



## RELAZIONE CLIMATE PROOFING

### Relazione tecnica

#### Asseverazione

#### Premessa

L'elaborato è stato redatto in ossequio agli orientamenti tecnici stabiliti dalla Commissione UE nell'ambito degli *"Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo»* a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza 2021/C 58/01<sup>1</sup>. In particolare, si è fatto riferimento all'appendice A dell'allegato 1 della Guida Operativa per il Rispetto del Principio di Non Arrecare Danno all'Ambiente (cd. DNSH), in conformità all'art.17 del regolamento UE 2020/852, prevedendo la redazione di un documento di valutazione dei rischi legati al cambiamento climatico a cui il progetto è soggetto nel corso della vita utile. Pertanto, il presente documento è finalizzato ad integrare quanto disposto dal principio DSNH.

#### 1. Riferimenti normativi/bibliografici

Il Regolamento sulle Disposizioni Comuni (Regolamento (UE) 2021/1060 del Parlamento

Europeo e del Consiglio del 24 giugno 2021 – RDC) definisce all'art. 2, paragrafo 42, 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, ai sensi dell'art. 73.2 j) del RDC, è necessario garantire che tutti gli investimenti in infrastrutture la cui durata attesa è di almeno cinque anni, siano immuni dagli effetti del clima. La metodologia raccomandata per effettuare la verifica climatica degli investimenti infrastrutturali nel periodo 2021-2027 è descritta nella Comunicazione della Commissione Europea *"Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027"* (2021/C 373/01), di seguito *"Orientamenti Tecnici"*, pubblicata a settembre 2021.

In coerenza con i suddetti Orientamenti Tecnici, si specifica che la valutazione delle vulnerabilità e dei rischi climatici è volta a individuare, valutare e attuare le misure di adattamento ai cambiamenti climatici in relazione al sito in cui si collocano gli interventi e al tipo di progetto. Se dalla valutazione emerge che il progetto presenta rischi climatici significativi, questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile.

Per facilitare il rispetto di questo requisito, il Dipartimento per le Politiche di Coesione della Presidenza del Consiglio dei Ministri ha definito e adottato i propri Indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021-2027 (di seguito *"Indirizzi"*<sup>2</sup>).

Il processo della verifica climatica dei progetti da ammettere a finanziamento è suddiviso in due pilastri di analisi:

##### A. neutralità climatica/mitigazione

##### B. resilienza climatica/adattamento

Ciascuno dei due pilastri è caratterizzato da due fasi (*screening* e analisi dettagliata). Per entrambi i pilastri, la necessità di procedere ad un'analisi dettagliata dipende dall'esito della fase di *screening*, in un'ottica *risk-based*.

#### 2. Descrizione Interventi

L'intervento progettuale riguarda il miglioramento della rete idrica esistente e consiste essenzialmente nella sostituzione delle condotte idriche maggiormente ammalorate della rete di distribuzione per uno sviluppo complessivo di circa 4,535 Km.

Pertanto, la ristrutturazione della rete idrica esistente consentirà di ridurre le perdite idriche sul territorio comunale migliorando il servizio idrico.

Lo stato della rete di distribuzione idrica cittadina, costituita da tubazioni di materiale diverso (ghisa, acciaio, Pead), è mediocre per il centro capoluogo ed insufficiente per le zone rurali, che sono molto estese, con notevoli perdite idriche in rete.

Nel presente progetto, si interviene sostituendo le tubazioni esistenti con tubazioni in ghisa.

---

<sup>1</sup> Orientamenti tecnici per le infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027, 2021/C 373/01.

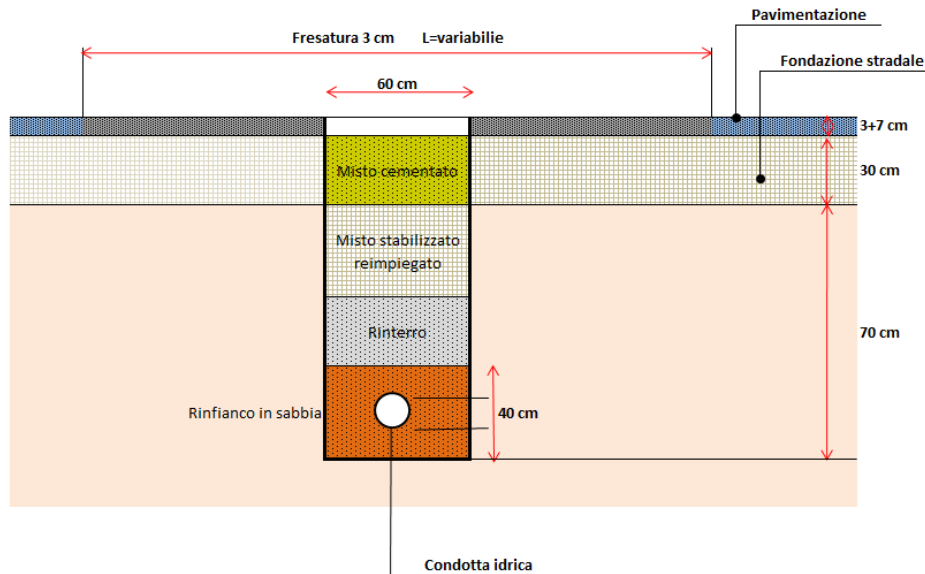
L'intervento consiste nel riammodernamento di tratti della rete idrica comunale e più dettagliatamente il progetto concerne il puntuale recupero funzionale delle perdite mediante la messa a punto e realizzazione di interventi di razionalizzazione con rifacimento di tratti, eliminazione strozzature, introduzioni di disconnessioni/interconnessioni ed i necessari accorgimenti tecnici utili a ridurre il rischio di perdite lungo la rete. L'intervento verrà effettuato in più lotti. Occorre tuttavia osservare che, per quanto riguarda le opere in progetto, dovendo sostituire tubazioni idropotabili completamente interrato, e completamente su sedime stradale asfaltato, si tratta di un intervento che non prevede alcun tipo di manufatto fuori terra (restano in vista esclusivamente i chiusini in ghisa); la tubazione verrà posata realizzando scavi di modesta profondità e con tempistiche ridotte. Si procederà pertanto alla realizzazione, in parallelo alle condotte principali, di una linea secondaria da cui saranno diramate tutte le utenze attuali e future. In merito ai materiali impiegati per le condotte, si è previsto l'utilizzo della ghisa, e tubazioni in PE-AD, PE 100, conformi alle norme UNI 12201 per condotte d'acqua in pressione, rispondenti alle disposizioni emanate dal Ministero della Sanità e alle norme UNI EN 1622. I vari tratti di tubazioni, così come i pezzi speciali verranno collegati a mezzo di saldatura. I diametri che verranno usati, per pressioni PN16/25, sono i seguenti:

Condotta in PEAD	Ø	75
Condotta in PEAD	Ø	63
Condotta in PEAD	Ø	50
Condotta in GHISA	Ø	100

L'intervento consiste nel riammodernamento di tratti della rete idrica comunale e più dettagliatamente il progetto concerne il puntuale recupero funzionale delle perdite mediante la messa a punto e realizzazione di interventi di razionalizzazione con rifacimento di tratti, eliminazione strozzature, introduzioni di disconnessioni/interconnessioni ed i necessari accorgimenti tecnici utili a ridurre il rischio di perdite lungo la rete. L'intervento verrà effettuato in più lotti. Occorre tuttavia osservare che, per quanto riguarda le opere in progetto, dovendo sostituire tubazioni idropotabili completamente interrato, e completamente su sedime stradale asfaltato, si tratta di un intervento che non prevede alcun tipo di manufatto fuori terra (restano in vista esclusivamente i chiusini in ghisa); la tubazione verrà posata realizzando scavi di modesta profondità e con tempistiche ridotte. Si procederà pertanto alla realizzazione, in parallelo alle condotte principali, di una linea secondaria da cui saranno diramate tutte le utenze attuali e future. In merito ai materiali impiegati per le condotte, si è previsto l'utilizzo della ghisa, e tubazioni in PeAD PE 100, conformi alle norme UNI 12201 per condotte d'acqua in pressione, rispondenti alle disposizioni emanate dal Ministero della Sanità e alle norme UNI EN 1622. I vari tratti di tubazioni, così come i pezzi speciali verranno collegati a mezzo di saldatura. I diametri che verranno usati sono idonei per pressioni PN16/25.

Per la posa delle condotte si prevede l'esecuzione delle seguenti fasi realizzative dello scavo e del successivo ripristino:

1. fresatura per una larghezza stabilita del tappetino di usura e per uno spessore di 3 cm;
  2. taglio dello strato di base in conglomerato bituminoso (binder) con sega clipper per delineare la larghezza dello scavo di 60 cm e non rovinare il restante strato di base;
  3. demolizione dello strato di binder per uno spessore di 7 cm;
  4. demolizione della fondazione stradale per una profondità di 30 cm. Il materiale verrà accumulato per la successiva fase di rinterro;
  5. scavo a sezione obbligata fino al raggiungimento della profondità di 1,10 m dal p.v.. Parte di detto terreno verrà accumulato per il successivo rinterro. Il restante andrà a rifiuto;
  6. stesa di un primo strato di sabbia di ca. 20 cm;
  7. posa della condotta idrica;
  8. rinfianco in sabbia fino al raggiungimento di un'altezza complessiva di sabbia di 40 cm dal fondo dello scavo;
  9. parziale rinterro con terreno proveniente dallo scavo;
  10. completamento del rinterro con la fondazione stradale precedentemente demolita;
  11. compattazione del piano di posa;
  12. formazione della fondazione stradale con l'impiego di misto cementato;
  13. stesa dello strato di binder per uno spessore di 7 cm;
  14. pavimentazione stradale con conglomerato bituminoso per l'intera larghezza della parte fresata.
- La sequenza delle operazioni è rappresentata nella figura che segue.



