

IMMUNIZZAZIONE DEGLI EFFETTI DEL CLIMA SULLE INFRASTRUTTURE

PR FESR 2021-27

**GUIDA PER LA VERIFICA DI RESILIENZA CLIMATICA
NELLE STRATEGIE URBANE DI SVILUPPO SOSTENIBILE**

13/12/2023

A cura di

Autorità Ambientale Regionale - Regione Lombardia

Direzione Ambiente e clima

UO Economia circolare e tutela delle risorse naturali

Filippo Dadone

Alessandro Dacomo

In collaborazione con

Direzione Generale Presidenza - Regione Lombardia

Direzione Centrale Programmazione e relazioni esterne

Struttura Coordinamento programmazione europea e gestione Fondo Sviluppo e Coesione

Federica Marzuoli

Fabio Raoul Cremascoli, Amelia Vita

Elaborazione tecnica a cura di



POLIEDRA - Politecnico di Milano

Silvia Vaghi, Elena Girola, Silvia Pezzoli,

Marta Galliani, Annalisa Lodigiani



ARPA Lombardia

Direzione Tecnica

UO Sviluppo sostenibile

Mauro Mussin

Sommario

Obiettivo e guida alla lettura.....	4
1 La verifica climatica nella programmazione 2021-2027.....	5
2 Verifica di resilienza climatica: ambito di applicazione e fasi	7
3 Metodologia per la verifica della resilienza climatica	9
3.1 Pre-screening.....	10
3.2 Screening	12
3.2.1 Analisi dell'esposizione.....	12
3.2.2 Analisi di sensibilità	12
3.2.3 Analisi della vulnerabilità.....	13
3.3 Verifica approfondita.....	14
3.3.1 Analisi della probabilità	14
3.3.2 Analisi dell'impatto.....	14
3.3.3 Valutazione dei rischi.....	15
3.4 Misure di adattamento.....	16
4 Indicazioni operative per la Relazione estesa di verifica climatica	18
4.1 Forti precipitazioni e allagamenti di origine pluviale e fluviale.....	18
4.1.1 Screening	18
4.1.2 Verifica approfondita.....	23
4.1.3 Misure di adattamento.....	26
4.2 Ondate di calore	31
4.2.1 Screening	31
4.2.2 Verifica approfondita.....	33
4.2.3 Misure di adattamento.....	35
4.3 Siccità.....	39
4.3.1 Screening	39
4.3.2 Verifica approfondita.....	40
4.3.3 Misure di adattamento.....	42
4.4 Tempeste	45
4.4.1 Screening	45
4.4.2 Verifica approfondita.....	46
4.4.3 Misure di adattamento.....	48
5 Format per la Relazione di sintesi della verifica climatica.....	50
Bibliografia e riferimenti utili.....	52

Allegato e Appendice: Analisi climatiche per i Comuni SUS

Obiettivo e guida alla lettura

Il presente documento intende fornire una **Guida metodologica e operativa per l'applicazione della Verifica climatica, in relazione al pilastro della resilienza, agli interventi inclusi nelle Strategie Urbane di Sviluppo Sostenibile (SUS)** finanziate dal PR FESR e dal FSE+ 2021-2027 in Lombardia.

La Guida è elaborata in coerenza con i contenuti della Comunicazione della Commissione europea **“Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027”¹**, di seguito “Orientamenti tecnici” e degli **“Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027”** (di seguito “Indirizzi nazionali”), trasmesso dal Dipartimento per le politiche di coesione alle Autorità di Gestione il 6 ottobre 2023.

Il **documento** si articola in:

- un breve inquadramento degli obiettivi e caratteristiche della verifica climatica (capitolo 1)
- l'ambito di applicazione per le SUS (capitolo 2)
- la metodologia di riferimento (capitolo 3)
- le indicazioni operative relative ai fenomeni climatici pertinenti per i territori e le tipologie di intervento delle SUS (capitolo 4)
- un format proposto per la Relazione di sintesi della verifica climatica (capitolo 5).

Segue la **bibliografia** di riferimento, che può essere consultata per approfondimenti riferiti sia agli aspetti metodologici che alle soluzioni di adattamento suggerite.

In **Allegato e Appendice** sono riportati i dati e gli scenari climatici elaborati e messi a disposizione per ciascun Comune delle SUS da parte di ARPA Lombardia e strettamente funzionali all'applicazione della verifica climatica.

È importante sottolineare che il presente documento definisce una metodologia generale e che **alcuni Comuni sono già in possesso di piani o strategie locali di adattamento ai cambiamenti climatici** (es. Piano area clima Milano, Strategie di Transizione Climatica finanziate da Fondazione Cariplo, ecc.). In questi casi, le verifiche climatiche possono prendere a riferimento le strategie locali per individuare i pericoli climatici del territorio, le misure di adattamento, ecc..

¹ 2021/C 373/01

1 La verifica climatica nella programmazione 2021-2027

Il **Regolamento sulle Disposizioni Comuni (RDC)**² definisce l'immunizzazione dagli effetti del clima come "un processo volto a evitare che le infrastrutture siano vulnerabili ai potenziali impatti climatici a lungo termine, 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". Per rendere operativi questi principi, il RDC³ 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. Nel caso delle SUS, tutti gli interventi hanno vita utile maggiore di cinque anni, quindi rientrano in questa casistica.

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 importante 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.

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. Per i settori di intervento che caratterizzano le SUS di fatto l'applicazione della metodologia si limita alla Verifica di resilienza, poiché **la Verifica di neutralità climatica non è dovuta** in ragione della natura degli interventi e alle loro dimensioni.

Pertanto, **l'attività di Regione Lombardia e il presente documento si concentrano unicamente sulla Verifica del pilastro relativo all'adattamento** (di seguito "**Verifica di resilienza climatica**").

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

³ art. 73.2 j)



Figura 1 - La verifica climatica riguarda il pilastro della neutralità e il pilastro della resilienza. Nell'ambito degli interventi PR FESR 2021-2027 della Lombardia attivati nelle SUS è necessario valutare solo il pilastro della resilienza.

Infine, per quanto riguarda la **relazione tra Verifica climatica e rispetto del principio DNSH⁴**, si ritiene utile evidenziare che la verifica del principio del DNSH condotta sul PR FESR durante la Valutazione Ambientale Strategica non assolve l'adempimento della Verifica di resilienza climatica che deve quindi essere condotta secondo le linee guida del presente documento.

⁴ 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.

2 Verifica di resilienza climatica: ambito di applicazione e fasi

Secondo gli Indirizzi nazionali, la verifica di resilienza climatica deve essere effettuata per alcuni dei settori di intervento attivati dalle SUS. Nella seguente tabella si riportano le pertinenti indicazioni fornite dagli Indirizzi, a cui fare riferimento.

Tabella 1 - Indicazione relativa alla necessità di verifica di resilienza climatica per i settori di intervento attivati nell'ambito delle SUS (elaborazione da "Indirizzi per la verifica climatica delle infrastrutture in Italia nel periodo 2021-2027")

Macro-categoria SUS	Settori di intervento (all. 1 RDC)	Lo screening per la verifica di resilienza climatica è necessario?
1. Interventi di efficientamento energetico di edifici pubblici	041 Rinnovo della dotazione di alloggi al fine dell'efficienza energetica, progetti dimostrativi e misure di sostegno	Sì, se il progetto prevede ristrutturazione importante ⁵ di edifici esistenti
	042 Rinnovo della dotazione di alloggi al fine dell'efficienza energetica, progetti dimostrativi e misure di sostegno conformemente ai criteri di efficienza energetica	
	044 Rinnovo di infrastrutture pubbliche al fine dell'efficienza energetica o misure relative all'efficienza energetica per tali infrastrutture, progetti dimostrativi e misure di sostegno	Sì, se il progetto prevede: 1. ristrutturazione importante ⁶ di edifici esistenti 2. altri interventi (es. illuminazione pubblica)
	045 Rinnovo di infrastrutture pubbliche al fine dell'efficienza energetica o misure relative all'efficienza energetica per tali infrastrutture, progetti dimostrativi e misure di sostegno conformemente ai criteri di efficienza energetica	
2. Interventi di riqualificazione di edifici pubblici	122 Infrastrutture per l'istruzione primaria e secondaria	Sì, se il progetto prevede: 1. costruzione edifici nuovi, 2. ristrutturazione importante ⁶ di edifici esistenti
	126 Infrastrutture abitative (diverse da quelle destinate ai migranti, ai rifugiati e alle persone che fanno domanda di protezione internazionale o che godono di protezione internazionale)	
	127 Altre infrastrutture sociali che contribuiscono all'inclusione sociale nella comunità	
	166 Protezione, sviluppo e promozione del patrimonio culturale e dei servizi culturali	Sì, se il progetto prevede: 1. costruzione edifici nuovi, 2. ristrutturazione importante ⁶ di edifici esistenti 3. infrastrutture turistiche
3. Interventi per la costruzione di nuovi edifici pubblici	043 Costruzione di nuovi edifici efficienti sotto il profilo energetico	Sì
	127 Altre infrastrutture sociali che contribuiscono all'inclusione sociale nella comunità	Sì, se il progetto prevede: 1. costruzione edifici nuovi, 2. ristrutturazione importante ⁶ di edifici esistenti
4. Interventi di riqualificazione degli spazi aperti (piazze, parcheggi, strade, mobilità sostenibile)	077 Misure per la qualità dell'aria e la riduzione del rumore	No
	079 Protezione della natura e della biodiversità, patrimonio e risorse naturali, infrastrutture verdi e blu	Sì, se i progetti prevedono investimenti in infrastrutture verdi e blu
	083 Infrastrutture ciclistiche	Sì

⁵ Definizione di "Ristrutturazione importante": per gli interventi di efficienza energetica, in coerenza con quanto definito nel Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 che recepisce la Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD), 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.

	168 Riqualificazione materiale e sicurezza degli spazi pubblici	Sì
5. Interventi di potenziamento delle dotazioni naturali degli spazi pubblici (manutenzione ed ampliamento del verde urbano)	079 Protezione della natura e della biodiversità, patrimonio e risorse naturali, infrastrutture verdi e blu	Sì, se i progetti prevedono investimenti in infrastrutture verdi e blu

La verifica climatica accompagna il ciclo del progetto, dalla progettazione alla fase di esercizio, come mostrato in figura 2.



Figura 2 - La verifica climatica accompagna tutte le fasi dell'intervento, a partire dalla definizione della strategia (elaborazione da Orientamenti tecnici)

In particolare, è opportuno che la verifica sia avviata contestualmente alla fase di progettazione e ne accompagni gli sviluppi, con gradi successivi di approfondimento. Nel caso specifico degli interventi SUS, si possono identificare due casistiche:

- se la progettazione è effettuata ai sensi del "vecchio" Codice dei Contratti Pubblici (D.lgs. 50/2016), fin dalla fase di verifica di fattibilità si può applicare lo screening di verifica climatica e, nelle successive fasi di progettazione (in particolare al livello della progettazione definitiva-esecutiva), è opportuno effettuare la verifica approfondita, se dovuta.
- nel caso di progettazione ai sensi del "nuovo" Codice dei Contratti Pubblici (D.lgs. n. 36/2023), in ragione del maggior livello di dettaglio conseguito a livello di Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è opportuno che all'atto della definizione del PFTE sia già presente la verifica completa.

3 Metodologia per la verifica della resilienza climatica

La Verifica di resilienza climatica delle infrastrutture mira a garantire un livello adeguato di resilienza dell'infrastruttura ai fenomeni e pericoli legati al clima nel corso del suo intero ciclo di vita, includendo eventi estremi come nubifragi, alluvioni, frane, siccità, ondate di calore e di freddo, nonché eventi cronici come le variazioni delle precipitazioni medie, delle temperature medie, ecc.

Per raggiungere questo obiettivo, il processo di Verifica di resilienza è condotto in tre fasi di approfondimento successivo (pre-screening, screening e analisi dettagliata), che attraverso un processo "a setaccio" consentono di individuare i rischi climatici significativi per i progetti finanziati, per i quali individuare opportune misure di adattamento mirate a ridurre il rischio residuo a un livello accettabile. Questo approccio per step successivi di approfondimento contribuisce anche a ridurre gli oneri amministrativi potenzialmente legati alla verifica climatica.

La metodologia di riferimento descritta dagli Orientamenti tecnici è rappresentata nello schema di Figura 3 e prevede le seguenti fasi di valutazione:

1. **Pre-screening**, che è funzionale all'**identificazione dei fenomeni climatici di interesse** per l'intervento/il contesto;
2. **Screening**, che consiste in un'analisi speditiva e qualitativa per valutare il grado di **vulnerabilità** agli effetti dei cambiamenti climatici in relazione all'**esposizione** dell'intervento al fenomeno climatico in esame (legata alla localizzazione dell'intervento) e alla sua **sensibilità** (legata alla tipologia di intervento) e il cui esito determina la necessità o meno di proseguire con la verifica approfondita;
3. **Verifica approfondita**, da sviluppare nel caso in cui dalla fase di screening emerga un valore di vulnerabilità medio-alto per un determinato fenomeno climatico e che è funzionale a individuare il **grado di rischio** cui è soggetto un intervento; essa consiste in un approfondimento anche quantitativo degli elementi qualitativi valutati nella fase di screening, attraverso l'analisi **degli impatti** (legata alle specifiche caratteristiche dell'intervento, alle funzioni svolte, ai fruitori, ecc.) e l'**analisi della probabilità** di accadimento degli eventi considerati.

In base a livello di rischio stimato, sarà o meno opportuno prevedere specifiche **misure di adattamento**, strutturali o non strutturali ovvero accorgimenti progettuali, modalità realizzative, azioni di monitoraggio, ecc. che vadano a mitigare i potenziali impatti sull'intervento rendendo l'intervento stesso maggiormente resiliente agli effetti dei cambiamenti climatici.

Poiché la verifica va applicata **distintamente per ciascun fenomeno climatico** significativo, a seconda dei contesti, può accadere che per un fenomeno climatico ci si fermi alla fase di screening, mentre per un altro fenomeno sia necessario procedere anche alla verifica approfondita.

Gli esiti del processo valutativo, in qualunque fase si interrompa, e le eventuali misure di adattamento sono documentati:

- nella **Relazione estesa di verifica climatica**, che documenta il percorso valutativo svolto e contiene le analisi e le argomentazioni di dettaglio (vedi capitolo 4);
- in **una Relazione di sintesi della verifica climatica**, che riporta le conclusioni della Relazione estesa (capitolo 5).

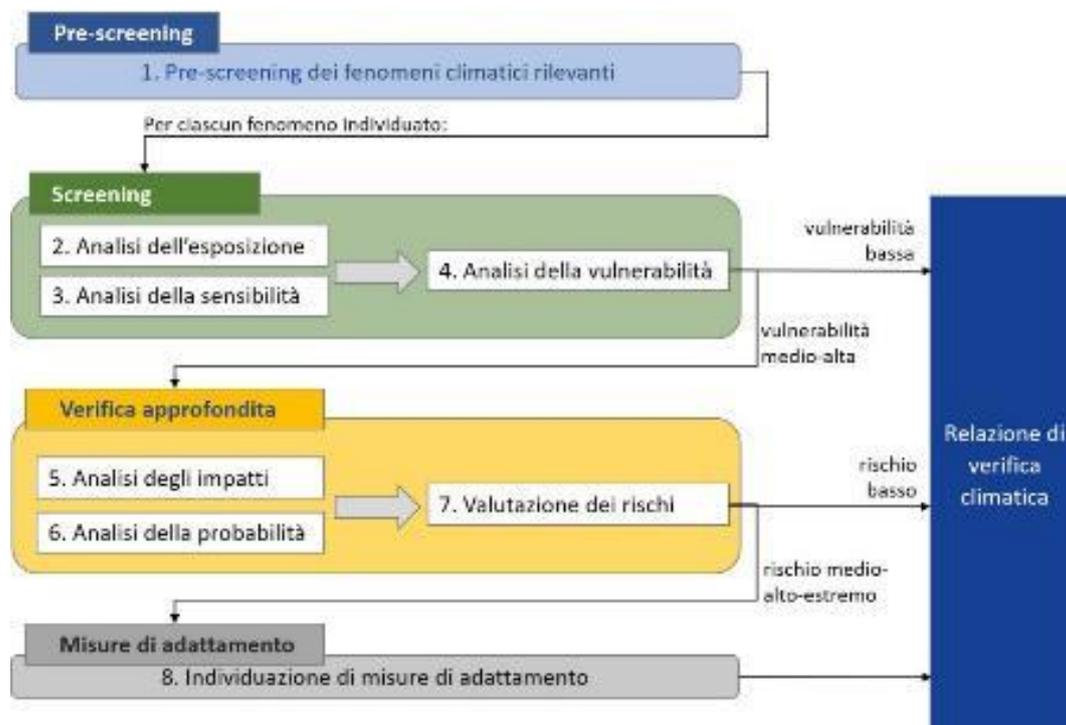


Figura 3 - Le fasi della verifica climatica per il pilastro della resilienza (elaborazione degli autori). La relazione di verifica climatica include una Relazione di sintesi e una Relazione estesa.

