795, così come adottato dalla Commissione Europea con Decisione di esecuzione CE C (2024) 6655 del 18 settembre 2024
- la d.g.r. n. 5853 del 10 marzo 2026 di presa d'atto della II riprogrammazione del PR FESR 2021-2027 di Regione Lombardia, nel quadro della revisione di medio termine di cui al Regolamento (UE) n. 2025/1914, come da Decisione di esecuzione CE C (2026) 270 final del 4 marzo 2026.

Considerato che Il Regolamento UE 2021/1060 stabilisce che l'Autorità di gestione dei Programmi cofinanziati con i Fondi strutturali, nella selezione delle operazioni, «garantisce l'immunizzazione dagli effetti del clima degli investimenti in infrastrutture la cui durata attesa è di almeno cinque anni».

Rilevato che il suddetto requisito si configura come un criterio di ammissibilità per gli interventi da finanziare tramite i Fondi FESR nell'ambito della programmazione in corso.

Valutato che

1. nell'ambito del PR FESR di Regione Lombardia, la Verifica climatica, con riferimento alla sola resilienza, è stata già applicata per gli interventi sostenuti dalle Strategie di Sviluppo Urbano Sostenibile (SUS), per le quali è stata redatta una specifica Linea guida a cura dell'Autorità Ambientale e di ARPA Lombardia e approvata con Decreto dirigenziale;
2. In vista di una più diffusa applicazione del percorso di Verifica climatica nel PR FESR, è stato attivato un percorso di confronto interno ed esterno a Regione Lombardia. In particolare, il confronto si è sviluppato a partire dall'attivazione della procedura scritta del Comitato di Sorveglianza (febbraio 2024), che prevedeva l'introduzione del criterio sulla Verifica climatica nelle Azioni del PR FESR;
3. Si è resa pertanto necessaria l'elaborazione di un documento di riferimento, costituito dalla presente Guida, che chiarisse i riferimenti per la verifica climatica e l'ambito di applicazione all'interno del PR FESR e che, in coerenza con gli Orientamenti tecnici e degli Indirizzi nazionali, fornisse i quadri climatici di base per le valutazioni, delineando al contempo una proposta metodologica semplificata e contestualizzata sul territorio lombardo.

Concluso un articolato percorso di condivisione delle bozze del suddetto documento di riferimento, che ha visto l'Autorità Ambientale regionale impegnata in un confronto con gli Ordini professionali interessati.

Acquisita dall'Autorità Ambientale la versione definitiva del suddetto documento di riferimento.

Visto l'allegato A «Linee guida verifica climatica PR FESR 2021/27» parte integrante e sostanziale al presente atto;

Ritenuto per le ragioni suddette di procedere all'approvazione dell'allegato A «Linee guida verifica climatica PR FESR 2021/27» quale parte integrante e sostanziale al presente atto;

Precisato che il presente provvedimento rientra tra le competenze dell'Autorità di Gestione PR FESR 2021-2027;

Vista la l.r. 7 luglio 2008, n. 20 «Testo unico delle leggi regionali in materia di organizzazione e personale» nonché i provvedimenti organizzativi della XII legislatura;

Attestato che il presente atto non è soggetto agli obblighi di pubblicazione di cui agli artt. 26 e 27 del d.lgs. n. 33/2013;

DECRETA

1. di approvare l'allegato A «Linee guida verifica climatica PR FESR 2021/27» quale parte integrante e sostanziale al presente atto;

2. di pubblicare la presente atto ed il relativo allegato, parte integrante e sostanziale, sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia e sul sito web dedicato alla Programmazione Comunitaria all'indirizzo www.ue.regione.lombardia.it.

3. di dare comunicazione dell'approvazione e pubblicazione delle Linee guida di cui al punto 1 ai componenti del Comitato di Sorveglianza del PR FESR 2021-27.

4. di attestare che il presente atto non è soggetto agli obblighi di pubblicazione di cui agli artt. 26 e 27 del d.lgs. n. 33/2013.

Il dirigente
Dario Sciunnach

— • —



IMMUNIZZAZIONE DEGLI EFFETTI DEL CLIMA SULLE INFRASTRUTTURE

PR FESR 2021-27

GUIDA PER LA VERIFICA CLIMATICA

23/04/2026

Indice

Premessa, obiettivo e struttura del documento	
1 La verifica climatica nella programmazione 2021-2027	
1.1 La verifica climatica di neutralità	
1.2 La verifica climatica di resilienza	
1.3 Ambito di applicazione della verifica climatica	
1.4 Applicazione del criterio “verifica climatica” negli strumenti attuativi	
1.4.1 Verifica di resilienza	
1.4.2 Verifica di resilienza e di neutralità	
1.5 Fasi in cui è richiesta la verifica climatica e ammissibilità delle spese.....	
2 Metodologia semplificata per la verifica climatica di resilienza nel PR FESR 2021-2027.....	
2.1 Pre-screening dei fenomeni climatici rilevanti	
2.2 Analisi dell’esposizione	
2.3 Analisi di sensibilità	
2.4 Misure di adattamento	
2.5 Proposta di formulario per la Verifica di resilienza climatica semplificata	
Allegato 1 – Formulario tipo per la verifica climatica di resilienza degli edifici	
A. Campo di applicazione della verifica climatica di resilienza.....	
B. Dichiarazione – tipo di “Non assoggettabilità a verifica climatica”	
C. Verifica climatica di resilienza	
C.1 Calore.....	
C.2 Tempeste di vento.....	
C.3 Alluvioni e frane.....	
C.4 Siccità.....	
Allegato 2 – Glossario essenziale.....	
Allegato 3 - Bibliografia e riferimenti utili	
Appendice - Metodologia per la valutazione dell’esposizione ai fenomeni climatici calore, precipitazioni intense e siccità - ARPA Lombardia	

Premessa, obiettivo e struttura del documento

Il **Regolamento UE 2021/1060** stabilisce che l’Autorità di gestione dei Programmi cofinanziati con i Fondi strutturali, nella selezione delle operazioni, “*garantisce l’immunizzazione dagli effetti del clima degli investimenti in infrastrutture la cui durata attesa è di almeno cinque anni*”. Tale requisito si configura come un **criterio di ammissibilità** per gli interventi da finanziare tramite i Fondi FESR.

L’immunizzazione dagli effetti del clima è un processo volto a:

- **evitare** che le infrastrutture siano vulnerabili (dunque rischino di subire danni) ai **potenziali impatti climatici** attuali e futuri, quali ad esempio piogge intense, alluvioni, ondate di calore, tempeste di vento ecc. (**resilienza**)
- garantire che sia rispettato il principio dell’**efficienza energetica** al primo posto e che il livello delle **emissioni di gas a effetto serra** derivanti dal progetto sia coerente con l’obiettivo della neutralità climatica per il 2050 (**neutralità**).

La Comunicazione della Commissione recante “**Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027**”¹, fornisce la **definizione di infrastrutture** e una **metodologia** di riferimento per l’immunizzazione dagli effetti del clima degli investimenti in infrastrutture, che comprende la **neutralità climatica** e la **resilienza**.

Il Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri² ha emanato gli “**Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027**”³ (6 ottobre 2023), che fornisce indicazioni più puntuali sulle tipologie di intervento e sui settori di intervento sottoposti a verifica climatica.

A livello regionale, i riferimenti principali per la verifica climatica sono la **legge regionale 11/2025** (“Legge per il clima”), che ha introdotto norme specifiche per integrare mitigazione e adattamento in tutte le politiche settoriali e la recente **Strategia Integrata Regionale per l’Adattamento al Cambiamento Climatico**⁴ (SIRACC), che definisce la visione e le azioni prioritarie per aumentare la resilienza del territorio lombardo di fronte agli impatti del cambiamento climatico. In particolare la SIRACC introduce due Misure relative alla Verifica climatica, da un lato per valutarne l’estensione a ulteriori categorie di infrastrutture, anche non sostenute dal PR FESR, dall’altro per favorirne una migliore integrazione nelle procedure di Valutazione ambientale (VIA, VAS).

Nell’ambito del PR FESR di Regione Lombardia, la Verifica climatica, con riferimento alla sola **resilienza**, è stata già applicata per gli interventi sostenuti dalle **Strategie di Sviluppo Urbano Sostenibile (SUS)**, per le quali è stata redatta una specifica **Linea guida** a cura dell’Autorità Ambientale e di ARPA Lombardia e approvata con Decreto dirigenziale nel dicembre 2023⁵ e sono stati organizzati alcuni momenti informativi / formativi rivolti a funzionari comunali e professionisti incaricati. In assenza di scenari di riferimento disponibili

¹ 2021/C 373/01 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX%3A52021XC0916%2803%29>

² Gruppo di lavoro, composto da funzionari del Dipartimento per le Politiche di Coesione (DPCoe), componenti del Nucleo di Valutazione e Analisi per la Programmazione del Dipartimento per le Politiche di Coesione (NUVAP), rappresentanti del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), oltre a un team dedicato della Banca Europea di Investimenti (BEI-JASPERS)

³ <https://politichecoesione.governo.it/media/ch0naoef/indirizzi-per-la-verifica-climatica-e-allegato.pdf>

⁴ D.g.r. n. 5383 del 24 novembre 2025

⁵ Decreto n. 20361 del 19/12/2023 Programmazione Europea 2021-2027: Approvazione della Guida per la verifica di resilienza climatica nelle Strategie Urbane di Sviluppo Sostenibile

a scala regionale, per le 14 città interessate dalle SUS, ARPA Lombardia ha messo a disposizione alcuni dei principali indici e indicatori climatici per gli scenari RCP 4.5 e 8.5 per il periodo di riferimento e per i periodi 2021-2040 e 2041-2060.

In vista di una più diffusa applicazione del percorso di Verifica climatica nel PR FESR, è stato attivato un percorso di confronto interno ed esterno a Regione Lombardia. In particolare, il confronto si è sviluppato a partire dall'attivazione della procedura scritta del Comitato di Sorveglianza (febbraio 2024), che prevedeva l'introduzione del criterio sulla Verifica climatica nelle Azioni del PR FESR. L'attivazione del criterio a un numero elevato di Azioni ha infatti generato un dibattito interno ed esterno a Regione attorno alle modalità di applicazione della Verifica e alla proporzionalità della stessa.

Si è resa pertanto necessaria l'elaborazione di un documento di riferimento, costituito dalla presente Guida, che chiarisse i riferimenti per la verifica climatica e l'ambito di applicazione all'interno del PR FESR e che, in coerenza con gli Orientamenti tecnici e degli Indirizzi nazionali, fornisse i quadri climatici di base per le valutazioni, delineando al contempo una proposta metodologica semplificata e contestualizzata sul territorio lombardo.

Prima dell'approvazione, l'approccio proposto è stato testato in alcuni Bandi FESR per verificarne la fattibilità ed efficacia. Inoltre, il testo della Guida è stato sottoposto alla Consulta regionale Ordini Ingegneri Regione Lombardia (CROIL), che, nell'ambito di una condivisione generale, ha suggerito di sviluppare alcune implementazioni che saranno oggetto di successivi approfondimenti.

Il presente documento, che si rivolge prioritariamente ai funzionari delle Direzioni Generali regionali coinvolte nell'attuazione del PR FESR, intende pertanto fornire un **riferimento metodologico e uno strumento operativo per l'applicazione della Verifica climatica** agli interventi finanziati dal PR FESR 2021-2027 in Lombardia. Esso si compone delle seguenti sezioni:

- Capitolo 1 - verifica climatica e ambito di applicazione: presenta gli obiettivi della verifica climatica e i riferimenti principali e specifica se le Azioni del PR FESR siano sottoposte a verifica climatica di resilienza e/o di neutralità e in quali casi;
- Capitolo 2 - metodologia semplificata per la verifica di resilienza climatica da applicare nel caso di edifici o interventi infrastrutturali minori; l'obiettivo è quello di declinare la metodologia individuata a livello europeo e nazionale, fornendo al proponente una traccia per la Verifica climatica, gli scenari climatici, e una guida per l'applicazione della procedura sul territorio lombardo;
- Allegato 1 - modello di formulario semplificato per la verifica di resilienza climatica degli edifici (che rappresenta la categoria di interventi più diffusa e trasversale nel PR FESR), da intendersi come riferimento generale che sarà specificato nei diversi bandi o altri strumenti attuativi del PR FESR, a seconda delle tipologie di edifici e delle spese ammissibili;
- Allegato 2 – glossario essenziale;
- Allegato 3 – bibliografia e riferimenti utili;
- Appendice – metodologia per la valutazione dell'esposizione rispetto ai fenomeni del calore, precipitazioni intense, siccità.

Le politiche climatiche internazionali, nazionali e regionali sono in continua evoluzione, così come lo è la ricerca nel campo dei modelli e degli scenari climatici. Inoltre, la verifica climatica è una procedura di nuova introduzione nel contesto del PR FESR Lombardia⁶ e come tale richiede necessariamente una fase iniziale di

⁶ Nel periodo 2014-2020 la verifica climatica era applicata solo ai "grandi progetti" sostenuti dal FESR

sperimentazione e test per verificare l'adeguatezza degli strumenti introdotti, il grado di acquisizione di tali strumenti da parte dei tecnici e progettisti chiamati ad applicare la procedura e le eventuali criticità che dovessero emergere.

Per queste ragioni questo documento sarà sottoposto ad aggiornamento periodico, in relazione alle novità rilevanti ai fini dell'applicazione della procedura di verifica climatica (ad esempio, la nuova Strategia regionale di adattamento) e/o in relazione agli esiti della valutazione dell'efficacia e dell'adeguatezza dalle prime esperienze applicative (es. Strategie Urbane di Sviluppo Sostenibile, primi bandi che adotteranno il formulario semplificato per gli edifici) e/o in relazione agli approfondimenti tecnici suggeriti dal confronto con la Consulta Regionale ordini Ingegneri Lombardia..

Infine, potrà essere aggiornato in occasione di riprogrammazione con introduzione di tipologie di intervento diverse da quelle attualmente incluse nel PR FESR o nel caso di messa a disposizione da parte di ARPA di ulteriori informazioni climatiche.

1 La verifica climatica nella programmazione 2021-2027

Il **Regolamento sulle Disposizioni Comuni (RDC)**⁷ assegna alle Autorità di Gestione, nell'ambito della selezione delle operazioni da ammettere a finanziamento, il compito di garantire l'immunizzazione dagli effetti del clima degli investimenti in infrastrutture, la cui durata attesa è di almeno cinque anni.

La metodologia raccomandata per effettuare la verifica climatica degli investimenti infrastrutturali nel periodo 2021-2027 è descritta nei già citati Orientamenti tecnici comunitari.

Per facilitare il rispetto di questo requisito da parte delle Autorità di Gestione italiane, il Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri ha deciso di definire propri indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021- 2027. A questo fine è stato istituito un Gruppo di lavoro, composto da funzionari del Dipartimento per le Politiche di Coesione (DPCoe), componenti del Nucleo di Valutazione e Analisi per la Programmazione del Dipartimento per le Politiche di Coesione (NUVAP), rappresentanti del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), oltre a un team dedicato della Banca Europea di Investimenti (BEI-JASPERS), che ha prodotto un documento di **"Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027"**, trasmesso alle Autorità di Gestione il 6 ottobre 2023.

Per approfondire il confronto con altre regioni europee su questa tematica, l'AdG PR FESR di Regione Lombardia ha aderito al progetto **Interreg Europe GreenGov**⁸ (2024-2028), che prevede, fra gli altri, uno specifico focus sulle modalità di applicazione della verifica climatica delle infrastrutture e sulle soluzioni adottate nei diversi contesti. I contenuti di questa Linea guida sono stati sviluppati anche grazie allo scambio sviluppato all'interno del progetto con i Partner europei.

La Verifica climatica è un processo che include sia il tema della mitigazione (neutralità climatica) che quello dell'adattamento (resilienza climatica). L'Allegato "Ambito di applicazione della verifica climatica per settore di intervento" (ex Allegato I RDC 2021-2027) al documento di Indirizzi nazionali (versione 6 ottobre 2023) evidenzia, per i settori di intervento ex Allegato I del RDC, la necessità o meno di procedere con la verifica climatica sul tema mitigazione e/o adattamento.

Gli indirizzi nazionali specificano anche che dei due aspetti citati, neutralità e resilienza, è la **verifica di resilienza** ad essere **più diffusamente applicata** agli interventi sostenuti dal PR FESR, in ragione della tipologia e della taglia⁹ degli interventi previsti; la verifica di resilienza richiede inoltre di effettuare valutazioni di esposizione ai fenomeni climatici sito-specifiche che richiedono la disponibilità di informazioni di contesto più complesse. Per questa ragione, l'attività di Regione Lombardia a supporto dei beneficiari si è focalizzata soprattutto sulla **verifica di resilienza**. I pochi casi di verifica di neutralità presenti nel PR FESR saranno gestiti nei singoli strumenti attuativi con un approccio caso per caso, come illustrato nel paragrafo 1.4.

⁷ Regolamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 24 giugno 2021, art. 2, paragrafo 42

⁸ GreenGov: GREEN finance and Do No Significant Harm principle implementation for a better regional GOVernance <https://www.interregeurope.eu/greengov>

⁹ Ad esempio, per gli interventi sugli edifici, che rappresentano la tipologia più frequente, è dovuta la sola verifica di resilienza climatica



Figura 1 - La verifica climatica riguarda il pilastro della neutralità e il pilastro della resilienza.

Ove le infrastrutture siano sottoposte a Verifica climatica per il pilastro neutralità e/o resilienza, si specifica che nell’ambito della Verifica climatica risulta assolta anche la verifica del principio DNSH¹⁰ con riferimento rispettivamente agli obiettivi “Mitigazione del cambiamento climatico” e/o “Adattamento al cambiamento climatico”, in ottica di non duplicazione delle valutazioni.

Obiettivi DNSH	Ambiti della VC che assolvono la verifica del rispetto del principio DNSH
Mitigazione del cambiamento climatico	VC - pilastro mitigazione
Adattamento al cambiamento climatico	VC - pilastro adattamento
Uso sostenibile delle acque	--
Prevenzione e riduzione dell’inquinamento	--
Economia circolare	--
Prevenzione dell’inquinamento	--

In prospettiva, si auspica la più ampia integrazione fra le diverse procedure (ad esempio anche fra verifica climatica e AIA), al fine di perseguire la maggiore efficienza e non duplicazione.

Infine, per i progetti sottoposti a VIA / Verifica di assoggettabilità, è auspicabile che la Verifica climatica sia effettuata in modo integrato all’espletamento della valutazione ambientale, garantendo un’analisi specifica del livello di emissioni legate ai progetti sottoposti a valutazione, e dei rischi climatici a cui essi sono esposti,

¹⁰ Il Regolamento generale dei Fondi all’art. 9 sottolinea che “Gli obiettivi dei fondi sono perseguiti in linea con l’obiettivo di promuovere lo sviluppo sostenibile di cui all’articolo 11 TFUE, tenendo conto degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, dell’accordo di Parigi e del principio “non arrecare un danno significativo”. L’Art. 17 del Regolamento sulla Tassonomia definisce ciò che rappresenta un “danno significativo” in relazione a sei obiettivi ambientali: 1. 2. 3. 4. 5. 6. un’attività è considerata arrecare danno significativo alla mitigazione del cambiamento climatico se determina un’emissione significativa di gas a effetto serra; un’attività è considerata arrecare danno significativo all’adattamento se determina un incremento degli impatti attuali e futuri del clima, sull’attività stessa, sulla natura o sulle persone; un’attività è considerata arrecare danno significativo all’uso sostenibile e alla protezione delle acque e delle risorse marine se compromette il buono stato o il buon potenziale ecologico dei corpi acquatici, incluse le acque superficiali e sotterranee o il buono stato delle acque marine; un’attività è considerata arrecare danno significativo all’economia circolare, inclusa la prevenzione della produzione dei rifiuti e il riciclaggio se comporta significative inefficienze nell’uso dei materiali e nell’uso diretto o indiretto delle risorse naturali o se incrementa in modo significativo la produzione, termovalorizzazione o collocazione in discarica dei rifiuti o se la collocazione in discarica possa causare rischi ambientali significativi e a lungo termine; un’attività è considerata arrecare danno significativo alla prevenzione e al controllo dell’inquinamento se determina un incremento significativo di emissioni in aria, acqua o nel suolo; un’attività è considerata arrecare danno significativo alla protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi se è significativamente dannosa per le buone condizioni e la resilienza degli ecosistemi o dannoso per lo stato di conservazione delle specie e degli habitat, inclusi quelli di interesse comunitario.

con particolare attenzione all'identificazione delle vulnerabilità infrastrutturali e all'implementazione di misure adattive mirate. Le Linee guida per l'integrazione della verifica climatica nelle valutazioni ambientali¹¹ (MASE, 2025) danno indicazioni su come effettuare la VC contestualmente alla VIA, laddove la VC sia richiesta al fine di accedere ai finanziamenti della politica di coesione europea e in tutti i casi in cui la valutazione sia ritenuta opportuna dai proponenti dei progetti, dai finanziatori e dalle Autorità competenti.

1.1 La verifica climatica di neutralità

La verifica di neutralità ha l'obiettivo di garantire che sia rispettato il principio dell'**efficienza energetica** al primo posto e che il livello delle **emissioni di gas a effetto serra** derivanti dal progetto sia coerente con l'obiettivo della neutralità climatica per il 2050.

La verifica di neutralità climatica è un processo in due fasi: la valutazione preliminare (screening) e l'analisi dettagliata.

La **valutazione preliminare** ha lo scopo di stimare in via speditiva il livello atteso di emissioni di CO₂eq di un'opera e può essere effettuata sulla base di un'analisi quantitativa specifica, oppure con un'analisi comparativa, assumendo a riferimento progetti analoghi sviluppati in passato e altre informazioni di fonte pubblica.

Solo per quei progetti per cui, a esito della verifica preliminare, ci si attende che i livelli di emissioni assolute e/o relative siano superiori a 20.000 tCO₂eq/anno (positive o negative), è richiesto di svolgere l'**analisi dettagliata**, cioè calcolare l'impronta di carbonio con le metodologie della Banca Europea per gli Investimenti (BEI).¹²

Questa prevede:

- a) una valutazione della compatibilità dell'investimento con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dell'UE per il 2030 e il 2050;
- b) la quantificazione e, ove necessario, la monetizzazione delle emissioni (e delle riduzioni) di gas a effetto serra ai fini di un'eventuale analisi costi-benefici o un'alternativa forma di valutazione economica dell'investimento.

La verifica climatica con riferimento alla neutralità è sintetizzata nella figura seguente.