Il progetto prevede l'esecuzione di cinquanta allacciamenti alle utenze ma non l'allaccio al contatore che avverrà a cura e spese del servizio idrico del comune.

Nel corso dell'intervento è stata prevista l'installazione di valvole riduttrici di pressione (PRV) per garantire una distribuzione idrica uniforme e controllata alle diverse utenze. Questi dispositivi svolgono un ruolo fondamentale nella protezione dell'impianto e delle apparecchiature collegate, assicurando che la pressione venga mantenuta su valori ottimali e riducendo fenomeni indesiderati come sovrappressioni e colpi d'ariete. Le valvole installate sono conformi alla normativa UNI EN 1567 e sono state regolate in modo da garantire un funzionamento stabile e affidabile dell'intero sistema. Le derivazioni sono state realizzate utilizzando tubazioni multistrato rinforzato, scelta che garantisce elevata resistenza meccanica, ridotta dilatazione termica e una lunga durata d'esercizio. Le connessioni sono state eseguite con raccordi e pezzi speciali in ottone certificato per uso idropotabile, assicurando una perfetta tenuta idraulica e protezione dalla corrosione. L'intervento è stato completato con test funzionali e prova di tenuta, in modo da verificare il corretto funzionamento delle valvole PRV e delle condotte, nel pieno rispetto delle normative UNI EN ISO 21003 e UNI 9182.

- Fornitura e posa in opera di valvole riduttrici di pressione (PRV) conformi UNI EN 1567, complete di:
  - attacchi filettati
  - manometro a monte e a valle
  - sistema di regolazione progressiva della pressione
  - campo di regolazione secondo specifiche di progetto
- Realizzazione di linee di allaccio alle utenze mediante tubazioni multistrato certificate UNI EN ISO 21003, con:
  - anima interna in PE-X
  - strato intermedio in alluminio saldato testa a testa
  - guaina esterna in PE
  - raccordi in ottone per uso idropotabile
- Esecuzione di collegamenti, curve e derivazioni con pezzi speciali in ottone certificati.
- Installazione secondo normativa UNI 9182.
- Prova di tenuta e collaudo funzionale finale, con regolazione secondo progetto.

Sono previste anche le installazione dei noise logger. Infatti, la Fornitura di noise logger con funzione di correlazione automatica e comunicazione dati mediante connettività NB-IoT, comprensiva di tutti gli accessori di serie (antenna, batterie, ecc.) e/o realizzati su misura per l'installazione in sito e trasmissione dati dei correlatori nonché, della scheda SIM NB-IoT flat rate, per ciascuno dei noise logger forniti e posti in opera, attiva al momento dell'installazione in sito dei noise logger.

Lungo le condotte dovranno inoltre essere realizzati manufatti di regolazione e misura ai fini di un sistema integrato di telecontrollo. L'intervento di progetto – anche attraverso la drastica riduzione delle dispersioni – dovrà consentire che la risorsa idrica destinata al territorio comunale riesca a servire l'intero territorio comunale, assicurando un carico sufficiente ad ogni utenza su di esso dislocata, in ogni condizione di esercizio.

Si rende necessaria la ristrutturazione di una rete che possa essere quanto più flessibile e duttile, in grado di poter rispondere in modo sufficiente alla variabilità delle condizioni di esercizio.

Gli obiettivi prefissati del presente intervento sono quindi i seguenti:

- riduzione del deficit idrico del territorio;
- riduzione delle dispersioni idriche lungo le reti;
- riduzione degli interventi di manutenzione a guasto, privilegiando una manutenzione di tipo preventiva, grazie alla sostituzione delle condotte ormai obsolete;
- incrementare la capacità di resilienza del sistema idrico comunale ai cambiamenti climatici.

### 3. Screening: neutralità climatica

L'intervento rientra nella categoria di progetti per i quali non è necessaria la valutazione dell'impronta di carbonio<sup>1</sup> (vedi Tabella 1)

Screening	Categorie di progetti infrastrutturali
<p>In generale, a seconda della portata del progetto, la valutazione dell'impronta di carbonio NON È NECESSARIA per queste categorie di progetto.</p> <p>Quanto al processo di resa a prova di clima per la mitigazione dei cambiamenti climatici di cui alla Figura questo si conclude con la fase 1 (screening).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Servizi di telecomunicazione</li> <li>— Reti di approvvigionamento di acqua potabile</li> <li>— Reti di raccolta delle acque piovane e delle acque reflue</li> <li>— Trattamento delle acque reflue industriali su piccola scala e trattamento delle acque reflue urbane</li> <li>— Progetti immobiliari <sup>(1)</sup></li> </ul>

**Tabella 1. Elenco degli screening – impronta di carbonio – esempi di categorie di progetti**

### 4. Screening: resilienza climatica

La verifica è stata condotta secondo l'allegato II al Regolamento 2139 "Criteri di vaglio tecnico per determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale" elenca le attività soggette al procedimento, tra cui:

- **5.2 "Rinnovo di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua"**

Inoltre, gli "Indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021-2027" (linee guida MASE – JASPERS; 2023) – al paragrafo 2.2) prevedono che: *"La verifica della resilienza climatica (adattamento ai cambiamenti climatici) mira a garantire un livello adeguato di resilienza dell'infrastruttura agli impatti dei cambiamenti climatici nel corso del suo intero ciclo di vita. Questi impatti includono eventi estremi come nubifragi, inondazioni, frane, siccità, ondate di calore e di freddo, incendi (indotti da eventi climatici), tempeste e mareggiate, nonché eventi cronici come il previsto innalzamento del livello del mare e le variazioni delle precipitazioni medie, dell'umidità del suolo e dell'aria, ecc."*

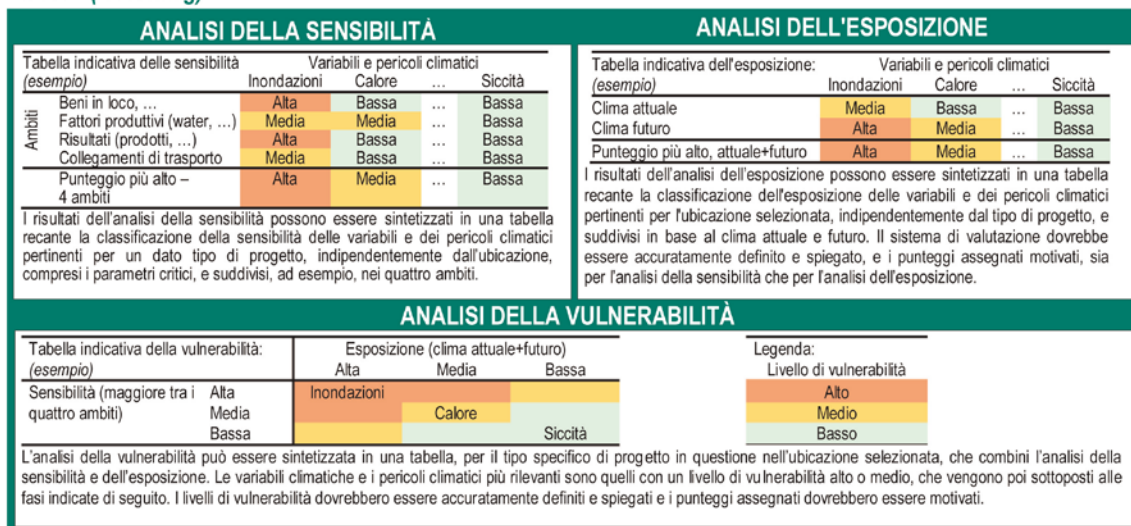
Lo screening relativo alla resilienza climatica si articola nelle seguenti parti:

- a) analisi della sensibilità, per individuare i pericoli climatici pertinenti al tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua localizzazione;
- b) analisi dell'esposizione attuale e futura, per determinare i pericoli climatici attesi in relazione alla localizzazione prevista per il progetto, sulla base della situazione attuale e di quella prevista in futuro, indipendentemente dalla tipologia di progetto;
- c) valutazione della vulnerabilità dell'investimento ai cambiamenti climatici attraverso la combinazione delle due analisi.

Pertanto, la valutazione della vulnerabilità si concentra sull'identificazione dei potenziali pericoli climatici rilevanti e dei rischi associati al progetto, tenendo conto delle fasi operative e degli impatti potenziali sugli utenti: questo processo aiuta a determinare se sia necessario avanzare verso una fase successiva ed individuare le misure di contenimento.

In accordo con il procedimento sopraesposto, per lo screening della resilienza climatica mediante l'analisi della vulnerabilità, si fa riferimento al quadro sinottico fornito dalla Figura 9 degli "Orientamenti tecnici 2021-2027" (V. par. 3.3.1). riportato di seguito.

### Fase 1 (screening)



Per l'individuazione dei possibili rischi climatici rilevanti nel contesto del progetto si è fatto riferimento alla classificazione riportata in Appendice A degli allegati I e II al Regolamento Delegato 2139/2021 “Criteri di vaglio tecnico”.

In base all'analisi della resilienza al clima, se tutte le vulnerabilità stimate con la valutazione dello screening sono classificate come basse o insignificanti, l'analisi si conclude con la fase di screening e l'infrastruttura viene valutata come resiliente.

Di contro, se si identificano livelli di vulnerabilità media o alta rispetto ad alcuni dei pericoli climatici analizzati, per ciascuno di essi devono essere introdotte le necessarie misure per la mitigazione del rischio connesso.

In particolare, i pericoli climatici tipici per una rete idrica sono individuati in:

- acqua (precipitazioni),
- siccità
- temperatura (ondate di calore)
- massa solida (frane).