Poiché la verifica approfondita consiste in un approfondimento ulteriore degli elementi già individuati nello screening (l'analisi degli impatti è di fatto un approfondimento dell'analisi di sensibilità e l'analisi della probabilità di accadimento è un approfondimento dell'analisi dell'esposizione), qualora sia dovuta la verifica approfondita, **in ottica di semplificazione è possibile restituire nella Relazione di verifica climatica (estesa e di sintesi) solo l'esito di tale verifica, che di fatto include implicitamente le fasi precedenti.**

3.1 Pre-screening

La fase di pre-screening è finalizzata a individuare i fenomeni climatici di interesse per l'intervento/il contesto oggetto di valutazione. È infatti evidente che, in base al territorio di riferimento, non tutti i fenomeni climatici attesi siano significativi e di interesse.

La classificazione dei fenomeni e pericoli legati al clima operata dal Regolamento delegato (UE) 2021/2139 del 04.06.2021 e riportati in Tabella, include un elenco ampio di fenomeni sia di tipo cronico che acuto, mostrati in Tabella 2.

Tabella 2 - 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 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siccità ▪ Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valanga ▪ Frana ▪ Subsidenza

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia) ▪ Tromba d'aria 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda) ▪ Collasso dei laghi glaciali 	
--	--	---	---	--

A partire da questo elenco, per le aree urbane lombarde si suggerisce di considerare in prima battuta una selezione ristretta dei fenomeni / pericoli che con maggiore probabilità potranno risultare significativi per tali aree, così come evidenziato da diverse fonti di letteratura⁶.

I fenomeni di base da cui si suggerisce di avviare il percorso valutativo sono i seguenti:

- Ondate di calore, da considerare in particolare nell'ambito delle isole di calore urbano e in relazione agli altri indicatori di stress termico;
- Eventi piovosi estremi e alluvioni fluviali e pluviali;
- Siccità, da valutare anche in relazione alla variazione del regime pluviometrico;
- Tempeste di vento.

Si rimanda all'**Allegato** e all'**Appendice** al presente documento per approfondire le analisi climatiche sviluppate per ciascun Comune SUS. Le analisi climatiche, basate sul calcolo di indicatori sia in riferimento al clima presente (dato storico) che a quello futuro (periodi 2021-2040 e 2041-2060) rappresentano un importante patrimonio informativo per i Comuni e agevolano l'individuazione dei fenomeni significativi nei diversi contesti. Come evidenziato nell'Allegato, si sottolinea tuttavia che tutte le analisi climatologiche sono caratterizzate da un grado di incertezza intrinseco nei modelli e che gli andamenti rappresentati degli indici climatici vanno letti anche alla luce della conoscenza degli specifici territori comunali e considerando i trend delle statistiche degli eventi meteorologici registrati ad oggi.

I fenomeni climatici dovranno pertanto essere vagliati attentamente per ciascun Comune **al fine di integrare ulteriori eventuali fenomeni e pericoli significativi o eliminarne alcuni non significativi nel caso specifico**. Ad esempio, il tema delle alluvioni fluviali potrà non essere selezionato ed approfondito nel caso in cui l'intervento sia localizzato al di fuori di tutte le perimetrazioni di rischio alluvionale con qualsiasi tempo di ritorno. Allo stesso modo, un fenomeno non considerato in generale come significativo per i territori SUS potrà essere invece approfondito in determinati ambiti, ad esempio il rischio di frane o valanghe per i comuni montani.

Nella Relazione di verifica climatica andrà motivata l'eventuale scelta di non includere alcuni dei quattro fenomeni climatici suggeriti nelle successive fasi di approfondimento.

Pre-screening		
Obiettivo	Modalità	Esito
Individuare i pericoli climatici pertinenti al territorio di interesse	A partire dalla selezione di fenomeni climatici significativi per le Aree urbane proposta nel presente documento, integrare con ulteriori fenomeni di interesse o eliminare quelli non pertinenti	Selezione dei fenomeni climatici da approfondire con la verifica di resilienza climatica (fase di screening)

⁶ Fonti: PTR Lombardia 2021, PNACC 2023, LIFE Metro-ADAPT 2020, la Sapienza 2019

3.2 Screening

La fase di screening prevede l'analisi di sensibilità e l'analisi dell'esposizione attuale e futura agli effetti dei cambiamenti climatici. La combinazione di questi elementi permette di valutare la vulnerabilità. Lo screening va eseguito per tutti i fenomeni climatici individuati nella fase di pre-screening.

3.2.1 Analisi dell'esposizione

L'analisi dell'esposizione ha l'obiettivo di individuare i pericoli climatici pertinenti **all'ubicazione del progetto**, indipendentemente dal tipo di progetto. Essa deve considerare il clima attuale e il clima futuro.

Come evidenziato dagli Indirizzi nazionali, le proiezioni climatiche e gli studi alla base dei modelli costituiscono il punto di partenza per l'analisi dell'esposizione attuale e futura, necessaria per determinare i pericoli climatici legati alla localizzazione dei progetti infrastrutturali oggetto di verifica climatica.

Tale valutazione può quindi basarsi in primis sugli scenari climatici elaborati da ARPA e riportati in **Allegato e in Appendice**, ma anche su scenari e dati climatici resi disponibili in altre fonti e strumenti, ad esempio stimati nell'ambito di Piani di adattamento comunali, delle Strategie di transizione climatica, dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC), ecc..

L'analisi del rischio e la relativa costruzione di specifici scenari degli impatti attesi (per le diverse sorgenti di pericolo), passa necessariamente attraverso la caratterizzazione della pericolosità attuale e la valutazione delle sue future variazioni, connesse al variare degli indicatori dei cambiamenti climatici. In molti casi, questo "collegamento" può risultare molto complesso da realizzare (è il caso, ad esempio, delle alluvioni, in cui il collegamento fra la variazione del regime di pioggia e la variazione del pericolo di alluvione deve tenere conto di un elevato numero di fattori e richiede modelli complessi). Agli indicatori climatici, può pertanto essere necessario affiancare altre informazioni utili alla caratterizzazione della pericolosità per specifici fenomeni (es. la pericolosità idraulica e idrogeologica individuata nei Piani di Bacino, la vulnerabilità alle isole di calore individuata nella Tavola PT 9 del PTR in corso di approvazione, ecc.).

Ai dati di scenario e alla documentazione disponibile vanno sempre affiancate valutazioni, anche empiriche, basate sulla conoscenza di quanto accade sul territorio da parte dell'amministrazione comunale, che può arricchire la valutazione grazie all'esperienza diretta delle criticità e delle caratteristiche territoriali.

Per documentare l'analisi dell'esposizione sarà opportuno descrivere gli elementi informativi considerati per il territorio oggetto di intervento, anche allegando eventualmente immagini cartografiche, e fornire una valutazione qualitativa per ogni fenomeno climatico considerato (Alta, Media, Bassa).

Screening-Analisi dell'esposizione		
Obiettivo	Modalità	Esito
Individuare i pericoli climatici pertinenti all'ubicazione del progetto, indipendentemente dal tipo di progetto Focus: localizzazione dell'intervento	Individuare l'esposizione del luogo di intervento rispetto alla presenza di fenomeni climatici. Tale valutazione può essere desunta dai dati ARPA relativi agli scenari futuri legati ai cambiamenti climatici, da strumenti regolamentatori o pianificatori del Comune, da Strategie di transizione climatica, dall'esperienza degli amministratori legata alla conoscenza dei territori, ecc.	Livello di esposizione: - alto - medio - basso

3.2.2 Analisi di sensibilità

L'analisi di sensibilità ha l'obiettivo di individuare gli elementi progettuali suscettibili ai fenomeni climatici, per **tipologia di progetto**, indipendentemente dalla sua ubicazione.

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), 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), 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 di un ospedale), il collegamento di accesso e di trasporto (es. interruzione di una infrastruttura critica dovuta a evento estremo), la presenza di soggetti sensibili (es. edificio frequentato da persone a ridotta mobilità che hanno maggiore difficoltà in caso di evacuazione), ecc..

Per documentare l'analisi di sensibilità, quindi, sarà opportuno descrivere gli elementi maggiormente critici e dare una valutazione qualitativa (Alta, Media, Bassa) complessiva che tenga conto di tutti gli elementi.

Screening-Analisi di sensibilità		
Obiettivo	Modalità	Esito
Individuare i pericoli climatici pertinenti per il tipo di intervento, indipendentemente dalla sua ubicazione Focus: tipo di intervento	Individuare le caratteristiche dell'intervento suscettibili a ciascun fenomeno climatico di interesse. Esse possono riguardare la sua struttura, le sue funzioni, la presenza di soggetti sensibili, ecc.	Livello di sensibilità: - alto - medio - basso

3.2.3 Analisi della vulnerabilità

A partire dagli esiti dell'analisi dell'esposizione e dell'analisi di sensibilità si può pervenire a una valutazione di vulnerabilità, volta a individuare i potenziali pericoli significativi e gli elementi sensibili del progetto potenzialmente impattati. Uno strumento a supporto della valutazione della vulnerabilità per ciascun fenomeno climatico è la seguente tabella. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia almeno medio, si prosegue con la verifica approfondita.

Tabella 3 - Schema per la valutazione della vulnerabilità, a partire dal livello di sensibilità e di esposizione, per ciascun fenomeno climatico

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

Nel caso in cui la vulnerabilità sia bassa, la verifica di resilienza non prosegue con gli step successivi; è dunque necessario sintetizzare nella Relazione di verifica gli esiti dei passaggi e delle valutazioni condotte in questa fase.

Screening-Analisi della vulnerabilità		
Obiettivo	Modalità	Esito
Individuare i potenziali fenomeni significativi legati ai cambiamenti climatici e i rischi ad essi correlati.	Incrocio tra Livello di esposizione	Analisi di vulnerabilità: - Vulnerabilità alta - Vulnerabilità media } È necessario proseguire l'analisi con la verifica approfondita

Focus: tipo di intervento e sua localizzazione	e livello di sensibilità	- Vulnerabilità bassa → Termine della verifica di resilienza climatica. È necessario compilare la Relazione di verifica climatica
--	--------------------------	---

3.3 Verifica approfondita

La verifica approfondita è dovuta nei casi in cui si evidenzia un livello di vulnerabilità almeno medio a esito della fase di screening.

L'obiettivo della verifica approfondita è di dettagliare le valutazioni effettuate in fase di screening integrando, ove disponibili, elementi quantitativi in relazione sia ai fenomeni climatici (probabilità di accadimento) che in relazione alla tipologia di progetto (potenziali impatti). L'esito della verifica approfondita permette di individuare misure di adattamento coerenti con i potenziali impatti individuati e con il livello di rischio valutato. I passi della verifica approfondita sono descritti di seguito.

3.3.1 Analisi della probabilità

Questa fase ha l'obiettivo di esaminare il grado di probabilità che i fenomeni climatici individuati si verifichino entro un determinato lasso di tempo (ovvero la vita utile del progetto). A partire dai dati e dalle informazioni disponibili già descritte per l'analisi dell'esposizione, sarà quindi necessario definire un grado di possibile accadimento dei fenomeni. Tale stima non è di facile elaborazione per tutti i fenomeni climatici. Per quanto riguarda le alluvioni si potrà fare ad esempio riferimento ai tempi di ritorno degli eventi di piena o degli allagamenti urbani ricavabili dall'attuale pianificazione, seppur considerando che esse sono stimate a partire da dati attuali senza considerare le previsioni e gli scenari di accadimento futuri, per la siccità considerando le occorrenze delle classi "moderatamente asciutto" e "severamente asciutto" dell'indice SPIx, ecc.

Per documentare l'analisi della probabilità sarà opportuno descrivere gli elementi informativi considerati. L'esito di questa fase di analisi è espresso in una possibile frequenza di accadimento di ciascun fenomeno climatico nel territorio di interesse e nel periodo di vita dell'infrastruttura (Classi: Quasi certa, Probabile, Moderata, Improbabile, Rara).

Verifica approfondita-Analisi della probabilità		
Obiettivo	Modalità	Esito
Esaminare il grado di probabilità che i pericoli climatici individuati si verifichino entro il tempo di vita del progetto Focus: scenari climatici e localizzazione dell'intervento	Approfondire la fase di analisi dell'esposizione valutando la probabilità di accadimento di un evento avverso, considerando i dati e le proiezioni relative al clima.	Livello di probabilità: - quasi certa - probabile - moderata - improbabile - rara

3.3.2 Analisi dell'impatto

L'analisi dell'impatto ha l'obiettivo di esaminare le conseguenze derivanti dal verificarsi del pericolo climatico in termini di gravità ed entità ed è direttamente correlata alle caratteristiche dell'intervento già analizzate nell'analisi di sensibilità. Le conseguenze possono essere valutate ad esempio in riferimento a diversi settori di rischio, come esemplificato nella seguente tabella. Inoltre, potrebbe essere utile valutare l'importanza dell'opera per la rete o il sistema in senso lato (ossia la sua cruciale strategicità) e se possano derivarne ulteriori impatti di più ampia portata ed effetti a cascata.

Tabella 4 - Indicazioni per la valutazione dell'impatto rispetto ai diversi settori di rischio (elaborazione da tab. 7 Orientamenti tecnici)

Settore di rischio	Entità dell'impatto			
	Insignificante	Lieve	Moderato	Grave - Catastrofico
Danni alle attività e al funzionamento	L'impatto può essere assorbito attraverso la normale attività	L'impatto può essere assorbito mediante azioni di continuità operativa	L'impatto determina la necessità di ulteriori interventi di emergenza per garantire la continuità operativa	L'impatto richiede interventi straordinari/di emergenza per garantire la continuità operativa
Sicurezza e salute	Piccoli incidenti	Lesioni lievi, cure mediche	Lesioni gravi o perdita del lavoro	Lesioni gravi o multiple, lesioni permanenti o disabilità
Ambiente	Nessun impatto. Non è necessario alcun recupero	Impatto sull'ambiente di riferimento, localizzato all'interno del perimetro del sito. Recupero misurabile entro breve tempo dall'impatto	Danno moderato con possibile effetto più ampio (locale). Recupero in un tempo medio.	Danno significativo con effetti locali. Recupero superiore a un anno. Mancato rispetto delle norme/autorizzazioni ambientali
Sociale	Nessun impatto sociale negativo	Impatti sociali localizzati temporanei	Impatti sociali localizzati a lungo termine	Mancata protezione dei gruppi poveri o vulnerabili. Impatti sociali a livello nazionale e a lungo termine
Finanziario	Costi irrilevanti	Costi assorbibili da normali costi di gestione	Costi che richiedono apposito incremento costi di gestione	Costi molto rilevanti assorbibili in più cicli di gestione
Reputazione	Impatto localizzato temporaneo sull'opinione pubblica	Impatto localizzato a breve termine sull'opinione pubblica	Impatto localizzato a lungo termine sull'opinione pubblica con copertura mediatica negativa a livello locale	Impatto nazionale a breve termine sull'opinione pubblica; copertura mediatica negativa a livello nazionale
Patrimonio culturale	Impatto insignificante	Impatto a breve termine. Possibile recupero o riparazione	Gravi danni con un impatto più ampio sul settore del turismo	Danni significativi con impatto a livello nazionale e internazionale

L'esito dell'analisi di questa fase sarà espresso in un livello di impatto per ciascun fenomeno climatico per ciascun elemento sensibile a quel fenomeno (Grave - Catastrofico, Moderato, Lieve, Insignificante), come illustrato nella tabella precedente.

Verifica approfondita-Analisi dell'impatto		
Obiettivo	Modalità	Esito
Esaminare le conseguenze derivanti dal verificarsi del fenomeno climatico in termini di gravità ed entità Focus: effetti subiti dallo specifico intervento in caso di evento	Approfondire la fase di analisi della sensibilità descrivendo le tipologie di impatto relativamente al progetto nel suo complesso, per quanto riguarda i diversi settori di rischio, ad esempio: - danni alle attività e funzionamento - sicurezza e salute - impatti ambientali - impatti sociali - danni economici - rischio per la reputazione - impatto sul patrimonio culturale	Livello di impatto: - catastrofico - grave - moderato - lieve - insignificante

3.3.3 Valutazione dei rischi

A partire dagli esiti dell'analisi dell'impatto e dell'analisi della probabilità si può pervenire alla valutazione dei rischi, volta a fornire una valutazione globale del progetto per individuare i potenziali rischi più significativi e quelli per cui si rende necessaria l'adozione di misure di adattamento.

Un possibile supporto per la valutazione dei rischi per ciascun fenomeno climatico è rappresentato nella seguente tabella. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno medio, si prosegue con l'identificazione di

misure di adattamento. Si fa notare che le misure di adattamento possono essere eventualmente individuate anche in presenza di rischio basso.

Tabella 5 - Schema per la valutazione del rischio, a partire dal livello di probabilità e di impatto, per ciascun fenomeno climatico

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità				
		Quasi certa	Probabile	Moderata	Improbabile	Rara
Livello di impatto	Catastrofico					
	Grave					
	Moderato					
	Lieve					
Insignificante						

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

Nel caso in cui il rischio sia basso, la verifica di resilienza non prosegue con lo step successivo; è dunque necessario sintetizzare nella Relazione di verifica gli esiti dei passaggi e delle valutazioni condotte in questa fase. In caso contrario si procede con l'individuazione delle misure di adattamento.