¹¹ [Linee guida per l'integrazione della verifica climatica nelle valutazioni ambientali - Dettaglio - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA](#)

¹² https://www.eib.org/attachments/lucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf

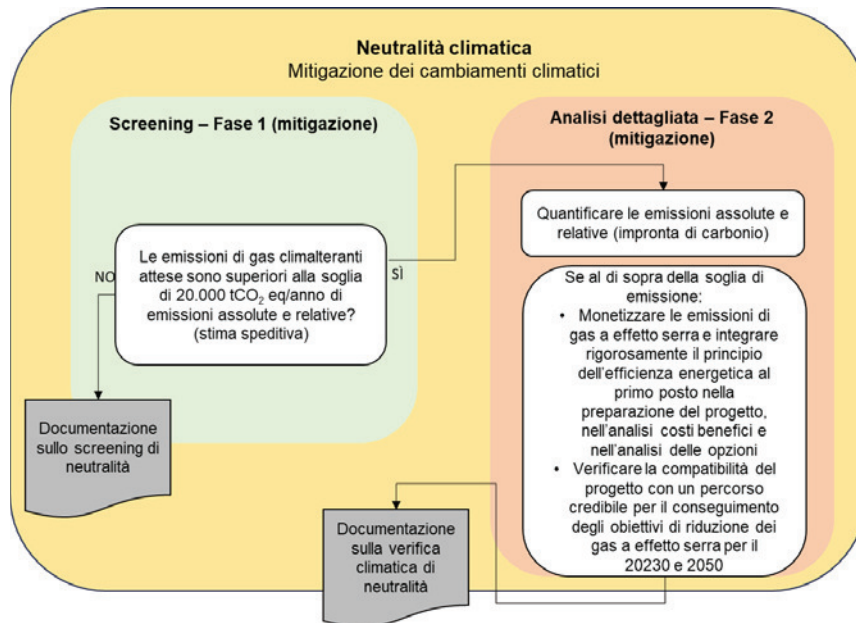


Figura 2 - Il processo di verifica climatica di neutralità (Fonte: Rielaborazione delle autrici e degli autori)

1.2 La verifica climatica di resilienza

La verifica climatica di resilienza persegue l'obiettivo di **evitare** che le infrastrutture siano vulnerabili ai **potenziali impatti climatici** attuali e futuri, quali ad esempio piogge intense, alluvioni, ondate di calore, tempeste di vento, siccità, ecc. e che dunque rischino di subire impatti di carattere strutturale, finanziario, sulla salute e sicurezza dei fruitori, ecc. connessi con tali fenomeni. La verifica di resilienza permette al contempo di evitare che le infrastrutture interferiscano con il contesto climatico locale, peggiorando situazioni già critiche in relazione ai fenomeni climatici (es. isola di calore, aree a elevata impermeabilizzazione e run-off, ecc.). In questo senso, assolve anche al rispetto del principio DNSH¹³ per l'obiettivo "adattamento al cambiamento climatico" alla scala di singola operazione.

¹³ Il Regolamento generale dei Fondi all'art. 9 sottolinea che "Gli obiettivi dei fondi sono perseguiti in linea con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo sostenibile di cui all'articolo 11 TFUE, tenendo conto degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, dell'accordo di Parigi e del principio "non arrecare un danno significativo". L'Art. 17 del Regolamento sulla Tassonomia definisce ciò che rappresenta un "danno significativo" in relazione a sei obiettivi ambientali:

1. un'attività è considerata arrecare danno significativo alla **mitigazione del cambiamento climatico** se determina un'emissione significativa di gas a effetto serra;
2. un'attività è considerata arrecare danno significativo all'**adattamento** se determina un incremento degli impatti attuali e futuri del clima, sull'attività stessa, sulla natura o sulle persone;
3. un'attività è considerata arrecare danno significativo all'**uso sostenibile** e alla **protezione delle acque** e delle risorse marine se compromette il buono stato o il buon potenziale ecologico dei corpi acquatici, incluse le acque superficiali e sotterranee o il buono stato delle acque marine;
4. un'attività è considerata arrecare danno significativo all'**economia circolare**, inclusa la prevenzione della **produzione dei rifiuti** e il riciclaggio se comporta significative inefficienze nell'uso dei materiali e nell'uso diretto o indiretto delle risorse naturali o se incrementa in modo significativo la produzione, termovalorizzazione o collocazione in discarica dei rifiuti o se la collocazione in discarica possa causare rischi ambientali significativi e a lungo termine;
5. un'attività è considerata arrecare danno significativo alla **prevenzione e al controllo dell'inquinamento** se determina un incremento significativo di emissioni in aria, acqua o nel suolo;
6. un'attività è considerata arrecare danno significativo alla protezione e ripristino della **biodiversità e degli ecosistemi** se è significativamente dannosa per le buone condizioni e la resilienza degli ecosistemi o dannoso per lo stato di conservazione delle specie e degli habitat, inclusi quelli di interesse comunitario.

La metodologia definita dalla CE prevede, per i diversi fenomeni climatici presi in esame, di stimare il **grado di vulnerabilità e rischio a cui è esposto un progetto** e, nel caso in cui si stimi un rischio medio-alto, l'adozione di **misure di adattamento** materiali o immateriali volte a contenere tale rischio. Anche in questo caso gli Orientamenti comunitari suggeriscono l'adozione di un approccio in due fasi, caratterizzato da una fase di screening, volta a individuare gli eventuali fenomeni climatici rispetto ai quali l'opera presenta una vulnerabilità medio-alta, e, nel caso si presenti questa eventualità, una fase di verifica approfondita finalizzata a stimare il rischio nonché, ove opportuno, individuare misure di adattamento pertinenti.

La verifica climatica con riferimento alla resilienza è sintetizzata nella figura seguente.

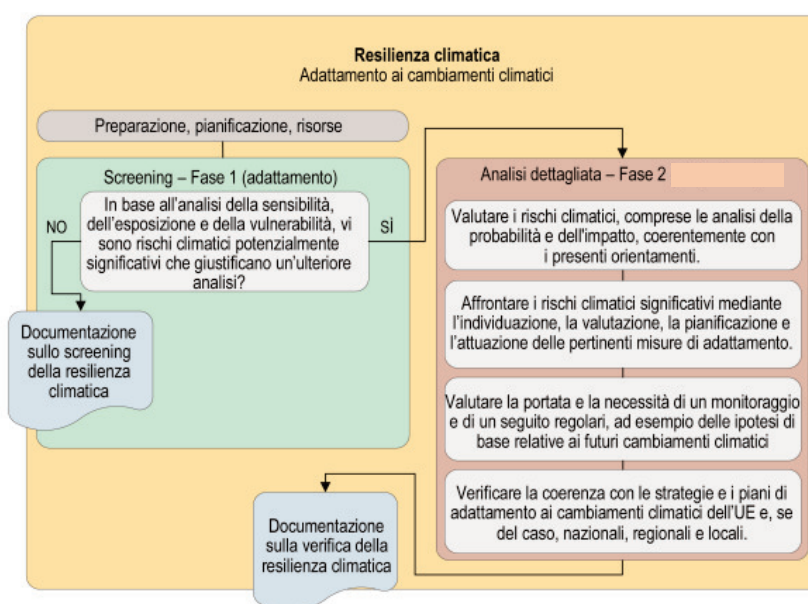


Figura 3 - Il processo di verifica climatica di resilienza (Fonte: Orientamenti tecnici comunitari)

1.3 Ambito di applicazione della verifica climatica

Secondo gli Orientamenti comunitari, il concetto di infrastrutture è ampio e include:

- edifici, dalle abitazioni private alle scuole o agli edifici industriali, che costituiscono il tipo di infrastruttura più comune e la base per gli insediamenti umani;
- infrastrutture basate sulla natura, quali tetti, pareti e spazi verdi e sistemi di drenaggio;
- infrastrutture di rete essenziali per il funzionamento dell'economia e della società moderne, in particolare le infrastrutture energetiche (ad esempio reti, centrali elettriche, condotte), i trasporti (attività immobilizzate come strade, ferrovie, porti, aeroporti o infrastrutture di trasporto per vie navigabili interne), le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ad esempio reti di telefonia mobile, cavi per la trasmissione di dati, centri dati) e le risorse idriche (ad esempio, condotte di approvvigionamento idrico, bacini artificiali, impianti di trattamento delle acque reflue);
- sistemi di gestione dei rifiuti prodotti da imprese e famiglie (punti di raccolta, impianti di cernita e riciclaggio, inceneritori e discariche);
- altre attività materiali in una gamma più ampia di settori strategici, tra cui le comunicazioni, i servizi di emergenza, l'energia, la finanza, l'alimentazione, la pubblica amministrazione, la sanità, l'istruzione e la formazione, la ricerca, la protezione civile, i trasporti, i rifiuti o le risorse idriche;

- altri tipi di infrastrutture, sulla base delle specifiche condizioni di ammissibilità dei fondi europei attivati.

Sempre gli Orientamenti comunitari chiariscono il significato di “durata attesa” dell’infrastruttura, cioè “il periodo durante il quale la struttura potrà essere utilizzata senza che venga sottoposta a riparazioni di rilievo, ma solo a interventi di manutenzione ordinaria” (generalmente 50 anni per gli edifici).

Gli indirizzi nazionali forniscono indicazioni più puntuali sulle tipologie di intervento sottoposte a verifica climatica, specificando che:

- sono esclusi dalla verifica climatica tutti gli investimenti non indicati come infrastrutture all’art. 5 del Regolamento (UE) 2021/1058 relativo al FESR 2021-2027, che definisce gli ambiti di applicazione del Fondo¹⁴, **purché essi non comprendano interventi per nuovi stabilimenti (edifici) e/o per “ristrutturazioni importanti”** (si veda oltre per la definizione);
- per quanto riguarda **gli edifici**, devono essere sottoposti a verifica climatica tutti gli interventi che prevedono investimenti relativi a:
 - **nuova costruzione;**
 - **ristrutturazione importante**, specificando che nel caso di interventi di efficientamento energetico, è da considerarsi “ristrutturazione importante” quella che interessi almeno il 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio. Per tutte le altre ristrutturazioni di edifici (con finalità antisismica o altre finalità), si considera come “ristrutturazione importante” un intervento il cui volume interessato superi il 25% del volume complessivo dell’edificio. I progetti integrati che prevedano sia interventi di efficientamento energetico sia altri interventi strutturali/funzionali, rientrano nella fattispecie “ristrutturazione importante” qualora il progetto interessi almeno il 25% della volumetria complessiva dell’edificio.

Ristrutturazione importante di edifici esistenti

Per l’applicazione all’interno del PR FESR 2021-27 di Regione Lombardia, si è reso necessario specificare la definizione di “ristrutturazione importante” fornita dagli Indirizzi nazionali, per fornire ai Beneficiari e ai progettisti un quadro applicativo omogeneo e chiaramente riferibile alle definizioni adottate dalla normativa di settore. Le specifiche adottate sono le seguenti:

- nel caso di interventi di efficientamento energetico, sono sottoposte a verifica climatica le ristrutturazioni importanti ai sensi del DM 26 giugno 2015 e in particolare: le ristrutturazioni importanti di primo livello (interventi che interessano l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda e contemporaneamente la ristrutturazione dell’impianto termico per la climatizzazione invernale e/o estiva) e di secondo livello (interventi che interessano l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda e possono interessare l’impianto termico per la climatizzazione invernale e/o estiva).
- nel caso di **altri interventi**, sono sottoposti a verifica climatica gli interventi di **ristrutturazione edilizia**, ai sensi del Testo unico dell’edilizia - DPR 380 del 6 giugno 2001, che interessi almeno il 25% del volume totale dell’edificio. Ai fini del **calcolo del volume**, si prende a riferimento la D.G.R. 24/10/2018, n. XI/695,

¹⁴ In particolare, l’art. 5 del Regolamento FESR distingue otto ambiti di sostegno, di cui solo il primo, lettera a) investimenti in infrastrutture, va sottoposto a verifica climatica; per i successivi ambiti di sostegno dalla lettera b) alla lettera h), in quanto interventi diversi da infrastrutture, e di seguito richiamati, la verifica climatica non è richiesta: b) le attività per la ricerca applicata e l’innovazione, compresi la ricerca industriale, lo sviluppo sperimentale e gli studi di fattibilità; c) gli investimenti legati all’accesso ai servizi; d) gli investimenti produttivi in PMI e gli investimenti volti a mantenere i posti di lavoro esistenti e a creare nuovi posti di lavoro; e) attrezzature, software e attività immateriali; f) le attività di creazione di reti, la cooperazione, lo scambio di esperienze e le attività che coinvolgono poli di innovazione, anche tra imprese, organizzazioni di ricerca e autorità pubbliche; g) l’informazione, la comunicazione e gli studi; h) l’assistenza tecnica.

secondo la quale il Volume totale dell'edificio è definito come "Volume della costruzione costituito dalla somma della superficie totale di ciascun piano per la relativa altezza lorda", dove la Superficie totale è la "Somma delle superfici di tutti i piani fuori terra, seminterrati ed interrati comprese nel profilo perimetrale esterno dell'edificio" e l'Altezza lorda è "Differenza fra la quota del pavimento di ciascun piano e la quota del pavimento del piano sovrastante. Per l'ultimo piano dell'edificio si misura l'altezza del pavimento fino all'intradosso del soffitto o della copertura".

Per favorire una più puntuale identificazione degli interventi che rientrano nel concetto di infrastruttura da sottoporre a verifica climatica, gli Indirizzi nazionali operano una classificazione dei settori di intervento dei fondi, come individuati nell'Allegato I del Regolamento (UE) 2021/1060 del Parlamento europeo e del Consiglio (RDC), riconducendo le possibili casistiche a tre gruppi:

- settori di intervento in cui si prevede sicuramente la presenza di infrastrutture e quindi la verifica climatica è necessaria;
- settori di intervento in cui non si prevede la presenza di infrastrutture e quindi la resa a prova di clima non è richiesta;
- settori di intervento in cui è necessaria un'analisi caso per caso da parte dell'Autorità di Gestione, in quanto la presenza di elementi infrastrutturali da assoggettare a verifica climatica dipende dagli specifici investimenti che il programma intende finanziare.

Per identificare le Azioni del PR FESR che rientrano nel campo di applicazione della Verifica climatica, sono quindi stati analizzati tutti i Settori di intervento attivati, nonché il testo del PR FESR e gli eventuali bandi già emanati. A esito di questa analisi, è stato possibile individuare le Azioni che possono sostenere interventi sottoposti a verifica climatica per la neutralità e/o per la resilienza. Per queste Azioni è stato pertanto inserito un apposito criterio di ammissibilità delle operazioni, tramite procedura scritta del Comitato di Sorveglianza conclusasi il 3 giugno 2024 (Tabella 1). Anche per le Azioni che prevedono il criterio di ammissibilità, si specifica che, qualora nei Bandi non sia previsto il sostegno a interventi sottoposti a verifica climatica, tale criterio non sarà attivato, come meglio specificato nel Paragrafo 1.4.

La maggior parte delle Azioni del PR FESR è interessata dalla Verifica di resilienza climatica, mentre sono limitate quelle per le quali è potenzialmente dovuta anche la verifica di neutralità.

Tabella 1 - Azioni del PR FESR della Lombardia per le quali è stato inserito il criterio di ammissibilità per la Verifica climatica e relativa formulazione (Fonte: Esito procedura scritta Cds 3 giugno 2024 e Criteri di selezione delle operazioni approvati in Cds il 24 ottobre 2024 per le seguenti Azioni: Azione 2.1.4, Azione 2.3.1, Azione 1.6.1, Azione 1.6.2, Azione 2.9.1, Azione 2.9.2; Asse 4 – os 5.2 Aree interne)

Azione PR FESR Lombardia	Verifica climatica -campo di applicazione-		Formulazione del criterio sulla Verifica climatica
	Resilienza	Neutralità	
1.1.1. Sostegno agli investimenti in ricerca, sviluppo e innovazione	X		Verifica climatica per la sola resilienza da applicare limitatamente agli interventi di costruzione di nuovi edifici o "ristrutturazione importante" di edifici esistenti, come definiti dagli Indirizzi nazionali
1.1.2. Sostegno al trasferimento tecnologico tra mondo della ricerca e delle imprese lombarde	X		
1.1.3. Sostegno all'attuazione di progetti complessi di ricerca, sviluppo e innovazione	X		
1.1.4. Sviluppo e tutela della capacità innovativa del sistema delle imprese	X		
1.2.2. Sviluppo di una Infrastruttura regionale per l'analisi dei dati attraverso il ricorso all'Internet of Things (IOT) e ai Big Data	X		
1.3.1. Sostegno allo sviluppo dell'Internazionalizzazione delle PMI lombarde ed all'attrazione di investimenti esteri	X		
1.3.3. Sostegno agli investimenti delle PMI	X		
1.6.1 Sviluppo delle tecnologie critiche nei progetti di partenariato tra PMI e Grandi imprese	X		

Azione PR FESR Lombardia		Verifica climatica -campo di applicazione-		Formulazione del criterio sulla Verifica climatica	
		Resilienza	Neutralità		
2.1.1. Sostegno a interventi di ristrutturazione e riqualificazione per l'efficientamento energetico di strutture e impianti pubblici		X			
Azione 2.1.1. Sostegno a interventi di ristrutturazione e riqualificazione per l'efficientamento energetico di strutture e impianti pubblici Immobili di proprietà pubblica Aree Interne		x			
2.1.2. Sostegno all'efficientamento del patrimonio residenziale pubblico		X			
2.6.1. Sostegno all'adozione di modelli di produzione sostenibile		X			
Asse 4 – os 5.2 Aree interne	Interventi a sostegno delle PMI	X			
	Interventi di efficientamento energetico di edifici di proprietà pubblica	X			
	Interventi per la fruizione del territorio	X			
	Interventi di valorizzazione del patrimonio naturale	X			
2.1.3. Sostegno all'efficientamento energetico degli edifici e/o impianti produttivi delle imprese		X	χ ¹⁵		Verifica climatica delle infrastrutture, come definita dagli Indirizzi nazionali
2.1.4. Sostegno all'efficientamento energetico e alla estensione dei sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento ¹⁶		X	X		
2.2.1. Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili ¹⁷		X	X		
2.2.2. Sostegno alla diffusione delle comunità energetiche ¹³		X	X		
2.3.1. Sviluppo delle Smart Grid ¹⁸		X	X		
2.6.2. Sostegno ad azioni di simbiosi industriale, prevenzione produzione rifiuti, riciclaggio e riutilizzo per la chiusura del ciclo		X	χ ¹⁹		
2.8.1. Sostegno al miglioramento del sistema di mobilità urbana integrata		X	χ ²⁰		
Azione 2.9.1. Sviluppo delle tecnologie pulite da parte delle PMI e delle Grandi imprese, anche in partenariato		X	X		
Asse 4 – os 5.1 Aree urbane ²¹	Interventi di riqualificazione degli spazi aperti (piazze, parcheggi, strade, mobilità sostenibile)	X		Verifica climatica per la sola resilienza da applicare agli interventi relativi a infrastrutture, come definito dagli Indirizzi nazionali	
	Interventi di potenziamento delle dotazioni naturali degli spazi pubblici (manutenzione ed ampliamento del verde urbano)	X			
	Interventi di efficientamento energetico di edifici pubblici	X		Verifica climatica per la sola resilienza da applicare limitatamente agli interventi di	

¹⁵ Screening Mitigazione potenzialmente necessario per interventi di grandi imprese (settore di intervento 40) (Fonte: Indirizzi nazionali)

¹⁶ Ipotizzando progetti a scala industriale e/o nel contesto di reti di teleriscaldamento, Screening Mitigazione e Screening Adattamento necessari (settore di intervento 55) (Fonte: Indirizzi nazionali)

¹⁷ Per gli impianti a biomassa (settore di intervento 50): Screening Mitigazione e Screening Adattamento necessari per impianti di taglia industriale. Per gli impianti fotovoltaici (settore di intervento 48): Screening Mitigazione e Screening Adattamento necessari per centrali fotovoltaiche. Il finanziamento di pannelli solari (fotovoltaici o termici) sui tetti che non sono parte di interventi integrati per efficientamento energetico di edifici non richiedono la verifica climatica in quanto trattasi solo di attrezzature. Altri tipi di energia rinnovabile (settore di intervento 52): Screening Mitigazione e Screening Adattamento necessari per impianti di taglia industriale (centrali elettriche o termiche). (Fonte: Indirizzi nazionali)

¹⁸ Screening Mitigazione e Screening Adattamento necessari per progetti di grandi dimensioni. I sistemi di accumulo "behind-the-meter" di piccola taglia che non sono parte di bandi per efficientamento energetico di edifici possono essere considerati come attrezzature, non assoggettabile a verifica climatica. Altri interventi sotto questo codice (investimenti in reti elettriche, sistemi di accumulo a scala industriale sono da considerarsi come infrastrutture e necessitano la resa a prova di clima (settore di intervento 53) (Fonte: Indirizzi nazionali)

¹⁹ Screening Mitigazione dove ci si attende ci possano essere riduzioni di emissioni rilevanti, in comparazione alla situazione preesistente. (Fonte: Indirizzi nazionali)

²⁰ In generale le emissioni relative sono sotto la soglia dei 20 ktCO₂eq/anno. Per le infrastrutture di maggiore importanza (ad esempio linee di metropolitana o linee tranviarie) potrebbe essere superata la soglia di emissioni assolute di ktCO₂eq/anno. (Fonte: Indirizzi nazionali)

²¹ Per gli interventi sostenuti dalle Strategie di Sviluppo Urbano Sostenibile – SUS, che sono già in fase di progettazione, la verifica di resilienza è già stata applicata nelle more dell'approvazione del criterio di ammissibilità.

Azione PR FESR Lombardia		Verifica climatica -campo di applicazione-		Formulazione del criterio sulla Verifica climatica
		Resilienza	Neutralità	
	Interventi di riqualificazione di edifici pubblici	X		“ristrutturazione importante” di edifici esistenti, come definiti dagli Indirizzi nazionali
	Interventi di nuova costruzione di edifici pubblici	X		Verifica climatica per la sola resilienza da applicare limitatamente agli interventi di costruzione di nuovi edifici, come definito dagli Indirizzi nazionali
2.8.2. Sostegno allo sviluppo di sistemi di informazione e accessibilità integrati e innovativi		X		Verifica climatica per la sola resilienza da applicare nel caso in cui i progetti comprendano equipaggiamenti lungo le strade, come definito dagli Indirizzi nazionali

In Tabella 2 sono invece elencate le Azioni del PR FESR escluse dall'applicazione della Verifica climatica.

Tabella 2 - Azioni del PR FESR Lombardia escluse dal campo di applicazione della Verifica climatica (Fonte: Esito procedura scritta CdS 3 giugno 2024)

Azioni del PR FESR escluse dall'applicazione della Verifica climatica	Note
1.1.5. Sostegno alle azioni di diffusione e consolidamento dell'approccio lombardo di Open Innovation negli ecosistemi dell'innovazione	Per queste Azioni non saranno ritenuti ammissibili investimenti in infrastrutture e/o edifici, come definiti dagli Indirizzi nazionali
1.2.1. Sostegno all'accelerazione del processo di trasformazione digitale dei servizi pubblici erogati dalla Pubblica Amministrazione	
1.2.3. Sostegno all'accelerazione del processo di trasformazione digitale dei modelli di business delle PMI	
1.3.2. Sostegno all'accesso al credito	
1.3.4. Sostegno al rafforzamento delle reti e delle aggregazioni di imprese	
1.4.1 Sostegno allo sviluppo delle competenze per la transizione industriale e la sostenibilità delle imprese	
Azione 1.6.2. Sviluppo delle tecnologie critiche attraverso il sostegno al capitale di rischio di start up e scale up deep tech e biotech	
Azione 2.9.2. Sviluppo delle tecnologie critiche attraverso il sostegno al capitale di rischio di start up e scale up clean tech	

1.4 Applicazione del criterio “verifica climatica” negli strumenti attuativi

Per le Azioni sottoposte a Verifica climatica e, pertanto dotate del relativo criterio di ammissibilità, all'atto dell'elaborazione di ciascun bando e strumento attuativo sarà necessario analizzare caso per caso se gli interventi e le spese ammissibili includono gli interventi infrastrutturali per i quali è dovuta la verifica climatica e conseguentemente si potrà decidere se attivare il criterio o meno. In questa operazione di verifica devono essere considerate le eventuali specifiche indicazioni degli Indirizzi nazionali.

Alcuni esempi riportati nel seguito e riferiti a diverse casistiche possono essere utili a chiarire questa indicazione.