#### 4.1 Sensibilità della rete idrica

L'analisi della sensibilità della rete idrica è finalizzata a valutare il grado con cui l'infrastruttura può subire effetti diretti o indiretti in relazione ai principali fenomeni climatici individuati per il territorio comunale. La sensibilità dipende principalmente dalle caratteristiche costruttive dell'opera, dalla modalità di posa e dall'interazione con il contesto territoriale e geologico in cui essa è inserita.

##### 4.1.1 Precipitazioni

L'alterazione del regime delle precipitazioni rappresenta uno degli effetti più significativi dei cambiamenti climatici. Eventi piovosi più intensi e concentrati possono generare fenomeni di allagamento, ruscellamento superficiale e instabilità locale dei terreni, mentre periodi prolungati di precipitazioni scarse possono ridurre la ricarica delle risorse idriche e favorire condizioni di siccità.

Nel caso specifico della rete idrica, tuttavia, la posa completamente interrata delle condotte riduce sensibilmente la possibilità che gli eventi meteorici producano **danni diretti** alle strutture. Gli effetti delle precipitazioni intense agiscono infatti soprattutto a livello territoriale, attraverso modifiche delle condizioni del suolo, aumento del ruscellamento o possibile instabilità locale, piuttosto che direttamente sulle tubazioni.

Analogamente, i periodi di scarsità di precipitazioni non producono effetti strutturali diretti sulla rete, ma possono incidere sulla disponibilità della risorsa idrica o favorire condizioni di maggiore fragilità del suolo, con effetti indiretti sul contesto in cui la rete è inserita.

Pertanto, considerando che l'infrastruttura non subisce normalmente danni diretti dagli eventi meteorici ma può essere influenzata solo indirettamente dalle condizioni territoriali, il livello di sensibilità della rete idrica rispetto al fattore precipitazioni risulta:

**Grado di SENSIBILITÀ = BASSA**

##### 4.1.2 Temperatura

Le variazioni di temperatura, sia in termini di ondate di calore sia di episodi di freddo intenso, possono incidere sulle infrastrutture superficiali attraverso fenomeni di dilatazione termica dei materiali o di gelo-disgelo.

Nel caso della rete idrica in progetto, tuttavia, le condotte risultano completamente interrato e quindi protette dalle escursioni termiche superficiali. La profondità di posa garantisce condizioni termiche relativamente stabili lungo l'intero arco dell'anno, riducendo significativamente gli effetti diretti delle temperature estreme sui materiali costitutivi delle tubazioni.

Inoltre, l'utilizzo di materiali con elevata elasticità e resistenza meccanica contribuisce ulteriormente a limitare eventuali effetti indotti dalle variazioni termiche.

Di conseguenza, la sensibilità della rete idrica rispetto alle variazioni di temperatura risulta:

**Grado di SENSIBILITA' = BASSA**

#### **4.1.3 Massa solida**

I fenomeni di massa solida, quali frane o movimenti gravitativi del terreno, rappresentano in generale uno dei principali fattori di rischio per le infrastrutture interrate, in quanto possono determinare deformazioni, rotture o spostamenti delle condotte.

Tuttavia, l'analisi territoriale condotta per il progetto ha evidenziato che **le aree interessate dall'intervento non ricadono in zone soggette a pericolosità franosa**, né presentano condizioni geomorfologiche tali da far prevedere l'insorgere di dissesti significativi.

Pertanto, pur trattandosi di un fenomeno potenzialmente critico per infrastrutture analoghe in altri contesti territoriali, nel caso specifico dell'intervento in esame la sensibilità risulta trascurabile.

Di conseguenza, il livello di sensibilità della rete idrica rispetto ai fenomeni di massa solida viene classificato come:

**Grado di SENSIBILITA' = ASSENTE**

#### **4.1.4 Analisi della Sensibilità**

Sulla base degli **Orientamenti tecnici per la verifica della resilienza climatica delle infrastrutture**, viene di seguito riportata la tabella riepilogativa della valutazione della **sensibilità della rete idrica ai principali effetti dei cambiamenti climatici**.

La tabella sintetizza il comportamento dell'infrastruttura rispetto ai diversi fenomeni climatici analizzati, considerando la possibilità che tali eventi possano generare **effetti diretti o indiretti sul funzionamento e sull'integrità della rete**. In particolare, la valutazione della sensibilità tiene conto delle caratteristiche costruttive dell'opera, della modalità di posa delle condotte e della loro interazione con il contesto territoriale.

Dall'analisi emerge che la rete idrica presenta in generale **una sensibilità contenuta rispetto ai principali fattori climatici**, grazie alla posa interrata delle condotte, che riduce l'esposizione diretta agli eventi meteorologici estremi e alle variazioni termiche superficiali. Gli effetti delle precipitazioni intense e delle variazioni di temperatura si manifestano infatti soprattutto in modo indiretto, attraverso possibili modifiche delle condizioni del suolo e del contesto territoriale, piuttosto che attraverso danni diretti alle tubazioni.

Per quanto riguarda i fenomeni di massa solida, la sensibilità dell'infrastruttura risulta trascurabile nelle aree oggetto di intervento, in quanto non sono presenti condizioni geomorfologiche tali da determinare instabilità significative dei versanti.

La tabella di sintesi costituisce quindi uno strumento di riferimento per la successiva valutazione della vulnerabilità dell'opera, consentendo di individuare con chiarezza i fattori climatici che possono incidere sul comportamento della rete e di orientare conseguentemente le scelte progettuali verso soluzioni capaci di aumentarne la resilienza nel tempo.

Pericolo climatico significativo	Attuale	Futuro
Precipitazioni intense e concentrate	Medio	Medio
Precipitazioni intense e persistenti	Basso	Basso
Siccità	Basso	Medio
Ondate di freddo	Medio	Basso
Ondate di caldo	Basso	Medio
Erosione costiera	-	-

**Tabella 2 – Tabella di sintesi della Sensibilità della rete idrica ai cambiamenti climatici**



**Analisi introduttiva del quadro territoriale e climatico del Comune di Sturno**

La tabella riportata offre un quadro organico delle **caratteristiche territoriali, ambientali e climatiche del Comune di Sturno**, costituendo la base conoscitiva indispensabile per valutare gli effetti attuali e futuri dei cambiamenti climatici sul territorio comunale e sulle infrastrutture che vi insistono. Essa rappresenta quindi un punto di partenza fondamentale per orientare le scelte di pianificazione territoriale e di progettazione delle opere pubbliche in una prospettiva di adattamento climatico.

Dal punto di vista territoriale, il Comune di Sturno si estende su una superficie di circa **16,6 km<sup>2</sup>** e presenta una popolazione residente di poco superiore ai **2.700 abitanti**, con una quota media di circa **489 m s.l.m.**, caratteristiche tipiche dei centri interni dell'Irpinia. La presenza di una **limitata superficie urbanizzata (circa il 6%)** indica un territorio ancora fortemente caratterizzato da componenti rurali e naturali, con una significativa presenza di aree agricole e boscate. Contestualmente, le porzioni soggette a pericolosità idrogeologica risultano contenute, suggerendo una struttura territoriale complessivamente stabile, ma comunque sensibile alle trasformazioni climatiche in atto.

La sezione più rilevante della tabella riguarda tuttavia l'evoluzione degli **indicatori climatici**, che evidenziano tendenze pienamente coerenti con gli scenari previsti per il Sud Italia. Si osserva infatti un **incremento della temperatura media annua**, accompagnato da una crescita significativa dei **giorni caldi e secchi**, dall'aumento dei **gradi giorno di raffrescamento** e da un'estensione sempre maggiore dei periodi caratterizzati da caldo persistente e dalle cosiddette **notti tropicali**, durante le quali le temperature minime non scendono sotto soglie critiche per il comfort umano. Parallelamente, si registra una **riduzione dei giorni di gelo e dei periodi freddi prolungati**, a conferma di una progressiva attenuazione delle condizioni invernali più rigide.

Per quanto riguarda il regime delle precipitazioni, pur non emergendo variazioni marcate nei quantitativi complessivi annui, si evidenzia una **modifica della distribuzione delle piogge**, sempre più caratterizzata da eventi brevi ma intensi. Gli indicatori relativi alle precipitazioni estreme mostrano infatti un incremento dell'intensità degli eventi piovosi, con conseguenti maggiori pressioni sui sistemi di drenaggio urbano, sulle infrastrutture e sulla stabilità dei suoli. Tali fenomeni si alternano a periodi più lunghi di carenza idrica, contribuendo ad accentuare le criticità legate alla gestione della risorsa acqua.

La sezione conclusiva della tabella sintetizza infine i **pericoli climatici significativi**, mettendo in evidenza come, nello scenario futuro, assumano maggiore rilevanza i fenomeni di **siccità e ondate di calore**, mentre le precipitazioni intense mantengono un livello di pericolo medio ma costante. Ne deriva un quadro climatico caratterizzato da condizioni estreme di segno opposto: da un lato **periodi siccitosi sempre più prolungati**, dall'altro **eventi di pioggia intensa concentrati in brevi intervalli temporali**, con effetti potenzialmente rilevanti sulle infrastrutture e sui sistemi urbani.

Nel complesso, la tabella introduce quindi uno scenario evolutivo nel quale il rischio climatico per il Comune di Sturno non deriva tanto da singoli eventi eccezionali, quanto dalla **combinazione e dalla maggiore frequenza di caldo estremo, stress idrico e precipitazioni intense**, elementi che, nel tempo, possono generare effetti cumulativi sul territorio. Ciò rende necessario orientare le future scelte di pianificazione e progettazione verso strategie capaci di **aumentare progressivamente la resilienza territoriale e infrastrutturale**, garantendo sicurezza, continuità dei servizi e qualità della vita della popolazione nel medio e lungo periodo.