Verifica approfondita-Valutazione dei rischi		
Obiettivo	Modalità	Esito
<p>Individuare i potenziali rischi più significativi per l'intervento per i quali si rende necessaria l'adozione di misure di adattamento</p> <p>Focus: probabilità che avvenga un evento pericoloso e valutazione degli impatti associati</p>	<p>Incrocio tra Livello di probabilità e livello di impatto</p>	<p>Analisi di vulnerabilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rischio estremo - Rischio alto - Rischio medio <p style="text-align: right;">} È necessario individuare misure di adattamento</p> <p style="text-align: right;">- Rischio basso → Termine della verifica di resilienza climatica. È necessario compilare la Relazione di verifica climatica</p>

3.4 Misure di adattamento

Se l'intervento presenta rischi climatici significativi (livello di rischio medio o superiore), questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile; le misure di adattamento possono essere comunque eventualmente individuate anche in presenza di rischio basso, in coerenza con gli elementi emersi dalla valutazione.

A partire dalle analisi descritte per le fasi precedenti, sarà opportuno individuare misure di adattamento che vadano ad incidere sulla riduzione del rischio, inserendo quindi opportune configurazioni o accorgimenti progettuali finalizzati a tale obiettivo. Tali misure possono essere di tipo strutturale ma anche non strutturale.

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,

- attività di formazione del personale e di trasferimento delle competenze,
- soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici.

Inoltre, nel caso delle SUS, che prevedono un insieme di interventi in un territorio limitato, si ritiene **che le misure di adattamento possano essere definite anche in relazione all'insieme degli interventi attivati, tenendo conto delle interazioni tra gli stessi**. Tale possibilità va motivata adeguatamente nella Relazione di verifica climatica. A titolo di esemplificazione si faccia riferimento alla realizzazione di opere a verde che incidono sull'ombreggiamento di un edificio mitigandone l'effetto isola di calore, oppure alla realizzazione di una vasca di raccolta acque meteoriche a cui afferiscono un edificio e una piazza, che può per altro essere utile a mitigare gli effetti siccitosi sul verde, ecc..

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).

Frequentemente, alcune indicazioni o prescrizioni sono già previste dalla normativa (es. Criteri Ambientali Minimi GPP 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).

Le scelte e le soluzioni individuate dovranno essere adeguatamente argomentate e motivate nella Relazione di verifica climatica.

Misure di adattamento		
Obiettivo	Modalità	Esito
Se l'intervento presenta rischi climatici significativi, questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile	Individuare le tipologie di accorgimenti più pertinenti per l'intervento. Essi possono essere di tipo strutturale (legati alla fase di progettazione) o non strutturale (legate alla fase di gestione). Sono disponibili diverse fonti e cataloghi di buone pratiche. Alcune misure di adattamento possono essere già prescritte o suggerite dagli strumenti di pianificazione e regolamentazione vigenti nell'area di interesse.	Individuazione di opportune misure di adattamento, da descrivere nella Relazione di verifica climatica

4 Indicazioni operative per la Relazione estesa di verifica climatica

In questo capitolo sono contenute indicazioni per sviluppare la verifica climatica per i principali fenomeni climatici. Sono contenute anche indicazioni per l'elaborazione di una "Relazione di verifica climatica estesa" che, unitamente alla Relazione di sintesi di cui al Cap. 5, costituirà la documentazione a supporto della verifica.

4.1 Forti precipitazioni e allagamenti di origine pluviale e fluviale

4.1.1 Screening

STEP 1 – Analisi dell'esposizione

Le alluvioni possono derivare da esondazioni fluviali, legate ai corsi d'acqua eventualmente presenti e derivanti dalle piogge sul bacino oppure essere connesse a fenomeni locali di pioggia intensa, cui non corrisponde un adeguato drenaggio delle acque meteoriche, che si accumulano anche favorite dalla presenza di avvallamenti o depressioni. È quindi possibile distinguere le **alluvioni fluviali** e quelle **pluviali**.

La valutazione dell'esposizione alle alluvioni **pluviali** potrà basarsi su diversi elementi informativi di seguito richiamati:

- Lo **Studio comunale di gestione del rischio idraulico**, laddove previsto dalla normativa e disponibile⁷ ha il compito di delimitare le aree soggette ad allagamento per effetto della conformazione del territorio e /o per insufficienza fognaria analizzando eventi meteorici con tempo di ritorno (TR)⁸ di 10, 50 e 100 anni. In assenza di tale studio, se disponibile, si può consultare il **Documento semplificato del rischio idraulico comunale**⁹, sebbene non si tratti di un documento esaustivo, che va integrato con valutazioni empiriche;
- È importante accompagnare la perimetrazione delle aree allagabili con una **valutazione empirica**, sulla base della conoscenza del territorio, delle criticità presenti, cioè se le aree interessate dagli interventi o le aree limitrofe siano soggette ad allagamenti dovuti, ad esempio, a una rete fognaria insufficiente.
- Gli indicatori ARPA che possono essere correlati a questo fenomeno, ancorché in modo qualitativo, sono rappresentati da **R20** e **RX1day**¹⁰ (**Vedi Allegato e Appendice per i dati relativi ai singoli Comuni**) che forniscono un valore previsionale dei fenomeni di pioggia intensi, sia in termini di numero di giorni con precipitazioni intense che in termini di intensità massima di pioggia nelle 24 ore, espressa in mm.
- Infine, una ulteriore fonte informativa è rappresentata da eventuali altri strumenti specifici disponibili per il Comune (ad esempio Strategie comunali di transizione climatica, PAESC, studi, approfondimenti, ecc.), che possono contenere informazioni puntuali su questo rischio.

In linea generale, nel caso in cui gli scenari ARPA mostrino un incremento dell'intensità e frequenza dei fenomeni di precipitazione intensa, appare incrementato, nel futuro, il grado di esposizione potenziale ad alluvione pluviale, soprattutto nei casi in cui il territorio sia caratterizzato da una elevata impermeabilizzazione. Pertanto, qualora non siano disponibili dati puntuali per il rischio di allagamenti pluviali (Documento comunale di rischio idraulico approvato), si suggerisce di adottare un **approccio cautelativo**

⁷ art. 14 del R.R. n. 7/2017

⁸ Il tempo di ritorno è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

⁹ L.R. n. 4 del 15.03.2016 e R.R. n. 7 del 23.11.2017

¹⁰ R20: Numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm. RX1DAY: Media annuale dei massimi giornalieri di precipitazione

(esposizione media), soprattutto nel caso in cui il Comune sia localizzato in **area ad alta o media criticità idraulica** (come definita dal RR n. 7/2017).

Per il pericolo climatico legato alle **alluvioni fluviali**, in considerazione dell'attuale assenza, per il bacino del Po, di modellazioni idrauliche di piena che tengano conto degli scenari di pioggia futuri, si considerano come indicatore proxy dell'esposizione le aree allagabili con diversi tempi di ritorno¹¹ definite dal PAI e dal PGRA. Il limite principale di questo indicatore è che non tiene conto di scenari di pioggia futuri. Per ovviare parzialmente a questa problematica si è scelto, in via cautelativa, di considerare le **aree allagabili per tutti i tempi di ritorno** (inclusa la piana catastofica con TR 500 anni) al fine di identificare l'esposizione al rischio di alluvione¹² (**si veda l'Allegato**).

Le aree allagabili e le fasce PAI sono incluse nella **Relazione per la componente geologica del PGT** e, se del caso, determinano una serie di limitazioni alla fattibilità, prescrizioni e indicazioni da rispettare nella progettazione (si veda il paragrafo 4.1.3 "Misure di adattamento").

Come ulteriore fonte informativa, possono eventualmente essere analizzati anche gli scenari delle **portate nel bacino di interesse** (Fonte: Copernicus¹³) che, sebbene non siano immediatamente correlabili con la perimetrazione delle aree allagabili, possono fornire un dato qualitativo di variazione da considerare nella valutazione complessiva.

Di seguito si fornisce una proposta di classificazione dell'esposizione al pericolo di allagamento.

Tabella 6 - Proposta di classificazione dell'esposizione dell'intervento al pericolo di allagamento da inondazione fluviale e pluviale a partire dalle perimetrazioni PAI_PGRA e dallo Studio comunale di gestione del rischio idraulico

Livello di esposizione	Inondazione fluviale (carte PAI-PGRA)	Inondazione pluviale (simulazioni implementate nello Studio comunale di gestione del rischio idraulico)
Nulla	Non è in area allagabile	non è esposto ad allagamenti dovuti a insufficienza della rete drenaggio/fognaria
Basso	è esposto solo ad alluvioni rare e piene catastofiche (Pericolosità P1 PGRA, Fascia C PAI)	è esposto ad allagamenti solo per scenari di piogge rare (TR 500)
Medio	è esposto ad alluvioni poco frequenti, considerando solo l'ambito del reticolo idrografico principale (RP) (Pericolosità P2 PGRA, Fascia B PAI)	è esposto ad allagamenti per scenari di piogge poco frequenti (TR 100)
Alto	è esposto ad alluvioni del reticolo secondario (Pericolosità P2 e P3 ambito Reticolo Secondario di Pianura e Reticolo Secondario Collinare Montano) e alluvioni frequenti del reticolo principale (Pericolosità P3 PGRA, Fascia A PAI)	è esposto ad allagamenti per scenari di piogge frequenti (TR 10, 50)

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una stima qualitativa del livello di esposizione alle alluvioni pluviali e fluviali (alto, medio, basso) del luogo di intervento, tenendo conto di tutti gli elementi descritti in questo paragrafo. La stima va argomentata e motivata. Può essere utilizzata una tabella di questo tipo:

¹¹ 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 catastofica 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.

¹² Ove presenti, sono state analizzate anche le perimetrazioni delle aree interessate dalle "future floods", come identificate dal PGRA (Si veda l'Allegato), che tuttavia coincidono con le Aree a pericolosità P1 del PGRA.

¹³ <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-hydrology-climate-explorer?tab=app>

Fenomeno	Livello di esposizione (alto, medio, basso, nullo)	Motivazione (es. ricade/non ricade in aree PAI / PGR o in area allagabile con TR secondo lo Studio di rischio idraulico, è in una zona di criticità per fognature in pressione nel caso di eventi intensi, ecc.)	Classe di fattibilità geologica PGT
Alluvioni pluviali			
Alluvioni fluviali			

Se possibile si suggerisce di realizzare e allegare cartografie che mostrino la localizzazione dell'intervento rispetto alle zonizzazioni sopra elencate (Studio comunale di gestione del rischio idraulico, PGR, PAI, ...).

Esempio – analisi di esposizione per il Comune di Rho

Alluvioni pluviali

Lo Studio comunale di gestione del rischio idraulico e il Documento semplificato del rischio idraulico comunale, sono previsti dalla L.R. n. 4 del 15.03.2016 e R.R. n. 7 del 23.11.2017 per i comuni ricadenti in area a criticità Alta, quali Rho. Il Comune di Rho ha approvato il primo del 2021 e il secondo nel 2020 recependoli nel proprio PGT.

Lo Studio contiene una modellazione di dettaglio della rete di drenaggio e della rete fognaria per definire le condizioni di rischio idraulico cui è soggetto il territorio del Comune di Rho, in relazione al comportamento rispetto agli eventi meteorici intensi e alla presenza dei corsi d'acqua Olona, Lura e Bozzente. Sono stati considerati gli scenari relativi allo stato attuale con alveo pulito e alveo con presenza dei sedimenti rilevati; eventi meteorici relativi a T = 10, 50, 100 e 500 anni.

Di seguito si riporta un esempio di cartografia che mostra le aree di allagamento frequente per possibili esondazioni del Lura e del Bozzente e alcune situazioni di particolare attenzione non direttamente connesse ad esondazioni fluviali ma ad allagamenti urbani. Le aree interessate da interventi SUS ricadono in aree allagabili per tutti i tempi di ritorno considerati.

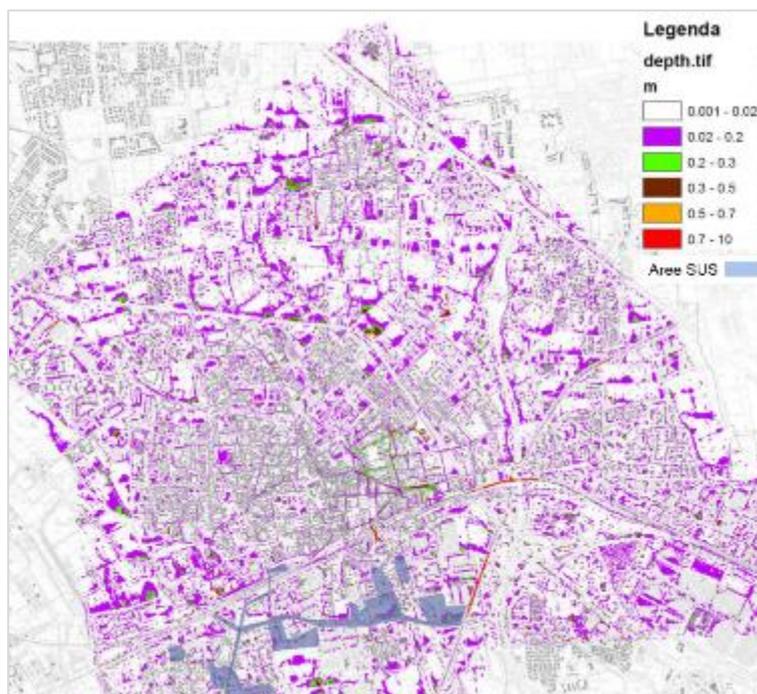


Figura 4 - Campo di altezze d'acqua - scenario T=10 anni (Studio comunale di gestione del rischio idraulico). In blu trasparente l'area interessata dagli interventi SUS

Alluvioni fluviali

La situazione di pericolosità idraulica del territorio di Rho è fortemente condizionata dalla presenza dei corsi d'acqua Olona, Torrente Lura, Torrente Bozzente e Canale Scolmatore di Nord-Ovest (CSNO) a causa dei quali l'area comunale

risulta interessata da aree allagabili. In Figura 5 viene mostrato che gli interventi previsti nel Comune di Rho ricadono all'interno di aree allagabili (alluvioni rare e poco frequenti) secondo il PGRA.

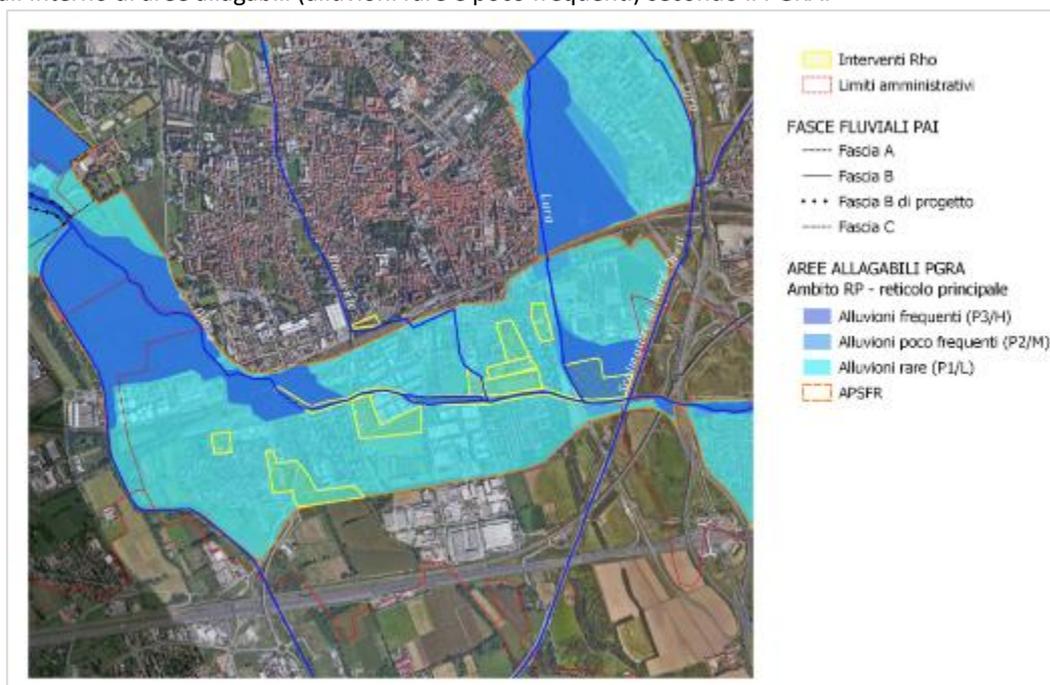


Figura 5 - Localizzazione degli interventi della SUS del Comune di Rho rispetto alla perimetrazione delle fasce fluviali Pai e delle aree allagabili del PGRA

La piattaforma Copernicus¹⁴ analizza e restituisce previsioni per alcune variabili climatiche e idrologiche per i bacini fluviali europei basate su un ensemble di modelli climatici (EURO-CORDEX) e su modelli idrologici. Attraverso una mappa interattiva il sistema può essere interrogato variando gli indicatori scelti, i modelli climatici e idrologici utilizzati, il periodo di riferimento, lo scenario emissivo (RCP).