1.4.1 Verifica di resilienza

Caso A: Azioni che prevedono solo la **verifica di resilienza sugli edifici, nel caso in cui si realizzino nuovi edifici o ristrutturazioni importanti, es.:**

- Azioni dell'Asse 1 riportate in Tabella 1;
- Azioni Asse 2, in particolare: 2.1.1, 2.1.2, 2.6.1;
- Asse 4 - Aree interne (relativamente agli interventi di ristrutturazione di edifici o nuovi edifici).

All'atto della definizione del Bando o dello strumento attuativo, nell'ambito del confronto fra il Responsabile del Bando, l'Autorità Ambientale e l'Autorità di Gestione, si verificherà la presenza fra le spese ammissibili degli interventi a finanziamento FESR di interventi edilizi che includono potenzialmente nuovi edifici o ristrutturazioni importanti di edifici esistenti. Qualora tali interventi siano esclusi dal Bando / strumento attuativo, il criterio della verifica climatica di resilienza non sarà applicato. Il Responsabile della misura potrà tuttavia valutare l'opportunità di sottoporre volontariamente a verifica climatica anche eventuali interventi infrastrutturali presenti nei progetti presentati, ma finanziati tramite risorse diverse dal FESR, nonché investimenti produttivi rilevanti per taglia complessiva dell'intervento, come ulteriore forma di cautela, anche se non dovuta in base alle norme.

Per i bandi /strumenti attuativi che vedranno l'attivazione del criterio, un ulteriore passaggio di verifica dovrà essere svolto a scala di progetto da parte del proponente, che sarà chiamato a dichiarare se il proprio progetto include, in termini di investimenti, la realizzazione di nuovi edifici o ristrutturazioni importanti (infatti non tutti i progetti candidati al Bando/strumento attuativo potrebbero richiedere la verifica climatica).

Per questi strumenti attuativi sarà fornito un apposito Formulario per guidare il proponente nella verifica di applicabilità della verifica climatica di resilienza e, ove necessario, per guidarne l'applicazione, la cui proposta è contenuta nell'Allegato 1.

Caso B: azioni che includono altre tipologie infrastrutturali, diverse da edifici, che richiedono solo la **verifica di resilienza, es.:**

- Azione 2.8.2: la verifica di resilienza è prevista nel caso in cui siano previsti equipaggiamenti lungo le strade;
- OS 5.2 – tipologie infrastrutturali diverse da edifici (es. interventi per la fruizione del territorio, ecc.).

Per questi casi, analogamente al Caso A, si verificherà la presenza fra le spese ammissibili a finanziamento FESR di interventi sottoposti a verifica climatica per decidere l'attivazione o meno del criterio di ammissibilità.

Nel caso in cui siano presenti investimenti sottoposti a verifica climatica si fornirà ai proponenti un formulario per guidarli nella verifica di applicabilità della verifica climatica di resilienza e, qualora dovuta, per supportarli nella verifica climatica. Il formulario sarà elaborato sulla falsariga di quello già prodotto per gli Edifici.

1.4.2 Verifica di resilienza e di neutralità

Diverso rispetto ai casi precedenti è il caso delle Azioni potenzialmente sottoposte sia a verifica di resilienza che a verifica di neutralità.

Caso C: Azioni che includono tipologie progettuali sottoposte a verifica di resilienza e di neutralità, es.

- Asse 2: 2.1.3 (efficientamento energetico PMI), 2.1.4 (telerscaldamento e teleraffrescamento), 2.2.1 (fonti rinnovabili), 2.2.2 (comunità energetiche), 2.3.1 (smart grid), 2.6.2 (economia circolare);
- Asse 3: 2.8.1 (mobilità urbana integrata).

Tutte le Azioni citate sono orientate in modo diretto o indiretto alla riduzione di emissioni climalteranti²² come evidenziato dalla presenza di settori di intervento con tagging climatico del 40% o del 100% e, dunque, per natura contribuiscono agli obiettivi comunitari di neutralità climatica.

Per la verifica di resilienza, si prevede di agire nel seguente modo:

- qualora siano previsti investimenti relativi a edifici (es. Azione 2.6.2), si adotterà un approccio analogo al Caso A.
- negli altri casi, si verificheranno gli elementi discriminanti per l'attivazione della procedura indicati negli Indirizzi nazionali (ad esempio per l'Azione 2.2.1 e l'Azione 2.2.2 la verifica di resilienza non è dovuta nel caso di pannelli solari posti sulle coperture) e, qualora si verifichi la necessità di attivare la verifica climatica di resilienza, sarà fornito un documento di indirizzo specifico e/o un Formulario atto a guidarne l'applicazione (approccio analogo al Caso B).

Per l'attivazione della procedura di verifica di neutralità dovranno essere verificate le caratteristiche degli interventi, come riportato nelle note alle Tabelle 1 e 2, che riguardano sostanzialmente la dimensione degli interventi (es. progetti di reti di teleriscaldamento "a scala industriale", impianti a biomassa "di taglia industriale").

Si procederà pertanto a una verifica per livelli successivi, descritti di seguito:

- il primo livello di analisi prevedrà che il Responsabile del Bando con l'Autorità Ambientale e l'Autorità di Gestione verifichino le tipologie di interventi/spese ammissibili e le relative dimensioni, al fine di escludere, o meno, la verifica di neutralità climatica. Nel caso sia possibile escludere l'applicazione della verifica di neutralità, l'Autorità Ambientale elaborerà una dichiarazione al riguardo da tenere agli atti per eventuali successivi controlli. Qualora, sulla base delle informazioni note, non sia invece possibile definire chiaramente l'assoggettabilità o meno degli interventi a verifica climatica di neutralità, si procederà al secondo livello;
- come secondo livello, l'Autorità Ambientale realizzerà, prima della pubblicazione del Bando, un pre-screening volto a stimare in via speditiva le emissioni risparmiate grazie agli interventi potenzialmente finanziati (per tipologia e dimensione). Tale stima sarà basata su dati parametrici cautelativi desunti da letteratura e/o su dati derivanti da precedenti Bandi regionali. Qualora tale stima evidenzii valori inferiori a 15.000 t CO₂, cioè significativamente al di sotto della soglia delle 20.000 t CO₂ eq/anno, il criterio di verifica climatica di neutralità non sarà attivato nel Bando, il pre-screening sarà tenuto agli atti per eventuali successivi controlli e al proponente non sarà richiesto lo screening per la neutralità; nel caso contrario si procederà con il terzo livello;
- nel caso in cui il pre-screening mostri valori vicini alla soglia delle 20.000 t CO₂eq/anno o nel caso in cui gli interventi potenzialmente ammissibili non siano riconducibili a tipologie univoche oppure manchino dati di riferimento parametrici da letteratura, si attiverà il terzo livello, cioè il criterio sarà attivato nel bando, richiedendo ai proponenti di effettuare lo screening per la neutralità, cioè di stimare le emissioni risparmiate grazie al progetto²³. Qualora lo screening evidenzii una riduzione di emissioni superiore a 20.000 tCO₂eq/anno sarà richiesta la verifica approfondita, da condurre secondo le metodologie definite dalla BEI per il calcolo dell'impronta di carbonio al fine di verificare il miglioramento rispetto allo scenario ex ante.

²² Gli Indirizzi nazionali hanno già evidenziato che nella maggior parte dei casi lo screening per la neutralità potrà essere escluso a priori perché numerose tipologie di interventi del PR FESR hanno "tipicamente" valori molto lontani dalla soglia delle 20.000 t CO₂eq/anno, tuttavia è necessario un passaggio di verifica puntuale per le Azioni del PR FESR, che consideri più in dettaglio quanto finanziato.

²³ Si noti che per gli interventi finanziati nell'ambito dell'obiettivo specifico 2.1 e dell'obiettivo specifico 2.2 del PR FESR è previsto il popolamento dell'indicatore RCR29 "Emissioni stimate di gas a effetto serra", dunque ai fini del monitoraggio sarà comunque effettuata una stima delle emissioni risparmiate grazie agli interventi stessi.

In ragione del limitato numero di Azioni che prevedono la verifica climatica per la neutralità e dell'approccio descritto poc'anzi, ogni bando sarà gestito caso per caso, definendo, ove necessario, una opportuna modulistica da inserire nei bandi o strumenti attuativi pertinenti.

1.5 Fasi in cui è richiesta la verifica climatica e ammissibilità delle spese

La verifica climatica è un processo che accompagna il ciclo di progetto, come evidenziato negli Orientamenti tecnici comunitari e deve essere avviata contestualmente alla progettazione di un'opera.

Secondo la normativa nazionale (Codice dei Contratti Pubblici, D.lgs. 36/2023) la progettazione in materia di lavori pubblici si articola in due livelli di successivi approfondimenti tecnici: il progetto di fattibilità tecnico-economica (PFTE) e il progetto esecutivo.

In considerazione dei contenuti e degli elaborati richiesti per il PFTE, è opportuno che a questo livello di progettazione sia già stata realizzata la verifica climatica, ove dovuta, che potrà comunque essere perfezionata contestualmente alla redazione del progetto esecutivo. Per il PFTE, le informazioni relative alla verifica climatica possono essere contenute nella Relazione di sostenibilità dell'opera, di cui all'Art. 11, allegato I.7, D.lgs. 36/2023.

Prima della redazione del PFTE, la verifica climatica potrà essere avviata, ad esempio analizzando il livello di esposizione ai pericoli climatici pertinenti al sito di ubicazione dell'opera o realizzando uno screening preliminare (basato sulle eventuali informazioni progettuali disponibili): queste attività potranno essere utili per orientare la progettazione e dovranno essere perfezionate e integrate con i dovuti approfondimenti durante l'elaborazione del PFTE.

Anche per i progetti con committenza privata, che non sono sottoposti al Codice dei Contratti Pubblici, valgono le medesime indicazioni, pertanto è opportuno che la verifica climatica sia sviluppata per progetti che presentano un dettaglio analogo al PFTE di cui al d.lgs. 36/2023, mentre potrà essere avviata nelle fasi precedenti.

Qualora un progetto sia sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale o a Verifica di assoggettabilità a VIA, è raccomandato che la verifica climatica avvenga nell'ambito di tale procedura.

Queste indicazioni devono essere contestualizzate nell'ambito dei Bandi e degli strumenti attuativi del PR FESR per garantirne un'applicazione coerente al livello di progettazione richiesto per l'ammissibilità, pur assicurando che tutti i progetti finanziati siano stati sottoposti a una procedura di verifica climatica.

La contestualizzazione su ciascuno strumento attuativo avverrà nell'ambito dell'interlocazione fra l'Autorità Ambientale e i singoli responsabili di Azione nella fase propedeutica alla costruzione degli strumenti attuativi e in accordo con l'Autorità di gestione.

In linea di massima, per gli strumenti attuativi che richiedano il livello di progettazione del PFTE (o equivalente per la committenza privata), si prevede di richiedere la verifica climatica all'atto della candidatura.

Quando invece non sia richiesto un livello minimo di progettazione pari al PFTE (o equivalente), si potrà procedere secondo due modalità:

- richiedere al beneficiario l'impegno a sottoporre il progetto a verifica climatica in fase successiva alla concessione del contributo e a trasmettere a Regione la pertinente documentazione dopo l'accettazione del contributo ed entro la richiesta della prima tranche, pena la decadenza del contributo stesso.
- richiedere ai beneficiari di avviare la procedura di verifica climatica (ad esempio con lo screening preliminare o l'analisi dell'esposizione), rimandando comunque alla successiva fase di progettazione i pertinenti approfondimenti e le integrazioni necessarie in relazione allo sviluppo della

progettazione. Anche in questo caso, dovrà essere previsto un secondo passaggio di trasmissione della documentazione a Regione Lombardia indicativamente prima della concessione della prima tranche di contributo, che confermi o aggiorni le analisi preliminari.

Per tutti gli strumenti attuativi sarà predisposta idonea documentazione / modulistica da adottare per garantire il livello appropriato della verifica climatica o per confermare l'impegno del beneficiario a sottoporre il progetto a verifica climatica, come evidenziato nel paragrafo 1.4.

All'atto della presentazione della candidatura al finanziamento ciascun proponente dovrà compilare il Formulario o la documentazione richiesta a seconda dei casi; tale documentazione dovrà essere firmata dal progettista, dal RUP o dal rappresentante legale del beneficiario.

Salvo diversa indicazione dei Responsabili dei Bandi / Strumenti attuativi, l'istruttoria da parte di Regione Lombardia dei Formulari per la verifica climatica compilati dai proponenti avverrà verificandone la coerenza interna, senza prevedere ulteriori altri approfondimenti di dettaglio o la richiesta e l'analisi di altra documentazione fornita e senza entrare nel merito delle scelte progettuali adottate.

Un esame di maggior dettaglio di un campione di progetti potrà essere attivato dalla Regione al fine di ricavare informazioni utili circa la qualità delle analisi, i risultati ottenuti, le misure di adattamento adottate, le eventuali criticità, in ottica di miglioramento continuo.

Le eventuali misure di adattamento risultanti dalla verifica climatica dovranno essere riscontrabili nella documentazione progettuale.

Le varianti progettuali saranno trattate secondo le modalità definite in ciascun bando, pertanto:

- per i bandi in cui sia prevista la comunicazione a Regione, il beneficiario verificherà se tale variante invalida la verifica climatica eseguita ex ante e le misure di adattamento individuate, provvedendo ad un eventuale aggiornamento e trasmissione a regione della VC;
- per i bandi in cui non sia invece prevista la comunicazione della variante a Regione, analogamente non sarà richiesta alcuna comunicazione in merito alla VC, salvo diversa richiesta che dovesse pervenire da parte del Beneficiario.

In fase di rendicontazione, il beneficiario dovrà confermare che il progetto è stato realizzato in conformità agli esiti della Verifica climatica, con particolare riferimento all'adozione delle misure di adattamento. La conformità dovrà essere provata tramite documenti tecnici certi (es. certificazioni dei materiali, schede tecniche, asseverazioni di corretta posa), per prevenire possibili problematiche post-intervento anche in fase di controllo in loco.

Eventuali scostamenti dovranno essere opportunamente motivati. Questi contenuti potranno essere oggetto di apposita relazione, di una sezione specifica della relazione tecnica finale di progetto, o potranno essere compilati nel sistema informatico, secondo le modalità previste da ciascun Bando o strumento attuativo.

I controlli in loco di primo livello, relativi a un campione di progetti finanziati, verificheranno la conformità del progetto agli esiti della verifica climatica, con particolare riferimento alle eventuali misure di adattamento previste. In ciascun bando si stabilirà come procedere nel caso di difformità rispetto all'ex ante: potrà ad esempio essere adottata una "correzione automatica", cioè la decurtazione di una quota percentuale dal finanziamento complessivo.

È previsto che le spese eventualmente affrontate dai proponenti per la Verifica climatica siano riconosciute, nei limiti della normativa sugli aiuti stato, come spese ammissibili nell'ambito delle spese tecniche.

Inoltre, potranno essere riconosciute come ammissibili anche le spese per l'adozione delle eventuali misure di adattamento definite a esito della Verifica di resilienza climatica, qualora coerenti con le voci di spesa

ammissibili previste dai Bandi e con gli obiettivi specifici e le azioni del PR FESR Lombardia 2021-2027. Nei bandi potrà anche essere definita una quota massima di risorse (ad esempio in percentuale rispetto al totale del costo del progetto) destinabile alle misure di adattamento.

A questo proposito, come indicazione generale, gli interventi previsti per l'adattamento al cambiamento climatico di un edificio (es. tetto verde, utilizzo di materiali ad alta riflettanza, realizzazione di sistemi per l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo, ecc.) sono da intendersi coerenti con la tipologia di spesa "opere edili".

2 Metodologia semplificata per la verifica climatica di resilienza nel PR FESR 2021-2027

Il presente capitolo descrive la proposta metodologica semplificata per la verifica climatica.

Gli elementi chiave per una applicazione efficace ma graduale e proporzionata della verifica climatica sono stati evidenziati nell'ambito di un approfondito percorso di confronto e condivisione interno, svolto a partire dal mese di maggio 2024 fra l'Autorità di gestione, l'Autorità Ambientale e le Direzioni Generali coinvolte nell'attuazione del PR FESR, e sono rappresentati da:

- La **proporzionalità** dell'approccio, al fine di graduare i requisiti e la complessità degli stessi a seconda della dimensione dell'intervento, anche considerato che per gli interventi minori l'onere di applicazione della procedura di verifica climatica potrebbe essere sproporzionato in un'ottica costo-beneficio e che il gruppo di progettazione attivato potrebbe non garantire le competenze per affrontare la verifica climatica;
- La **semplificazione** del percorso di verifica climatica, agendo sia sulla semplificazione dei passaggi previsti dalla metodologia degli Orientamenti comunitari sia sulla messa a disposizione, per tutta la Regione, di quadri climatici di sintesi, che consentono di valutare il livello di esposizione di un intervento a un determinato fenomeno climatico in modo omogeneo per tutti gli interventi;
- L'integrazione del percorso di verifica climatica con la **normativa** e la **pianificazione vigente**, individuando e valorizzando i requisiti, anche avanzati, già vigenti su come considerare i fattori climatici nella progettazione (es. Norme Tecniche per le Costruzioni, 2018; RR 7/2017 sull'Invarianza idraulica; Componente geologica, idrogeologia e sismica dei PGT di cui alla d.g.r. 2616/2011 e s.m.i., ecc.);
- L'**accompagnamento** dei proponenti, fornendo una guida e, ove necessario, un apposito sostegno regionale da attivare anche a chiamata (es. help desk regionale).

La presente proposta metodologica ha dunque l'obiettivo di declinare questi elementi e di **semplificare, contestualizzare e guidare** l'applicazione della **verifica climatica di resilienza** ai progetti finanziati dal PR FESR.

Questa proposta si presta in prima applicazione per essere adottata per la verifica climatica degli **edifici** e delle altre **infrastrutture di dimensioni minori** sostenute dal PR FESR a livello di spesa.

La qualificazione delle infrastrutture come "minori" sarà verificata caso per caso, valutando se la presente proposta metodologica è adeguata per essere applicata alle stesse.

L'IPCC²⁴ definisce la vulnerabilità ai cambiamenti climatici come il grado in cui un sistema è suscettibile o incapace di far fronte agli effetti negativi dei cambiamenti climatici, tra cui la variabilità climatica e gli estremi. La vulnerabilità è una funzione del carattere, della grandezza e del tasso di variazione climatica a cui un sistema è esposto, della sua sensibilità e della sua capacità di adattamento. La valutazione della vulnerabilità è il punto di partenza necessario per qualsiasi adattamento.

Nella proposta di metodologia semplificata (Figura 4), i proponenti sono guidati nella valutazione della vulnerabilità attraverso un percorso in due step, il primo relativo alla valutazione dei pericoli climatici a cui sono sottoposti gli interventi (esposizione), il secondo relativo alla valutazione della sensibilità e dei potenziali impatti.

Qualora, a esito della valutazione, il progetto risulti esposto a un fenomeno climatico ed evidenzi uno o più elementi di sensibilità allo stesso, il proponente è guidato a individuare le misure di adattamento pertinenti, come mostrato.

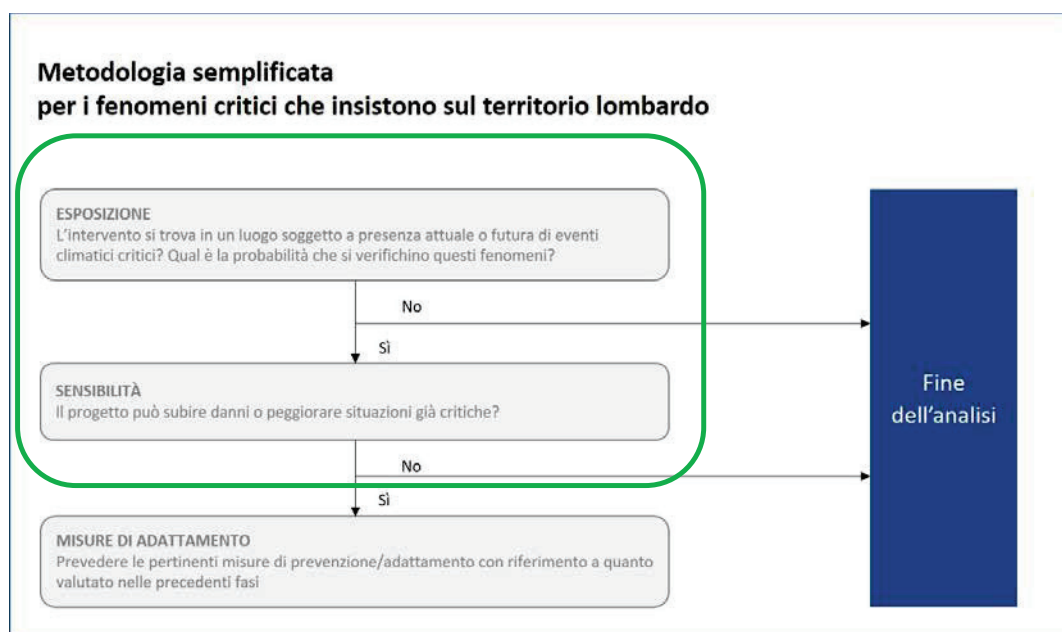


Figura 4 - Schema metodologico semplificato per la Verifica climatica per la resilienza (Fonte: elaborazione delle autrici e degli autori)

La semplificazione proposta consente di mantenere un chiaro riferimento alla metodologia suggerita dagli Orientamenti comunitari, accorpando alcune fasi anche in considerazione della disponibilità di dati e di informazioni quantitative: il dettaglio delle fasi della valutazione è descritto nei seguenti paragrafi. In particolare, rispetto alla metodologia in due fasi (screening e verifica dettagliata) delineata dagli Orientamenti comunitari, in questa proposta è stata prevista una sola fase di valutazione nella quale sono state accorpate rispettivamente la valutazione dell'esposizione con la probabilità di accadimento di un fenomeno e la valutazione di sensibilità con la valutazione di impatto.

²⁴ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/knowledge/tools/adaptation-support-tool/step-2-2-t/index.html>

Quale elemento di forte contestualizzazione regionale, si evidenzia l'integrazione nella procedura di verifica climatica di tutti i pertinenti **aspetti normativi e pianificatori** già presenti nell'ordinamento nazionale e regionale. Questo consente di valorizzare gli aspetti già presidiati dalla normativa, evidenziando le sinergie positive fra adempimenti già previsti e verifica climatica ed evitando duplicazioni.

Questo aspetto è particolarmente evidente per i fenomeni **alluvioni e frane**, per i quali il percorso valutativo, diversamente dagli altri fenomeni, si basa sull'analisi del **Piano di Governo del Territorio** – Componente geologica e idrogeologica ed eventuali studi di dettaglio, del PAI e del PGRA e varianti e sullo **Studio comunale di gestione del rischio idraulico** o Documento semplificato (RR 7/2017). Questa scelta vuole uniformare, semplificare e ottimizzare l'analisi a cura del progettista, che dovrà comunque realizzare l'inquadramento pianificatorio e regolatorio dell'area di interesse del progetto.

Infine, è prevista la possibilità per il Responsabile del Bando di introdurre elementi di flessibilità nell'applicazione della metodologia per la verifica climatica. In questo caso, sarà esplicitato che il proponente/progettista possa utilizzare metodologie per la verifica climatica alternative, ma documentate da opportuni riferimenti bibliografici e/o fare riferimento a quadri di contesto locali diversi da quello messo a disposizione a scala regionale (ad esempio, nel caso in cui vi siano Piani di adattamento locali), motivandone la scelta.