Comune di Sturno	
Provincia	Avellino
Superficie comunale (mq)	16.577.726
Quota media (m)	489
Popolazione residente 2024 (n. ab.)	2.736

Componenti territoriali	
Percentuale di superficie urbanizzata (CLC 2018)	6 %
Percentuale di superficie boschiva (CLC 2018)	7 %
Percentuale di superficie con pericolosità da frana (PAI)	3 %
Percentuale di superficie con pericolosità da alluvione (PGRA)	2 %
Percentuale di costa in erosione su costa totale	0 %
Percentuale di costa bassa su costa totale	0 %

Indicatore climatico	Attuale	Futuro
TG - Temperatura media (°C)	13,45	15,50
WD - Giorni caldi e secchi (giorni)	77,29	116,91
WW - Giorni caldi e piovosi (giorni)	65,44	88,33
HDDs - Gradi giorni di riscaldamento (GG)	2020,93	1548,73
CDDs - Gradi giorni di raffrescamento (GG)	111,58	289,71
PRCPTOT - Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (mm)	545,83	531,37
R20 - Giorni di precipitazioni intense (giorni)	2,56	2,92
RX1DAY - Valore massimo della precipitazione giornaliera (giorni)	27,78	29,93
SDII - Indice di intensità di precipitazione giornaliera (mm)	7,33	7,64
PR99prctile - 99° percentile della precipitazione giornaliera > 1 mm	27,03	29,15
CDD - Giorni consecutivi secchi (giorni)	48,00	50,79
SPI12 - Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 12 mesi	1,41	1,45
SPI24 - Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 24 mesi	0,00	0,00
PET - Evapotraspirazione potenziale (mm)	930,53	1035,96
CSDI - Indice di durata dei periodi di freddo (giorni)	7,44	3,63
FD - Giorni con gelo (giorni)	16,59	-3,79
WSDI - Indice di durata dei periodi di caldo (giorni)	4,58	41,17
Humidex5 - Indice di disagio termico (giorni)	4,62	11,34
SU95p - Giorni estivi (giorni)	29,58	55,50
TR - Notti tropicali (giorni)	19,50	35,14
SSH - Livello del mare (m)	-	-

Pericolo climatico significativo	Attuale	Futuro
Precipitazioni intense e concentrate	Medio	Medio
Precipitazioni intense e persistenti	Basso	Basso
Siccità	Basso	Medio
Ondate di freddo	Medio	Basso
Ondate di caldo	Basso	Medio
Erosione costiera	-	-

**Analisi introduttiva della matrice di sensibilità, esposizione e vulnerabilità delle infrastrutture comunali.**

La tabella riportata costituisce una **matrice di sintesi della sensibilità, esposizione e vulnerabilità delle principali infrastrutture presenti nel territorio comunale di Storno rispetto ai pericoli climatici attuali e futuri**, rappresentando uno strumento di riferimento per la valutazione della resilienza del sistema urbano e dei servizi essenziali.

La prima sezione della matrice analizza la **sensibilità delle diverse tipologie infrastrutturali** rispetto ai principali fenomeni climatici individuati, tra cui precipitazioni intense e persistenti, siccità, ondate di freddo, ondate di calore ed eventuale erosione costiera. Tale analisi permette di individuare quali infrastrutture risultino intrinsecamente più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici, indipendentemente dalla loro localizzazione.

Dalla valutazione emerge che risultano particolarmente sensibili le **reti di raccolta delle acque reflue e meteoriche, gli impianti di depurazione**, nonché le **reti di approvvigionamento idrico**, soprattutto in relazione agli eventi di precipitazione intensa e alla siccità, fenomeni che possono causare sia sovraccarichi delle reti sia carenze di risorsa idrica nei periodi secchi.

La seconda parte della tabella riporta invece il **livello di esposizione attuale delle infrastrutture**, mettendo in evidenza come alcune componenti strategiche del sistema urbano risultino già oggi esposte agli effetti delle precipitazioni intense, mentre altri fenomeni presentano livelli di esposizione generalmente più contenuti.

La terza sezione estende l'analisi agli **scenari climatici futuri**, mostrando un quadro in cui alcune criticità risultano destinate ad aumentare, in particolare per quanto riguarda gli effetti della siccità e delle ondate di calore, mentre le precipitazioni intense continuano a rappresentare uno dei principali fattori di pressione sulle infrastrutture urbane.

Il confronto tra vulnerabilità attuale e futura evidenzia quindi una **tendenza all'aumento delle condizioni di criticità per alcune infrastrutture strategiche**, soprattutto quelle legate al ciclo idrico e ai servizi urbani essenziali, confermando la necessità di integrare misure di adattamento climatico nella pianificazione e nella progettazione delle opere pubbliche.

Nel complesso, la matrice introduce un quadro nel quale il rischio climatico per il territorio comunale non dipende da un singolo fenomeno, ma dall'**interazione tra più pericoli climatici e dalla risposta delle diverse infrastrutture**, rendendo fondamentale l'adozione di strategie di adattamento capaci di aumentare progressivamente la resilienza del sistema urbano e garantire la continuità dei servizi nel medio e lungo periodo.

Comune di Sturno						
	Precipitazioni intense e concentrate	Precipitazioni intense e persistenti	Siccità	Ondate di freddo	Ondate di caldo	Erosione costiera
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alto	Alto	Basso	Basso	Basso	Medio
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio
Impianti di produzione di energia rinnovabile	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Basso
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alto	Alto	Alto	Medio	Basso	Medio
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alto	Alto	Basso	Medio	Medio	Basso
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso
Infrastrutture per la viabilità	Medio	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso
Infrastrutture portuali	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Alto
Infrastrutture logistiche	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso
Sensibilità delle infrastrutture						
Livello di esposizione attuale	Medio	Basso	Basso	Medio	Basso	-
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alta	Media	Bassa	Bassa	Bassa	-
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alta	Media	Media	Media	Bassa	-
Impianti di energia rinnovabile	Media	Bassa	Bassa	Media	Bassa	-
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alta	Media	Media	Media	Bassa	-
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alta	Media	Bassa	Media	Bassa	-
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Media	Bassa	Bassa	Media	Bassa	-
Infrastrutture per la viabilità	Media	Bassa	Bassa	Alta	Bassa	-
Infrastrutture portuali	Media	Bassa	Bassa	Media	Bassa	-
Infrastrutture logistiche	Media	Bassa	Bassa	Media	Bassa	-
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Media	Bassa	Bassa	Media	Bassa	-
Vulnerabilità attuale						
Livello di esposizione futura	Medio	Basso	Medio	Basso	Medio	-
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alta	Media	Bassa	Bassa	Bassa	-
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alta	Media	Alta	Bassa	Media	-
Impianti di energia rinnovabile	Media	Bassa	Media	Bassa	Media	-
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alta	Media	Alta	Bassa	Bassa	-
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alta	Media	Bassa	Bassa	Media	-
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Media	Bassa	Bassa	Bassa	Media	-
Infrastrutture per la viabilità	Media	Bassa	Bassa	Media	Media	-
Infrastrutture portuali	Media	Bassa	Bassa	Bassa	Media	-
Infrastrutture logistiche	Media	Bassa	Bassa	Bassa	Media	-
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Media	Bassa	Bassa	Bassa	Media	-
Vulnerabilità futura						



## 5. Esposizione rete idrica

L'analisi dell'esposizione ha come obiettivo l'individuazione dei pericoli pertinenti in relazione alla localizzazione territoriale dell'intervento, indipendentemente dalla tipologia di opera.

Per valutare l'esposizione ai rischi climatici del progetto, è necessario disporre di dati e informazioni sull'area in cui è prevista la sua localizzazione, così da consentire una mappatura dei pericoli climatici attuali e futuri, con il maggior livello di dettaglio e risoluzione possibili. **Questa parte dell'analisi della vulnerabilità è molto importante in quanto il rischio effettivo per l'infrastruttura da realizzare, pur esposto ad un fattore climatico ad alta criticità, dipende essenzialmente dalla sua esposizione.**

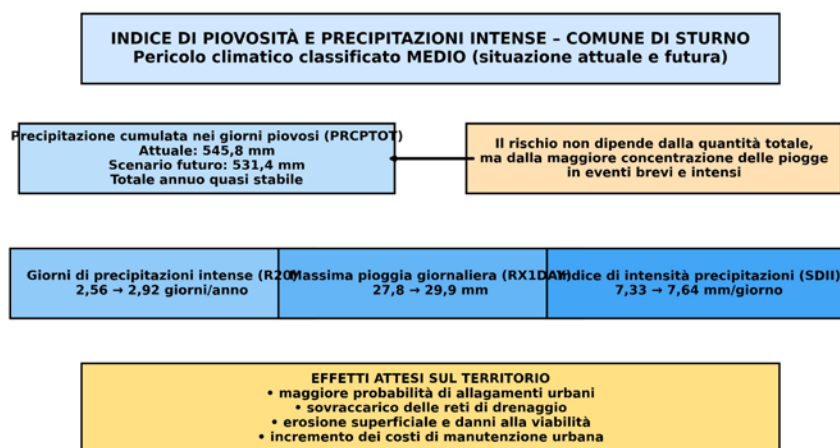
Di conseguenza emerge l'importanza di valutare non solo la Sensibilità di un'infrastruttura al rischio climatico, ma anche la sua reale esposizione territoriale a tale rischio, così da ponderare la vulnerabilità effettiva. In sostanza, se l'esposizione dell'infrastruttura ad un fattore climatico critico ha un'incidenza molto bassa, il pericolo ad essa associato sarà drasticamente ridotto o eliminato. Nel seguito, per ciascun pericolo climatico si esamina la potenziale esposizione della rete idrica valutando la probabilità di accadimento dell'evento climatico.