Fra gli indicatori che possono essere presi in esame al fine di valutare le variazioni delle portate nei bacini, vi è “*Flood recurrence*”, definito come il valore della portata fluviale massima annuale per tempi di ritorno di 2-5-10-50 anni. I dati sono forniti come valori della portata fluviale massima annuale giornaliera con tempi di ritorno pari a 2, 5, 10 e 50 anni, stimata utilizzando una distribuzione Gumbel. Per i periodi futuri, l'indicatore è fornito come variazione relativa rispetto al periodo di riferimento (1971-2000).

Un esempio di estrazione del valore dell'indicatore “*Flood recurrence*” è stato effettuato per il bacino idrografico in cui localizzato il Comune di Rho. La figura seguente mostra la schermata di visualizzazione dell'indicatore dall'applicazione, mentre in tabella è riportato il valore mediano della variazione dell'indicatore rispetto al periodo di riferimento.

I dati evidenziano un trend positivo delle portate di piena sia per eventi con tempo di ritorno di 10 anni che di 50 anni, sebbene siano caratterizzati da un notevole grado di incertezza, che suggerisce una generale cautela nell'utilizzo del dato. La variazione risulta più marcata nei primi due trentenni per lo scenario RCP 4.5¹⁵ e successivamente per l'RCP 8.5¹⁴.

¹⁴ <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-hydrology-climate-explorer?tab=app>

¹⁵ RCP8.5 (“Business-as-usual”): questo scenario considera una crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂eq triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). Lo scenario RCP 8.5 risulta caratterizzato dal verificarsi di un consumo intensivo di combustibili fossili e dalla mancata adozione di qualsiasi politica di mitigazione, con un conseguente innalzamento della temperatura globale pari a +4-5°C rispetto ai livelli preindustriali atteso per la fine del secolo. (PNACC)

RCP4.5 (“Forte mitigazione”): questo scenario assume la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. È considerato uno scenario di stabilizzazione: entro il 2070 le concentrazioni di CO₂eq previste sono al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e la concentrazione

Nonostante non si riesca a tradurre tale informazione in una variazione “cartografabile” delle aree allagabili, questi dati forniscono un’indicazione di tipo qualitativo che può essere considerata unitamente alle altre informazioni descritte in precedenza.

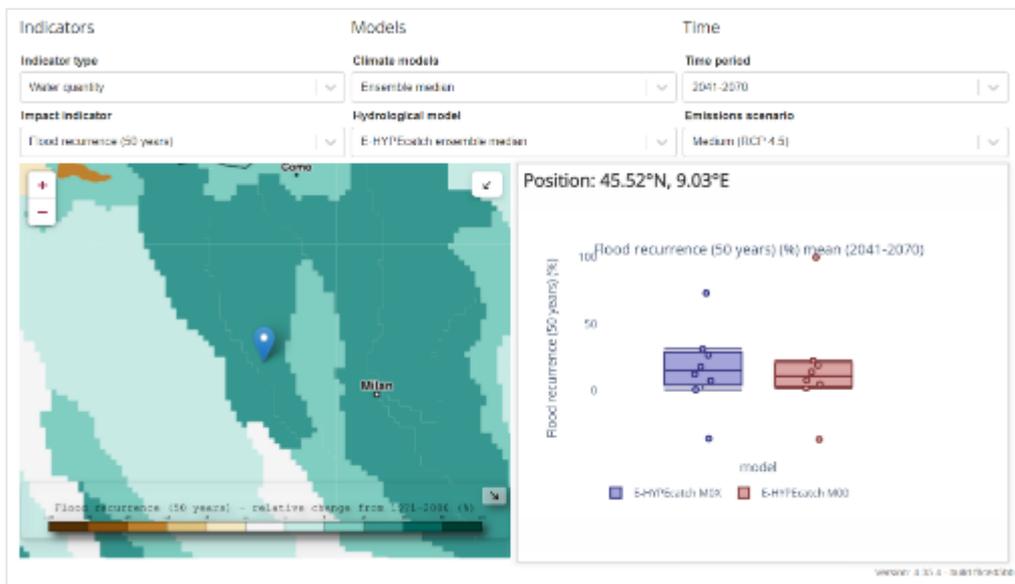


Figura 6 - Visualizzazione dell’indicatore climatico Flood recurrence a 50 anni nella piattaforma del sito Copernicus per il periodo 2041-2070 nello scenario di emissione RCP 4.5. Il segnaposto indica il bacino in cui è situato il Comune di Rho

Tabella 7 - Variazione dell’indicatore Flood recurrence a 10 e 50 anni negli scenari climatici rispetto al periodo di riferimento (1971-2000) rappresentato nell’applicazione Copernicus per il bacino in cui è compreso il Comune di Rho. Parametri di riferimento per i valori riportati: (i) modello climatico: Ensemble median; (ii) modello idrologico: E-HYPEcatch ensemble median - E-HYPEcatch MOX

Flood recurrence	Valore storico 1971-2000	Variazione in %					
		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
10 anni	105,6 m³/s	+11,5%	+3,15%	+13,6%	+8,4%	+19,3%	+38,7%
50 anni	148,2 m³/s	+17,6%	+5,2%	+15,1%	+7,1%	+20,5%	+39,1%

STEP 2 – Analisi della sensibilità

Per le tre tipologie di progetto finanziate dalla SUS, la valutazione della sensibilità dovrà tenere conto della tipologia di progetto e delle relative caratteristiche.

Possono essere considerati i seguenti elementi minimi, da integrare a cura del progettista/proponente con eventuali specifiche progettuali:

Tabella 8 - Esempi di elementi sensibili alle alluvioni fluviali e pluviali per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS

Tipologia di intervento	Elementi sensibili
Edifici	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspetti strutturali: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Piano seminterrato e piano terra (verificare la presenza di beni e strumentazioni e, se disponibile, le funzioni collocate) ✓ Impianto elettrico ✓ Fondazioni ✓ Vie di accesso ▪ Tipologia di utenti, in particolare se categorie fragili (es. ospedali, RSA, ...)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Condizioni di esercizio e tempi di permanenza degli utenti (utilizzo diurno/notturno, tempo breve/prolungato, ...) ▪ ...
Spazi aperti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspetti strutturali: presenza di elementi mobili (arredo urbano) ▪ Disagi / Riduzione dell'accessibilità /fruibilità per gli utenti ▪ ...
Aree verdi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presenza di essenze che soffrono la presenza di troppa umidità ▪ Aspetti strutturali: presenza di elementi mobili (arredo urbano) ▪ Disagi / Riduzione dell'accessibilità /fruibilità per gli utenti ▪ ...

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Ai fini della valutazione della sensibilità rispetto al rischio di alluvioni, si chiede di fornire una descrizione qualitativa degli elementi sensibili del progetto, prendendo a riferimento la tabella precedente e integrando ulteriori elementi, ove opportuno. A partire dagli elementi noti, fornire una stima qualitativa del livello di sensibilità al rischio di alluvioni (alto, medio, basso), argomentando la scelta.

STEP 3 – Analisi di vulnerabilità

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2, si ottiene il livello di Vulnerabilità dell'intervento rispetto all'alluvione pluviale e fluviale, incrociando il livello di Esposizione con il livello di Sensibilità dell'opera.

Si chiede di indicare, utilizzando a supporto la seguente matrice, il livello di Vulnerabilità ottenuto.

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

1. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia almeno medio, si prosegue con la verifica approfondita (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.1.2 Verifica approfondita

STEP 1 - Analisi della probabilità

A partire dalla stima qualitativa eseguita per lo STEP 1 della fase di screening, è possibile determinare la probabilità di accadimento di allagamento per i diversi gradi di intensità nel periodo di vita utile dell'opera.

In particolare, per il fenomeno degli allagamenti, tale valutazione è inclusa nel concetto di "Tempo di ritorno", per cui, ove siano presenti i citati Piani/Studi, questa informazione è verosimilmente già stata presa in esame nella valutazione dell'esposizione. La tabella seguente contiene una proposta di correlazione fra la probabilità e il tempo di ritorno dei fenomeni alluvionali rispetto alla vita utile delle opere, qui ipotizzate in almeno 50 anni.

Tabella 9 - Proposta di classificazione del livello di probabilità di accadimento di un allagamento da inondazione fluviale e pluviale in base ai diversi tempi di ritorno

Livello di probabilità	Tempi di ritorno
Quasi certa	TR 10
Probabile	TR 50
Moderata	TR 100
Improbabile	TR 200 – 500
Rara	

Qualora non siano disponibili dati quantificati in relazione alla probabilità di alluvione, una valutazione qualitativa potrà essere effettuata considerando, ad esempio, le **valutazioni empiriche** relative a fenomeni recenti (allagamenti registrati negli ultimi anni in occasione di piogge intense, situazioni critiche di ricettività della fognatura, ecc.) e tenendo presenti, in via qualitativa, che si assiste all'incremento di frequenza e intensità dei fenomeni piovosi intensi cui può essere correlata una maggiore probabilità di alluvioni pluviali. Inoltre, se gli scenari di ARPA prevedono un incremento significativo della frequenza di eventi, è opportuno assumere il livello di probabilità relativo al tempo di ritorno superiore rispetto a quello indicato negli strumenti di pianificazione per l'area oggetto di verifica.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Qualora non si già stato esplicitato nello step 1 "analisi dell'esposizione", se l'informazione è disponibile nei Piani/Programmi/Studi, citati, si chiede di evidenziare il tempo di ritorno dei fenomeni di allagamento a cui sono soggetti gli interventi, evidenziando, se disponibili, anche i valori di altezza dell'acqua per i diversi eventi. Se le informazioni relative alla probabilità sono già state analizzate nello step 1, si può rimandare a tale analisi.

In presenza di informazioni quantitative, la probabilità può essere rappresentata secondo questo schema:

Fenomeno	Tempo di ritorno (10, 50, 100, 200, 500 anni)	Altezza acqua (se disponibile, es. 0,2-2 m, ...)	Probabilità (quasi certa, probabile, moderata, improbabile, rara)
Alluvione fluviale			
Alluvione pluviale			

In presenza di informazioni qualitative si chiede di argomentare la valutazione.

STEP 2 – Analisi dell'impatto

A partire dallo STEP 2 della fase di screening (sensibilità), questo passaggio della valutazione è finalizzato a dettagliare e se possibile quantificare gli impatti attesi da un evento di alluvione, in relazione ai già citati elementi di sensibilità, cioè alle caratteristiche dell'opera oggetto di intervento, alla sua destinazione d'uso, ai beni che vi saranno collocati e agli utenti della stessa.

La tabella seguente riporta un elenco indicativo di potenziali impatti per tipologia di intervento, articolandoli secondo i settori di impatto indicati negli Orientamenti tecnici.

Tabella 10 - Esempi di potenziali impatti dovuti alle alluvioni fluviali e pluviali per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS e per i diversi settori di rischio

Settori di rischio	Potenziali impatti per tipologia di intervento	
	Edifici	Aree verdi e Spazi aperti
Danni alle attività / funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni strutturali sugli edifici (fondazioni) e danni ai seminterrati / piani terra (es. struttura, arredi, strumentazioni, ecc.). ▪ Chiusura dell'edificio o di parti di esso (in relazione agli eventuali danni strutturali) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni a elementi mobili (arredo urbano) ▪ Danni a vegetazione (sradicamento o asfissia)

Settori di rischio	Potenziali impatti per tipologia di intervento	
	Edifici	Aree verdi e Spazi aperti
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mancanza di elettricità (problema in particolare per edifici strategici) ▪ Interruzione delle vie di accesso 	
Sicurezza e salute	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicurezza degli utenti, specie se fragili (anziani, persone con ridotta mobilità, ...) ▪ Si considerano sia impatti diretti dell'allagamento che indiretti (es. corto circuito che non permette di azionare montascala, difficoltà di evacuazione per soggetti con difficoltà motoria nel caso di guasti elettrici e superfici scivolose ...) 	
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eventuali inquinamenti dovuti a trasporto di sostanze nelle acque 	
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mancata erogazione dei servizi ▪ Riduzione dell'accessibilità / fruibilità per gli utenti (se edificio con funzione sociale) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ridotta accessibilità/fruizione delle aree, se allagate (funzione ricreativa, ..)
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse necessarie per ripristinare i danni (ripristino degli ambienti, dovuto ad imbiancatura, rifacimento impianti elettrici, pulizia, ..) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse necessarie per ripristinare i danni (ripristino e pulizia, ..)
Reputazione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opinione pubblica negativa nel caso di danneggiamento di edificio pubblico, cofinanziato dal FESR 	
Patrimonio culturale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'edificio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'area
Altro

Ai fini di attribuire un giudizio circa l'entità dell'impatto, è importante considerare, se disponibili, le informazioni circa l'intensità dei fenomeni alluvionali considerati (es. altezze d'acqua e velocità previste o valutazioni empiriche al riguardo).

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una descrizione degli impatti previsti e della loro entità, per le tipologie di eventi considerate nell'analisi di esposizione e di probabilità. Per la definizione dell'entità dell'impatto si può fare riferimento al Paragrafo 3.3.2. Può essere seguito il seguente schema:

Settore di rischio	Impatto (inserire breve descrizione contestualizzata sul progetto)	Entità (insignificante, lieve, moderato, grave-catastrofico)	Evento di riferimento * (alluvione fluviale/pluviale con TR)
Danni alle attività funzionamento			
Sicurezza e salute			
Ambiente			
Sociale			
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)			
Reputazione			
Culturale Patrimonio e luoghi di cultura			
Altro			

* la tabella può essere replicata per i diversi eventi alluvionali cui è eventualmente esposto un intervento (ad esempio, potrebbe trovarsi in area allagabile PAI e in area soggetta ad alluvione pluviale)

STEP 3 - Valutazione dei rischi

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2 della verifica approfondita, si chiede di individuare il livello di rischio utilizzando a supporto la seguente matrice Probabilità / Impatto.

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità				
		Quasi certa	Probabile	Moderata	Improbabile	Rara
Livello di impatto	Catastrofico					
	Grave					
	Moderato					
	Lieve					
	Insignificante					

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

1. Nel caso in cui il livello di rischio ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno medio, si prosegue con l'individuazione delle misure di adattamento (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.1.3 Misure di adattamento

In coerenza con le valutazioni sopra riportate, e in particolare nel caso in cui il rischio sia stato valutato come medio-alto, è necessario individuare e descrivere gli opportuni interventi e soluzioni atte a ridurre il rischio a un livello accettabile (cfr. Orientamenti tecnici). Tali accorgimenti possono essere di natura strutturale o non strutturale, come descritto nel Capitolo 3.4.

Per le alluvioni di origine fluviale o pluviale, alcune misure di adattamento sono già previste come obbligatorie o auspicabili dagli strumenti pianificatori/regolatori vigenti nell'ambito di intervento.

In particolare, per le **alluvioni fluviali** i principali riferimenti sono:

- a scala di bacino distrettuale del fiume Po, il **Piano di Assetto Idrogeologico (PAI, 2001** e successive varianti) e in particolare la Variante normativa del 2016, che demanda alle Regioni l'emanazione di disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico coordinate con quelle assunte in materia di protezione civile dando degli indirizzi di coerenza rispetto alle norme vigenti e il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA, 2021)** (si veda l'Allegato 1 per un approfondimento);
- a livello regionale:
 - la **d.g.r. 2616/2011 - Criteri per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica dei Piani di Governo del Territorio (PGT)**, che individua¹⁶ alcuni accorgimenti che dovranno essere presi in considerazione per la mitigazione del rischio e che prevede di indicare, nelle norme dei Piani di Governo del Territorio, le prescrizioni finalizzate a garantire la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale;
 - la **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**, che integra gli accorgimenti edilizi di mitigazione del rischio¹⁷ e suggerisce alle Amministrazioni di utilizzare come riferimento per l'individuazione delle misure di riduzione della vulnerabilità, il documento

¹⁶ Allegato 4 - Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione", paragrafo 3.5

¹⁷ sotto-paragrafo 3.5.3. *Disposizioni inerenti gli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio,*

Edifici in aree a rischio di alluvione come ridurne la vulnerabilità, redatto a cura dell'Autorità di bacino del Fiume Po e dell'Università degli Studi di Pavia (febbraio 2009)¹⁸.

Per le **alluvioni pluviali**, il principale riferimento è rappresentato dal **Regolamento Regionale n. 7/2017 sull'Invarianza idraulica ed idrologica**, attualmente in fase di revisione, il quale prevede che per determinate categorie di opere siano adottate misure di invarianza idraulica e idrologica, da dimensionare secondo le metodologie fornite dal Regolamento stesso. Anche per le tipologie di intervento che non ricadono nel campo di applicazione della norma (es. ristrutturazioni edilizie) auspica l'applicazione di misure di invarianza idraulica, al fine di incrementare la resilienza del sistema urbano rispetto i fenomeni alluvionali determinati da precipitazione intensa (Allegato A del R.R.). Tale raccomandazione appare particolarmente rilevante per i Comuni ricadenti in aree ad alta e media criticità idraulica ai sensi del medesimo Regolamento. **L'Allegato L - Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano** del R.R. n. 7/2017 fornisce inoltre **esempi e buone pratiche per progetti di invarianza idraulica**, che possono essere presi a riferimento nell'individuazione delle soluzioni progettuali.