2.1 Pre-screening dei fenomeni climatici rilevanti

La classificazione dei fenomeni e pericoli legati al clima operata dal Regolamento delegato (UE) 2021/2139 include un elenco ampio di fenomeni sia di tipo cronico che acuto, rappresentati in Tabella 3.

Tabella 3 - Classificazione dei pericoli legati al clima (Regolamento delegato (UE) 2021/2139 del 04.06.2021 - Appendice A)

Tipologia	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine) ▪ Stress termico ▪ Variabilità della temperatura ▪ Scongelamento del permafrost 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento del regime dei venti 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) ▪ Variabilità idrologica o delle precipitazioni ▪ Acidificazione degli oceani ▪ Intrusione salina ▪ Innalzamento del livello del mare ▪ Stress idrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosione costiera ▪ Degradazione del suolo ▪ Erosione del suolo ▪ Soliflusso
Acuto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ondata di calore ▪ Ondata di freddo/gelo ▪ Incendio di incolto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclone, uragano, tifone ▪ Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia) ▪ Tromba d'aria 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siccità ▪ Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) ▪ Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda) ▪ Collasso dei laghi glaciali 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valanga ▪ Frana ▪ Subsidenza

A partire da questo elenco, sulla base dell'analisi di contesto e delle informazioni di scenario disponibili, è stato identificato un numero limitato di fenomeni climatici più rilevanti per la Regione Lombardia, rispetto ai quali avviare il percorso valutativo:

- Calore, che include l'incremento delle temperature e le ondate di calore, da considerare in particolare nell'ambito delle isole di calore urbano e in relazione agli altri indicatori di stress termico;
- Alluvioni e frane anche in relazione alla variazione del regime pluviometrico;
- Siccità;
- Tempeste di vento.

A seconda della tipologia di infrastruttura considerata, potrà essere richiesta, o meno, l'analisi di tutti i fenomeni o solo di alcuni. È il caso, ad esempio, della siccità che in ragione dell'analisi di contesto e di scenario, è stata valutata rilevante per la verifica climatica degli Edifici, in riferimento a possibili cedimenti strutturali delle fondazioni (es. Oltrepò) che nel caso in cui si intervenga su verde pertinenziale o verde costruito.

Rispetto ai fenomeni da indagare, i Bandi / strumenti attuativi potranno richiedere ai proponenti di prendere in considerazione e valutare anche ulteriori fenomeni climatici rilevanti a cui il progetto può essere sensibile (ad esempio, nel caso in cui si abbia conoscenza acclarata di altri fenomeni rilevanti per la tipologia di progetto considerata).

Alcuni Comuni sono già in possesso di **piani o strategie locali di adattamento** ai cambiamenti climatici (es. Piano Aria-Clima Milano, progetto CLIMAMI, Strategie di Transizione Climatica, ecc.). In questi casi, i Bandi potranno prevedere che le verifiche climatiche prendano a riferimento le strategie locali per individuare i pericoli climatici incidenti sul territorio, le misure di adattamento, ecc., riportando nella verifica climatica le considerazioni derivanti da tali piani o strategie.

2.2 Analisi dell'esposizione

L'analisi dell'esposizione ha l'obiettivo di individuare i fenomeni climatici rilevanti in relazione **all'ubicazione dell'intervento**. Essa considera il clima attuale e il clima futuro e, laddove possibile, la probabilità di accadimento dei fenomeni estremi.

Tale valutazione è svolta considerando i dati e le informazioni disponibili per ciascun fenomeno climatico, in particolare:

- Per il **calore, le precipitazioni intense e la siccità**, ARPA Lombardia ha elaborato una **mappa sintetica di esposizione** per tutto il territorio regionale (si veda l'Allegato 2), che permette ai proponenti una valutazione omogenea dei fenomeni climatici sul territorio lombardo, attraverso il solo dato di localizzazione del progetto. Ciò consente valutazioni univoche ed esclude la necessità da parte del proponente di complesse indagini e interpretazioni degli indicatori climatici per definire il grado di esposizione ai diversi fenomeni climatici. Per la natura degli indicatori considerati, il livello dell'esposizione include anche la valutazione della differenza con il clima attuale di riferimento e della frequenza attesa degli eventi (probabilità).
- Per **frane e alluvioni**, il riferimento principale per l'analisi dell'esposizione al rischio attuale è dato dalla **pianificazione locale e di bacino** (cfr. PAI, PGRA, PGT - Componente geologica, idrogeologica e sismica, Studio comunale per la gestione del rischio idraulico ex RR 7/2017). In particolare, per le alluvioni, il concetto di tempo di ritorno su cui si basa la mappatura delle aree allagabili consente di valutare la probabilità di accadimento di un determinato fenomeno.
- Per le **tempeste di vento**, secondo le analisi svolte dal CMCC²⁵ con una risoluzione 12 km x 12 km, nel periodo che va fino al 2060, si prevede un lieve aumento in frequenza e intensità, ma il segnale è affetto da notevole incertezza e necessita di approfondimenti con modelli a maggior risoluzione spazio - temporale. Per questa ragione, **la valutazione dell'esposizione è rimandata al proponente**, che potrà basarsi sull'analisi dei fenomeni già registrati sul territorio e/o su eventuali modelli di dettaglio presenti.

²⁵ Carraro, 2023

Laddove le analisi evidenzino l'esposizione al fenomeno climatico, il proponente deve proseguire con l'analisi di sensibilità.

In sintesi							
Analisi dell'esposizione							
Obiettivo	Modalità	Esito					
Individuare i pericoli climatici pertinenti all'ubicazione del progetto, tenendo conto anche della probabilità di accadimento degli eventi estremi. Focus: localizzazione dell'intervento	Individuare l'esposizione del luogo di intervento ai fenomeni climatici. La valutazione può essere desunta dai dati ARPA per il fenomeno calore, siccità e forti precipitazioni; dalla pianificazione di bacino o urbanistica per alluvioni e frane, oltre che dall'analisi di eventi storici e dall'esperienza legata alla conoscenza dei territori o Strategie locali di adattamento	Il progetto si trova in un luogo soggetto a presenza attuale o futura di eventi climatici critici?	<table border="1"> <tr> <td>Sì</td> <td>Prosecazione dell'analisi</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>Fine analisi</td> </tr> </table>	Sì	Prosecazione dell'analisi	No	Fine analisi
Sì	Prosecazione dell'analisi						
No	Fine analisi						

2.3 Analisi di sensibilità

L'analisi di sensibilità ha l'obiettivo di individuare gli elementi progettuali suscettibili ai fenomeni climatici, per **tipologia di progetto**, considerando i fenomeni critici emersi dalla fase di analisi dell'esposizione sopra descritta, e di esaminare le conseguenze nel caso di accadimento di un evento in termini di gravità ed entità. Come già evidenziato, l'analisi di sensibilità considera anche eventuali effetti dell'intervento sul contesto (ad esempio, la possibilità che un intervento peggiori l'isola di calore).

Per ogni fenomeno climatico di interesse, è quindi necessario valutare il progetto per quanto riguarda:

- le sue caratteristiche strutturali (es. la presenza di seminterrati è significativa per quanto riguarda i possibili allagamenti, alcuni materiali plastici sono sensibili alle alte temperature / alle variazioni di temperatura, un motore ha una temperatura di esercizio oltre la quale può non essere performante o subire danni, ecc.);
- le attività e funzioni che sono insediate all'interno dell'infrastruttura (es. un evento estremo può determinare l'interruzione di un servizio fondamentale, quale quello di un ospedale) e gli utenti;
- l'utilizzo di risorse strategiche quali ad esempio acqua ed energia (es. una forte siccità può incidere sulla disponibilità di acqua in determinati periodi oppure forti temporali possono determinare blackout con conseguenze sulla funzionalità);
- il collegamento di accesso e di trasporto (es. interruzione di una infrastruttura critica dovuta a evento estremo).

In questo step è prevista anche la valutazione dei potenziali impatti sul progetto, che includono i danni diretti e indiretti: danni strutturali, danni economici-finanziari, danni sociali (es. interruzione di un servizio pubblico), aspetti legati agli utenti, danni all'ambiente o al patrimonio culturale, ecc...

La valutazione si conclude con un giudizio di presenza / assenza nel progetto di elementi sensibili al fenomeno considerato. Se vi sono elementi sensibili, è necessario proseguire con il terzo step della valutazione, cioè l'identificazione delle misure di adattamento, laddove, sulla base della tipologia di misura, il livello progettuale sia adeguatamente avanzato.

In sintesi							
Analisi di sensibilità							
Obiettivo	Modalità	Esito					
Individuare gli elementi suscettibili di subire interferenze rispetto ai pericoli climatici e gli eventuali impatti in termini di gravità ed entità per il tipo di intervento Focus: tipo di intervento	Individuare le caratteristiche dell'intervento suscettibili a ciascun fenomeno climatico di interesse o che rischiano di peggiorare fenomeni climatici preesistenti. La valutazione è guidata da check list e domande guida che invitano il proponente a valutare gli aspetti strutturali e funzionali del progetto.	Il progetto può subire danni o peggiorare situazioni già critiche?	<table border="1"> <tr> <td>Sì</td> <td>Prosecazione dell'analisi</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>Fine analisi</td> </tr> </table>	Sì	Prosecazione dell'analisi	No	Fine analisi
Sì	Prosecazione dell'analisi						
No	Fine analisi						

2.4 Misure di adattamento

Se l'intervento è esposto a un fenomeno climatico e presenta elementi sensibili a tale fenomeno o potenziali impatti, questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile, attraverso l'adozione di adeguate e opportune misure di adattamento di tipo strutturale o non strutturale.

La progettazione delle misure di adattamento deve essere coerente con gli elementi di sensibilità e con gli impatti individuati nel punto precedente.

Ad esempio, tra le misure strutturali (in fase di progettazione) figurano:

- la modifica della progettazione o delle specifiche delle attività materiali e delle infrastrutture,
- l'adozione di soluzioni alternative o migliori.

Tra le misure non strutturali (in fase di gestione) figurano:

- programmi rafforzati di monitoraggio per la valutazione dei rischi climatici,
- piani di risposta di emergenza,
- programmi di manutenzione che tengano conto dei possibili effetti del clima sulle strutture,
- attività di formazione del personale e di trasferimento delle competenze,
- soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici.

Le misure di adattamento possono avere un **effetto sinergico sulla risposta a più fenomeni climatici** (ad esempio, una vasca di raccolta delle acque può essere funzionale a ridurre il rischio di allagamento e al contempo può essere utilizzata per raccogliere acqua da utilizzare in periodi siccitosi per l'irrigazione), oppure essere **funzionali a rispondere a un fenomeno climatico e non a un altro** (ed esempio, un tetto verde può essere funzionale alla riduzione della temperatura all'interno di un edificio ma può subire danni in caso di forte siccità o temperature molto elevate).

Per quanto riguarda l'adozione di misure strutturali, sono numerose le fonti e i cataloghi di possibili interventi e buone pratiche attuabili in riferimento ai diversi livelli di rischio e fenomeni climatici di interesse (cfr. Bibliografia). Laddove possibile, le misure di mitigazione del rischio dovrebbero prediligere le "soluzioni basate sulla natura" (Nature-based solutions -NBS), che sono in grado di produrre co-benefici su diversi aspetti di adattamento (es. gestione delle acque, mitigazione dell'isola di calore) oltre a supportare la biodiversità urbana. Il panorama delle NBS è vasto e include il verde tecnico in ambiente costruito (tetti verdi, pareti verdi, ...), il verde urbano a suolo (alberature stradali, foreste urbane, ecc.), gli interventi per la gestione delle acque (canali vegetati, aree di bioritenzione, ecc.).

Per quanto riguarda le misure non strutturali, la Legge di Bilancio 2024 (L. 213/2023) rende obbligatoria per le imprese italiane iscritte al Registro Imprese la stipula di una polizza assicurativa contro i danni da calamità naturali (terremoti, alluvioni, frane, inondazioni). La copertura deve riguardare beni immobili, impianti, macchinari e attrezzature. Nell'ambito della verifica climatica di una infrastruttura (edificio) di proprietà di un'impresa, la polizza non esime dallo svolgimento della verifica climatica e dall'individuazione delle più opportune misure di adattamento, strutturali o non strutturali, finalizzate a ridurre i livelli di rischio. Può tuttavia essere considerata fra le misure di adattamento volte a gestire i rischi residui, non mitigabili e a garantire la continuità operativa nel caso in cui si verificassero eventi catastrofici.

Frequentemente, indicazioni o prescrizioni sono già previste dalla normativa (es. Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia in riferimento all'isola di calore, Regolamento di invarianza idraulica con riferimento alle alluvioni pluviali) o dagli strumenti di pianificazione e regolamentazione vigenti nell'area di interesse (es. Piano di Governo del Territorio in riferimento al rischio idraulico e idrogeologico).

Un ventaglio di possibili interventi di adattamento per gli edifici è proposto nel Formulario.

In sintesi		
Misure di adattamento		
Obiettivo	Modalità	Esito
Se l'intervento presenta elementi di sensibilità e potenziali impatti, questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile.	<p>Individuare le tipologie di accorgimenti più pertinenti per l'intervento, al fine di ridurre la vulnerabilità. Le misure devono essere coerenti con gli elementi di sensibilità individuati.</p> <p>Sono fornite al proponente elenchi di possibili misure di adattamento da adottare per ridurre il grado di rischio climatico (buone pratiche progettuali), sia di tipo tecnico-progettuale che di tipo immateriale-gestionale, nel caso in cui i precedenti passaggi dell'analisi ne evidenzino la necessità</p> <p>Alcune misure di adattamento possono essere già prescritte o suggerite dagli strumenti di pianificazione e regolamentazione vigenti nell'area di interesse.</p>	Individuazione di opportune misure di adattamento.

2.5 Proposta di formulario per la Verifica di resilienza climatica semplificata

In Allegato 1 è presente un Formulario tipo per gli Edifici, che rappresentano la tipologia di infrastrutture più diffusa nel PR FESR, finalizzato a guidare il proponente nella redazione della verifica climatica.

Come evidenziato nel paragrafo 1.5, questo formulario si presta ad essere utilizzato per progetti a livello di PFTE o analoghi progetti con committenza privata. Nel caso in cui non sia presente all'atto della candidatura questo livello progettuale si potrà invece prevedere la compilazione di un formulario parziale (ad esempio la sola sezione A "*Campo di applicazione della verifica climatica di resilienza*") corredata dall'impegno a sottoporre il progetto a verifica climatica dopo l'accettazione del contributo ed entro la richiesta di erogazione della prima tranche di finanziamento.

Il formulario sarà di volta in volta opportunamente declinato nei bandi o altri strumenti attuativi per adattarlo agli obiettivi, agli interventi e alle spese ammissibili e sarà adeguatamente declinato per le altre tipologie di interventi finanziabili con il PR FESR della Lombardia.

Per gli edifici, il Formulario relativo alla siccità sarà considerato nel caso di interventi sul verde pertinenziale o verde costruito o altri elementi sensibili.

Il Formulario dovrà essere compilato e firmato a cura del progettista, del responsabile del progetto (es. RUP, nel caso di un beneficiario pubblico) o del legale rappresentante e sarà allegato alla richiesta di finanziamento secondo le specifiche che saranno contenute in ciascun Bando / strumento attuativo.

È auspicabile che il formulario sia informatizzato nel sistema Bandi e servizi - BeS per una più efficace fruizione da parte dei proponenti.

Allegato 1 – Formulario tipo per la verifica climatica di resilienza degli edifici

Questo Formulario è da intendersi come un riferimento generale per la Verifica climatica di resilienza degli edifici finanziati dal PR FESR 21-27. Nei singoli Bandi e strumenti attuativi, a seconda della tipologia di edificio finanziato (es. edificio produttivo, commerciale, scuola, edificio pubblico, ecc.), la sezione relativa alla “Sensibilità” potrà essere personalizzata, stralciando le domande non pertinenti o introducendo ulteriori domande per lo specifico caso in esame.

A. Campo di applicazione della verifica climatica di resilienza

Al fine di identificare se il progetto ricade nell’ambito di applicazione della verifica climatica, si chiede di dichiarare se le spese di progetto presentate riguardano, anche in parte, la realizzazione: :

Nuovo edificio

Ristrutturazione importante di edifici esistenti, ovvero:

- un intervento di Ristrutturazione edilizia (come definito dal Testo unico dell’edilizia DPR 380 del 6 giugno 2001), che coinvolga almeno il 25% del volume totale dell’edificio. Il Volume totale dell’edificio è definito dalla D.G.R. 24/10/2018, n. XI/695 come “Volume della costruzione costituito dalla somma della superficie totale di ciascun piano per la relativa altezza lorda”, dove la Superficie totale è la “Somma delle superfici di tutti i piani fuori terra, seminterrati ed interrati comprese nel profilo perimetrale esterno dell’edificio” e l’Altezza lorda è “Differenza fra la quota del pavimento di ciascun piano e la quota del pavimento del piano sovrastante. Per l’ultimo piano dell’edificio si misura l’altezza del pavimento fino all’intradosso del soffitto o della copertura,

- nel caso di interventi di efficientamento energetico, le ristrutturazioni importanti ai sensi del DM 26 giugno 2015 e in particolare: le ristrutturazioni importanti di primo livello (interventi che interessano l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda e contemporaneamente la ristrutturazione dell’impianto termico per la climatizzazione invernale e/o estiva) e di secondo livello (interventi che interessano l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda e possono interessare l’impianto termico per la climatizzazione invernale e/o estiva).

I progetti integrati che prevedano sia interventi di efficientamento energetico sia altri interventi strutturali/funzionali, rientrano nella fattispecie “ristrutturazione importante” qualora il progetto interessi almeno il 25% della volumetria complessiva dell’edificio.

Nessuno degli interventi precedenti

Se ha risposto “Nessuno degli interventi precedenti” alla domanda precedente, la verifica climatica non è necessaria.

L’analisi pertanto termina qui: si chiede di scaricare, compilare, sottoscrivere e ricaricare a sistema la “Dichiarazione di non assoggettabilità a verifica climatica” di cui alla sezione B.

Altrimenti

Se ha fornito risposte diverse deve essere eseguita la verifica climatica, scaricando, compilando e ricaricando a sistema la sezione C “Verifica climatica di resilienza” sottoscritta.

B. Dichiarazione – tipo di “Non assoggettabilità a verifica climatica”

La dichiarazione di non assoggettabilità a verifica climatica potrà essere resa ai sensi del DPR 445/2000 o con altra forma di dichiarazione, coerentemente con quanto previsto dal Bando per altre dichiarazioni.

Di seguito si propone uno schema di riferimento per la dichiarazione ai sensi del DPR 445/2000, relativa agli interventi su edifici.

Il/la sottoscritto/a _____
cod. fiscale o p.iva: _____,
iscritto all'albo professionale _____ al numero _____
e-mail _____, pec _____, recapito telefonico _____ -
in qualità RUP/progettista/legale rappresentante del progetto:
ID _____ presentato da _____
per il bando _____

DICHIARA

ai sensi e per gli effetti di cui agli artt. 38, 46, 47, 48, 75 e 76 del Decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445:

che il progetto ID _____ e le spese ad esso correlate e imputate a valere sul bando in oggetto, proposto da _____ non rientrano nelle casistiche sottoposte a Verifica climatica di resilienza in coerenza con gli Indirizzi nazionali forniti dal DPCOE con Nota 6 ottobre 2023 e in particolare non riguardano nuovi edifici o interventi di ristrutturazione importante di edifici, come definiti nella Sezione A. del presente formulario.

Data _____

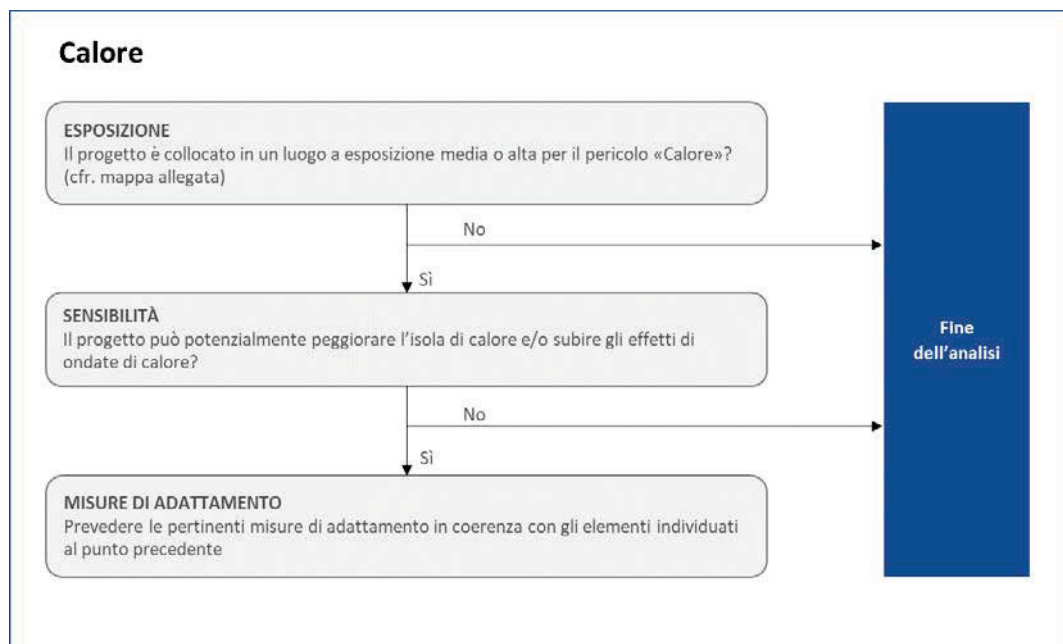
Firma _____

C. Verifica climatica di resilienza

Indicare il livello di progettazione: _____

C.1 Calore

Il percorso proposto per la verifica climatica rispetto al calore è rappresentato di seguito:



L'analisi della distribuzione del pericolo climatico legato al calore in Lombardia è stata effettuata da ARPA Lombardia attraverso l'applicazione di un metodo che consente di determinare l'esposizione a tale pericolo in ogni punto del territorio regionale, assegnando una classe di esposizione (alta, media e bassa), utilizzabile dal proponente per proseguire nella verifica climatica.