### 5.1 Esposizione: Precipitazione

Le alterazioni del regime pluviometrico sono un effetto indotto dai cambiamenti climatici sulle precipitazioni, in particolare quelle meteoriche. Nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici si evidenzia che i cambiamenti climatici influenzano il regime pluviometrico, portando a variazioni significative nelle precipitazioni. In particolare, il PNACC sottolinea che le proiezioni climatiche, indicano un aumento generale delle temperature per tutti gli scenari considerati (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5).

Per quanto riguarda le precipitazioni, le proiezioni indicano una diminuzione delle precipitazioni complessive annue nel Sud Italia, soprattutto per lo scenario RCP8.5, con una riduzione fino al 20% nel periodo centrato sul 2050. Al contrario, lo scenario RCpP2.6 proietta una riduzione più contenuta per il Sud Italia. Il territorio comunale risulta ubicato in un'area il cui indice RX1DAY (*indice che misura la quantità massima di pioggia caduta in un giorno, utile per valutare il rischio di eventi meteorologici estremi, come piogge torrenziali e inondazioni*) restituisce un valore di anomalia "MEDIO", dunque, i fenomeni meteorici estremi potrebbero incidere in quest'area in maniera significativa (Figura 1).

Alla luce delle considerazioni svolte, nell'area di intervento l'evento "Precipitazione" provocato dai cambiamenti climatici, ha una discreta probabilità di accadimento; pertanto, l'**ESPOSIZIONE** del presente intervento a tale fattore è classificata con **grado MEDIO**.



**Figura 1 – Indice piovosità**

### 5.2 Esposizione: Ondate di calore (Temperatura)

Un'ondata di calore è una condizione meteorologica caratterizzata da un prolungato periodo di temperature elevate, che superano i valori medi stagionali: in genere, si considera un'onda di calore quando le temperature massime superano determinate soglie per un numero specifico di giorni consecutivi.

Il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici evidenzia che la probabilità di accadimento in futuro del fenomeno delle ondate di calore, collegate all'incremento delle temperature ed altri fattori modificati dai cambiamenti climatici, è significativa: questa analisi è particolarmente rilevante per il Sud Italia. Secondo il Piano, infatti, è da attendersi un aumento generalizzato del pericolo legato alle ondate di calore, in grado di innescare effetti di "isola di calore urbano" che amplifica gli effetti del disagio. Tale previsione è desunta dall'Indice SUP95 (vedi figura 3). Nell'area di intervento l'evento "Ondate di calore" provocato dai cambiamenti climatici ha

una alta probabilità di accadimento; pertanto, l'ESPOSIZIONE del presente intervento a tale fattore è classificata basso all'attualità e medio per il futuro (vedi Figura 2).

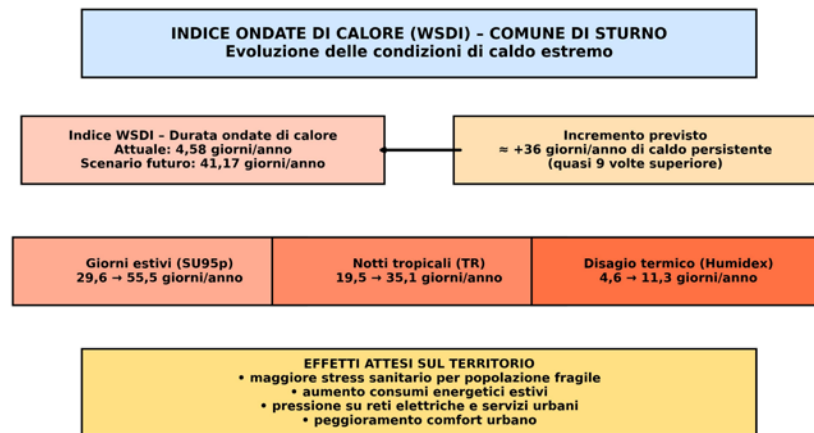


Figura 2 – Indice ondate di calore

### 5.3 Esposizione: Ondate di freddo (Temperatura)

Sull'intera penisola non ci sarà un aumento dei giorni di gelo ma bensì una diminuzione. Pertanto, l'anomalia osservata è media. Il valore di esposizione per l'area interessata dall'intervento progettuale risulta MEDIO (vedi Figura 2).

Figura 3 – Indice ondate di freddo

### 5.4 Esposizione: Frane (Massa solida)

Nello schema riportato viene illustrato il **diagramma di flusso** utilizzato per la **valutazione del livello di esposizione al pericolo climatico associato ai fenomeni di massa solida (frane)**, classificato secondo due macro-livelli di rischio: **assente-basso** e **medio-alto**, in funzione delle condizioni geomorfologiche e della pericolosità territoriale dell'area interessata dall'intervento.

L'analisi è stata condotta considerando la localizzazione del tracciato della rete idrica rispetto alle aree potenzialmente instabili, valutando la presenza di dissesti noti, la morfologia del terreno e le eventuali condizioni di suscettibilità a fenomeni franosi.

Dalla verifica effettuata emerge che **le zone interessate dal progetto non ricadono in aree soggette a rischio frana**, né presentano condizioni geomorfologiche tali da far prevedere l'innesco di fenomeni di instabilità dei versanti in relazione agli scenari climatici futuri. Di conseguenza, la **sintesi del rischio frana per le aree di intervento risulta classificata come assente**, e tale fattore non contribuisce in maniera significativa alla vulnerabilità complessiva dell'infrastruttura in progetto.

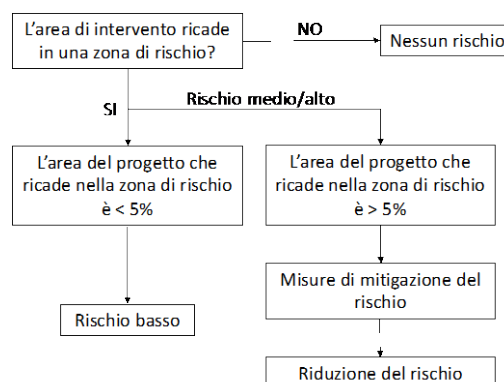
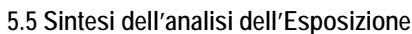


Diagramma di flusso per la valutazione del livello di esposizione

Di seguito si riportano la sintesi di rischio frana per le zone interessate dal progetto che è assente.





La valutazione ha permesso di individuare, per ciascun pericolo climatico, il grado di probabilità che l'infrastruttura possa essere interessata dagli effetti indotti dai cambiamenti climatici nel contesto territoriale di riferimento. In particolare, la rete idrica presenta un **livello di esposizione basso rispetto alle ondate di calore**, mentre risulta **mediamente esposta agli effetti delle ondate di freddo e agli eventi di precipitazione intensa**, fenomeni che possono influenzare la stabilità degli scavi, il comportamento delle condotte e la gestione delle acque superficiali.

La tabella di sintesi dell'esposizione consente di individuare in maniera immediata i **fattori climatici che possono incidere sulla funzionalità della rete idrica nel territorio comunale di Sturmo**, rappresentando un passaggio fondamentale per la successiva valutazione della vulnerabilità dell'infrastruttura e per la definizione delle misure progettuali di adattamento climatico.

Al contrario, l'esposizione della rete rispetto alle **ondate di calore risulta attualmente bassa**, in quanto le condotte risultano generalmente protette dalla posa interrata e presentano una limitata interazione diretta con le temperature superficiali. Inoltre, per il fattore **erosione**, non si registrano condizioni di esposizione significativa nell'area oggetto di intervento, in quanto il territorio comunale non presenta dinamiche costiere o fenomeni assimilabili.

14



Pericolo climatico significativo	Attuale	Futuro
Precipitazioni intense e concentrate	Medio	Medio
Precipitazioni intense e persistenti	Basso	Basso
Siccità	Basso	Medio
Ondate di freddo	Medio	Basso
Ondate di caldo	Basso	Medio
Erosione costiera	-	-

INFRASTRUTTURA	FATTORE	Ondate di Calore	Ondate di Freddo	Precipitazione	Erosione
Rete idrica	Esposizione	Basso	Medio	Medio	-

**Tabella 4 – Tabella di sintesi dell'esposizione rete idrica**

## 6. Screening – Resilienza climatica: VULNERABILITÀ

L'analisi della vulnerabilità dell'infrastruttura è stata sviluppata successivamente alla valutazione dei livelli di **Sensibilità** e **Esposizione** della rete idrica rispetto ai principali pericoli climatici individuati per il territorio comunale.

Secondo quanto previsto dagli **Orientamenti tecnici per la verifica della resilienza climatica delle infrastrutture**, la vulnerabilità viene determinata mediante la combinazione dei due parametri sopra citati, secondo la relazione:

$$V = S \times E$$

dove:

- **S** rappresenta il grado di sensibilità dell'infrastruttura rispetto a un determinato fenomeno climatico;
- **E** indica il livello di esposizione territoriale dell'opera allo stesso fenomeno;
- **V** esprime il livello di vulnerabilità risultante.

Questo approccio consente di valutare in maniera oggettiva il comportamento dell'infrastruttura in presenza dei diversi scenari climatici, individuando le condizioni in cui l'opera potrebbe subire criticità funzionali o strutturali.

La **Tabella 5**, riportata di seguito, mostra le combinazioni tra i diversi livelli di sensibilità ed esposizione e il corrispondente livello di vulnerabilità risultante, secondo le modalità di calcolo previste dagli orientamenti tecnici. Tale matrice costituisce lo strumento di riferimento utilizzato per determinare la vulnerabilità effettiva dell'opera rispetto ai fenomeni climatici considerati.