A livello comunale, il **Piano di Governo del Territorio (PGT)** e, in particolare, la già richiamata **Componente geologica, idrogeologica e sismica** è lo strumento che definisce le prescrizioni progettuali da adottare in relazione al rischio di alluvione e in particolare:

- recepisce e declina la normativa e pianificazione sovraordinata, definisce le **classi di fattibilità geologica**¹⁹ anche in riferimento alla pericolosità idraulica, integrando il quadro conoscitivo derivante dal PGRA con il quadro conoscitivo dello strumento comunale vigente e introduce per tali aree **prescrizioni specifiche**, che devono essere recepite nelle norme tecniche di piano;
- recepisce le proposte derivanti dallo **Studio comunale di gestione del rischio idraulico** (per i Comuni in area ad alta o media criticità idraulica ai sensi del R.R. n 7/2017) o dal **Documento semplificato del rischio idraulico comunale**.

Come ulteriore riferimento normativo, si richiamano infine i **CAM Edilizia**²⁰, la cui applicazione è obbligatoria negli appalti pubblici, i quali, per l'affidamento dei servizi di progettazione di interventi edilizi prevedono criteri e obblighi correlati ai fenomeni delle alluvioni pluviali e fluviali, in relazione alla permeabilità della superficie territoriale e alla riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo.

Al netto delle misure eventualmente già previste dal PGT per l'area in cui ricade il progetto, di seguito si riporta un elenco indicativo di **misure di adattamento strutturali** organizzate per tipologia di intervento SUS e accompagnate dai relativi riferimenti bibliografici²¹.

Le soluzioni possono riguardare il singolo intervento oppure mettere a sistema uno o più interventi ricompresi nella Strategia. Laddove possibile, le misure di mitigazione del rischio dovrebbero prediligere le "soluzioni basate sulla natura" (Nature-based solutions -NBSs).

¹⁸ Capitolo 4. *Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio*,

¹⁹ Secondo la DGR 2616/2011, Allegato 4, le classi con le maggiori limitazioni sono: classe 4 - incompatibile con qualunque tipo di urbanizzazione, in esse dovranno essere escluse nuove edificazioni; classe 3 - compatibile con l'urbanizzazione a seguito della realizzazione di opere di mitigazione del rischio o mediante accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili

²⁰ 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

²¹ Le tabelle sono state compilate sulla base delle misure individuate nei documenti specificati nelle tabelle stesse e sulla base un lavoro di sistematizzazione delle misure, in relazione alla tipologia di pericolo climatico, realizzato dal progetto ClimaMI - Climatologia per le attività professionali e l'adattamento ai cambiamenti climatici urbani nel milanese Linee Guida ClimaMI (V. 3.0 - Febbraio 2022) <https://www.progettoclimami.it/linee-guida> di 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, con il contributo di Fondazione Cariplo.

In questa raccolta non sono distinte le misure riferite le alluvioni fluviali e pluviali, sebbene in taluni casi sia evidente il riferimento ad un fenomeno specifico.

Tabella 11 - Esempi di misure di adattamento alle inondazioni fluviali e pluviali per gli edifici (elaborazione dalle fonti citate in nota²²)

Possibili misure di adattamento per gli edifici	Fonte (vedi nota a piè di pagina)					
	A	B	C	D	E	F
Struttura/forma/fondazioni						
Superfici abitabili e aree sede degli impianti tecnologici ed eventuali depositi localizzate in posizione sopraelevata rispetto al livello della piena di riferimento/Strutture sopraelevate [solo nuovi edifici]	x				x	
Predilezione per edifici a pianta quadrata poiché più resistenti alle inondazioni [solo nuovi edifici]	x					
Ingressi disposti in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente					x	
Uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori					x	
Fabbricati disposti così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità [solo nuovi edifici]					x	
Fabbricati disposti in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale [solo nuovi edifici]					x	
Sistemi di "wet floodproofing" destinando gli spazi seminterrati all'allagamento temporaneo (aperture per l'ingresso delle acque alluvionali, sistemi di drenaggio interno e pompaggio, etc.)	x					
Fondazioni galleggianti e montanti verticali (per le pianure alluvionali) [solo nuovi edifici]	x					
Opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione	x				x	
Opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali					x	
Fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento di suoli coesivi [solo nuovi edifici]					x	
Zone cuscinetto intorno all'edificio per ridurre la pressione idrostatica	x					
Tecnologie costruttive e materiali che permettano di resistere alle pressioni idrodinamiche					x	
Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo					x	
Involucro (copertura / pareti / finestre e aperture)						
Tetti blu (piatto)	x					
Tetti blu-verdi (tetti verdi intensivi con meccanismi di accumulo idrico; piatti)	x		x			
Tetti verdi intensivi (piatti) ed estensivi (eventualmente con pannelli solari)	x	x	x	x		
Facciate verdi	x	x		x		

²² Fonti:

- A. European Commission, Directorate-General for Climate Action, EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance, Publications Office of the European Union, 2023
<https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>
- B. 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/>
- C. Progetto CARIPOLO "Verso paesaggi del lavorare e dell'abitare a prova di clima" (Capofila: Città Metropolitana di Milano) Abaco delle azioni di adattamento. Le schede
https://www.cittametropolitana.mi.it/Territori_resilienti/adattamento/azioniadattamento.html
- D. Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 - Allegato L - Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano
- E. D.G.R. IX/2616/2011 - Criteri per la redazione della componente geologica - Allegato 4 - Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione
- F. D.g.r. X/6738/2017 - Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza

Possibili misure di adattamento per gli edifici	Fonte (vedi nota a piè di pagina)					
	A	B	C	D	E	F
Barriere antialluvioni permanenti (barriere automatiche, pareti anti-alluvione, barriere retrattili, dossi, etc.) in corrispondenza di rampe di accesso e di aperture	x					x
Barriere temporanee contro le inondazioni (protezioni anti-allagamento, sacchi di sabbia, barriere mobili e gonfiabili)	x					
Materiali						
Materiali resistenti all'acqua e impermeabilizzanti per pareti perimetrali, pavimenti e solette	x				x	x
Isolamento resistente all'acqua (polistirene espanso – EPS – e polistirene estruso – XPS)	x					
Impianti						
Impianti e servizi elettrici e meccanici al di sopra del livello di piena	x				x	
Impianto elettrico del piano interrato o seminterrato separato da quello dei piani superiori, così da assicurare il funzionamento degli impianti nella parte non allagata e condizioni di sicurezza rispetto al rischio di folgorazione nelle parti allagate	x					x
Valvole anti-ritorno per WC e lavandini; pompe per fognature	x					
Separazione della rete di smaltimento delle acque piovane da quella delle acque reflue dell'edificio	x					
Rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dimensionata per proiezioni future di deflusso	x					
Sustainable urban drainage systems (SUDs)						
Opere di laminazione con funzione di DETENZIONE: i deflussi sono trattenuti solo temporaneamente e rilasciati nel corso dell'evento meteorico (permeabili o impermeabilizzati; vegetati a prato o anche con altre specie; pavimentati, es. le <i>watersquare</i>)		x		x		
Opere di laminazione con funzione di RITENZIONE: i deflussi sono trattenuti a lungo e non vengono rilasciati nel corso dell'evento meteorico, ma smaltiti mediante infiltrazione, evaporazione o riuso (es. aree di bioritenzione vegetate e <i>raingarden</i>)	x	x	x	x		
Strutture sotterranee di laminazione: serbatoi, vasche in c.a. o altro materiale, inclusi i sistemi modulari geocellulari; prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti; per la laminazione con scarico in sistema di infiltrazione e/o per il riuso (non-potabile)	x		x	x		
Strutture di laminazione fuori terra delle acque meteoriche dei tetti, strutturabili anche per il riuso		x	x	x		
Pozzi perdenti o d'infiltrazione			x	x		
Caditoie filtranti				x		
Trincee di infiltrazione				x		
Canali vegetati (<i>bioswales</i>)	x	x				
Superfici esterne e pavimentazioni permeabili	x	x	x	x		
Piantumazione con alberi	x					

Tabella 12 - Esempi di misure di adattamento alle inondazioni fluviali e pluviali per gli spazi aperti e aree verdi (elaborazione dalle fonti citate in nota²²)

Possibili misure di adattamento per gli spazi aperti e aree verdi	Fonte (vedi nota a piè di pagina)			
	A	B	C	D
Sustainable urban drainage systems (SUDs) e Nature-based solutions (NBSs)				
Superfici e pavimentazioni permeabili	x	x	x	x
Parcheggi con alberature		x	x	
Parcheggi fortemente permeabili o porzioni permeabili (per l'infiltrazione) in aree impermeabili adibite a parcheggio			x	x
Alberature stradali		x	x	
Box alberati filtranti		x		
Verde di mitigazione delle opere infrastrutturali			x	
Canali vegetati (<i>bioswales</i>)	x	x	x	

Trincee infiltranti		x	x	
Opere di laminazione con funzione di DETENZIONE: i deflussi sono trattenuti solo temporaneamente e rilasciati nel corso dell'evento meteorico (permeabili o impermeabilizzati; vegetati a prato o anche con altre specie; pavimentati, es. le <i>watersquare</i>)		x	x	
Opere di laminazione con funzione di RITENZIONE: i deflussi sono trattenuti a lungo e non vengono rilasciati nel corso dell'evento meteorico, ma smaltiti mediante infiltrazione, evaporazione o riuso (es. aree di bioritenzione vegetate e <i>raingarden</i>)	x	x	x	
Strutture sotterranee di laminazione: serbatoi, vasche in c.a. o altro materiale, inclusi i sistemi modulari geocellulari; prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti; per la laminazione con scarico in sistema di infiltrazione e/o per il riuso (non-potabile)		x	x	
Stagni e zone umide/fitodepurazione		x		
Riqualificazione ambientale di piccoli corsi d'acqua in contesti periurbani		x		
Riapertura di corsi d'acqua urbani tombati		x		

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di illustrare sinteticamente le misure di adattamento adottate (strutturali e non strutturali), rimandando alla documentazione progettuale per i dettagli (segnalare le sezioni della documentazione progettuale in cui sono sviluppate le soluzioni di adattamento citate). Possono essere valorizzate anche le misure adottate nel rispetto delle prescrizioni del PGT, ad esempio in riferimento alle aree allagabili o in attuazione del Regolamento regionale n. 7/2017 (invarianza idraulica) o misure adottate nel rispetto dei CAM Edilizia o di altre normative pertinenti.

Può essere seguito il seguente schema:

Tipologia di misure adottate	Descrizione
Strutturali (modifiche della progettazione, materiali, attività, ecc.)	
Non strutturali (programmi di monitoraggio, piani di risposta all'emergenza, formazione del personale, soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici, ecc.)	

4.2 Ondate di calore

4.2.1 Screening

STEP 1 – Analisi dell'esposizione

Il principale indicatore funzionale alla valutazione dell'esposizione alle ondate di calore è il **WSDI (Warm Spell Duration Index)**, definito come "Numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima giornaliera del periodo di riferimento (1986-2015) per almeno 6 giorni consecutivi". Questo indicatore può essere valutato congiuntamente ad altri indicatori significativi per descrivere lo stress termico, come l'indicatore **TR - Tropical Nights** (Numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20°C) e l'Indicatore **Summer Days 30** (Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 30°C).

Per i dati riferiti a questi indicatori nei singoli Comuni SUS si rimanda all'**Allegato**. Tuttavia, si evidenzia che negli scenari ARPA il numero dei giorni di ondata di calore è previsto in aumento in tutti i Comuni SUS, soprattutto nello scenario RCP 8.5 e nel periodo 2041-2060. Incrementi sono previsti per i giorni estivi e più marcatamente per le notti tropicali, indice di una maggiore difficoltà di raffrescamento notturno, connesso anche al fenomeno dell'isola di calore urbana.

I dati, così come le fonti di letteratura già citate nel paragrafo 3.1, fanno suggerire per i Comuni SUS un livello di **esposizione medio-alta** al fenomeno delle ondate di calore nel clima futuro.

Per una analisi più approfondita è possibile analizzare anche eventuali informazioni disponibili sull'isola di calore. L'esposizione alle ondate di calore è infatti maggiore per i territori che sono già interessati dall'**isola di calore urbana**, cioè che presentano anomalie positive di temperatura rispetto ai territori circostanti, dovute alla progressiva artificializzazione delle superficie e all'utilizzo di materiali che tendono ad assorbire il calore.

Per la scala regionale, rispetto a questo fenomeno si segnala la Tavola PT9 dal PTR in fase di approvazione²³, che rappresenta la vulnerabilità all'isola di calore (Urban Heat Island – UHI). La carta è stata costruita a partire dall'analisi dei dati di temperatura diurna e notturna del giorno di picco dell'ondata di calore di fine giugno 2019, dalla quale sono stati ricavati i valori di anomalia termica rispetto alle aree rurali/naturali; questi dati, incrociati con indicatori di densità edilizia, di uso del suolo e di densità di popolazione (inclusa la popolazione sensibile), hanno portato alla determinazione di valori di vulnerabilità.

Per i Comuni appartenenti alla Città metropolitana di Milano sono inoltre disponibili le mappe delle anomalie termiche notturne al suolo e del rischio di isole di calore urbane sviluppate in occasione del progetto LIFE METRO ADAPT (2020), cui si rimanda per approfondimenti²⁴ e i contenuti riferiti alla medesima tematica presenti nella Strategia Tematico-Territoriale Metropolitana per la sostenibilità, le emergenze ambientali e la rigenerazione territoriale²⁵.

Altre informazioni possono essere reperite alla scala locale (es. Strategie per la transizione climatica, ecc.).

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una stima qualitativa del livello di esposizione alle ondate di calore (alto, medio, basso) del luogo di intervento, tenendo conto di tutti gli elementi descritti in questo paragrafo. La stima va argomentata e motivata. Può essere utilizzata una tabella di questo tipo:

²³<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/territorio/pianificazione-regionale/revisione-ptr-piano-territoriale-regionale/revisione-ptr-piano-territoriale-regionale>

²⁴ [Pericolosità, vulnerabilità, rischio all' isola di calore – LIFE METROADAPT](#)

²⁵ [STTM 1 - Strategia Tematico-Territoriale Metropolitana per la sostenibilità, le emergenze ambientali e la rigenerazione territoriale](#)

Fenomeno	Livello di esposizione (alto, medio, basso)	Motivazione (es. valore di vulnerabilità all'isola di calore da carta PT9 del PTR; valori assunti dagli indicatori WSDI, TR, Summer Days nello scenario peggiore, fra RCP 4.5 e 8.5, ecc.)
Ondata di calore		
Isola di calore		

Se possibile, si suggerisce di realizzare e allegare cartografie che mostrino la localizzazione dell'intervento rispetto alle mappature sopra elencate, ove disponibili.

Esempio – analisi relativa all'isola di calore Comune di Busto Arsizio

Isola di calore

Di seguito si riporta un estratto della carta di vulnerabilità all'isola di calore del PTR in corso di approvazione, che mostra la suddivisione del territorio in 6 classi a cui possono essere attribuiti valori qualitativi di vulnerabilità all'isola di calore (bassa, media, alta). Lo zoom nel riquadro di destra mostra la localizzazione di un intervento del Comune di Busto Arsizio in un'area di colore arancione, a cui è stata attribuita un valore "medio" di vulnerabilità, da considerare unitamente ai valori degli indicatori climatici descritti nel paragrafo precedente.