Per questa analisi sono stati considerati i 5 indici / indicatori climatici seguenti:

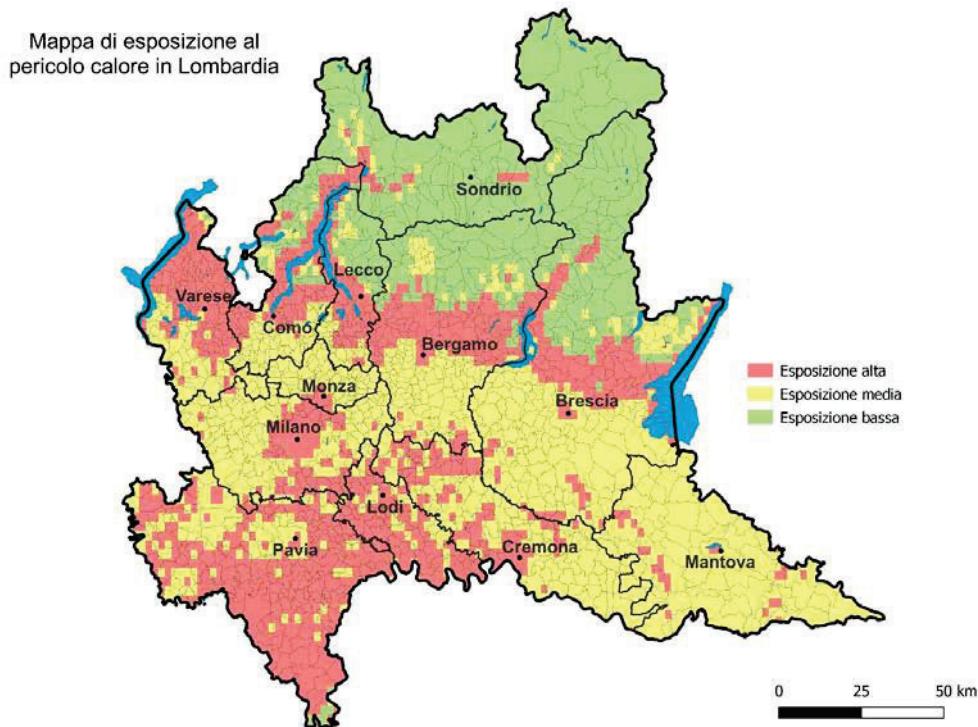
- Tas max (°C) – Temperatura massima dell'aria vicino al suolo (annuale)
- CDDs (GG) - Gradi giorni di raffreddamento: somma della temperatura media giornaliera meno 21°C, se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.
- TR (giorni) - Notti tropicali: Numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20°C
- Summer days 30 (giorni): Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 30°C
- WSDI (giorni) - Indice di durata dei periodi di caldo: Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi. Si considera solo il periodo estivo

Tali indicatori sono stati calcolati per il periodo storico di riferimento 1986 - 2005 e per lo scenario RCP 8.5²⁶ nel periodo 2041-2060. È stata quindi considerata l'anomalia rispetto al valore storico di riferimento.

²⁶ Scenario che corrisponde all'emissione di gas climalteranti (GHG) senza considerare l'adozione delle politiche di mitigazione previste dagli accordi di Parigi del 2015 e ritenuto più rappresentativo in termini di variazione della temperatura.

Si è quindi proceduto a comporre i singoli indici in un unico indice di esposizione adimensionale. A questo indice complessivo è stata associata la valutazione effettuata nella Proposta di revisione generale del PTR²⁷ in merito al fenomeno delle isole di calore (UHI), che rappresenta quindi un ulteriore elemento di rischio.

La distribuzione dei livelli di esposizione al calore così ottenuta è rappresentata nella mappa seguente.



Fonte: ARPA Lombardia <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-al-pericolo-calore-RCP-8-5-2041-/ph5e-whd2>

Sinteticamente, si possono attribuire le seguenti descrizioni dell'esposizione al rischio climatico "calore":

- esposizione bassa nei contesti in cui la temperatura non varia significativamente rispetto al periodo di riferimento, né si prevedono incrementi tali da modificare il regime di raffrescamento degli ambienti domestici o modifiche nei picchi di temperatura estivi;
- esposizione media: vi sono variazioni di temperatura significative rispetto al periodo di riferimento tali da rappresentare un moderato rischio per le attività all'aperto e un maggiore consumo energetico per il raffrescamento notturno degli ambienti domestici;
- esposizione alta: vi sono evidenti variazioni di temperatura tali da rendere necessarie modifiche nelle abitudini di vita all'aperto e nei consumi energetici per il raffrescamento estivo. Si possono registrare record di temperatura in grado di influenzare l'uso delle infrastrutture. La presenza di un'isola di calore esacerba i fenomeni.

1. ESPOSIZIONE

La presente sezione è finalizzata a verificare il livello di esposizione al pericolo "calore" nell'area del progetto.

²⁷ Proposta di revisione generale del PTR comprensivo del PPR (d.g.r. n. 7170 del 17 ottobre 2022)

1.1 Secondo la mappa di esposizione al pericolo calore, qual è il valore dell'esposizione nell'area in cui è collocato il progetto?

La mappa dell'esposizione al calore di cui al paragrafo precedente può essere interrogata al seguente link <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-al-pericolo-calore-RCP-8-5-2041-/ph5e-whd2>, tramite l'inserimento dell'indirizzo di interesse. Qualora l'intervento ricada in un'area in cui sono presenti valori diversi di esposizione, dovrà essere considerato il valore più elevato.

- Esposizione Media o Alta
- Esposizione Bassa

Se ha risposto "Esposizione Bassa" nella sezione 1.1, l'analisi per il fenomeno "CALORE" termina qui e può passare al successivo fenomeno climatico ("TEMPESTE DI VENTO").

altrimenti

Se ha risposto "Esposizione Media o Alta", prosegua alla sezione 2 "SENSIBILITÀ".

2. SENSIBILITÀ

La presente sezione è finalizzata a valutare se il progetto sia potenzialmente soggetto a impatti derivanti dall'incremento di calore e/o se il progetto possa, a sua volta, interferire con tale fenomeno, rischiando di peggiorarlo (es. incrementando l'isola di calore).

2.1 Il progetto interviene su elementi che interferiscono e rischiano di incrementare l'effetto isola di calore? (selezionare le voci pertinenti):

- Sì, Rifacimento di coperture / nuove coperture / tetti
- Sì, Involucro o superfici vetrate o finestre
- Sì, Aree a parcheggio o superficie pavimentate esterne
- Sì, Altro (specificare): _____
- No

2.2 Il progetto può essere influenzato e subire effetti dall'incremento di temperatura e in particolare dalle ondate di calore?

La valutazione considera diversi aspetti, ove pertinenti, fra cui: le caratteristiche strutturali, le attività e funzioni insediate all'interno, l'utilizzo di funzioni strategiche come acqua o energia, i collegamenti di trasporto, gli utenti; gli impatti da valutare sono di tipo diretto e indiretto (strutturale, finanziario, riduzione dell'operatività, danni al patrimonio ambientale, ecc.)

Scheda per la valutazione degli impatti potenziali del fenomeno Calore (da compilare)

Domanda guida	Risposta (Sì/No/N.a. ed eventuali commenti)
I materiali o la struttura dell'edificio sono suscettibili di danni dovuti al calore (es. materiali deformabili, ...)?	
Vi sono prodotti che possono essere danneggiati dalle alte temperature (es. che necessitano mantenimento della catena del freddo, ecc.)?	
In caso di ondata di calore, eventuali blackout, possono interferire sul funzionamento di sistemi di raffrescamento, refrigerazione e altri processi essenziali alle attività svolte nell'edificio? Vi sono processi o attività che in caso di blackout possono subire danni?	

Domanda guida	Risposta (Sì/No/N.a. ed eventuali commenti)
Gli elementi di verde costruito rappresentano importanti elementi di riduzione dell'isola di calore urbana e contribuiscono al comfort climatico interno. È importante, tuttavia, che essi siano progettati (scelta delle essenze, sistemi di irrigazione, sistemi di ritenuta dell'acqua piovana, ecc.) in modo da poter resistere alle temperature in aumento. Nell'edificio in oggetto, vi sono elementi di verde costruito (tetti verdi, pareti verdi, ecc.) o aree verdi pertinenziali che in caso di ondate di calore possono essere danneggiati?	
Vi sono soluzioni progettuali adottabili che riducono il fabbisogno di raffrescamento in estate?	
L'aumento delle temperature causa il degrado dei materiali antichi da costruzione dei monumenti e dei beni culturali storici (ad esempio, il legno si deteriora più rapidamente a temperature più elevate e la pietra è suscettibile alla disgregazione). Nel caso in cui l'intervento riguardi un bene culturale, l'incremento delle temperature può danneggiarlo?	
Si possono prevedere danni economici all'attività legati alle ondate di calore? (es. incremento dei costi di raffrescamento, incrementata esigenza di interventi manutentivi o gestionali che potrebbero essere evitate con soluzioni progettuali diverse)	
Si possono prevedere altri impatti diretti o indiretti non valutati nelle domande precedenti?	

Se ha risposto sempre "No" o "N.a." sia nella sezione 2.1 che nella sezione 2.2, termini l'analisi per il fenomeno "CALORE" e passi al successivo fenomeno climatico "TEMPESTE DI VENTO".

altrimenti

Se ha risposto almeno un "Sì" nella sezione 2. 1 o 2.2 prosegua alla sezione 3 "MISURE DI ADATTAMENTO".

3. MISURE DI ADATTAMENTO

Poiché il progetto si trova in un luogo con esposizione "media o alta" (come da sezione 1) ed è sensibile al calore (come da sezione 2), il proponente è tenuto ad adottare nel progetto le pertinenti misure di adattamento al fine di ridurre il rischio climatico del progetto.

Le misure scelte, a partire dall'elenco di riferimento riportato di seguito, devono essere coerenti con gli elementi individuati come sensibili nella sezione 2. La sfida principale per un edificio è quella di garantire il comfort termico interno senza peggiorare il surriscaldamento dell'ambiente circostante.

3.1 Indicare le misure di adattamento adottate nel progetto: (barrare le opzioni scelte e descrivere brevemente le misure adottate nel successivo punto 3.2)

Coperture

- tetti verdi
- tetti ventilati
- materiali di copertura che garantiscano un indice SRI (Solar Reflectance Index - indice di riflessione solare) di almeno 29 nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76 per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%
- altro (specificare): _____

Involucro:

- facciate verdi
- vetri serigrafati per edifici con facciate in vetro

- meccanismi di schermatura solare per finestre
- vetri a prestazioni dinamiche
- adozione di tecniche e sistemi di bioedilizia sistemi di raffrescamento e ventilazione passiva o mediante ventilazione trasversale naturale
- utilizzo opportuno della massa termica negli elementi d'involucro utilizzo opportuno degli aggetti per favorire l'ombreggiamento
- utilizzo opportuno degli aggetti per favorire l'ombreggiamento
- altro (specificare): _____

Impianti

- sistemi di ventilazione meccanica con recupero di calore
- sistemi di vaporizzazione d'acqua per migliorare il microclima
- altro (specificare): _____

Superfici esterne / parcheggi:

- materiali con un indice SRI (Solar Reflectance Index, indice di riflessione solare) di almeno 29 per le superfici esterne pavimentate
- inserimento di alberature e verde (prevedere che almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita da copertura verde o messa a dimora di 1 albero ogni 4 posti auto nei parcheggi; il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 metro; destinare a verde almeno il 60% della superficie permeabile, ...)
- fontane e bacini d'acqua
- altro (specificare): _____

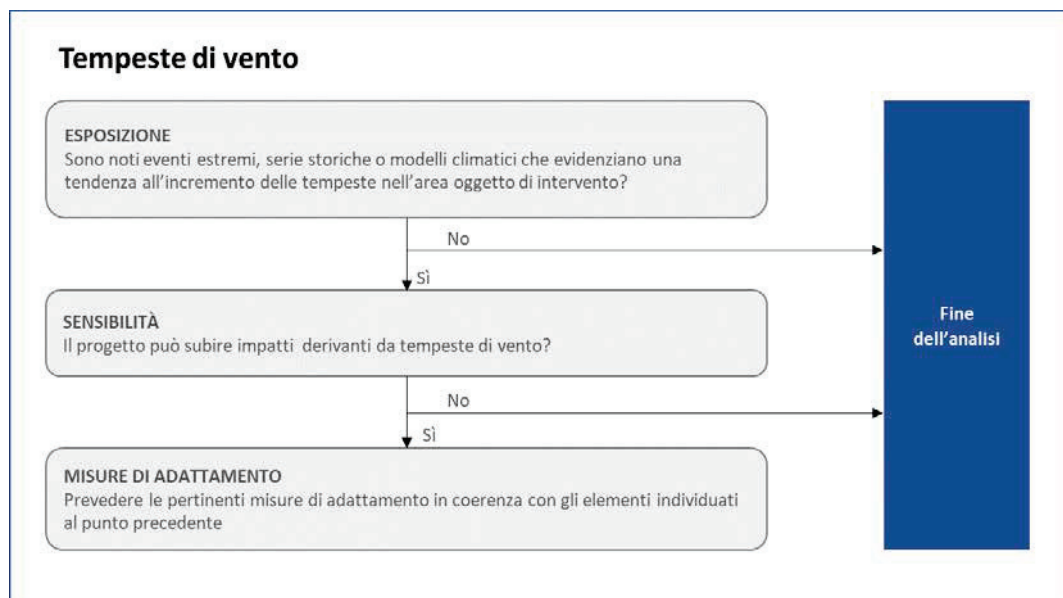
Elementi volti a ridurre i danni alle attività svolte nell'edificio e al funzionamento:

- sistemi per garantire la catena del freddo anche in caso di ondata di calore o di blackout
- piano di manutenzione che preveda esplicitamente la verifica di alcuni elementi in corrispondenza del raggiungimento di determinate soglie di temperatura
- altro (specificare): _____

3.2 Descrivere brevemente le misure adottate e indicare la documentazione progettuale dove è possibile riscontrare tali previsioni (Relazioni, Tavole, Elaborati grafici).**3.3 Qualora nel progetto non sia adottata nessuna misura di adattamento, il proponente è tenuto a dichiarare che tali misure non sono applicabili motivandone adeguatamente le ragioni di natura tecnico/progettuale. (motivare e descrivere brevemente)**

C.2 Tempeste di vento

Il percorso proposto per la verifica climatica rispetto alle tempeste di vento è rappresentato di seguito:



Per il fenomeno climatico legato all'incremento di frequenza e intensità delle tempeste di vento, al momento non sono disponibili previsioni affidabili a livello regionale, derivanti dai modelli climatici.

Infatti, secondo le analisi svolte dal CMCC²⁸ per gli scenari RCP 2.6²⁹ e RCP 4.5³⁰ con una risoluzione 12 km x 12 km, nel periodo che va fino al 2060, per le tempeste di vento si prevede un lieve aumento in frequenza e intensità, ma il segnale è affetto da notevole incertezza e necessita di approfondimenti con modelli a maggior risoluzione spazio - temporale.

In assenza di scenari, si possono tuttavia analizzare gli andamenti degli eventi estremi avvenuti negli ultimi anni nell'area di interesse; la valutazione dell'esposizione è dunque fortemente basata sull'analisi degli eventi che hanno colpito il territorio e degli effetti generati. Spesso si tratta di fenomeni fortemente localizzati, condizionati anche dalla forma urbana (es. incanalamento del vento) e la cui distruttività dipende non solo dalla velocità del vento ma anche dalla presenza di raffiche e dalle componenti di vento verticali, rotatorie, ecc.³¹.

Le Norme Tecniche per le costruzioni³² forniscono indicazioni per una progettazione resistente al vento. Fatto salvo quando contenuto in tali norme, ulteriori approcci cautelativi possono essere adottati a scala progettuale.

1. ESPOSIZIONE

La presente sezione è finalizzata a verificare il livello di esposizione al pericolo "tempeste di vento" nell'area del progetto.

²⁸ Carraro, 2023

²⁹ RCP 2.6 è lo scenario obiettivo, che permetterebbe di contenere l'incremento di temperatura entro la soglia di 1.5°C

³⁰ RCP 4.5 è lo scenario intermedio, in cui l'emissione di gas serra è arginata, ma le loro concentrazioni nell'atmosfera aumentano ulteriormente nei prossimi 50 anni e l'obiettivo dei + 2°C non è raggiunto

³¹ A titolo di esempio, la tempesta che si è abbattuta su Milano nel luglio 2023, ha fatto registrare nella stazione ARPA Juvara raffiche di vento con velocità attorno ai 30 m/s, valore superiore di circa il 20% rispetto alla velocità del vento di riferimento prevista nelle Norme tecniche per il milanese

³² Norme tecniche per le costruzioni - decreto MIT del 17 gennaio 2018

1.1. Sono noti al proponente eventi estremi che hanno provocato danni in relazione al vento nel territorio in cui è localizzato il progetto³³?

- Sì
 No

1.2. Sono noti modelli climatici o altri strumenti che evidenziano una tendenza all'incremento delle tempeste di vento nell'area di interesse?

- Sì
 No

Se ha risposto "No" alle domande 1.1 e 1.2, l'analisi per le "TEMPESTE DI VENTO" termina qui e può passare al successivo fenomeno climatico "ALLUVIONI E FRANE".
Si invita comunque il proponente a valutare e adottare, ove possibile, le misure di adattamento, in considerazione dell'incertezza che caratterizza il fenomeno climatico e considerando che talvolta esse non generano costi aggiuntivi.

altrimenti
Se ha risposto almeno un "Sì" prosegue al punto 2 "SENSIBILITÀ".

2. SENSIBILITÀ

La presente sezione è finalizzata a valutare la sensibilità e i potenziali impatti delle tempeste di vento sul progetto.

2.1 Il progetto interviene su elementi che possono essere influenzati da eventi di forte vento? (selezionare le voci pertinenti):

- Sì, Tetto, tettoie
 Sì, Finestre e imposte
 Sì, Pareti ventilate
 Sì, Cappotto
 Sì, Verande
 Sì, Elementi pensili
 Sì, Finiture, decorazioni, pinnacoli, ...
 Sì, Altro (specificare): _____
 No

2.2 Il progetto può essere impattato da eventi di forte vento?

La valutazione considera diversi aspetti, fra cui, ove pertinenti: le caratteristiche strutturali, le attività e funzioni insediate all'interno, l'utilizzo di funzioni strategiche come acqua o energia, i collegamenti di trasporto, gli utenti; gli impatti da valutare sono di tipo diretto e indiretto (strutturale, finanziario, riduzione dell'operatività, danni al patrimonio ambientale, ecc.)

Scheda per la valutazione degli impatti potenziali del fenomeno Tempesta di vento (da compilare)

³³ Una fonte che può essere consultata a questo proposito, seppur non esaustiva, è lo European Severe Storms Laboratory <https://www.essl.org/cms/>

Domanda guida	Risposta (Sì/No/N.a. ed eventuali commenti)
Si possono prevedere impatti sociali negativi? (ad es. connessi alla mancata erogazione di un servizio, nel caso in cui vi siano danni da tempesta di vento)	
Si possono prevedere danni economici all'attività dovuti alle tempeste di vento? (es. costi per il ripristino dei danni)	
Nel caso di beni culturali, le tempeste di vento possono causare erosione delle superfici e danni agli elementi ornamentali/ decorativi in rilievo e aggettanti (guglie, pinnacoli, sculture, finiture). Nel caso di interventi su tali beni, si possono prevedere danni al patrimonio culturale connessi con il vento?	
Si possono prevedere altri impatti diretti o indiretti non valutati nelle domande precedenti?	

Se ha risposto sempre "No" o "N.a." sia nella sezione 2.1 sia nella sezione 2.2, termini l'analisi per "TEMPESTE DI VENTO" e prosegua con il prossimo fenomeno climatico "ALLUVIONI E FRANE".

altrimenti

Se ha risposto almeno un "Sì" nella sezione 2.1 o nella sezione 2.2, prosegua al punto 3 "MISURE DI ADATTAMENTO".

3. MISURE DI ADATTAMENTO

Poiché il progetto si trova in un luogo con possibile presenza di eventi estremi, come da esito della sezione 1 e può subire impatti dovuti alle tempeste di vento secondo le risultanze della sezione 2, il proponente è tenuto ad adottare le pertinenti misure di adattamento, al fine di ridurre il rischio climatico del progetto.

Fatto salvo quanto previsto nelle Norme tecniche per le costruzioni per la resistenza al vento, le ulteriori misure di adattamento prescelte devono essere coerenti con gli elementi individuati come sensibili nella sezione 2.

3.1 Indicare le misure di adattamento adottate nel progetto: (barrare le opzioni scelte e descrivere brevemente le misure adottate nel successivo punto 3.2)

Ancoraggio e fissaggio

- Adeguate sistemi di fissaggio (frequenti e di dimensioni opportune) delle tegole, dei colmi e delle scossaline e degli eventuali elementi ornamentali/decorativi
- Ancoraggio stabile degli elementi di isolamento e di facciata alla struttura portante dell'edificio
- Posizione e tipo di montaggio di antenne, pannelli solari e parabole a prova di tempesta
- Altro (specificare) _____

Tetti

- Copertura del tetto in metallo
- Tetti a padiglione (con falde con pendenze di 30°)
- Aggetti dei tetti (sporti) poco profondi
- Altro (specificare) _____

Altro

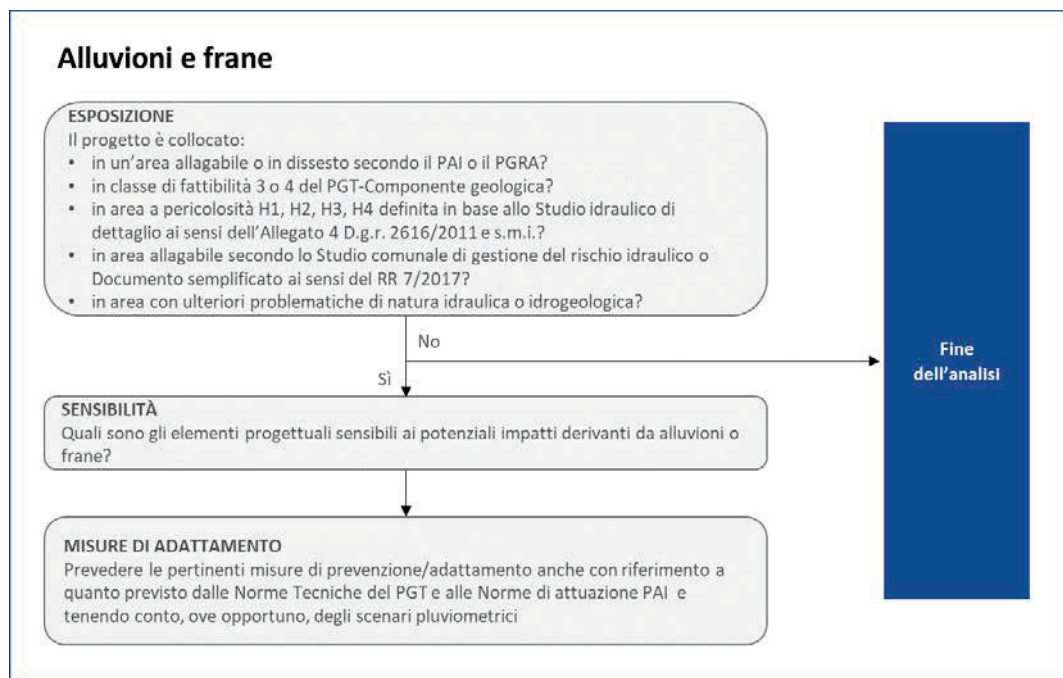
- copertura assicurativa
- altro (specificare) _____

3.2 Descrivere brevemente le misure adottate e indicare la documentazione progettuale dove è possibile riscontrare tali previsioni (Relazioni, Tavole, Elaborati grafici).

3.3 Qualora nel progetto non sia adottata nessuna misura di adattamento, il proponente è tenuto a dichiarare che tali misure non sono applicabili motivandone adeguatamente le ragioni di natura tecnico/progettuale. (Motivare e descrivere brevemente)

C.3 Alluvioni e frane

Il percorso per la verifica climatica rispetto alle alluvioni e alle frane è rappresentato di seguito:



La valutazione dell'esposizione alle alluvioni e alle frane si basa sull'applicazione della normativa e della pianificazione esistente. In particolare, si considerano:

- i Piani di bacino (in particolare il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – PGRA e le loro varianti), che individuano le aree in dissesto e le aree allagabili e le relative norme di attuazione PAI-PGRA;
- il Piano di Governo del Territorio e in particolare la Componente geologica, idrogeologica e sismica³⁴ che individua le classi di fattibilità geologica, cui sono correlate specifiche norme, tenendo conto della presenza di aree allagabili e dei dissesti idrogeologici eventualmente presenti. La Componente geologica del PGT recepisce i contenuti della [pianificazione di bacino](#). In alcuni casi, tuttavia, i PGT non sono aggiornati rispetto a tali Piani o alle loro varianti più recenti.