Livello di <b>Sensibilità</b> di un dato effetto climatico	Livello di <b>Esposizione</b> di un dato effetto climatico	Livello di <b>Vulnerabilità</b>
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Basso	Medio
Basso	Medio	Medio
Medio	Basso	Basso
Basso	Medio	Basso
Basso	Basso	Basso

<b>DIAGRAMMA MATRICE DI VULNERABILITÀ</b> Sensibilità × Esposizione → Vulnerabilità		
Sensibilità	Esposizione	Vulnerabilità
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Medio	Basso	Medio
Basso	Medio	Medio
Medio	Basso	Basso
Basso	Medio	Basso
Basso	Basso	Basso

**Tabella 5 – Combinazioni tra valori di Sensibilità ed Esposizione ai fini della Vulnerabilità**

La matrice evidenzia come la vulnerabilità dell'infrastruttura aumenti in presenza di combinazioni elevate di sensibilità ed esposizione, mentre si riduca progressivamente quando uno o entrambi i parametri risultano bassi.

Questo passaggio metodologico costituisce il momento centrale dello screening climatico, in quanto consente di individuare i fattori di rischio che richiedono l'introduzione di specifiche misure di adattamento progettuale al fine di ridurre la vulnerabilità complessiva dell'opera.

Dalla correlazione tra Esposizione e Sensibilità dell'infrastruttura allo specifico rischio climatico è stata ottenuta la tabella 6 che fornisce la seguente matrice che sintetizza l'analisi della vulnerabilità sulle opere svolte per i diversi effetti climatici individuati, riportata di seguito.

Pericoli	Livello di Sensibilità	Livello di Esposizione	Livello di Vulnerabilità
Ondate di calore	BASSO	MEDIO	MEDIO
Ondate di freddo	BASSO	BASSO	BASSO
Precipitazione	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Massa solida (Frane)	-	-	-

<b>MATRICE DI VULNERABILITÀ</b> <b>Sintesi Esposizione × Sensibilità</b>
<b>Ondate di calore</b> Sensibilità: Basso Esposizione: Media ⇒ Vulnerabilità: MEDIA
<b>Ondate di freddo</b> Sensibilità: Basso Esposizione: Basso ⇒ Vulnerabilità: BASSA
<b>Precipitazioni intense</b> Sensibilità: Media Esposizione: Media ⇒ Vulnerabilità: MEDIA
<b>Frane (massa solida)</b> Dati non disponibili

**Tabella 6 – Vulnerabilità rete idrica ai rischi climatici**

La Tabella 6 riporta la sintesi finale della valutazione di vulnerabilità della rete idrica rispetto ai principali pericoli climatici considerati, ottenuta attraverso la correlazione tra il **livello di sensibilità dell'infrastruttura** e il **livello di esposizione territoriale** ai fenomeni climatici analizzati.

La tabella indicativa della vulnerabilità ha consentito di individuare:

- N.1 pericolo climatico di grado MEDIO: PRECIPITAZIONE
- N.2 pericoli climatici di grado MEDIO: ONDATE DI CALORE E MASSE SOLIDE
- N.1 pericolo climatico di grado BASSO: ONDATE DI FREDDO

La valutazione complessiva della vulnerabilità dell'investimento, derivante dalla combinazione delle analisi di sensibilità ed esposizione, ha consentito di definire un quadro sintetico dei rischi climatici rilevanti ai quali risulta esposta l'opera di progetto.

Dalla lettura della matrice emerge che i principali elementi di attenzione riguardano i fenomeni di **precipitazione intensa** e le **ondate di calore**, che determinano entrambi un livello di vulnerabilità medio, in ragione della loro crescente frequenza negli scenari climatici futuri e della loro potenziale incidenza sulle infrastrutture idriche.

Al contrario, le **ondate di freddo** presentano un livello di vulnerabilità basso, coerentemente con la minore esposizione territoriale e con la progressiva riduzione della frequenza di tali eventi nelle proiezioni climatiche.

Per quanto concerne il rischio associato ai fenomeni di **massa solida (frane)**, non sono state riscontrate condizioni di esposizione nelle aree interessate dall'intervento, e pertanto tale fattore non contribuisce alla vulnerabilità complessiva dell'opera.

In sintesi, la matrice di vulnerabilità consente di individuare:

- un pericolo climatico di grado medio legato alle precipitazioni intense;
- un pericolo climatico di grado medio associato alle ondate di calore;
- un pericolo climatico di grado basso relativo alle ondate di freddo;
- assenza di criticità legate a fenomeni franosi nelle aree oggetto di intervento.

Tale quadro ha costituito la base per l'individuazione delle misure progettuali di adattamento, finalizzate alla riduzione del rischio residuo e al rafforzamento della resilienza della rete idrica rispetto ai futuri scenari climatici.

Dalla correlazione tra il livello di **Esposizione territoriale** e il grado di **Sensibilità dell'infrastruttura** rispetto ai singoli effetti climatici è stata ricavata la matrice riportata nella Tabella 6, che costituisce il quadro di sintesi dell'analisi di vulnerabilità delle opere previste.

La matrice consente di valutare in modo integrato il comportamento della rete idrica rispetto ai diversi pericoli climatici, mettendo in relazione la probabilità che un determinato fenomeno si manifesti nell'area di intervento con la capacità dell'infrastruttura di resistere o adattarsi agli effetti indotti dall'evento stesso.

Dall'analisi emerge che le **ondate di calore**, pur presentando una sensibilità infrastrutturale classificata come bassa, risultano caratterizzate da un livello di esposizione medio, determinando complessivamente una **vulnerabilità media**, in considerazione della crescente frequenza dei fenomeni di caldo estremo prevista negli scenari climatici futuri.

Per quanto riguarda le **ondate di freddo**, sia la sensibilità dell'infrastruttura sia l'esposizione territoriale risultano basse, conducendo quindi a un livello di vulnerabilità complessivo basso, in coerenza con la tendenza climatica che indica una progressiva riduzione degli episodi di freddo intenso.

Nel caso delle **precipitazioni intense**, la combinazione di una sensibilità media delle infrastrutture e di un'esposizione anch'essa media comporta una **vulnerabilità di grado medio**, evidenziando come gli eventi pluviometrici concentrati rappresentino uno dei principali fattori di rischio per le opere di progetto, soprattutto in relazione al drenaggio delle acque e alla stabilità degli scavi.

Infine, per il rischio legato alla **massa solida (fenomeni franosi)**, non sono emerse condizioni di esposizione significativa nelle aree interessate dall'intervento, motivo per cui tale fattore non contribuisce in maniera rilevante alla vulnerabilità complessiva dell'opera.

La matrice di sintesi ottenuta permette pertanto di individuare con chiarezza i fenomeni climatici che richiedono specifiche misure di adattamento progettuale, orientando le scelte tecniche verso soluzioni capaci di ridurre progressivamente la vulnerabilità della rete idrica e di aumentarne la resilienza rispetto agli scenari climatici futuri.

## 7. Misure di adattamento da adottare in fase di progettazione

In base alla classificazione della vulnerabilità emersa dall'analisi, per i fattori climatici caratterizzati da livelli di rischio **alto** e **medio** risulta necessario procedere all'individuazione e all'adozione di specifiche misure di mitigazione e adattamento progettuale, finalizzate alla riduzione degli effetti potenzialmente dannosi sull'infrastruttura.

Tali misure hanno l'obiettivo di **ridurre i livelli di rischio a condizioni di vulnerabilità bassa**, attraverso interventi tecnici e soluzioni costruttive capaci di aumentare la resilienza della rete idrica rispetto agli eventi climatici attuali e futuri.

L'approccio adottato non mira soltanto alla gestione delle possibili criticità, ma punta a prevenire il manifestarsi di danni o interruzioni di servizio, assicurando la funzionalità dell'infrastruttura anche in presenza di condizioni meteorologiche estreme.

In questo modo, la rete idrica viene progressivamente resa **meno sensibile agli effetti dei pericoli climatici individuati**, garantendo nel tempo maggiore sicurezza, continuità del servizio e affidabilità dell'opera, in coerenza con i principi di adattamento climatico previsti dagli orientamenti tecnici nazionali.

### 7.1 Misure di mitigazione: Precipitazione

$V = S \times E = \text{MEDIO}$

**Misura di adattamento prevista:**

Al fine di ridurre la vulnerabilità dell'infrastruttura rispetto agli eventi di precipitazione intensa, è prevista la realizzazione, sul fondo dello scavo, di un **cassonetto drenante** adeguatamente dimensionato e protetto mediante geotessile non tessuto (TNT), con funzione filtrante e di separazione tra terreno naturale e materiale drenante. All'interno del cassonetto viene posizionata una **tubazione forata**, destinata alla raccolta e allo smaltimento delle acque superficiali e di infiltrazione che possono accumularsi lungo il tracciato della condotta. Il cassonetto viene successivamente riempito con materiale lapideo drenante (ciottoli o ghiaia selezionata), in grado di favorire il rapido deflusso delle acque ed evitare ristagni in prossimità della tubazione.

Il sistema drenante convoglia infine le acque raccolte verso i pozzetti di linea, opportunamente dotati di **scarico di fondo**, consentendo lo smaltimento controllato delle acque e prevenendo fenomeni di saturazione del terreno, perdita di portanza o instabilità dello scavo. Tale soluzione progettuale consente di migliorare il comportamento idraulico del sistema, riducendo i potenziali effetti delle precipitazioni intense sull'infrastruttura e contribuendo a riportare il livello di vulnerabilità complessivo a condizioni compatibili con i criteri di resilienza climatica dell'opera.

### 7.2 Misure di mitigazione: Massa solida (Frane)

**Analisi della vulnerabilità eseguita:**

$V = S \times E = \text{non significativa / non applicabile}$  per il tratto oggetto di intervento, in quanto non risultano condizioni di esposizione a fenomeni di massa solida (frane) nell'area interessata dal progetto.