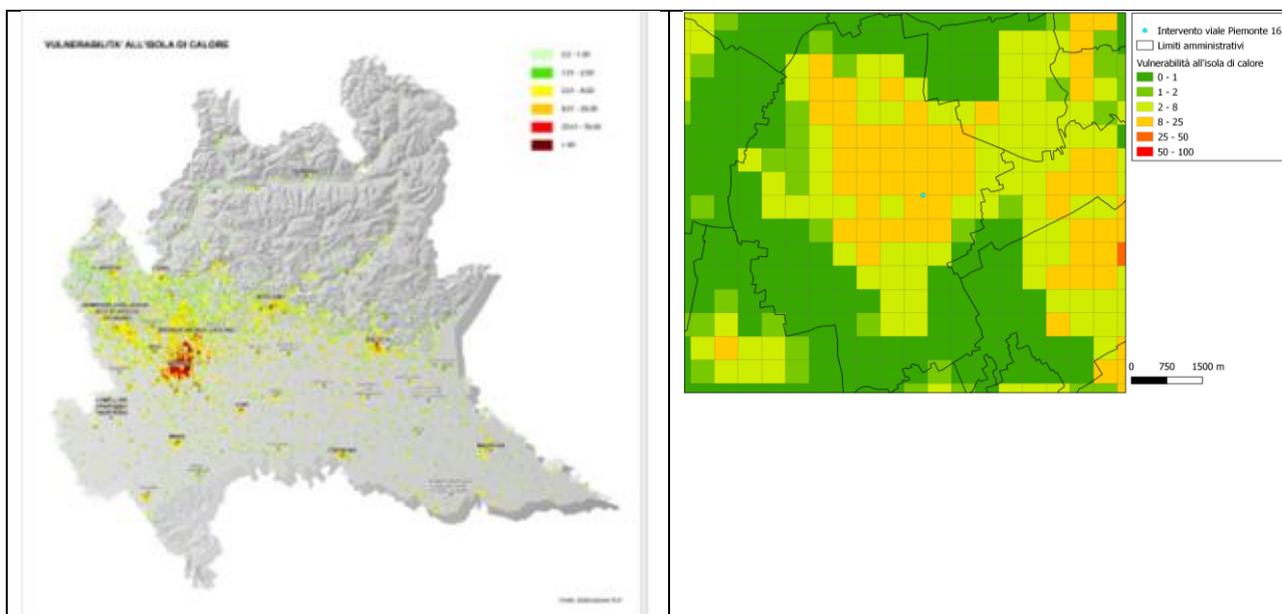


Figura 7 - Tavola relativa alla stima della vulnerabilità del territorio lombardo all'isola di calore (Proposta di revisione del PTR- Tavola PT9)

STEP 2 – Analisi della sensibilità

Per le tre tipologie di progetto finanziate dalla SUS, la valutazione della sensibilità dovrà tenere conto della tipologia di progetto e delle relative caratteristiche.

Possono essere considerati i seguenti elementi minimi, da integrare a cura del progettista/proponente con eventuali specifiche progettuali.

Tabella 13 - Esempi di elementi sensibili alle ondate di calore per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS

Tipologia di intervento	Elementi sensibili
Edifici	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variazione del fabbisogno di condizionamento/raffrescamento ▪ Involucro edilizio e tetti (per comfort interno e contrasto isola di calore)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiali per le pavimentazioni esterne (per contrasto isola di calore, eventuali danni ai materiali) ▪ Discomfort termico degli utenti (specie di fasce sensibili di popolazione); rischi per la salute ▪ ...
Spazi aperti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materiali per le pavimentazioni (es. asfalti) ▪ Se presente equipaggiamento vegetale: <ul style="list-style-type: none"> ✓ essenze vegetali sottoposte a stress termico ✓ Incrementato fabbisogno di idrico (sistema di irrigazione efficiente e recupero acqua piovana) ▪ Discomfort termico dei fruitori ▪ ...
Aree verdi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Essenze vegetali sottoposte a stress termico ▪ Incrementato fabbisogno idrico (sistema di irrigazione efficiente e recupero acqua piovana) ▪ ...

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Ai fini della valutazione della sensibilità rispetto alle ondate di calore, si chiede di fornire una descrizione qualitativa degli elementi sensibili del progetto, prendendo a riferimento la tabella precedente e integrando ulteriori elementi, ove opportuno.

Partendo dagli elementi noti, fornire una stima qualitativa del livello di sensibilità alle ondate di calore (alto, medio, basso), argomentando la scelta.

STEP 3 – Analisi di vulnerabilità

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2, si ottiene il livello di Vulnerabilità dell'intervento rispetto all'ondata di calore, incrociando il livello di Esposizione con il livello di Sensibilità dell'opera.

Si chiede di indicare, utilizzando a supporto la seguente matrice, il livello di Vulnerabilità ottenuto.

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

1. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia almeno Medio, si prosegue con la verifica approfondita (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.2.2 Verifica approfondita

STEP 1 - Analisi della probabilità

Le valutazioni eseguite per lo STEP 1 della fase di screening e basate sull'indicatore WSDI consentono di valutare anche la probabilità di accadimento delle ondate di calore nel periodo di vita utile dell'opera.

Gli scenari climatici infatti mostrano come, nel periodo considerato, la probabilità di accadimento delle ondate di calore siano molto elevate, mentre varia molto l'intensità con cui si manifesta (cioè, il numero di giorni di ondata di calore previsti). Considerando questi dati, si suggerisce di individuare un valore di

probabilità **quasi certa/probabile** in tutti i Comuni SUS (si ricorda che le classi di probabilità di riferimento sono: quasi certa, probabile, moderata, improbabile, rara).

Fra l'altro, il periodo considerato dagli scenari ARPA, di cui all'**Allegato**, ha una durata fino all'anno 2060, pertanto la vita utile dell'opera, ipotizzata di 50 anni, supera l'orizzonte temporale per il quale sono disponibili le previsioni. Per questa ragione è necessario adottare un approccio cautelativo nel considerare questi dati.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa
 Si chiede di fornire una stima qualitativa della probabilità con cui si verificheranno le ondate di calore, considerando gli indicatori di ARPA, già presi in esame per la valutazione dell'esposizione e le considerazioni espresse in questo paragrafo. I valori attribuibili sono: quasi certa, probabile, moderata, improbabile, rara. Per le argomentazioni si può rimandare alla valutazione dell'esposizione (STEP 1 screening).
 Va argomentato approfonditamente solo il caso in cui si selezioni un valore di probabilità "improbabile" o "rara".

STEP 2 – Analisi dell'impatto

A partire dallo STEP 2 della fase di screening (sensibilità), questo passaggio della valutazione è finalizzato a dettagliare e se possibile quantificare gli impatti attesi da un'ondata di calore, in relazione ai già citati elementi di sensibilità (STEP 2 Screening), cioè alle caratteristiche dell'opera oggetto di intervento, alla sua destinazione d'uso, ai beni che vi saranno collocati e agli utenti della stessa.

La tabella seguente riporta un elenco indicativo di potenziali impatti per tipologia di intervento, articolandoli secondo i settori di impatto indicati negli Orientamenti tecnici, da verificare / integrare a cura del progettista/proponente.

Tabella 14 - Esempi di potenziali impatti dovuti alle ondate di calore per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS e per i diversi settori di rischio

Settori di rischio	Potenziali impatti per tipologia di intervento	
	Edifici	Aree verdi e Spazi aperti
Danni alle attività / funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni strutturali sulle pavimentazioni esterne ▪ Mancanza di elettricità (black out per eccessiva richiesta di energia elettrica) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni strutturali sulle pavimentazioni esterne ▪ Deperimento della vegetazione
Sicurezza e salute	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discomfort termico degli utenti ▪ Impatti sulla salute, specie se fragili (anziani, malati, ...) 	
Ambiente		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riduzione della funzione ecosistemica delle aree verdi (es. vegetazione, specchi d'acqua, fauna, ecc.)
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riduzione della fruibilità per gli utenti (se comfort termico non adeguato) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ridotta accessibilità/fruizione delle aree (funzione ricreativa, ..)
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse per incremento del fabbisogno di raffrescamento ▪ Risorse necessarie per ripristinare eventuali danni 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse necessarie per ripristinare i danni
Reputazione		
Patrimonio culturale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'edificio (es. edifici vincolati) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'area (es. parchi e giardini storici, aree a vincolo paesaggistico)
Altro

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una descrizione degli impatti previsti e della loro entità per le ondate di calore. Per la definizione dell'entità dell'impatto si può fare riferimento al Paragrafo 3.3.2. Può essere seguito il seguente schema.

Settore di rischio	Impatto (inserire breve descrizione contestualizzata sul progetto)	Entità (insignificante, lieve, moderato, grave-catastrofico)
Danni alle attività / funzionamento		
Sicurezza e salute		
Ambiente		
Sociale		
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)		
Reputazione		
Patrimonio culturale		
Altro		

STEP 3 - Valutazione dei rischi

È presumibile che per questo fenomeno climatico, in ragione degli elementi evidenziati nei paragrafi precedenti, per la maggior parte degli interventi il rischio valutato sia medio-alto.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2 della verifica approfondita, si chiede di individuare il livello di rischio utilizzando a supporto la seguente matrice Probabilità / Impatto.

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità				
		Quasi certa	Probabile	Moderata	Improbabile	Rara
Livello di impatto	Catastrofico					
	Grave					
	Moderato					
	Lieve					
	Insignificante					

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

1. Nel caso in cui il livello di rischio ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno Medio, si prosegue con l'individuazione delle misure di adattamento (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.2.3 Misure di adattamento

A esito della valutazione, si possono valutare diverse le tipologie di interventi di mitigazione, con l'obiettivo di:

- salvaguardare il benessere dei fruitori degli edifici/aree di intervento e assicurare il comfort termico interno degli edifici, cercando di contenere i consumi energetici;
- non incrementare l'effetto isola di calore all'esterno dell'edificio.

Alcuni elementi di contenimento dell'isola di calore di adattamento alle ondate di calore sono già previsti dalla normativa vigente.

In particolare, per gli edifici, va ricordato che in applicazione dei **CAM Edilizia 2022**²⁶ - capitolo 2 "Criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi" sono previsti obblighi al fine di ridurre l'effetto isola di calore²⁷. In particolare, è previsto in particolare:

- che per le coperture degli edifici (a esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), siano previste sistemazioni a verde, oppure tetti ventilati o materiali di copertura che garantiscano un indice SRI di almeno 29 nei casi di pendenza maggiore del 15% e di almeno 76 per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%;
- che le superfici pavimentate, le pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli abbiano un indice SRI (Solar Reflectance Index, indice di riflessione solare) di almeno 29.

Inoltre, fra le "Specifiche tecniche progettuali per gli edifici", sono fornite indicazioni in riferimento all'Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria, al Benessere termico e ai Dispositivi di ombreggiamento.

Per le **aree verdi**, il **CAM Verde pubblico**²⁸ prevede la scelta di specie adattate al clima locale e ai mutamenti climatici in corso, privilegiando specie autoctone o storicizzate, riconosciute come valore identitario di un territorio e tenendo in debito conto l'adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche; le necessità idriche e la resistenza (rusticità) alle condizioni di stress abiotico, ovvero da fattori ambientali estremi, in eccesso o in difetto rispetto alla normalità: per esempio grandine, piogge intense, siccità, alte temperature (anche dovute all'isola di calore urbana); l'efficace resistenza a fitopatologie di qualsiasi genere (fattori di stress biotico, la cui insorgenza è spesso connessa allo stress abiotico).

Infine il **CAM per l'arredo urbano**,²⁹ nella sezione "Indicazioni per le stazioni appaltanti", chiarisce che le attrezzature e gli elementi di arredo urbano e gli arredi per esterni possono diventare uno strumento capace di influire sulla sostenibilità ambientale dei luoghi, abbinando la loro posa a soluzioni progettuali integrate, di inserimento paesaggistico-ambientale, di controllo microclimatico dei siti e di contrasto ad alcuni effetti dei cambiamenti climatici in corso (attraverso, ad esempio, al ricorso a pavimentazioni drenanti, rain gardens o canali drenanti di accumulo, filtro e lento deflusso, alberature e fasce arbustive di protezione ecc.). Viene inoltre suggerito di effettuare una scelta consapevole del materiale, oltre che del tipo di attrezzatura, anche sulla base di valutazioni delle caratteristiche climatiche (es. temperatura della regione, spazi al sole, spazi all'ombra). Infine, nella sezione 4.1.3 Valorizzazione del verde si prevede (rinviando ai criteri del CAM verde pubblico Scheda A) il ripristino del verde, laddove il suolo è occupato da altri materiali e laddove è funzionalmente possibile e la presenza di alberi, siepi e piante per ombreggiare le zone per le attività ludiche e le aree dove sono collocate le panchine.

²⁶ D.M. 23 giugno 2022 n. 256 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi

²⁷ Ulteriori riferimenti e indicazioni per la riduzione dell'isola di calore possono inoltre essere reperiti nei manuali per le certificazioni di sostenibilità degli edifici, quali ad esempio: LEED (criterio Sostenibilità del sito - Riduzione dell'effetto isola di calore), Protocollo ITACA (scheda effetto isola di calore)

²⁸ 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

²⁹ 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.

Più in generale, al netto di quanto previsto dalla normativa, di seguito si riporta una disamina di **soluzioni progettuali (misure di adattamento strutturali)** adottabili per le tipologie di intervento SUS con le relative fonti di approfondimento. Le soluzioni proposte, la cui fattibilità e pertinenza potrà essere valutata dai team di progettazione, si applicano in generale per le condizioni di alte temperature, non solo alle Ondate di calore.

Tabella 15 - Esempi di misure di adattamento alle ondate di calore per gli edifici (elaborazione dalle fonti citate in nota³⁰)

Possibili misure di adattamento per gli edifici	Fonte (vedi nota a piè di pagina)			
	A	B	C	D
Struttura/forma/fondazioni				
Orientamento delle facciate principali in modo che non siano colpite dalla luce solare diretta così da ridurre al minimo gli apporti solari <i>[solo nuovi edifici]</i>	x			
Giunti di movimento/dilatazione nelle strutture e nelle pavimentazioni	x			
Sistemi di raffrescamento e ventilazione passiva attraverso camini termici o solari	x			x
Sistemi di raffrescamento e ventilazione mediante ventilazione trasversale naturale	x			x
Edifici con porticati			x	
Involucro (copertura / pareti / finestre e aperture)				
Tetto rovescio (lo stato isolante è posto al di sopra di quello impermeabilizzante, che agisce anche da barriera al vapore); da prediligere nei climi più caldi poichè consente maggiormente di mantenere la temperatura della struttura più fresca	x			
Tetti verdi intensivi (piatti) ed estensivi (eventualmente con pannelli solari)	x	x	x	
Tetti freddi (<i>cool roofs</i>)			x	x
Facciate verdi e verde di balconata	x	x		
Isolamento di pareti, finestre e tetti ed eliminazione dei ponti termici (con attenzione al controllo dell'umidità interna agli ambienti e agli elementi edilizi)	x			
Meccanismi di schermatura solare esterna per finestre (es. frangisole o brise soleil, film schermanti)	x		x	x
Sistemi artificiali di ombreggiatura ancorati agli edifici (tramite verde in quota, con elementi leggeri/rigidi fissi, con pannelli fotovoltaici, pergolati o pompeiane)	x		x	
Materiali				
Materiali chiari e riflettenti	x			x
Vetro serigrafato (fritted glass) per edifici con facciate in vetro, così da ridurre il bagliore e i costi di raffrescamento	x			
Vetri a prestazioni dinamiche (Vetri elettrocromici, Passive dynamic glass, Vetri prismatici, ...)				x
Isolamento a prestazioni variabili: utilizzo di materiali con elevata massa termica e materiali a cambiamento di fase per regolare correttamente la temperatura indoor (assorbimento diurno del calore), anche abbinati a sistemi di ventilazione notturna	x			x
Impianti				
Sistemi attivi di raffrescamento e ventilazione (es. Sistema a travi fredde) abbinati a impianti fotovoltaici	x			

³⁰ Fonti:

- A. European Commission, Directorate-General for Climate Action, EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance, Publications Office of the European Union, 2023
<https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>
- B. 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/>
- C. Progetto CARIPOLO “Verso paesaggi del lavorare e dell'abitare a prova di clima” (Capofila: Città Metropolitana di Milano) Abaco delle azioni di adattamento. Le schede
https://www.cittametropolitana.mi.it/Territori_resilienti/adattamento/azioniadattamento.html
- D. Clima di domani: linee guida per l'edilizia Sud delle Alpi precursore – Ticino Energia
[A.14 Linee guida per l'edilizia al Sud delle Alpi \(admin.ch\)](https://www.cittametropolitana.mi.it/Territori_resilienti/adattamento/azioniadattamento.html)

Possibili misure di adattamento per gli edifici	Fonte (vedi nota a piè di pagina)			
	A	B	C	D
Georaffreddamento e pompe di calore	x			
Collegamento al sistema di teleraffreddamento	x			
Impianti fotovoltaici sui tetti	x			
Nature-based solutions (NBSs)				
Parcheggi con alberature per assicurare l'ombreggiatura	x			
Vegetazione alta sui lati dell'edificio esposti al sole per l'ombreggiatura	x			

Tabella 16 - Esempi di misure di adattamento alle ondate di calore per gli spazi aperti e aree verdi (elaborazione dalle fonti citate in nota²⁴)

Possibili misure di adattamento per gli spazi aperti e aree verdi	Fonte (vedi nota a piè di pagina)		
	A	B	C
Fontane e vaporizzatori			x
Sistemi artificiali di ombreggiatura ancorati agli edifici (tramite verde in quota, con elementi leggeri/rigidi fissi, con pannelli fotovoltaici, pergolati o pompeiane)	x		x
Superfici e pavimentazioni "fredde" (anche tramite ridipintura)			x
Pavimentazioni permeabili		x	x
Parcheggi con alberature per assicurare l'ombreggiatura	x	x	x
Alberature stradali		x	x
Verde di mitigazione delle opere infrastrutturali (incluse "barriere verdi")		x	x
Canali vegetati (bioswales)		x	
Percorsi a pergolato e verde sospeso		x	
Arredo urbano inverdito		x	
Giardini condivisi		x	
Orti urbani sostenibili		x	
Microparchi (pocket parks)		x	
Aree di bioritenzione vegetate		x	x
Bacini di detenzione		x	x
Stagni e zone umide/fitodepurazione		x	
Riqualificazione ambientale di piccoli corsi d'acqua in contesti periurbani		x	
Riapertura di corsi d'acqua urbani tombati		x	
Nuove aree forestali urbane e periurbane		x	x

Elementi da riscontrare nella relazione di verifica climatica

Si chiede di illustrare sinteticamente le misure di adattamento strutturali e non strutturali adottate, rimandando alla documentazione progettuale per i dettagli (segnalare le sezioni della documentazione progettuale in cui sono sviluppate le soluzioni di adattamento citate). Possono essere valorizzate anche le soluzioni adottate in relazione alla normativa vigente (Es. CAM Ediliza, verde pubblico, ...) purché valutate coerenti con il livello di rischio. Può essere seguito il seguente schema:

Tipologia di misure adottate	Descrizione
Strutturali (modifiche della progettazione, materiali, attività, ecc.)	
Non strutturali (programmi di monitoraggio, piani di risposta all'emergenza, formazione del	

personale, soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici, ecc.)	
--	--

4.3 Siccità

4.3.1 Screening

STEP 1 – Analisi dell'esposizione

Per quanto riguarda i dati disponibili per il fenomeno della siccità connessa a relativa scarsità di precipitazioni, è stato popolato per i comuni delle SUS l'indicatore **SPI, Standardized Precipitation Index**, che fornisce l'indicazione del deficit o del surplus di precipitazioni nelle aree di interesse rispetto al valore medio su una data scala temporale. Il calcolo dello SPI si basa sull'analisi di una serie di precipitazione a lungo termine aggregate su un determinato intervallo temporale (nel caso dei Comuni SUS, 3 e 6 mesi)

Le proiezioni future degli indicatori SPI3 e SPI6 negli scenari climatici fanno emergere per tutti i Comuni un andamento oscillante dei fenomeni siccitosi, per cui sono previste sia annate piovose che siccitose a cui dover far fronte, con una tendenza a un moderato incremento degli eventi siccitosi in entrambi gli scenari e finestre temporali, come anche valutato negli scenari nazionali (PNACC, 2023).