Inoltre, per le **alluvioni pluviali** legate a insufficienze della rete di drenaggio urbano anche connesse a fenomeni di precipitazione intensa in aree fortemente impermeabilizzate, un ulteriore strumento di riferimento per la valutazione dell'esposizione, se presente, è lo Studio comunale di gestione di rischio idraulico o il Documento semplificato, ai sensi del RR n 7/2017 sull'invarianza idraulica, che individuano le aree allagabili a scala comunale.

Poiché le **alluvioni pluviali** e alcune tipologie di **frane**³⁵ sono influenzate dalla variazione del regime delle precipitazioni, qualora gli scenari pluviometrici prefigurino un aumento delle precipitazioni intense, all'atto della definizione delle misure di adattamento se ne terrà conto con un dimensionamento cautelativo delle eventuali opere..

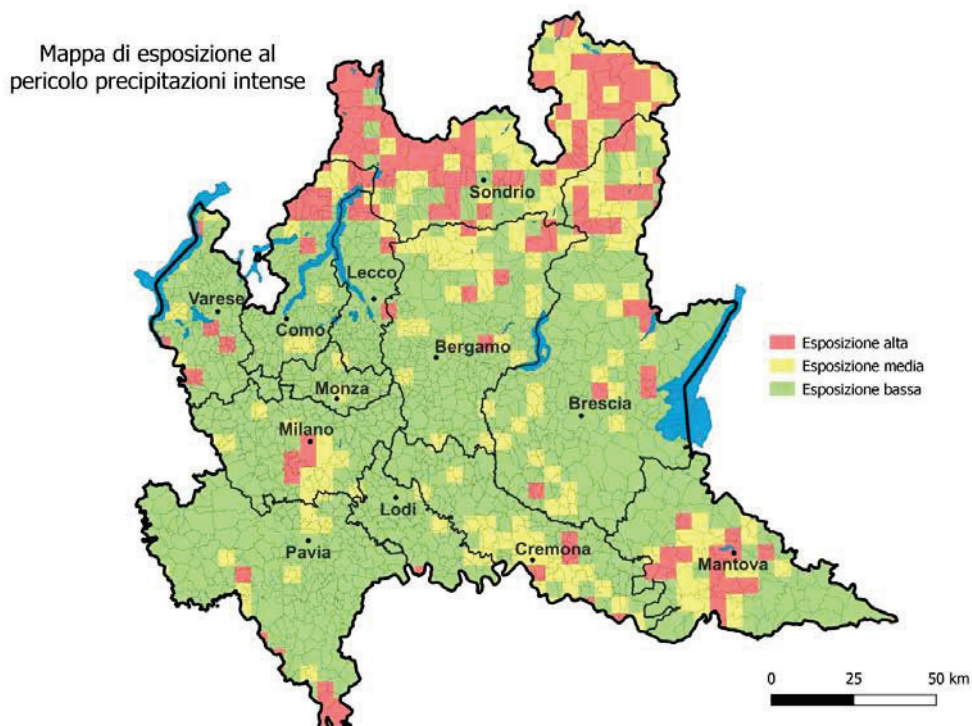
³⁴ Criteri attuativi vigenti art. 57 l.r. n. 12 del 2005 (d.g.r. n. 2616 del 2011).

³⁵ Si considerino in particolare le seguenti categorie di dissesti, di cui ai criteri attuativi dell'art. 57 della l.r. 12/2005 (d.g.r. 2616/2011): Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali); Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali); Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso); Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli); Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide; Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche

Per valutare il potenziale incremento di fenomeni di pioggia intensi, ARPA Lombardia ha selezionato l'indicatore P40, che rappresenta la probabilità delle precipitazioni al di sopra dei 40 mm / giorno. Rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, considerando lo scenario RCP 4.5, per il periodo 2021-2040 si evidenzia che la probabilità di precipitazioni oltre 40 mm aumenta. Per tradurre questi valori in categorie di esposizione nella graduazione alto-medio-basso, rappresentata nella mappa seguente, è stato attribuito:

- il valore "Alto" a tutti i punti che presentano un aumento della probabilità di precipitazioni (superiori ai 40 mm/giorno) maggiore dell'1,5% (l'utilizzo della soglia all'1,5% porta ad identificare con valore pari a "Alto" il 20% dei punti, che sono appunto quelli con i valori più alti nella curva della distribuzione dei valori);
- Il valore "Medio" a tutti i punti che presentano un aumento della probabilità di precipitazioni (superiori ai 40 mm/giorno) fino all'1,5%;
- Il valore "Basso" a tutti i punti che non presentano variazioni o che presentano variazioni in diminuzione.

Tale indicatore va quindi considerato come una proxy per il rischio di verificarsi di precipitazioni intense.



Fonte: ARPA Lombardia <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-precipitazioni-intense-future/48ep-hfh2>

Per le **alluvioni fluviali**, i modelli climatici non permettono di individuare un legame diretto causa-effetto fra la variazione del regime delle piogge e gli episodi alluvionali, che dipendono dalle caratteristiche delle piogge, del bacino e del corso d'acqua (ad esempio la durata delle piogge, la distribuzione sul bacino, il grado di artificializzazione del territorio, ecc.). Tuttavia, i dati osservati negli ultimi anni mostrano un incremento della frequenza di episodi alluvionali con tempi di ritorno elevati, in particolare nei bacini più impermeabilizzati. Cautelativamente, sono considerati esposti

geotecniche dei terreni; Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno; Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)

al rischio di allagamento i progetti localizzati in aree allagabili con tempo di ritorno fino a 200 anni, secondo il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni³⁶ (PGRA).

Per quanto riguarda l'applicazione dell'**invarianza idraulica** ai sensi del RR n. 7/2017, l'applicazione deve essere effettuata secondo la normativa vigente al momento della progettazione: gli eventuali effetti dei cambiamenti climatici verranno infatti tenuti in conto nei futuri aggiornamenti delle curve di probabilità pluviometrica, da utilizzare nei metodi di calcolo previsti.

1. ESPOSIZIONE

La presente sezione è finalizzata a verificare il livello di esposizione alle "frane e alluvioni" nell'area del progetto. Le domande consentono di valutare le condizioni locali legate a dissesti idraulici e idrologici facendo riferimento al PGT e ai Piani di bacino. La componente geologica del PGT è tenuta a recepire i contenuti dei Piani di Bacino, ma poiché alcuni PGT potrebbero non essere ancora adeguati ai Piani di bacino vigenti, sono state formulate domande relative a tutti i Piani pertinenti.

1.1 Secondo la Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (Carta di fattibilità geologica), il progetto ricade in una classe di fattibilità geologica con limitazioni consistenti o gravi dovute a vulnerabilità idraulica o a instabilità dei versanti?

- risposta 1) sì
- classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni
 - classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni
- risposta 2) no

1.2 Il progetto ricade in aree con pericolosità H1, H2, H3 e H4, definita in base allo studio idraulico di dettaglio previsto dall'Allegato 4 alla d.g.r. 2616/2011 e s.m.i.?

La realizzazione dello studio di dettaglio secondo l'Allegato 4 d.g.r. 2616/2011 e s.m.i. è prevista per: 1) i centri edificati che ricadono all'interno delle Fasce A e B del PAI e per i Territori di fascia C delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la Fascia C"; 2) nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato (territori classificati come Zona I e Zona B-Pr ricadenti all'interno dei centri edificati, ai sensi dell'art. 51, comma 5, delle Nda del PAI; Riperimetrazione delle aree RME, zona I e zona B-Pr); 3) per la determinazione e valutazione delle condizioni di pericolosità nelle aree caratterizzate da esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (corrispondenti alle aree Ee, Eb, Em definite nel PAI).

- risposta 1) Sì (Specificare) _____
- risposta 2) No
- risposta 3) L'area di interesse non è soggetta allo Studio idraulico di dettaglio di cui all'Allegato 4 d.g.r. 2616/2011

1.3 Il progetto ricade in aree allagabili o in aree in dissesto, secondo il PAI e il PGRA?

Per rispondere alla domanda, si invita il proponente a consultare il Geoportale di Regione Lombardia al seguente link: <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/> analizzando i seguenti servizi di mappa:

- PAI Vigente
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - PGRA vigente
- Varianti PAI-PGRA in corso

- risposta 1) Il progetto ricade in una delle seguenti aree:
- Aree allagabili scenario frequente – H (P3); aree allagabili scenario poco frequente – M (P2) (PGRA)

³⁶ Definizione delle Fasce PAI: Fascia A: porzione dove defluisce almeno l'80% della portata di piena con TR 200; Fascia B: Portata di piena di riferimento TR 200 anni; Fascia C: Piana catastrofica TR > 200 anni o TR 500 anni; Definizione aree allagabili PGRA: P3: evento con elevata probabilità (TR fra 20 e 50 anni); P2: evento a media probabilità (TR fra 100 e 200 anni); P1 evento estremo.

- Fascia A o B (PAI Elaborato 8)
- Aree in dissesto relativo a: esondazione torrentizia Ee, Eb, frana Fa, Fq, conoide Ca, Cp (PAI Elaborato 2)
- risposta 2) Il progetto ricade in una delle seguenti aree:
 - Aree allagabili scenario raro – L (PGR)
 - Fascia C (PAI)
 - Nessuna fascia PAI e nessuna area PGR
 - Nessun dissesto o dissesti a bassa pericolosità (esondazione torrentizia Em, frana Fs, conoide Cn) (PAI Elaborato 2)

1.4 Se è disponibile lo Studio comunale di gestione del rischio idraulico o il Documento semplificato di rischio idraulico comunale, di cui al RR 7/2017, il progetto ricade in area allagabile con Tempo di ritorno (TR) 10, 50 o 100 anni?

Secondo il RR 7/2017, i Comuni che ricadono in area ad alta (A) o media (B) criticità idraulica ai sensi dell'art. 7 del regolamento, sono tenuti a redigere lo studio comunale di gestione del rischio idraulico; i Comuni ricadenti in area a bassa (C) criticità idraulica sono tenuti a redigere il documento semplificato del rischio idraulico comunale.

- risposta 1) Sì
- risposta 2) No
- risposta 3) per il Comune non è disponibile né lo Studio comunale di gestione del rischio idraulico né il Documento semplificato per la gestione del rischio idraulico

1.5 Sono note al proponente ulteriori problematiche di tipo idraulico o idrogeologico nella sede del progetto nel caso di eventi di precipitazione intensa?

- risposta 1) Sì (Specificare) _____
- risposta 2) No

Se ha fornito sempre la risposta 2) o la risposta 3) nelle sezioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, prosegua al successivo fenomeno "SICCITÀ"

altrimenti

Se ha fornito la risposta 1) in almeno una delle domande 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 prosegua alla sezione 2 "SENSIBILITÀ".

2. SENSIBILITÀ

La presente sezione è finalizzata a valutare i potenziali impatti derivanti di frane e alluvioni sul progetto, al fine di individuare le pertinenti misure di adattamento.

2.1 Il progetto e i suoi fruitori possono subire danni da allagamento o da frana?

La valutazione considera diversi aspetti, fra cui, ove pertinenti: le caratteristiche strutturali, le attività e funzioni insediate all'interno, l'utilizzo di funzioni strategiche come acqua o energia, i collegamenti di trasporto, gli utenti; gli impatti da valutare sono di tipo diretto e indiretto (strutturale, finanziario, riduzione dell'operatività, danni al patrimonio ambientale, ecc.).

Per la valutazione dell'impatto, nel caso di allagamenti considerare, ove disponibili, i dati relativi alle altezze d'acqua previste e/o (in particolare in montagna) alle velocità dell'acqua.

Scheda per la valutazione degli impatti potenziali di alluvioni e frane sul progetto (da compilare)

Domanda guida	Risposta (Sì/No/N.a. ed eventuali commenti)
A piano terra o nell'interrato/seminterrato sono localizzate attività / macchinari o strumentazioni?	
Sono presenti aperture a livello del suolo?	
I materiali, le fondazioni, la struttura della costruzione sono suscettibili di danni da allagamento o da frana?	
L'impianto elettrico può subire danni? È collocato a poca distanza dal suolo?	
Le materie prime, risorse o prodotti possono essere danneggiati / resi non più funzionali al processo produttivo? (es. in caso di allagamento di depositi)	
Eventuali processi o attività possono essere danneggiati? Si prevedono periodi di chiusura delle attività in caso di allagamenti o frane, con un conseguente danno indiretto?	
I collegamenti di accesso agli edifici possono essere interrotti in caso di alluvione o frana?	
Nell'edificio è prevista la permanenza di soggetti fragili o a ridotta mobilità?	
Si possono prevedere impatti sociali negativi? (ad es. connessi alla mancata erogazione di un servizio in caso di chiusura)	
Può essere stimato il danno economico, diretto e indiretto, subito dall'attività? (es. costi per riparare danni a strutture, pulizia, danneggiamento prodotti o scorte, periodi di chiusura, ecc.)	
Si possono prevedere danni all'ambiente (es. rilascio di rifiuti, sostanze inquinanti)?	
Si possono prevedere altri impatti diretti o indiretti non valutati nelle domande precedenti?	

Prosegua alla sezione 3 "MISURE DI ADATTAMENTO".

3. MISURE DI ADATTAMENTO

Gli esiti della valutazione dell'esposizione (Sezione 1) evidenziano la presenza di una vulnerabilità idraulica o idrogeologica che determina la necessità di individuare le pertinenti misure di adattamento.

Fermo restando il rispetto delle eventuali indicazioni contenute nelle norme dei piani di bacino e nelle norme geologiche del PGT laddove applicabili e tenendo conto degli elementi di sensibilità individuati nella Sezione 2, nei paragrafi seguenti sono forniti elenchi di riferimento per le misure di adattamento che possono essere adottate.

Se l'area è interessata da alluvione di origine pluviale o da frane la cui attivazione è maggiormente connessa con eventi di precipitazioni intense³⁷, se ne tenga conto con un dimensionamento cautelativo delle eventuali opere (misure di prevenzione/adattamento), nel caso in cui gli scenari pluviometrici mostrino un'aumentata probabilità di fenomeni intensi (cioè un livello medio o alto nella mappa relativa all'indicatore P40). La mappa relativa all'indicatore P40 può essere consultata al seguente link: <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-precipitazioni-intense-future/48ep-hfh2> inserendo l'indirizzo dell'intervento.

Si chiede di indicare di seguito:

- le prescrizioni previste dal PGT (Norme Tecniche) con riferimento alla classe di fattibilità geologica del progetto, qualora connessa con limitazioni dovute a elementi di vulnerabilità idraulica o instabilità dei versanti

³⁷ Si considerino le seguenti categorie di cui ai criteri attuativi dell'art. 57 della l.r. 12/2005 (d.g.r. 2616 e s.m.i.) : Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali); Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali); Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso); Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli); Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide; Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni; Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno; Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)

- le norme di attuazione del PAI applicabili (Norme di attuazione);
- le misure di prevenzione/adattamento adottate, includendo sia misure immateriali (es. Indagini geologiche e idrauliche di dettaglio volte a verificare la compatibilità del progetto con le condizioni del contesto), che di tipo tecnico-progettuale.

3.1 Prescrizioni del PGT per la classe di fattibilità geologica (Norme Tecniche), nel caso di interventi ricadenti in classe 3 o 4

3.2 Norme del PAI applicabili (Elaborato 7 "7.1 Norme di attuazione"), nel caso di interventi localizzati all'interno delle aree perimetrate dal PAI

3.3 Misure di adattamento/prevenzione adottate nel progetto, anche con riferimento a quanto previsto dalle Norme Tecniche del PGT e alle Norme di attuazione PAI (barrare le opzioni scelte e descrivere brevemente le misure adottate nel successivo punto 3.4)

Misure immateriali

- indagini geologiche e idrauliche di dettaglio volte a verificare la compatibilità del progetto con le condizioni del contesto
- copertura assicurativa
- altro (specificare)

Piano terra, interrato e seminterrato

- chiusura di lucernari e aperture poste a quote inferiori alla piena di riferimento
- installazione di barriere anti-allagamento agli ingressi principali
- gradini, sopralzi
- altro (specificare)

Materiali

- impermeabilizzazione al passaggio dell'acqua di tutte le pareti esterne degli edifici e impiego di materiali edili resistenti all'acqua sotto la fascia del livello della piena di riferimento
- rinforzo della fascia perimetrale all'edificio con specifiche pavimentazioni da esterno
- altro (specificare)

Impianti

- sistemi per la protezione degli impianti (es. installazione di valvole di non ritorno)
- posizionamento dei quadri elettrici in elevazione significativa rispetto alle quote di pavimento
- altro (specificare)

Altro

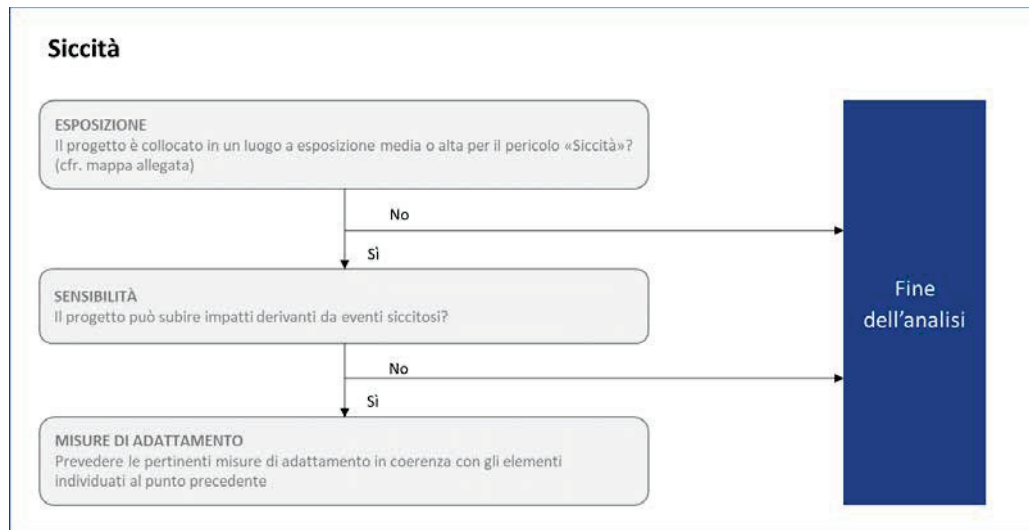
- Funzioni (es. spostamento degli ambienti con permanenza di persone o sede di impianti, posti al di sotto della quota della piena di riferimento, a quote maggiori della piena stessa)
- Opere di difesa idrogeologica
- altro (specificare)

3.4 Descrivere brevemente le misure adottate in ottemperanza alle prescrizioni del PGT, del PAI e/o in relazione ad altre analisi di rischio che tengono conto anche degli scenari pluviometrici, ove opportuno e indicare la documentazione progettuale dove è possibile riscontrare tali previsioni (Relazioni, Tavole, Elaborati grafici).

3.5 Fatto salvo il rispetto delle norme di cui ai punti 3.1 e 3.2, qualora nel progetto non sia adottata nessuna misura di adattamento elencata al punto 3.3, il proponente è tenuto a dichiarare che tali misure non sono applicabili motivandone adeguatamente le ragioni di natura tecnico/progettuale. (Motivare e descrivere brevemente)

C.4 Siccità

Il percorso per la verifica climatica rispetto alla siccità è rappresentato di seguito:



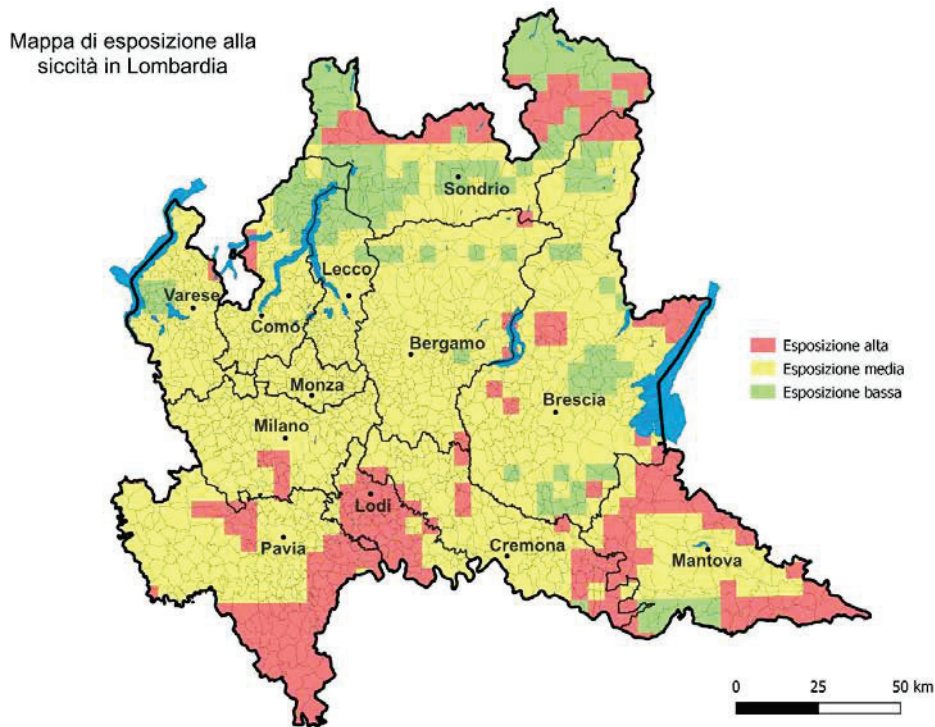
L'analisi della distribuzione del pericolo climatico legato alla siccità in Lombardia è stata effettuata da ARPA Lombardia attraverso l'applicazione di un metodo che consente di determinare l'esposizione a tale pericolo in ogni punto del territorio regionale, assegnando una classe di esposizione (alta, media e bassa), utilizzabile dal proponente per proseguire nella verifica climatica.

Per questa analisi sono stati considerati i 4 indici / indicatori climatici seguenti:

- SPI3 (-) – Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi
- SPI6 (-) – Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 6 mesi
- CDD (gg) – Giorni consecutivi secchi: Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.
- PRCP_{TOT} (mm) – Precipitazione cumulata nei giorni piovosi

Tali indicatori sono stati calcolati per il periodo storico di riferimento 1986 - 2005 e per lo scenario RCP 8.5 nel periodo 2041-2060. È stata quindi considerata l'anomalia rispetto al valore storico di riferimento.

La distribuzione dei livelli di esposizione alla siccità così ottenuta è rappresentata nella mappa seguente.



Mappa di esposizione al pericolo siccità (Fonte: ARPA Lombardia <https://www.dati.lombardia.it/dataset/Mappa-esposizione-siccit-RCP-8-5-2041-2060/q7mx-u7ye>)

1. ESPOSIZIONE

La presente sezione è finalizzata a verificare il livello di esposizione al pericolo “siccità” nell’area del progetto.

1.1 Secondo la mappa di esposizione al pericolo siccità, qual è il valore dell’esposizione nell’area in cui è collocato il progetto?

La mappa dell’esposizione alla siccità di cui al paragrafo precedente può essere interrogata al seguente link <https://www.dati.lombardia.it/dataset/Mappa-esposizione-siccit-RCP-8-5-2041-2060/q7mx-u7ye>, tramite l’inserimento dell’indirizzo di interesse. Qualora l’intervento ricada in un’area in cui sono presenti valori diversi di esposizione, dovrà essere considerato il valore più elevato.

- Esposizione Media o Alta
- Esposizione Bassa

Se ha risposto “Esposizione Bassa” nella sezione 1.1, termini la verifica climatica.

altrimenti

Se ha risposto “Esposizione Media o Alta”, prosegua alla sezione 2 “SENSIBILITÀ”.