**Misura di adattamento prevista:**

A titolo cautelativo e nell'ottica di garantire elevati standard di sicurezza e durabilità dell'infrastruttura, le tubazioni previste in progetto sono dotate di **giunti progettati per assicurare elevata elasticità e resistenza meccanica**, in modo da consentire alla condotta di assorbire eventuali piccoli movimenti del terreno senza compromettere la continuità idraulica del sistema.

Tale soluzione tecnica contribuisce a migliorare il comportamento dell'infrastruttura anche in presenza di eventuali assestamenti locali del terreno, aumentando la robustezza complessiva della rete e riducendo il rischio di rotture o perdite accidentali nel tempo.

### 7.3 Misure di mitigazione: Ondate di calore (Temperature)

**Analisi della vulnerabilità eseguita:**

$V = S \times E = \text{MEDIO}$

**Misura di adattamento prevista:**

Al fine di garantire la stabilità e la funzionalità della rete idrica anche in presenza di condizioni climatiche caratterizzate da elevate temperature ambientali, il progetto prevede l'impiego di **tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD)**, materiale particolarmente idoneo per reti di distribuzione idrica grazie alle sue caratteristiche di resistenza meccanica, elasticità e durabilità nel tempo.

Le tubazioni utilizzate sono in grado di **resistere a temperature di esercizio permanenti fino a circa 40 °C**, mantenendo inalterate le proprie caratteristiche strutturali e funzionali. Inoltre, il materiale presenta una **temperatura di rammollimento significativamente superiore alle condizioni operative previste**, garantendo un ampio margine di sicurezza anche in caso di esposizione a condizioni ambientali estreme.

L'impiego di condotte in polietilene contribuisce quindi a ridurre la sensibilità dell'infrastruttura agli effetti delle ondate di calore, migliorando la resilienza complessiva della rete idrica e consentendo di riportare la vulnerabilità dell'opera a livelli compatibili con gli obiettivi di adattamento climatico previsti dal progetto.

- Misura di adattamento: le tubazioni in POLIETILENE resistono a temperatura massima permanente di 40° C e di rammollimento di 1270 °C.

Le misure di mitigazione adottate hanno ricondotto il grado di Vulnerabilità delle infrastrutture a **BASSO**. Pertanto, la rete idrica analizzata risulta immune ai pericoli climatici del territorio.

#### 7.4 Esposizione e vulnerabilità della rete idrica

L'analisi svolta ha consentito di costruire un quadro organico degli effetti che i cambiamenti climatici attuali e futuri possono produrre sulla rete idrica del Comune di Sturmo, integrando le valutazioni di **pericolo climatico, esposizione territoriale, sensibilità infrastrutturale e vulnerabilità dell'opera** secondo le metodologie previste dagli orientamenti tecnici per la resilienza climatica.

Dall'esame dei dati climatici disponibili emerge una tendenza evolutiva caratterizzata da **incremento delle temperature medie**, aumento dei periodi di caldo persistente e crescita della frequenza di eventi meteorici intensi, a fronte di una distribuzione delle precipitazioni sempre più irregolare. In tale contesto, la rete idrica risulta esposta principalmente ai fenomeni di **precipitazioni intense e concentrate** e alle **ondate di calore**, mentre l'esposizione risulta più contenuta per le ondate di freddo e sostanzialmente assente per il rischio legato a fenomeni di massa solida (frane) nelle aree interessate dall'intervento.

La correlazione tra esposizione territoriale e sensibilità delle opere ha consentito di determinare la vulnerabilità effettiva dell'infrastruttura, evidenziando una **vulnerabilità di livello medio per precipitazioni intense e ondate di calore**, e **bassa per le ondate di freddo**, con assenza di criticità per fenomeni franosi. Tale quadro conferma come le principali pressioni future sull'infrastruttura siano riconducibili agli effetti combinati dell'aumento degli eventi pluviometrici intensi e delle temperature estive elevate. Le misure progettuali previste, comprendenti il miglioramento dei sistemi di drenaggio degli scavi, l'utilizzo di materiali e giunti capaci di assorbire eventuali movimenti del terreno, nonché l'impiego di tubazioni ad elevata resistenza meccanica e termica, consentono di **ridurre sensibilmente la vulnerabilità complessiva dell'opera**, riportando i livelli di rischio a condizioni compatibili con gli obiettivi di resilienza climatica richiesti per le infrastrutture pubbliche.

Ne deriva che la rete idrica progettata risulta adeguatamente attrezzata per affrontare le condizioni climatiche future previste per il territorio comunale, garantendo **continuità del servizio, sicurezza infrastrutturale e durabilità dell'opera nel medio e lungo periodo**, e contribuendo al rafforzamento della resilienza complessiva del sistema territoriale rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici.

<b>SINTESI FINALE - RESILIENZA CLIMATICA RETE IDRICA DI STURNO</b> <b>Analisi di esposizione, vulnerabilità e misure di adattamento</b>
<b>PRECIPITAZIONI INTENSE</b> Evoluzione: eventi più intensi e concentrati   Esposizione: MEDIA   Sensibilità: MEDIA Vulnerabilità iniziale: MEDIA Effetti: ristagni e sovraccarico drenaggi Misure: cassettoni drenanti + tubazione forata + scarichi di fondo → Vulnerabilità residua: BASSA
<b>ONDATE DI CALORE</b> Evoluzione: aumento durata e frequenza caldo estremo   Esposizione: MEDIA Sensibilità infrastruttura: BASSA   Vulnerabilità iniziale: MEDIA Effetti: stress termico materiali Misure: tubazioni PEAD ad alta resistenza termica e meccanica → Vulnerabilità residua: BASSA
<b>ONDATE DI FREDDO</b> Evoluzione: fenomeni in diminuzione   Esposizione: BASSA   Sensibilità: BASSA Vulnerabilità iniziale: BASSA Effetti: criticità limitate su condotte superficiali Misure: posa conforme e materiali elastici → Vulnerabilità residua: BASSA
<b>MASSA SOLIDA (FRANE)</b> Esposizione: ASSENTE nelle aree di intervento Vulnerabilità: non significativa Misura cautelativa: giunti elastici e resistenti → Nessuna criticità rilevante
<b>SCENARIO CLIMATICO GENERALE</b> Aumento temperature, maggiore irregolarità delle piogge e pressione sulle infrastrutture idriche → Obiettivo progettuale: rete resiliente e continuità del servizio nel lungo periodo

Tabella 7 – Sintesi finale rete idrica ai rischi climatici

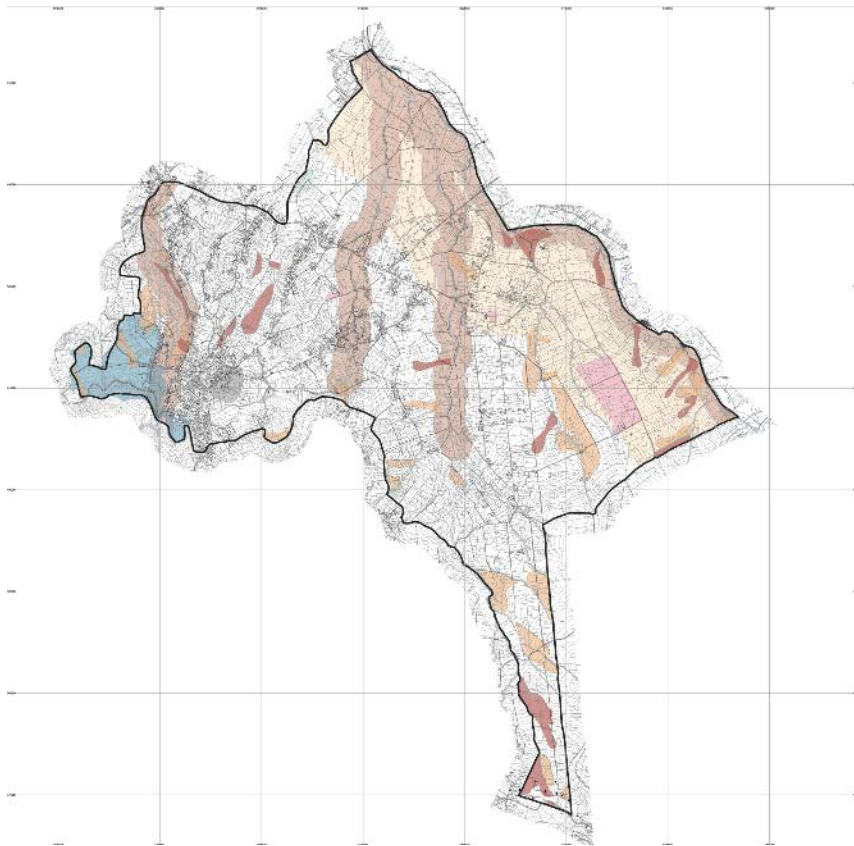
## Appendice : Analisi del Pericolo Climatico e della Vulnerabilità del Comune di Sturmo