L'indicatore SPI è da leggersi assieme all'indicatore **CDD**, che registra il numero dei **giorni consecutivi secchi**. Tale indicatore mostra una tendenza all'aumento dei giorni secchi, in particolare nello scenario RCP 8.5, ad eccezione dei comuni di Gallarate, Busto Arsizio e Monza, in cui, tuttavia, è previsto il verificarsi di fenomeni siccitosi.

È inoltre opportuno fare riferimento alla conoscenza del territorio e delle criticità eventualmente già presenti oltre che riferirsi a studi e approfondimenti disponibili alla scala locale.

(cfr. **Allegato e Appendice**).

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una stima qualitativa del livello di esposizione al rischio di siccità (alto, medio, basso) del luogo di intervento. La stima va argomentata e motivata.

STEP 2 – Analisi della sensibilità

Per le tre tipologie di progetto finanziate dalla SUS, la valutazione della sensibilità dovrà tenere conto della tipologia di progetto e delle relative caratteristiche.

Possono essere considerati i seguenti elementi minimi, da integrare a cura del progettista/proponente con eventuali specifiche progettuali:

Tabella 17 - Esempi di elementi sensibili alla siccità e stress idrico per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS

Tipologia di intervento	Elementi sensibili
Edifici	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspetti strutturali: presenza di vegetazione, quali tetti e pareti verdi, giardini ▪ Funzione insediata, in relazione all'uso dell'acqua il consumo umano, ma anche per altre funzioni, quali ad esempio esigenze di pulizia e igiene, ecc. ▪ Tipologia di utenti, in particolare se categorie fragili (es. ospedali, RSA, scuole, ...) ▪ ...
Spazi aperti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspetti strutturali: presenza di elementi che utilizzano l'acqua, quali fontane, vasche con pesci ▪ ...
Aree verdi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presenza di essenze vegetali che soffrono la siccità ▪ ...

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Ai fini della valutazione della sensibilità rispetto al rischio di siccità, si chiede di fornire una descrizione qualitativa degli elementi sensibili del progetto, prendendo a riferimento la tabella precedente e integrando ulteriori elementi, ove opportuno. Partendo dagli elementi noti, fornire una stima qualitativa del livello di sensibilità al rischio di siccità (alto, medio, basso), argomentando la scelta.

STEP 3 – Analisi di vulnerabilità

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2, si ottiene il livello di Vulnerabilità dell'intervento rispetto al rischio di siccità e stress idrico, incrociando il livello di Esposizione con il livello di Sensibilità dell'opera.

Si chiede di indicare, utilizzando a supporto la seguente matrice, il livello di Vulnerabilità ottenuto.

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

1. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia almeno Medio, si prosegue con la verifica approfondita (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.3.2 Verifica approfondita

STEP 1 - Analisi della probabilità

A partire dalla stima qualitativa eseguita per lo STEP 1 della fase di screening, è possibile determinare la probabilità di accadimento di periodi siccitosi nel periodo di vita utile dell'opera. Si farà anche in questo caso riferimento ai valori assunti dall'indice SPI e in particolare alla frequenza di accadimento delle classi di moderatamente asciutto, estremamente asciutto.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una stima qualitativa della probabilità con cui si verificheranno gli episodi siccitosi, considerando l'indicatore ARPA, già preso in esame per la valutazione dell'esposizione. I valori attribuibili sono: quasi certa, probabile, moderata, improbabile, rara.

Per le argomentazioni si può rimandare alla valutazione dell'esposizione (STEP 1 screening).

STEP 2 – Analisi dell'impatto

A partire dallo STEP 2 della fase di screening (sensibilità), questo passaggio della valutazione è finalizzato a dettagliare e se possibile quantificare gli impatti attesi da un evento siccitoso, in relazione ai già citati elementi

di sensibilità, cioè alle caratteristiche dell'opera oggetto di intervento, alla sua destinazione d'uso, ai beni che vi saranno collocati e agli utenti della stessa.

La tabella seguente riporta un elenco indicativo di potenziali impatti per tipologia di intervento, articolandoli secondo i settori di impatto indicati negli Orientamenti tecnici.

Tabella 18 - Esempi di potenziali impatti dovuti alle alluvioni fluviali e pluviali per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS e per i diversi settori di rischio

Settori di rischio	Potenziali impatti per tipologia di intervento	
	Edifici	Aree verdi e Spazi aperti
Danni alle attività / funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> Danni agli elementi sensibili degli edifici in riferimento agli elementi vegetali (tetti verdi, pareti verdi, giardini) 	<ul style="list-style-type: none"> Danni a vegetazione (morte per mancanza o riduzione di irrigazione)
Sicurezza e salute	<ul style="list-style-type: none"> Sicurezza dell'approvvigionamento idrico per soddisfare i bisogni primari degli utenti, specie se fragili (anziani, bambini, malati, ...) sia in termini di consumo umano che in termini di esigenze connesse, quali ad esempio igiene e pulizia 	<ul style="list-style-type: none"> Maggiore probabilità di sviluppare incendi dovuti a presenza di elementi vegetali secchi, quale erba, ramaglie e residui secchi
Ambiente		<ul style="list-style-type: none"> Danni a flora e fauna soggette e siccità, alterazione di habitat, indebolimento vegetazione e maggiore sensibilità all'attacco di agenti fitopatogeni e parassiti
Sociale		<ul style="list-style-type: none"> Mancato utilizzo di elementi di arredo urbano che utilizzano acqua, quali fontane e vasche
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)	<ul style="list-style-type: none"> Risorse necessarie per ripristinare i danni (ripristino della vegetazione, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> Risorse necessarie per ripristinare i danni (sgombero e ripristino della vegetazione)
Reputazione		
Patrimonio culturale		
Altro

Ai fini di attribuire un giudizio circa l'entità dell'impatto, è importante considerare, se disponibili, le informazioni circa la durata e l'intensità dei fenomeni siccitosi considerati.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa		
Si chiede di fornire una descrizione degli impatti previsti e della loro entità, per le tipologie di eventi considerate nell'analisi di esposizione e di probabilità. Per la definizione dell'entità dell'impatto si può fare riferimento al Paragrafo 3.3.2. Può essere seguito il seguente schema:		
Settore di rischio	Impatto (inserire breve descrizione contestualizzata sul progetto)	Entità (insignificante, lieve, moderato, grave-catastrofico)
Danni alle attività / funzionamento		
Sicurezza e salute		
Ambiente		
Sociale		
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)		
Reputazione		
Patrimonio culturale		
Altro		

STEP 3 - Valutazione dei rischi

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2 della verifica approfondita, si chiede di individuare il livello di rischio utilizzando a supporto la seguente matrice Probabilità / Impatto.

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità				
		Quasi certa	Probabile	Moderata	Improbabile	Rara
Livello di impatto	Catastrofico					
	Grave					
	Moderato					
	Lieve					
	Insignificante					

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

1. Nel caso in cui il livello di rischio ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno Medio, si prosegue con l'individuazione delle misure di adattamento (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.3.3 Misure di adattamento

In coerenza con le valutazioni sopra riportate, e in particolare nel caso in cui il rischio sia stato valutato pari o superiore a medio, è necessario individuare e descrivere gli opportuni interventi e soluzioni atte a ridurre il rischio a un livello accettabile (cfr. Orientamenti tecnici). Tali accorgimenti possono essere di natura strutturale o non strutturale, come descritto nel Capitolo 3.4.

La normativa vigente prevede già una serie di misure atte a considerare la siccità nella progettazione degli interventi. L'applicazione di queste misure può essere valorizzata come elemento di adattamento climatico dell'opera, se messo in relazione con l'esposizione al fenomeno e all'entità del rischio valutato.

Per le **aree verdi**, il **CAM Verde pubblico**³¹ prevede la **scelta di specie adattate al clima locale e ai mutamenti climatici in corso**, privilegiando specie autoctone o storicizzate, riconosciute come valore identitario di un territorio e tenendo in debito conto:

- l'adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche;
- le necessità idriche e la resistenza (rusticità) alle condizioni di stress abiotico, ovvero da fattori ambientali estremi, in eccesso o in difetto rispetto alla normalità: per esempio grandine, piogge intense, siccità, alte temperature (anche dovute all'isola di calore urbana);
- l'efficace resistenza a fitopatologie di qualsiasi genere (fattori di stress biotico, la cui insorgenza è spesso connessa allo stress abiotico).

È inoltre prevista la **Realizzazione di sistemi di irrigazione efficienti e sostenibili**, che deve tenere conto di elementi quali: il consumo idrico presunto; l'uso di tecnologie di irrigazione a basso consumo delle risorse idriche che devono preferibilmente provenire dai sistemi di raccolta acqua pluviale o altro sistema di acqua riciclata e da pozzi, ecc.

³¹ 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

Per gli edifici, i CAM Edilizia³² prevedono che nell'ambito dell'affidamento dei servizi di progettazione siano considerati criteri in tema di risparmio idrico nonché la raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche e l'efficienza idrica per la rete di irrigazione delle aree a verde pubblico.

Al netto dei criteri obbligatori per norma, si riporta un elenco indicativo di **misure di adattamento strutturali** organizzate per tipologia di intervento SUS.

Le soluzioni possono riguardare il singolo intervento oppure mettere a sistema uno o più interventi ricompresi nella Strategia. Laddove possibile, le misure di mitigazione del rischio dovrebbero prediligere le "soluzioni basate sulla natura" (Nature-based solutions -NBSs).

Tabella 19 - Esempi di misure di adattamento a eventi siccitosi per gli edifici (elaborazione dalle fonti citate in nota³³)

Possibili misure di adattamento per gli edifici	Fonte (vedi nota a piè di pagina)	
	A	B
Involucro (copertura/pareti)		
Tetti verdi: selezione di specie resistenti a carenza idrica prolungata	x	x
Tetti verdi-blu: meno suscettibili, rispetto ai tetti verdi, di essere compromessi in caso di siccità; necessità di selezionare specie resistenti a carenza idrica prolungata	x	x
Facciate verdi: selezione di specie resistenti a carenza idrica prolungata	x	
Impianti		
Sistemi di raccolta, filtraggio e stoccaggio dell'acqua piovana in serbatoi protetti dalla luce solare e dal calore (solitamente è da preferire la soluzione interrata)	x	x
Riutilizzo delle acque grigie come fonte alternativa di approvvigionamento idrico per l'irrigazione e per l'acqua dei WC	x	x
Impianti e accessori per il miglioramento dell'efficienza idrica degli edifici (es. limitatori di flusso, valvole di ingresso ritardate e servizi igienici a basso flusso); controllo regolare dell'impianto idrico e rapida riparazione delle perdite	x	x
Spazi esterni all'edificio		
Sistemazione delle aree esterne/verdi attraverso l'inserimento di soluzioni di drenaggio urbano sostenibile basate sulla natura (SUDs&NBSs; vedi misure di adattamento rispetto ad allagamenti e inondazioni), progettate e gestite per raccogliere e stoccare le acque piovane e riutilizzarle nell'edificio, nonché secondo i principi dello xeriscaping: 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, etc.		x

Tabella 20 - Esempi di misure di adattamento a eventi siccitosi per gli spazi aperti e aree verdi (elaborazione dalle fonti citate in nota³³)

Possibili misure di adattamento per gli spazi aperti e aree verdi	Fonte (vedi nota a piè di pagina)	
	B	
Involucro (copertura/pareti)		

³² D.M. 23 giugno 2022 n. 256 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi

³³ Fonti:

- A. European Commission, Directorate-General for Climate Action, EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance, Publications Office of the European Union, 2023 <https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>
- B. Shaw, R., Colley, M., and Connell, R., Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities, TCPA, London, 2007 https://www.preventionweb.net/files/7780_20070523CCALowres1.pdf

Possibili misure di adattamento per gli spazi aperti e aree verdi	Fonte (vedi nota a piè di pagina)
	B
Sistemazione degli spazi aperti e delle aree verdi attraverso l'inserimento di soluzioni di drenaggio urbano sostenibile basate sulla natura (SUDs&NBSs; <i>vedi misure di adattamento rispetto ad allagamenti e inondazioni</i>), progettate e gestite per raccogliere e stoccare le acque piovane, nonché secondo i principi dello xeriscaping; 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, etc.	x

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di illustrare sinteticamente le misure di adattamento adottate (strutturali e non strutturali), rimandando alla documentazione progettuale per i dettagli (segnalare le sezioni della documentazione progettuale in cui sono sviluppate le soluzioni di adattamento citate).

Anche l'applicazione delle misure cogenti previste dalla normativa (es. CAM Verde pubblico, ecc.), se coerenti con il livello di rischio identificato, può essere adeguatamente valorizzata.

Può essere utilizzato il seguente schema:

Tipologia di misure adottate	Descrizione
Strutturali (modifiche della progettazione, materiali, attività, ecc.)	
Non strutturali (programmi di monitoraggio, piani di risposta all'emergenza, formazione del personale, soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici, ecc.)	

4.4 Tempeste

4.4.1 Screening

STEP 1 – Analisi dell'esposizione

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.

Secondo le analisi svolte dal CMCC³⁴ per gli scenari RCP 2.6³⁵ e RCP 4.5 con una risoluzione 12km x 12km, nel periodo che va fino al 2060 per le tempeste di vento vi è un lieve aumento, ma il segnale è affetto da notevole incertezza e necessita di approfondimenti con modelli a maggior risoluzione spazio - temporale.

In assenza di scenari, se disponibili, si possono quindi analizzare gli andamenti degli eventi estremi negli ultimi anni; la valutazione dell'esposizione appare dunque fortemente basata su una **valutazione empirica** degli eventi che hanno colpito il territorio e degli effetti generati (spesso si tratta di fenomeni fortemente concentrati in un territorio limitato).

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una stima qualitativa del livello di esposizione al rischio di tempeste (alto, medio, basso) del luogo di intervento. La stima va argomentata e motivata, per quanto possibile.

STEP 2 – Analisi della sensibilità

Per le tre tipologie di progetto finanziate dalla SUS, la valutazione della sensibilità dovrà tenere conto della tipologia di progetto e delle relative caratteristiche. Possono essere considerati i seguenti elementi minimi, da integrare a cura del progettista/proponente con eventuali specifiche progettuali:

Tabella 21 - Esempi di elementi sensibili alle tempeste di vento per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS

Tipologia di intervento	Elementi sensibili
Edifici	<ul style="list-style-type: none">▪ Aspetti strutturali:<ul style="list-style-type: none">✓ Tetto, tettoie✓ Finestre e imposte✓ Pareti ventilate✓ Cappotto✓ Verande✓ Elementi pensili▪ Edifici vincolati come beni culturali: finiture, decorazioni, pinnacoli, ...▪ Tipologia di utenti, in particolare se categorie fragili (es. ospedali, RSA, scuole, ...)▪ ...
Spazi aperti	<ul style="list-style-type: none">▪ Aspetti strutturali: presenza di elementi mobili, tetterie, ecc. (arredo urbano)▪ Eventuale presenza di alberature che possono essere sradicate▪ Disagi / Riduzione dell'accessibilità /fruibilità per gli utenti▪ ...
Aree verdi	<ul style="list-style-type: none">▪ Presenza di alberature che possono essere sradicate▪ ...