2. SENSIBILITÀ

La presente sezione è finalizzata a valutare se il progetto sia potenzialmente soggetto a impatti derivanti da siccità.

2.1 Il progetto interviene su elementi che possono essere influenzati da fenomeni siccitosi? (selezionare le voci pertinenti):

- Sì, aree verdi pertinenziali
- Sì, elementi di verde costruito
- Sì, fondazioni su terreni argillosi
- Sì, altro (specificare): _____
- No

2.2 Il progetto può essere influenzato e subire effetti dovuti a fenomeni siccitosi?

La valutazione considera diversi aspetti, ove pertinenti, fra cui: le caratteristiche strutturali, le attività e funzioni insediate all'interno, l'utilizzo di funzioni strategiche come acqua o energia, i collegamenti di trasporto, gli utenti; gli impatti da valutare sono di tipo diretto e indiretto (strutturale, finanziario, riduzione dell'operatività, danni al patrimonio ambientale, ecc.)

Scheda per la valutazione degli impatti potenziali del fenomeno Siccità (da compilare)

Domanda guida	Risposta (Sì/No/N.a. ed eventuali commenti)
Nell'edificio in oggetto, vi sono elementi di verde costruito (tetti verdi, pareti verdi, ecc.) o aree verdi pertinenziali che possono essere sensibili a siccità?	
Sono presenti essenze vegetali che possono essere danneggiate da siccità?	
Sono presenti elementi che utilizzano l'acqua (fontane, ecc.) che possono essere sensibili a siccità?	
Si possono prevedere danni economici legati alla siccità (es. incremento dei costi di manutenzione)?	
Si possono prevedere altri impatti diretti o indiretti non valutati nelle domande precedenti?	

Se ha risposto sempre "No" o "N.a." sia nella sezione 2.1 che nella sezione 2.2, termini la verifica climatica.

altrimenti

Se ha risposto almeno un "Sì" nella sezione 2. 1 o 2.2 prosegua alla sezione 3 "MISURE DI ADATTAMENTO".

3. MISURE DI ADATTAMENTO

Poiché il progetto si trova in un luogo con esposizione "media o alta" (come da sezione 1) ed è sensibile alla siccità (come da sezione 2), il proponente è tenuto ad adottare nel progetto le pertinenti misure di adattamento al fine di ridurre il rischio climatico del progetto.

Le misure scelte, a partire dall'elenco di riferimento riportato di seguito, devono essere coerenti con gli elementi individuati come sensibili nella sezione 2.

3.1 Indicare le misure di adattamento adottate nel progetto: (barrare le opzioni scelte e descrivere brevemente le misure adottate nel successivo punto 3.2)

Aree verdi pertinenziali:

- sistemazione del suolo per evitare la perdita di acqua (anche per evaporazione)
- sistemi di irrigazione efficienti (es. a goccia);

appropriata scelta e arrangiamento delle piante che tollerino la mancanza d'acqua

altro (specificare): _____

Elementi di verde costruito

selezione di specie resistenti a carenza idrica prolungata per tetti verdi o facciate verdi

altro (specificare): _____

Fondazioni su terreni argillosi:

indagini geologiche e idrauliche di dettaglio volte a verificare la compatibilità del progetto con le condizioni del contesto

altro (specificare): _____

Altro

Sistemi di raccolta, filtraggio e stoccaggio dell'acqua piovana in serbatoi protetti dalla luce solare e dal calore

Riutilizzo delle acque grigie come fonte alternativa di approvvigionamento idrico per l'irrigazione previo trattamento

Altro (specificare): _____

3.2 Descrivere brevemente le misure adottate e indicare la documentazione progettuale dove è possibile riscontrare tali previsioni (Relazioni, Tavole, Elaborati grafici).

3.3 Qualora nel progetto non sia adottata nessuna misura il proponente è tenuto a dichiarare che tali misure non sono applicabili motivandone adeguatamente le ragioni di natura tecnico/progettuale. (motivare e descrivere brevemente)

Data _____

Firma (a cura del Responsabile del progetto, RUP o progettista) _____

Allegato 2 – Glossario essenziale

Resilienza / Adattamento al cambiamento climatico: adozione di misure per anticipare gli effetti avversi dei cambiamenti climatici e per **prevenire o ridurre al minimo i danni** che possono causare oppure **sfruttare le opportunità** che possono presentarsi. In sostanza, l'adattamento può essere inteso come **il processo di adeguamento agli effetti attuali e futuri dei cambiamenti climatici**.

Neutralità / Mitigazione del cambiamento climatico: adozione di misure per ridurre le emissioni di gas a effetto serra (ad esempio mediante l'incremento della quota di energie rinnovabili o la creazione di un sistema di mobilità più pulito) oppure per potenziarne lo stoccaggio (ad esempio attraverso l'aumento delle dimensioni delle foreste). La mitigazione del cambiamento climatico è guidata dagli obiettivi della politica dell'UE, che per il 2050 prevedono il raggiungimento della neutralità carbonica.

Verifica climatica: un processo volto a evitare che le infrastrutture siano vulnerabili ai potenziali impatti climatici a lungo termine (adattamento), garantendo nel contempo che sia rispettato il principio dell'Efficienza energetica al primo posto e che il livello delle emissioni di gas a effetto serra derivanti dal progetto sia coerente con l'obiettivo della neutralità climatica per il 2050 (mitigazione).

Vita nominale del progetto: periodo durante il quale la struttura potrà essere utilizzata senza che venga sottoposta a riparazioni di rilievo, ma solo a interventi di manutenzione ordinaria. La vita nominale di progetto degli edifici e delle altre strutture comuni progettate utilizzando gli Eurocodici è di 50 anni.

Le seguenti definizioni sono tratte dagli Orientamenti tecnici comunitari per la verifica climatica delle infrastrutture (2021/C 373/01) e devono essere considerati in tale contesto.

Analisi di esposizione: L'obiettivo dell'analisi di esposizione è individuare i pericoli pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto. L'analisi dell'esposizione può essere suddivisa in due parti: l'esposizione al clima attuale e l'esposizione al clima futuro. I dati storici e attuali disponibili per il luogo pertinente dovrebbero essere impiegati per valutare l'esposizione climatica presente e passata. Le proiezioni dei modelli climatici possono essere utilizzate per comprendere in che modo il livello di esposizione possa cambiare in futuro, prestando particolare attenzione alle variazioni della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici estremi.

Analisi di sensibilità: L'obiettivo dell'analisi della sensibilità è individuare i pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione. L'analisi della sensibilità dovrebbe riguardare il progetto nel suo insieme, analizzandone le varie componenti e il modo di operare all'interno della rete o del sistema più ampi, ad esempio operando una distinzione tra i quattro ambiti: — attività e processi in loco; — fattori di produzione quali acqua ed energia; — risultati quali prodotti e servizi; — collegamenti di accesso e di trasporto, anche se al di fuori del controllo diretto del progetto.

Analisi di vulnerabilità: L'obiettivo dell'analisi della vulnerabilità è individuare i rischi climatici pertinenti per un dato tipo di progetto specifico e nel luogo previsto per lo stesso. La vulnerabilità di un progetto è determinata dalla combinazione di due aspetti: il grado di sensibilità delle componenti del progetto ai pericoli climatici in generale e la presenza di questi pericoli nel luogo

prescelto per il progetto. L'analisi di vulnerabilità costituisce la base per la decisione di procedere alla fase di valutazione dei rischi.

Analisi di probabilità: esamina il grado di probabilità che i pericoli climatici individuati si verifichino, entro un determinato lasso di tempo, ad esempio la durata del progetto. Occorre inoltre esaminare in che modo la probabilità dei rischi climatici può variare nel corso del tempo.

Analisi di impatto: Questa parte della valutazione dei rischi esamina le conseguenze derivanti dal verificarsi del pericolo climatico individuato. Le conseguenze riguardano in genere il funzionamento e le attività materiali, la salute e la sicurezza, gli impatti ambientali, gli impatti sociali, l'impatto sull'accessibilità per le persone con disabilità, le incidenze finanziarie e il rischio per la reputazione

Analisi di rischio: una volta valutati la probabilità e l'impatto di ciascun pericolo è possibile stimare il livello di entità di ciascun rischio potenziale combinando i due fattori. La responsabilità di valutare quale sia il livello di rischio accettabile e che cosa sia o meno significativo spetta al promotore del progetto e al gruppo di esperti che effettua la valutazione, in funzione delle circostanze specifiche del progetto.

Misure di adattamento: misure materiali e immateriali che permettono di far fronte ai rischi e di ridurli a un livello accettabile. Le misure dovrebbero essere integrate nella preparazione del progetto e/o nel suo funzionamento allo scopo di migliorare la resilienza climatica.

Allegato 3 - Bibliografia e riferimenti utili

Fonti comunitarie

- Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027, Commissione Europea (2021/C 373/01)
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916(03)&from=HR)
- Piattaforma Climate ADAPT <https://climate-adapt.eea.europa.eu/> e in particolare strumenti e valutazioni per il settore urbano <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/sector-policies/urban>
- EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change, European Commission, Directorate-General for Climate Action, Publications Office of the European Union, 2023 <https://data.europa.eu/doi/10.2834/558395>
- EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance, European Commission, Directorate-General for Climate Action, Publications Office of the European Union, 2023 <https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>
- Climate-related hazard indices for Europe, ETC-CCA Technical Paper 1/2020 <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/climate-related-hazard-indices-for-europe>
- The basics of climate change adaptation, vulnerability and risk assessment, JASPERS 2017 <https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/the-basics-of-climate-change-adaptation-vulnerability-and-risk-assessment>
- Urban adaptation to climate change in Europe 2016 Transforming cities in a changing climate, EEA Report 12/2016 <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
- EIB Advisory JASPERS Excel tool for climate resilience assessment of small urban regeneration projects, 2025
- EIB Advisory JASPERS Excel tool for climate resilience assessment of small building projects, 2025

Fonti nazionali

- Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027, Dipartimento per le Politiche di coesione, 2023
<https://politichecoesione.governo.it/it/politica-di-coesione/la-programmazione-2021-2027/piani-e-programmi-europei-2021-2027/verifica-climatica-dei-progetti-infrastrutturali-finanziati-dalla-politica-di-coesione-2021-2027/>
- Piattaforma nazionale Adattamento Cambiamenti climatici <https://climadat.isprambiente.it/>
- Piano Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici – PNACC, 2023
<https://www.mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc>
- Verso città resilienti: gli interventi del Programma sperimentale per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano, ISPRA, 2023
<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/verso-citta-resilienti-gli-interventi-del-programma-sperimentale-per-l-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-in-ambito-urbano>

- Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità, Soluzioni e strategie per gli investimenti infrastrutturali in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici e di mitigazione delle emissioni di gas-serra. Rapporto della “Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili” - Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, 2022
https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2022-02/Rapporto_Carraro_Mims.pdf
- Rapporto sugli indicatori di impatto climatici, SNPA, 2021
https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2021/06/Rapporto-SNPA-21_2021.pdf
- Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane. Spano D., Mereu V., Bacciu V., Barbato G., Buonocore M., Casartelli V., Ellena M., Lamesso E., Ledda A., Marras S., Mercogliano P., Monteleone L., Mysiak J., Padulano R., Raffa M., Ruii M.G.G., Serra V., Villani V., 2021 <https://www.cmcc.it/it/rischio-clima-citta-2021>
- Adattamento ai cambiamenti climatici di architetture e città “green” per migliorare la resilienza dell’ambiente costruito. Minacce, vulnerabilità, rischi, assi strategici, indirizzi, azioni d’intervento.
Università La Sapienza - 2ª conferenza nazionale delle Green City, Milano 16 luglio 2019
<https://www.greencitynetwork.it/wp-content/uploads/Adattamento-ai-cambiamenti-climatici.pdf>
- Osservatorio nazionale città clima, sugli impatti dei cambiamenti climatici nel territorio italiano, con particolare riguardo per le aree urbane. Legambiente con il supporto di UnipolSai Assicurazioni
<https://cittaclima.it/approfondimenti/buone-pratiche-adattamento/>
- D.M. 10 marzo 2020 n. 63 - Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde
https://gpp.mite.gov.it/sites/default/files/2022-05/guri_dm_63_del_2020_verde_003.pdf
- D.M. 23 giugno 2022 - Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l’affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi
https://gpp.mite.gov.it/sites/default/files/2022-08/GURI_183_06_08_22_Allegato_Edilizia.pdf
- D.M. 7 febbraio 2023 - Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di parchi giochi, la fornitura e la posa in opera di prodotti per l’arredo urbano e di arredi per gli esterni e l’affidamento del servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria di prodotti per arredo urbano e di arredi per esterni.
https://gpp.mite.gov.it/sites/default/files/2023-06/CAM_Arredo_urbano_in_GU.pdf
- Protocollo Itaca per la sostenibilità ambientale delle costruzioni
<https://www.itaca.org/nuovosito/index.asp>
- Protocolli GBC Italia e LEED <https://www.gbccitalia.org/web/guest/gbc-home-documenti>

Fonti regionali e a scala di bacino del Po

- Decreto 20361 del 19/12/2023, Programmazione europea 2021-2027: Approvazione della Guida per la verifica di resilienza climatica nelle Strategie Urbane di Sviluppo sostenibile
<https://ue.regione.lombardia.it/attachments/file/view?hash=622669e23874019ce756977d7a4281f4b3ba345b28d2083051536690e7723738&canCache=0>

- d.g.r. 5383/2025, Strategia Integrata Regionale per l'Adattamento al Cambiamento Climatico (SIRACC) https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/946249ce-87c4-4c39-88f9-5eab3a264f14/Documento+Azione+Adattamento+RL_9dic.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=946249ce-87c4-4c39-
- d.c.r. 1157/2025,, Approvazione Piano territoriale Regionale , in particolare Tavola PT9 "Vulnerabilità e rischi", con riferimento alla "Vulnerabilità all'Isola di calore" e "Criteri e indirizzi per la pianificazione" paragrafo 3.3.2.1 "Isola di calore" e Paragrafo 3.3.2.2 "Run off e drenaggio urbano sostenibile"
<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/se/rvizi-e-informazioni/enti-e-operatori/territorio/pianificazione-regionale/piano-territoriale-regionale-ptr/piano-territoriale-regionale-ptr>
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica" e s.m.i.
<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/se/rvizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/difesa-del-suolo/invarianza-idraulica-e-idrologica/invarianza-idraulica-e-idrologica>
- d.g.r. 2616/2011, Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio
<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/se/rvizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/pianificazione-comunale-e-provinciale/componente-geologica-pgt/componente-geologica-pgt>
- d.g.r. 6738/2017, Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza
<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/se/rvizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/pianificazione-comunale-e-provinciale/componente-geologica-pgt/componente-geologica-pgt>
- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) Autorità di Bacino del fiume Po , 2001 e successive varianti
<https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA), Autorità di Bacino del fiume Po, 2021
<https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>
- Edifici in aree a rischio di alluvione come ridurre la vulnerabilità, Autorità di bacino del fiume Po e Università degli Studi di Pavia, 2009
https://www.adbpo.it/PDGA_Documenti_Piano/vulnerabilita/vulnerabilita_edifici.pdf

Fonti locali

- Strategia Tematico Territoriali Metropolitane (STTM) 1 per la sostenibilità, le emergenze ambientali e la rigenerazione, Città Metropolitana di Milano, 2023
<https://www.cittametropolitana.mi.it/PTM/STTM/>
- Progetto ClimaMi - Climatologia per le attività professionali e l'adattamento ai cambiamenti climatici urbani nel milanese - Linee Guida (V. 3.0), Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo in collaborazione con Fondazione Ordine degli Architetti P.P.C della Provincia di Milano, Fondazione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e con il contributo di Fondazione Cariplo, 2022 <https://www.progettoclimami.it>

- Strategia di transizione climatica del comune di Brescia “Un filo naturale” sviluppato dal Comune di Brescia in partenariato con AmbienteParco, Fondazione Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici e Parco delle Colline di Brescia grazie anche al contributo della Fondazione Cariplo e di Regione Lombardia, 2021
<https://www.comune.brescia.it/aree-tematiche/urban-center/progetto-un-filo-naturale/un-filo-naturale>
- Strategia di transizione climatica del comune di Bergamo “Cli.C. Bergamo! Strategie progettuali per il cambiamento climatico dell’area vasta della città di Bergamo” sviluppato dal Comune di Bergamo in partenariato con Parco dei Colli di Bergamo, ERSAF, Legambiente Lombardia, grazie anche al contributo della Fondazione Cariplo e di Regione Lombardia, 2021
<https://www.comune.bergamo.it/node/366480>
- Progetto LIFE METRO ADAPT - Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano Soluzioni Naturalistiche (NBS) per la città metropolitana di Milano: Schede Tecniche , 2020
<https://www.lifemetroadapt.eu/it/documenti-e-pubblicazioni/>
- Piano Aria e Clima, Comune di Milano, in particolare Allegato 2 - Profilo Climatico Locale e Allegato 5 – Linee guida per l’adattamento, 2019
<https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/ambiente/aria-e-clima/piano-aria-clima>
- Abaco delle azioni di adattamento, realizzato nell’ambito del progetto “Verso paesaggi del lavorare e dell’abitare a prova di clima”, Città Metropolitana di Milano con il contributo di Fondazione Cariplo, 2018
https://www.cittametropolitana.mi.it/Territori_resilienti/adattamento/azioniadattamento.html
- Progetto Forestami, Città metropolitana di Milano, Comune di Milano, Regione Lombardia, Parco Nord Milano, Parco Agricolo Sud Milano, ERSAF e Fondazione di Comunità Milano, <https://forestami.org/>

Ulteriori riferimenti e buone pratiche

- IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, AR6, 2022
[AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability — IPCC](#)
- Copernicus climate change service <https://climate.copernicus.eu/>
- My building is green Nature-Based Solutions for Adapting Buildings to Climate Change, Programma LIFE, 2024 <https://life-mybuildingisgreen.eu/en/results/#A1.2>
- Linee guida per l’edilizia al Sud delle Alpi, TicinoEnergia, 2023
<https://www.nccs.admin.ch/nccs/it/home/provvedimenti/programma-pilota-adattamento-ai-cambiamenti-climatici/projekphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-anden-klimawandel--cluster--umgang-/a.14-linee-guida-per-l-edilizia-al-sud-delle-alpi.html>
- Climate Resiliency Design Guidelines v.4.1, New York Mayor’s office of Climate and Environmental Justice, 2022 <https://climate.cityofnewyork.us/wp-content/uploads/2022/05/CRDG-4-1-May-2022.pdf>
- Fa caldo a scuola, 2022
<https://www.nccs.admin.ch/nccs/it/home/provvedimenti/programma-pilota-adattamento-ai-cambiamenti-climatici/projekphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-anden-klimawandel--cluster--umgang-/a.09-fa-caldo-a-scuola.html>
- ADAPT Assistere l’adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello spazio Transfrontaliero Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020, 2020
https://interreg-maritime.eu/documents/374720/0/ADAPT_lineeguida.zip/eca3218c-cef2-43b8-803e-6b1884eac502?t=1551947462521
- Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities, Shaw, R., Colley, M., and Connell, R., TCPA, London, 2007
https://www.preventionweb.net/files/7780_20070523CCAlowres1.pdf

Appendice - Metodologia per la valutazione dell'esposizione ai fenomeni climatici calore, precipitazioni intense e siccità - ARPA Lombardia



Esposizione ai pericoli climatici

*Valutazione dell'esposizione a calore,
siccità e precipitazioni intense (2021-2060)*

Elaborazione degli scenari emissivi e del pericolo
climatico futuro in Lombardia tramite rielaborazione dei
modelli climatici a scala regionale

ARPA Lombardia

Indice

Premessa	
Pericoli climatici.....	
Determinazione dell'esposizione al rischio variazione della temperatura .	
Determinazione dell'esposizione al rischio siccità	
Determinazione dell'esposizione al rischio precipitazioni molto intense...	

Premessa

Nel corso del 2022-2023, ARPA ha elaborato una serie di dataset derivanti dalle elaborazioni CORDEX per il dominio europeo a scala 0,11° (noti anche come EURO-CORDEX 0.11). Gli scenari emissivi considerati sono RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5. L'attività è consistita nell'individuazione di 8 modelli a scala regionale e dal loro successivo trattamento tramite tecniche di bias-adjustment attraverso dataset osservativi locali e successivo downscaling statistico a scala inferiore a 0,11°.

Le variabili climatiche essenziali (ECV) considerate sono temperatura e precipitazione, mentre la scala temporale è giornaliera e va dal 01-01-2021 al 31-12-2060. Dalle ECV sono stati ricavati gli indicatori considerati dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici.

Gli indicatori, ovvero le elaborazioni sulle ECV, costituiscono la base di calcolo dell'esposizione ai pericoli climatici raggruppati in settori omogenei; il presente documento riporta gli elementi metodologici che descrivono il lavoro effettuato.

I dati sintetici delle elaborazioni dell'esposizione per i pericoli climatici calore, siccità e precipitazioni intense sono riportati in mappa nella piattaforma [OpenData di Regione Lombardia](#).

Pericoli climatici

La classificazione dei pericoli legati al clima è riportata nel Regolamento delegato (UE) 2021/2139 del 04.06.2021 - Appendice A

Pericoli climatici				
Tipologia	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine) ▪ Stress termico ▪ Variabilità della temperatura ▪ Scongelamento del permafrost 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento del regime dei venti 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) ▪ Variabilità idrologica o delle precipitazioni ▪ Acidificazione degli oceani ▪ Intrusione salina ▪ Innalzamento del livello del mare ▪ Stress idrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosione costiera ▪ Degradazione del suolo ▪ Erosione del suolo ▪ Soliflusso
Acuto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ondata di calore ▪ Ondata di freddo/gelo ▪ Incendio di incolto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclone, uragano, tifone ▪ Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia) ▪ Tromba d'aria 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siccità ▪ Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) ▪ Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda) ▪ Collasso dei laghi glaciali 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valanga ▪ Frana ▪ Subsidenza

Indicatori climatici e pericoli climatici (dal PNACC)				
Sigla indicatore climatico	Nome indicatore climatico	Definizione indicatore climatico	Unità di misura	Pericolo climatico
TG	Temperatura Media	Media della temperatura media giornaliera.	°C	Aumento delle temperature
WD	Giorni caldi e secchi	Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	giorni	Elevate temperature e precipitazioni scarse/elevate
WW	Giorni caldi e piovosi	Numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera maggiore del 75° percentile della precipitazione giornaliera.	giorni	
HDDs	Gradi giorni di riscaldamento	Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	°C	Basse/elevate temperature che determinano impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento
CDDs	Gradi giorni di raffrescamento	Somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	°C	
PRCPTOT	Precipitazione cumulata nei giorni piovosi	Cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	mm	Precipitazioni intense/persistenti (che concorrono al rischio di dissesto geo-idrologico)
RZ0	Giorni di precipitazioni intense	Numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	giorni	
RX1DAY	Valore massimo della precipitazione giornaliera	Valore annuale massimo della precipitazione giornaliera	mm	
SDII	Indice di intensità di precipitazione giornaliera	Precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	mm	
PR99prctile	99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm	99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	mm	
CDD	Giorni consecutivi secchi	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	giorni	Siccità
SPI3	Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi	Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI3 calcolato per un periodo di accumulo corto (3 mesi).	-	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti.
SPI6	Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 6 mesi	Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI6 calcolato per un periodo di accumulo medio (6 mesi).	-	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi.
SPI12	Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 12 mesi	Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI12 calcolato per un periodo di accumulo medio (12 mesi).	-	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi.
SPI24	Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 24 mesi	Percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI24 calcolato per un periodo di accumulo lungo (24 mesi).	-	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla ridotta ricarica degli invasi e sulla disponibilità di acqua nelle falde.