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Ai fini della valutazione della sensibilità rispetto al rischio di tempeste, si chiede di fornire una descrizione qualitativa degli elementi sensibili del progetto, prendendo a riferimento la tabella precedente e

³⁴ Carraro, 2023

³⁵ RCP 2.6 è lo scenario obiettivo, che permetterebbe di contenere l'incremento di temperatura entro la soglia di 1.5°C

integrando ulteriori elementi, ove opportuno. Partire dagli elementi noti, fornire una stima qualitativa del livello di sensibilità al rischio di tempeste (alto, medio, basso), argomentando la scelta.

STEP 3 – Analisi di vulnerabilità

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2, si ottiene il livello di Vulnerabilità dell'intervento rispetto al rischio di tempeste, incrociando il livello di Esposizione con il livello di Sensibilità dell'opera.

Si chiede di indicare, utilizzando a supporto la seguente matrice, il livello di Vulnerabilità ottenuto.

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

1. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia almeno Medio, si prosegue con la verifica approfondita (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.4.2 Verifica approfondita

STEP 1 - Analisi della probabilità

Poiché non si hanno a disposizione scenari climatici regionali relativi alle previsioni di andamento per il fenomeno delle tempeste, non ci sono, per tutti i Comuni SUS, elementi specifici per dettagliare ulteriormente la fase di analisi della probabilità rispetto alla fase di analisi dell'esposizione. Pertanto, si suggerisce di fare riferimento alle informazioni valutate nello screening.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Facendo riferimento a quanto già descritto nello STEP 1 dello screening (analisi dell'esposizione) e in assenza di ulteriori dati si suggerisce far coincidere la valutazione della probabilità di accadimento con la valutazione dell'esposizione riportando la medesima classe (alta, media, bassa).

Se sono disponibili dati ulteriori, invece, si chiede di argomentare la valutazione e di attribuire un valore di probabilità (alta, media, bassa).

STEP 2 – Analisi dell'impatto

A partire dallo STEP 2 della fase di screening (sensibilità), questo passaggio della valutazione è finalizzato a dettagliare e se possibile quantificare gli impatti attesi da una tempesta di vento, in relazione ai già citati elementi di sensibilità, cioè alle caratteristiche dell'opera oggetto di intervento, alla sua destinazione d'uso, ai beni che vi saranno collocati e agli utenti della stessa.

La tabella seguente riporta un elenco indicativo di potenziali impatti per tipologia di intervento, articolandoli secondo i settori di impatto indicati negli Orientamenti tecnici.

Tabella 22 - Esempi di potenziali impatti dovuti a tempesta per le diverse tipologie di intervento attivate nelle SUS e per i diversi settori di rischio

Settori di rischio	Potenziali impatti per tipologia di intervento	
	Edifici	Aree verdi e Spazi aperti
Danni alle attività / funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni strutturali sugli edifici, in particolare per quanto riguarda le coperture orizzontali quali tetti e tettoie ▪ Danni strutturali sugli edifici, in particolare per quanto riguarda le facciate, eventuale distacco di cappotti o danni a pareti ventilate, eventuale rottura di finestre e imposte, rottura verande, possibile distacco di elementi pensili ▪ Danni a ponteggi in fase di costruzione o manutenzione ▪ Chiusura dell'edificio o di parti di esso (in relazione agli eventuali danni strutturali) ▪ Interruzione delle vie di accesso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni a elementi mobili (arredo urbano) ▪ Danni a vegetazione (sradicamento, rottura rami) ▪ Interruzione utilizzo spazi aperti dovuto a crolli di alberature o parti di edifici
Sicurezza e salute	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicurezza degli utenti, specie se fragili (anziani, persone con ridotta mobilità, ...) ▪ Possibile caduta di parti strutturali o arredi dall'alto, quali tegole, vasi e parti pensili, con pericolo per chi transita sotto l'edificio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibile caduta di elementi di arredo urbano o alberature, con pericolo per chi transita ▪ Sollevamento di polveri e difficoltà di respirazione e di visione ▪ Danni eventuali a veicoli parcheggiati
Ambiente		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danni a flora e fauna sottoposti a tempesta, in particolare nelle aree verdi
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mancata erogazione dei servizi ▪ Riduzione dell'accessibilità / fruibilità per gli utenti (se edificio con funzione sociale) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ridotta accessibilità/fruizione delle aree, se oggetto di caduta di alberi o di arredo urbano (funzione ricreativa, ...)
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse necessarie per ripristinare i danni (ripristino delle parti danneggiate, sgombero, pulizia, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risorse necessarie per ripristinare i danni (ripristino, sgombero e pulizia, ...)
Reputazione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opinione pubblica negativa nel caso di danneggiamento di edificio pubblico cofinanziato dal FESR 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Opinione pubblica negativa nel caso di danneggiamento di aree verdi e spazi pubblici cofinanziati dal FESR
Patrimonio culturale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'edificio (es. edifici vincolati, con particolare riferimento elementi ornamentali – es. guglie, pinnacoli, sculture, finiture) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Da valutare in relazione a eventuale valore dell'area (es. parchi e giardini storici)
Altro

Ai fini di attribuire un giudizio circa l'entità dell'impatto, è importante considerare, se disponibili, le informazioni circa l'intensità delle tempeste o valutazioni empiriche al riguardo.

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di fornire una descrizione degli impatti previsti e della loro entità, per le tipologie di eventi considerate nell'analisi di esposizione e di probabilità. Per la definizione dell'entità dell'impatto si può fare riferimento al Paragrafo 3.3.2. Può essere seguito il seguente schema:

Settore di rischio	Impatto (inserire breve descrizione contestualizzata sul progetto)	Entità (insignificante, lieve, moderato, grave-catastrofico)
Danni alle attività funzionamento		
Sicurezza e salute		
Ambiente		
Sociale		
Finanziario (per singolo evento estremo o impatto medio annuo)		
Reputazione		
Patrimonio culturale		

Altro		
-------	--	--

STEP 3 - Valutazione dei rischi

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

A partire dalle considerazioni e stime effettuate negli STEP 1 e 2 della verifica approfondita, si chiede di individuare il livello di rischio utilizzando a supporto la seguente matrice Probabilità / Impatto.

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità/esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di impatto	Catastrofico			
	Grave			
	Moderato			
	Lieve			
	Insignificante			

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

1. Nel caso in cui il livello di rischio ottenuto sia Basso, si chiede di riassumere i principali elementi e considerazioni utilizzati per la valutazione. In questo caso, la verifica climatica termina qui.
2. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno Medio, si prosegue con l'individuazione delle misure di adattamento (non è richiesto di argomentare questo passaggio).

4.4.3 Misure di adattamento

In coerenza con le valutazioni sopra riportate, e in particolare nel caso in cui il rischio sia stato valutato superiore o pari a medio, è necessario individuare e descrivere gli opportuni interventi e soluzioni atte a ridurre il rischio a un livello accettabile (cfr. Orientamenti tecnici). Tali accorgimenti possono essere di natura strutturale o non strutturale, come descritto nel Capitolo 3.4.

Si riporta un elenco indicativo di misure di adattamento strutturali organizzate per tipologia di intervento SUS identificati a partire dalla Guida Europea per l'adattamento al cambiamento climatico negli edifici³⁶.

Tabella 23 - Esempi di misure di adattamento alle tempeste per gli edifici (Guida Europea³⁶)

Possibili misure di adattamento per gli edifici
Struttura/forma/fondazioni
Favorire la realizzazione di edifici con forme aerodinamiche in grado di ridurre le pressioni del vento indesiderate e la formazione di turbolenze attorno agli spigoli; disporre gli edifici evitando la formazione dell'“effetto canale” e “effetto Venturi” che aumentano sensibilmente la velocità del vento
Ricorrere all'approccio di progettazione “performance-based wind design-PBWD” finalizzato a realizzare edifici e strutture che possano resistere in modo efficiente alle forze del vento, in particolare nelle aree soggette a forti venti o a eventi atmosferici estremi
Progettare gli edifici sviluppati in altezza limitando lo “story drift”, ovvero limitando le differenze tra i movimenti laterali dei piani superiori e inferiori di un edificio, sotto l'azione di carichi laterali come il vento

³⁶ European Commission, Directorate-General for Climate Action, EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance, Publications Office of the European Union, 2023
<https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>

Possibili misure di adattamento per gli edifici
Ancoraggi saldi tra gli elementi edilizi esterni (tetto-pareti, pareti-fondazioni, fondazioni-terreno)
Involucro (copertura / pareti / finestre e aperture)
Prediligere i tetti a padiglione (con falde con pendenze di 30°) perché più resistenti ai venti forti
Rinforzo incrociato della struttura portante della copertura
Assenza di continuità fisica tra la copertura dell'edificio e gli eventuali spazi esterni coperti (terrazza coperta, veranda, patio) in modo che il tetto dell'edificio non venga danneggiato se quello dello spazio esterno coperto viene strappato dai venti
Aggetti dei tetti (sporti) poco profondi
Adeguati sistemi di fissaggio (frequenti e di dimensioni opportune) delle tegole e dei colmi
Tetti in metallo ³⁷
Protezione delle aperture tramite persiane e ganci anti-tempesta
Spazi esterni e Nature-based solutions (NBSs)
Mettere a dimora una fitta vegetazione in file per aumentare l'effetto frangivento, prediligendo, tuttavia siepi e arbusti - rispetto agli alberi – nell'intorno all'edificio
Arredo da esterno e pavimentazioni ben ancorate al suolo

Tabella 24 - Esempi di misure di adattamento alle tempeste per gli spazi aperti e aree verdi (Guida Europea³⁶)

Possibili misure di adattamento per gli spazi aperti e aree verdi
Sistemi di allertamento efficaci per evitare la presenza di persone negli spazi aperti e verdi
Arredo da esterno e pavimentazioni ben ancorate al suolo
Manutenzione del verde per l'individuazione e rimozione tempestive degli alberi o parte di alberi con elevate probabilità di schianto; eventuali interventi di potatura per ridurre la resistenza al vento
Selezione di essenze (alberi e arbusti) resistenti al vento

Elementi da riscontrare nella Relazione di verifica climatica estesa

Si chiede di illustrare sinteticamente le misure di adattamento adottate, rimandando alla documentazione progettuale per i dettagli (segnalare le sezioni della documentazione progettuale in cui sono sviluppate le soluzioni di adattamento citate).

Può essere utilizzato il seguente schema:

Tipologia di misure adottate	Descrizione
Strutturali (modifiche della progettazione, materiali, attività, ecc.)	
Non strutturali (programmi di monitoraggio, piani di risposta all'emergenza, formazione del personale, soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici, ecc.)	

³⁷ Soluzione adottata anche in riferimento al fenomeno climatico "grandine"

5 Format per la Relazione di sintesi della verifica climatica

Per ciascun intervento compreso nelle SUS si chiede di compilare una Relazione di verifica climatica estesa, come esemplificato nel capitolo 4. Inoltre, si chiede di compilare una Relazione di sintesi di verifica climatica, seguendo il seguente format.

Tabella 25 - Format per la Relazione di sintesi della verifica climatica, da compilare per ciascun intervento

Anagrafica intervento	
Comune	
ID progetto	
Macro-tipologia	
Settore di intervento (allegato 1 Reg. 2021/1060)	
Titolo	
Data	
Fase della progettazione	
<input type="checkbox"/> Livello del progetto “vecchio codice appalti” (D.lgs. 50/2016): <input type="checkbox"/> studio di fattibilità <input type="checkbox"/> progetto preliminare <input type="checkbox"/> progetto definitivo <input type="checkbox"/> progetto esecutivo <input type="checkbox"/> Livello del progetto “nuovo codice appalti” (D.lgs. 36/2023) <input type="checkbox"/> progetto di fattibilità tecnico – economica <input type="checkbox"/> progetto esecutivo	<p>La verifica climatica accompagna la fase di progettazione.</p> <p>Se la progettazione è sviluppata ai sensi del vecchio codice appalti, lo screening della verifica climatica deve essere effettuato nella fase di studio di fattibilità-progetto preliminare, mentre la verifica approfondita è redatta durante la progettazione di livello definitivo-esecutivo.</p> <p>Se la progettazione è sviluppata secondo il nuovo codice degli appalti, la verifica climatica deve invece essere conclusa parallelamente alla redazione del PFTE. Può essere ulteriormente precisata nella progettazione esecutiva, ad esempio specificando le misure di adattamento.</p>
Verifica climatica	
<p>Pre-screening: per quali fenomeni climatici è stata effettuata la verifica climatica? <i>(motivare brevemente se non tutti i fenomeni elencati sono stati presi in esame)</i></p> <input type="checkbox"/> Ondate di calore <input type="checkbox"/> Alluvioni (esondazioni o allagamenti pluviali) e incremento dei fenomeni di precipitazione intensi <input type="checkbox"/> Siccità <input type="checkbox"/> Tempeste di vento <input type="checkbox"/> Altro (specificare) <i>(eventualmente aggiungere altre righe)</i>	
<p>Esito dello screening</p> <p>Fenomeno climatico 1: <i>(ripetere le righe per ciascun fenomeno climatico oggetto di verifica):</i></p> <input type="checkbox"/> Vulnerabilità bassa <input type="checkbox"/> Vulnerabilità media <input type="checkbox"/> Vulnerabilità alta <p>Nel caso di vulnerabilità bassa, sintetizzare le valutazioni effettuate e argomentare l'esito dello screening.</p> <p>Nel caso di vulnerabilità media o alta per un progetto in fase di progettazione preliminare-progetto di fattibilità (d.lgs. 50/2016), sintetizzare le valutazioni effettuate impegnandosi a trasmettere in una fase di progettazione successiva l'esito della verifica climatica approfondita e le misure di adattamento adottate.</p> <p>Nel caso di vulnerabilità media o alta per un progetto al livello di PFTE o esecutivo (d.lgs. 36/2023) o di progetto definitivo-esecutivo (d.lgs. 50/2016), compilare la sezione successiva.</p>	
<p><i>(da compilare se lo screening individua una vulnerabilità medio-alta e il progetto è allo stadio di progetto definitivo o esecutivo d.lgs. 50/2016 o PFTE – progetto esecutivo d.lgs. 36/2023)</i></p>	

<p>Esito della verifica approfondita e individuazione misure di adattamento</p> <p>Fenomeno climatico 1: (ripetere le righe per ciascun fenomeno climatico oggetto di verifica):</p> <p><input type="checkbox"/> Rischio estremo</p> <p><input type="checkbox"/> Rischio alto</p> <p><input type="checkbox"/> Rischio medio</p> <p><input type="checkbox"/> Rischio basso</p> <p>Nel caso di rischio basso, sintetizzare le valutazioni effettuate e argomentare l'esito della verifica approfondita.</p> <p>Negli altri casi (rischio estremo, alto, medio):</p> <ul style="list-style-type: none">▪ sintetizzare e argomentare le valutazioni effettuate▪ descrivere le misure di adattamento (strutturali e non strutturali) adottate nel progetto
<p>Altre osservazioni</p>

Le Relazioni di verifica climatica (estesa e di sintesi) devono essere firmate dal RUP oppure dal progettista. La Relazione di verifica di climatica di sintesi dovrà essere presentata in fase di istruttoria tecnico-formale mentre la Relazione di verifica climatica estesa dovrà essere conservata presso il Comune e presentata a fronte di eventuali controlli/audit.

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>

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>
- 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., Ruiu 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 - 2^ 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

Fonti regionali e a scala di bacino del Po

- d.g.r. 2907/2014, Strategia Regionale di adattamento ai cambiamenti climatici <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/cittadini/Tutela-ambientale/Qualita-dell-aria/adattamento-al-cambiamento-climatico-verso-una-strategia-regionale/adattamento-al-cambiamento-climatico-la-strategia-regionale>
- d.g.r. 6028/2016, Documento di Azione Regionale sull'Adattamento al Cambiamento Climatico 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.g.r. 7553/2022, Programma Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC), in particolare Allegato 2 "Rapporto sugli indici e le proiezioni climatiche per la rappresentazione dei cambiamenti climatici attesi" a cura di ARPA Lombardia <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-generalis/direzione-generale-ambiente-e-clima/preac-programma-regionale-energia-ambiente-e-clima/preac-programma-regionale-energia-ambiente-e-clima>
- d.g.r. 7170/2022, Proposta di revisione generale del PTR, comprensivo del PPR, in particolare Tavola PT9 "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/istituzione/Giunta/sedute-delibere-giunta-regionale/DettaglioDelibere/delibera-7170-legislatura-11>
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica" https://normelombardia.consiglio.regione.lombardia.it/NormeLombardia/Accessibile/main.aspx?exp_coll=rr002017112300007&view=showdoc&iddoc=rr002017112300007&selnode=rr002017112300007
- 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/servizi-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/servizi-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

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

- 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/>
- 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-an-den-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>
- 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