Serie Ordinaria n. 19 - Venerdì 08 maggio 2026

PET	Evapotraspirazione Potenziale (con metodo Thornthwaite)	mm	Siccità e desertificazione.
CSDI	Numero totale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della temperatura minima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	giorni	Ondate di freddo
FD	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.	giorni	
WSDI	Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile* della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	giorni	Ondate di caldo
FWI	Tale indice prevede il calcolo di 5 sottoidici: tre sottoidici primari (FFMC, DMC, DC) che rappresentano l'umidità del combustibile; due sottoidici intermedi (ISI, BUI) che rappresentano il tasso di dispersione ed il consumo del combustibile disponibile.	-	Condizioni meteorologiche che favoriscono il rischio di incendio
EWS	98° percentile della velocità massima giornaliera del vento.	m/s	Tempeste di vento
SCD	Numero di giorni nella stagione nivale (dal primo novembre di un dato anno al 31 marzo dell'anno successivo) con quantità di neve superficiale giornaliera superiore a 300 mm.	giorni	diminuzione/assenza di precipitazione nevosa
HumidexS	Misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato dell'umidità e della temperatura - Categoria S: numero di giorni per anno nel quale l'indice humidex è maggiore di 45°C.	giorni	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico
SU95p	Numeri di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 29,2°C. Tale indicatore è stato definito per il territorio italiano (PNACC 2018).	giorni	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico
TR	Numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C.	giorni	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico
SST	Temperatura superficiale del mare	°C	Aumento della temperatura del mare
SSH	Livello del mare	m	Aumento del livello del mare

Per semplificare il numero di indicatori climatici da considerare e raggrupparli per pericolo climatico si è operata la seguente riclassificazione

Pericoli climatici	Indicatori climatici (definizione e unità di misura)
Pericoli climatici legati alla variazione delle temperature	
Cambiamento della temperatura	Tas max tx01 (°C) – temperatura massima dell'aria vicino al suolo (annuale)
	CDDs (GG) - Gradi giorni di raffrescamento - Somma della temperatura media giornaliera meno 21°C, se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.
Stress termico	TR (giorni) - Notti tropicali: Numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20°C
	Summer days 30 (giorni) - Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 30 °C
Ondata di calore	WSDI (giorni) - Indice di durata dei periodi di caldo - Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi. <u>Si considera solo il periodo estivo (JJA)</u>
	Tas max (°C) – temperatura massima dell'aria vicino al suolo (annuale)
Pericoli climatici legati alla variazione delle precipitazioni	
Variazione del regime di precipitazione	PRCPTOT (mm) anno, autunno, estate, inverno, primavera - Cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm
Siccità Stress idrico	SPI3 e SPI6 - Indice standardizzato di precipitazione: per periodi di 3 e 6 mesi - Classificazione in classi (da molto piovoso a estremamente asciutto) nell'indice SPI calcolato per un periodo di accumulo di 3 e 6 mesi.
	CDD (giorni) - Giorni consecutivi secchi - Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.
Forti precipitazioni	R20 (giorni) - Giorni di precipitazione intense: numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm
	RX1day (mm) - valore massimo giornaliero di precipitazione in un anno
	Variazione della probabilità di precipitazioni eccezionali (oltre 40 mm)

Determinazione dell'esposizione al rischio variazione della temperatura

Per semplificare l'attribuzione a ciascun punto del territorio per il quale esiste una valutazione specifica degli indici di pericolo climatico si è proceduto a comporre i singoli indici in un unico indice di esposizione adimensionale. A questo indice complessivo si associa la valutazione effettuata nel Piano Territoriale Regionale in merito al fenomeno delle isole di calore (UHI), che rappresenta quindi un ulteriore elemento di pericolo.

Un'ulteriore semplificazione è costituita dalla valutazione degli indici solo per il periodo climatico 2041-2060 e per lo scenario RCP 8.5, ovvero quello che corrisponde all'emissione di gas climalteranti (GHG) senza considerare l'adozione delle politiche di mitigazione previste dagli accordi di Parigi del 2015.

Per considerare la differenza tra lo scenario atteso e quello riferibile al clima attuale si sono considerate le anomalie climatiche tra il periodo 2041-2060 e il 1981-2010.

La creazione dell'indice unico di esposizione avviene come segue:

- Si definiscono i valori delle funzioni di appartenenza secondo la tecnica fuzzy, per tre associazioni linguistiche (*invariato*, *aumento moderato*, *forte aumento*) in funzione della statistica degli indicatori sull'area regionale (*invariato*: valore inferiore al 25° percentile delle variazioni; *aumento moderato*: valore compreso tra il 25° e 75° percentile; *forte aumento*: valore oltre il 75° percentile)
- Si determinano i punteggi **P** di appartenenza (μ_i) per ciascuna maglia di calcolo per tutti gli indici/indicatori

$$\begin{bmatrix} \mu_1(\textit{invariato}) & \mu_1(\textit{aumento moderato}) & \mu_1(\textit{forte aumento}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_N(\textit{invariato}) & \dots & \mu_N(\textit{forte aumento}) \end{bmatrix}$$
- Si associa la matrice di esposizione, che combina le funzioni di appartenenza con l'esposizione (alta, media, bassa), nell'esempio è riportata la matrice per 5 indicatori

Esposizione bassa (il regime di esposizione al calore è invariato)	Esposizione media (il regime di esposizione al calore subisce un incremento o un decremento moderato)	Esposizione alta (il regime di esposizione al calore subisce un incremento o un decremento elevato)
B	M	A
1 0 0	0 1 0	0 0 1
1 0 0	0 1 0	0 0 1
1 0 0	0 1 0	0 0 1
1 0 0	0 1 0	0 0 1
1 0 0	0 1 0	0 0 1

- Si determina il punteggio complessivo di esposizione, assegnando un valore alto, medio o basso

$$B(P) = B \cdot P \quad M(P) = M \cdot P \quad A(P) = A \cdot P$$

- Calcolo del punteggio sintetico: si calcola il punteggio sintetico per ciascuna matrice ottenuta nel passaggio precedente considerando il valore massimo

$$p = \text{Max} \left\{ \sum_{\text{riga,colonna}} B(P)_{i,j}; \sum_{\text{riga,colonna}} M(P)_{i,j}; \sum_{\text{riga,colonna}} A(P)_{i,j} \right\}$$

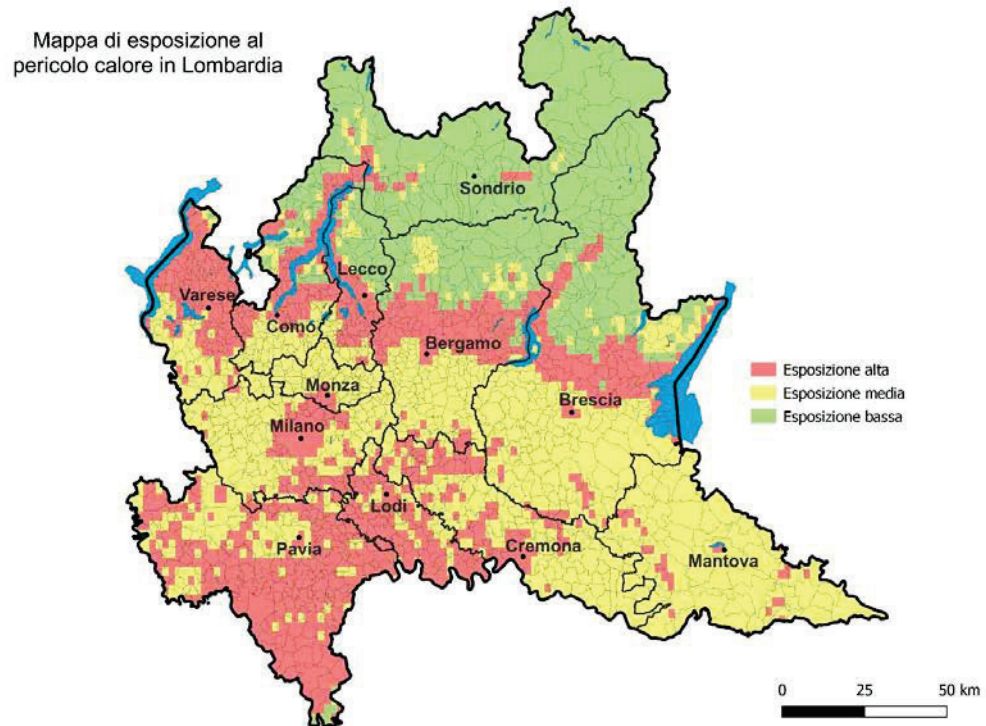
Questo valore è attribuito alla maglia di calcolo in esame.

Gli indicatori presi in considerazione sono quelli riportati nei precedenti paragrafi (TX01, CDDs, TR, SU30, WSDI_{est}). Nel caso in cui il punto in esame corrisponda anche ad un punto nel quale sia presente il rischio di isola di calore (secondo il PTR, con un indice di impatto insediativo complessivo di almeno 26) viene assegnata la categoria superiore.

Di conseguenza, sulla base dell'esito della combinazione degli attributi, si è ottenuta una graduazione in una scala a tre valori, riportata nel seguito per ciascuna maglia di calcolo:

alto	Prevalenza di situazioni con forte aumento degli indicatori climatici
medio	Prevalenza di situazioni con moderato aumento degli indicatori climatici
basso	Prevalenza di situazioni invariate degli indicatori climatici

La distribuzione dei livelli di esposizione al calore così ottenuta è rappresentata nella mappa seguente.



Mappa di esposizione al pericolo calore (Fonte: ARPA Lombardia <https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-al-pericolo-calore-RCP-8-5-2041-ph5e-whd2>)

Determinazione dell'esposizione al rischio siccità

Per la siccità si è considerato l'indicatore SPI3, SPI6, PRCP_{TOT} e CDD. Il metodo utilizzato è del tutto analogo a quello seguito per il rischio calore:

- a) Si definiscono i valori delle funzioni di appartenenza secondo la tecnica fuzzy, per tre associazioni linguistiche (*invariato*, *aumento moderato*, *forte aumento*) in funzione della statistica degli indicatori sull'area regionale (*invariato*: valore inferiore al 25° percentile delle variazioni; *aumento moderato*: valore compreso tra il 25° e 75° percentile; *forte aumento*: valore oltre il 75° percentile), tenendo conto che per SPI3 ed SPI6 si identificano situazioni in cui vi è un aumento di frequenza per la classe "siccità moderata" e "siccità estrema", ovvero in cui l'indice è superiore a 1,5; per PRCP_{TOT} si identificano casi in cui si ha una forte diminuzione del valore annuo di precipitazione totale; per CDD si identificano situazioni in cui si hanno i massimi valori di variazione dell'indice. Si osservi che tutti gli indicatori rappresentano di fatto un'anomalia (ovvero una differenza con il valore storico osservato).
- b) Si determinano i punteggi **P** di appartenenza (μ_i) per ciascuna maglia di calcolo per tutti gli indici/indicatori

$$\begin{bmatrix} \mu_1(\text{invariato}) & \mu_1(\text{aumento moderato}) & \mu_1(\text{forte aumento}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_N(\text{invariato}) & \dots & \mu_N(\text{forte aumento}) \end{bmatrix}$$
- c) Si associa la matrice di esposizione, che combina le funzioni di appartenenza con l'esposizione (alta, media, bassa), nell'esempio è riportata la matrice per 5 indicatori
- d) Si determina il punteggio complessivo di esposizione, assegnando un valore alto, medio o basso
- e) Calcolo del punteggio sintetico: si calcola il punteggio sintetico per ciascuna matrice ottenuta nel passaggio precedente considerando il valore massimo

Questo valore è attribuito alla maglia di calcolo in esame.

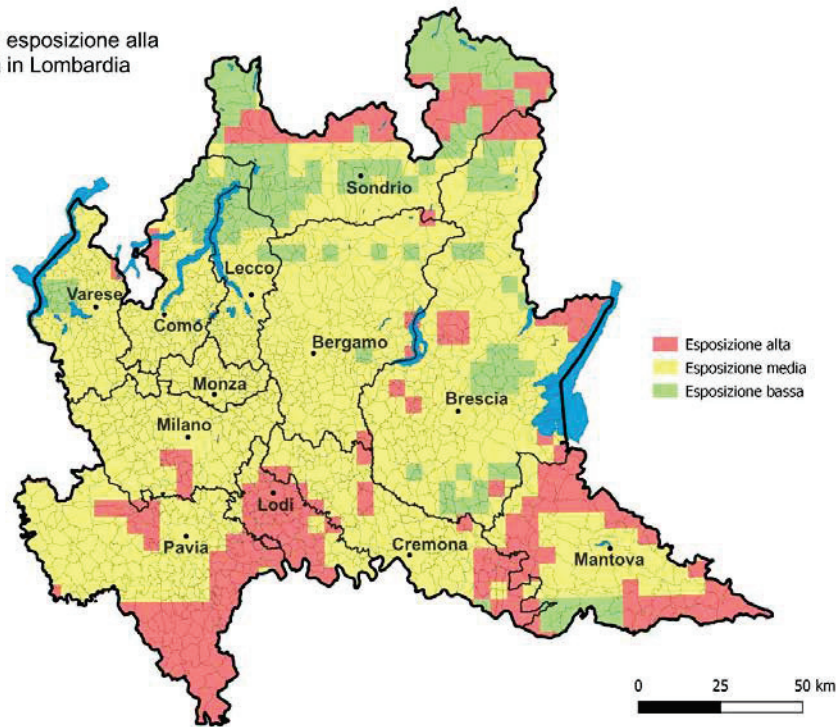
I valori selezionati per la determinazione dell'esposizione sono quelli relativi allo scenario RCP 8.5 nel periodo 2041-2060.

Di conseguenza, sulla base dell'esito della combinazione degli attributi, si è ottenuta una graduazione in una scala a tre valori, riportata nel seguito per ciascuna maglia di calcolo:

alto	Prevalenza di situazioni con forte aumento degli indicatori climatici
medio	Prevalenza di situazioni con moderato aumento degli indicatori climatici
basso	Prevalenza di situazioni invariate degli indicatori climatici

La distribuzione dei livelli di esposizione alla siccità così ottenuta è rappresentata nella mappa seguente.

Mappa di esposizione alla siccità in Lombardia



Mappa di esposizione al pericolo siccità (Fonte: ARPA Lombardia <https://www.dati.lombardia.it/dataset/Mappa-esposizione-siccita-RCP-8-5-2041-2060/q7mx-u7ye>)

Determinazione dell'esposizione al rischio precipitazioni molto intense

Gli indicatori che riguardano le precipitazioni intense sono costituiti dalla valutazione del numero di giorni con precipitazione sopra una certa soglia. Si assume che il fenomeno delle precipitazioni è legato ad una distribuzione di probabilità di tipo Gamma generalizzato:

$$f(x; a, c, \theta, p) = \frac{p}{\theta^c \cdot \Gamma\left(\frac{a}{p}\right)} \cdot \left(\frac{x - \theta}{\theta}\right)^{ac-1} \cdot e^{-\left(\frac{x-\theta}{\theta}\right)^p}$$

dove:

x è la precipitazione giornaliera (in mm) in un dato punto di coordinate note (lat,lon)

a : parametro di forma: controlla la forma della distribuzione, in particolare per quanto riguarda la coda

c : è un parametro di forma addizionale che consente un migliore adattamento della distribuzione ai dati nella coda

θ : parametro di posizione

p : parametro di scala

Γ : funzione gamma

Si osservi che con $c=1$ si ottiene una distribuzione Gamma non generalizzata

Fissati i parametri, che in ogni punto $x(lat,lon)$ sono ottenuti tramite fitting dei dati con la funzione Gamma generalizzata, la probabilità cumulata di eventi con precipitazione pari a 40mm è quindi:

$$P(x \leq 40) = \int_{x_0}^{40} f(t; a, c, \theta, p) dt$$

e la probabilità di eventi superiori a 40 mm è, di conseguenza:

$$P_{40} = P(x > 40) = 1 - P(x \leq 40)$$

Si noti che è stato introdotto un valore x_0 che rappresenta il valore minimo per considerare un evento piovoso: nel caso in esame si è preso 1mm (riferito alla precipitazione giornaliera).

Interpolando i dati osservati in un periodo di riferimento, nel nostro caso 1981-2010, e quelli derivanti dai dataset dei modelli a scala regionale e ridotti alla scala del dataset osservativo, si possono descrivere le precipitazioni utilizzando i parametri della distribuzione Gamma generalizzata. Confrontando i parametri si può inferire quale sia la probabilità delle precipitazioni con x maggiore di un valore dato: nel caso in esame si è scelto per x proprio il valore 40mm (precipitazioni molto intense) e si è considerato lo scenario RCP 4.5 nel periodo 2021-2040, che si caratterizza per un aumento complessivo delle precipitazioni.

Per considerare la variabilità espressa dai diversi modelli climatici regionali si è scelto di calcolare i parametri della funzione Gamma generalizzata utilizzando tutti i valori di precipitazione giornaliera di tutti i modelli presi singolarmente e non dell'ensemble (cosa che avrebbe comportato un'operazione di media con conseguente riduzione della variabilità).

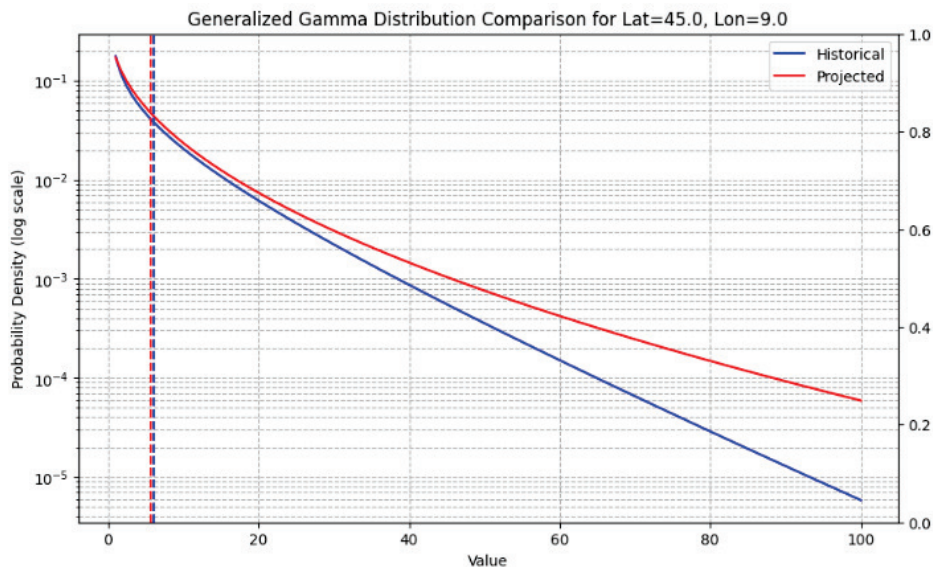


Figura 5: esempio di distribuzione della probabilità (asse logaritmico) in funzione del livello di precipitazione in mm, best fit dei dati storici (in blu) e delle proiezioni climatiche (in rosso) per un determinato punto: in questo esempio di evidenza come la probabilità nell'intervallo [40,100] sia più elevata nel periodo futuro rispetto a quello storico, mentre è molto simile nell'intervallo (0-40)

L'aumento del pericolo di precipitazioni intense è stato espresso come rapporto R tra la probabilità di precipitazioni oltre i 40 mm (P_{40}^{fut}) nel periodo futuro rispetto alla probabilità di precipitazione oltre i 40 mm nel periodo storico (P_{40}^{his})

$$R = \frac{P_{40}^{fut}}{P_{40}^{his}}$$

Di conseguenza, un aumento del rapporto indica che nello scenario futuro considerato la probabilità di precipitazioni oltre 40mm aumenta. Per tradurre questi valori in categorie di esposizione nella graduazione alto-medio-basso si è considerata la distribuzione in quantili del rapporto in tutte le celle del dominio, secondo questa scala:

alto	Aumento della probabilità dal 1,5% al 7,7% (quantile della distribuzione tra 80° e 100° percentile)
medio	Aumento della probabilità fino al 1,5% (quantile della distribuzione tra 60° e 80° percentile)
basso	Nessun aumento apprezzabile (quantili compresi fino al 60° percentile)

In sostanza è attribuito:

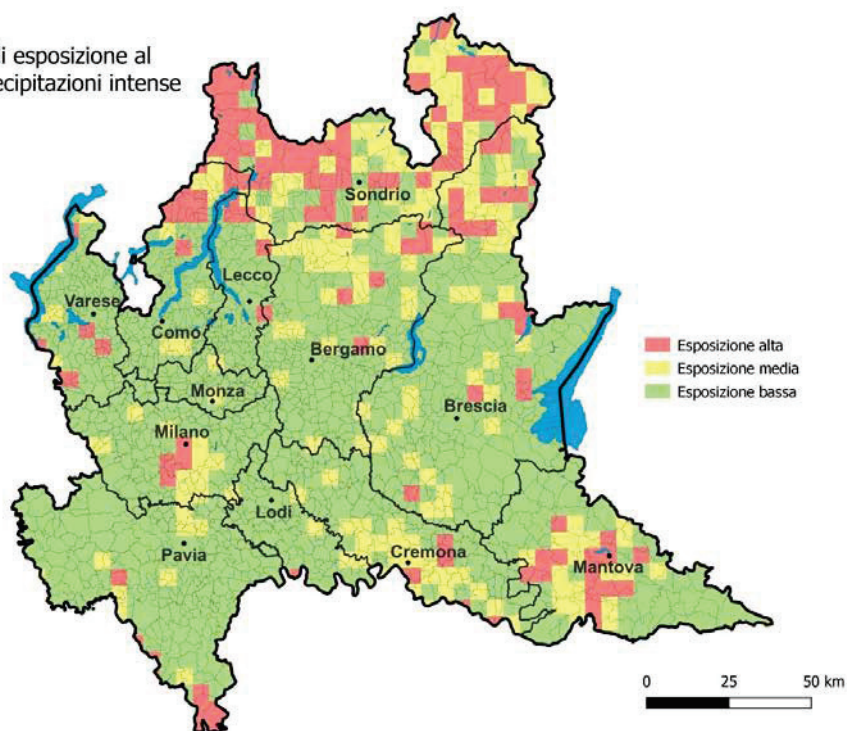
- il valore "Alto" a tutti i punti che presentano un aumento della probabilità di precipitazioni (superiori ai 40 mm/giorno) maggiore dell'1,5% (l'utilizzo della soglia all'1,5% porta ad identificare con valore pari a "Alto" il 20% dei punti, che sono appunto quelli con i valori più alti nella curva della distribuzione dei valori);
- Il valore "Medio" a tutti i punti che presentano un aumento della probabilità di precipitazioni (superiori ai 40 mm/giorno) fino all'1,5%;

- Il valore “Basso” a tutti i punti che non presentano variazioni o che presentano variazioni in diminuzione.

Tale indicatore va quindi considerato come una *proxy* per il rischio di verificarsi di precipitazioni intense.

La distribuzione dei livelli di esposizione alla siccità così ottenuta è rappresentata nella mappa seguente.

Mappa di esposizione al pericolo precipitazioni intense



Mappa di esposizione al pericolo precipitazioni intense (Fonte: ARPA Lombardia
<https://www.dati.lombardia.it/Ambiente/Mappa-esposizione-precipitazioni-intense-future/48ep-hfh2>)