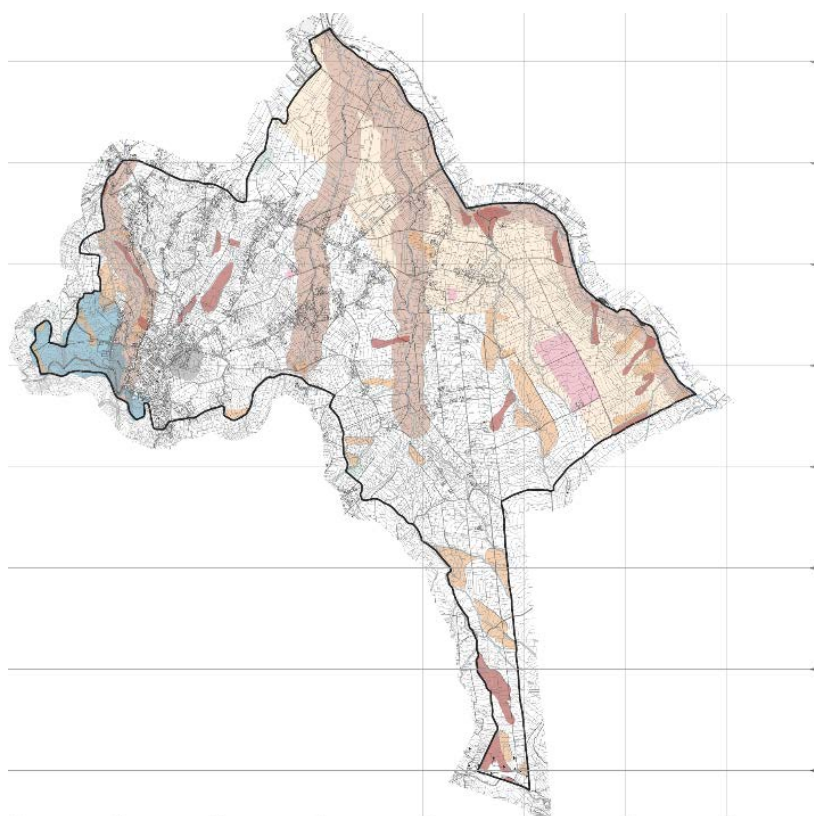
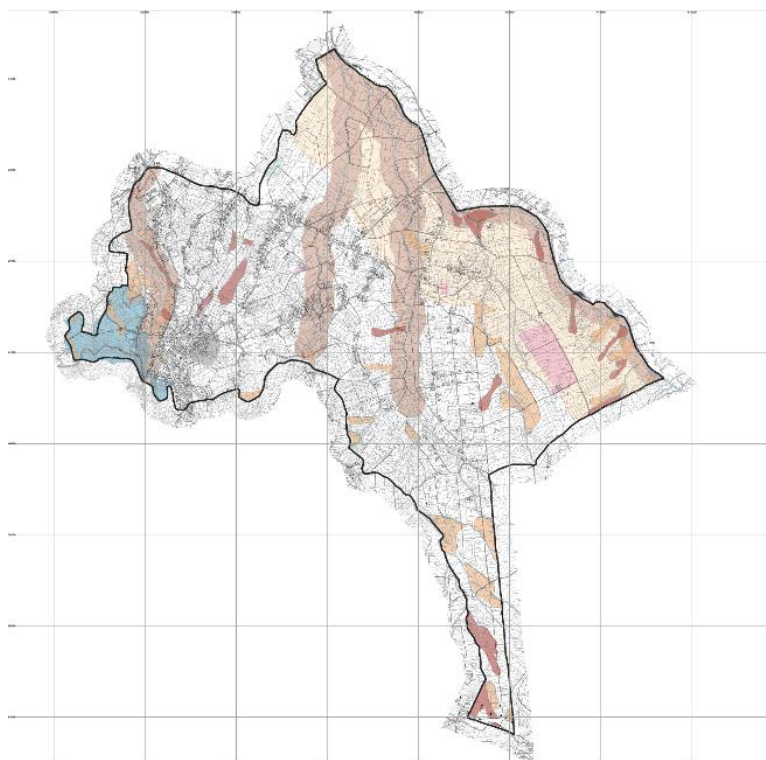
### 1. Inquadramento dell'analisi

La presente analisi costituisce il **quadro conoscitivo di riferimento** per la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici sul territorio comunale di Sturmo e rappresenta uno strumento tecnico di supporto alle future scelte di pianificazione, progettazione e gestione del territorio.

L'obiettivo principale dello studio è comprendere in che modo le **trasformazioni climatiche in atto e quelle previste nei prossimi decenni** possano incidere sulle componenti fisiche, ambientali e infrastrutturali del territorio comunale, al fine di individuare i settori maggiormente esposti e le criticità potenzialmente emergenti nel medio e lungo periodo.

L'analisi consente quindi di orientare le scelte progettuali e pianificatorie verso soluzioni capaci di **ridurre progressivamente la vulnerabilità delle infrastrutture e aumentare la resilienza territoriale**, garantendo una gestione più efficace delle risorse e la continuità dei servizi essenziali anche in presenza di scenari climatici futuri più critici.





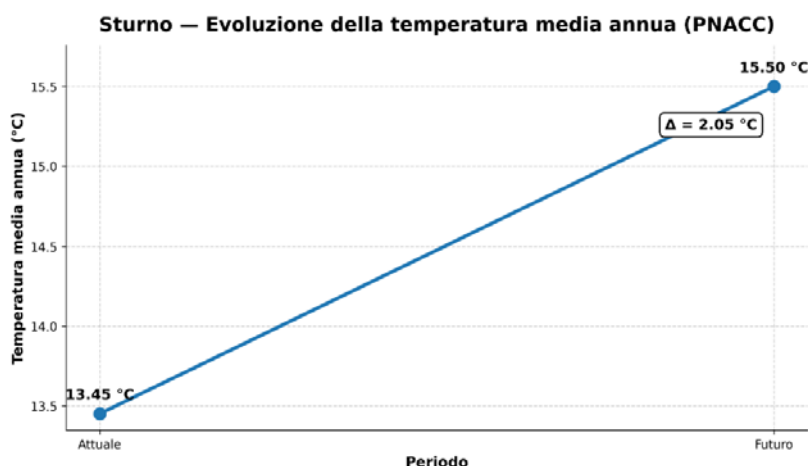
In particolare, lo studio si propone di:

- valutare il **grado di pericolo climatico attuale e futuro** per il Comune di Sturmo, analizzando i fenomeni meteorologici che presentano maggiore probabilità di produrre effetti dannosi sul territorio;



- descrivere l'**evoluzione delle condizioni climatiche locali**, con riferimento alle variazioni di temperatura, precipitazioni e frequenza di eventi estremi;
- analizzare i **possibili effetti sulle infrastrutture e sui servizi essenziali**, quali reti idriche, sistemi di drenaggio, infrastrutture viarie e servizi urbani;
- individuare la **vulnerabilità territoriale**, ovvero il grado con cui il sistema urbano e ambientale può subire danni o riduzioni di funzionalità a seguito di eventi climatici avversi.

L'analisi assume pertanto una funzione strategica, in quanto consente di orientare le scelte di pianificazione urbana, manutenzione infrastrutturale e gestione del territorio verso soluzioni in grado di **aumentare la resilienza locale** e ridurre progressivamente i livelli di rischio.



Il lavoro si basa sugli indicatori climatici e sulle matrici di vulnerabilità riportate nella **scheda comunale PNACC**, che fornisce un quadro sintetico dei principali pericoli climatici e delle componenti territoriali maggiormente esposte. Tali dati sono stati integrati con una lettura tecnico-interpretativa finalizzata a tradurre le informazioni climatiche in **implicazioni operative per la pianificazione comunale**. È importante sottolineare che l'analisi non si limita alla valutazione di eventi estremi isolati, ma considera il cambiamento climatico come un **processo progressivo**, caratterizzato da:

- aumento della frequenza degli eventi critici,
- maggiore persistenza delle condizioni climatiche estreme,
- accumulo di effetti nel tempo sulle infrastrutture e sull'ambiente urbano.

Pertanto, l'obiettivo finale del capitolo non è soltanto descrittivo, ma mira a costruire una base conoscitiva utile per sviluppare politiche e interventi capaci di **prevenire l'aggravarsi delle vulnerabilità territoriali** e migliorare la sicurezza e la qualità della vita della popolazione.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati in modo dettagliato i principali pericoli climatici, la loro evoluzione prevista e le ricadute sulle componenti infrastrutturali e ambientali del territorio comunale

## 2. Evoluzione climatica del territorio comunale

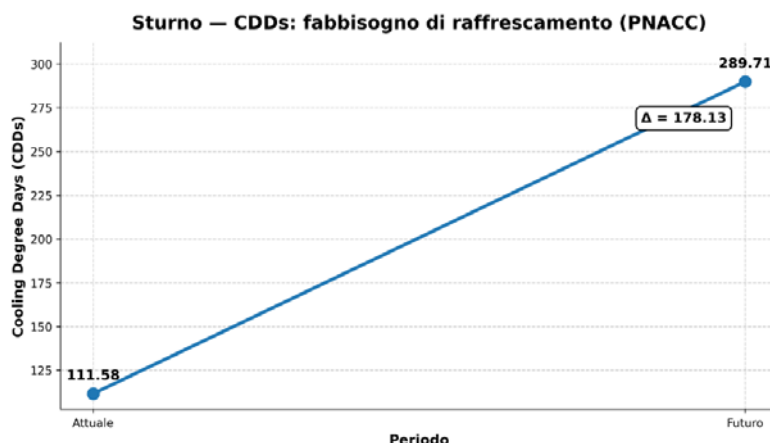
L'analisi degli indicatori climatici disponibili per il Comune di Sturno evidenzia una **tendenza chiara e progressiva verso condizioni climatiche più calde e caratterizzate da periodi secchi più lunghi e frequenti**, in linea con le dinamiche osservate nell'area appenninica meridionale e, più in generale, nel contesto mediterraneo.

Il cambiamento non riguarda soltanto l'aumento delle temperature medie, ma coinvolge la **durata delle stagioni, la distribuzione delle precipitazioni e la frequenza di periodi meteorologici estremi**, con effetti che tendono a manifestarsi in modo cumulativo nel tempo.

Il territorio comunale si trova quindi esposto a una duplice trasformazione climatica:

- da un lato **estati più lunghe, calde e secche**, con maggiore pressione sulle risorse idriche;
- dall'altro **eventi piovosi più irregolari e concentrati**, che alternano periodi di siccità a precipitazioni intense.

Questa evoluzione comporta effetti diretti sia sull'ambiente naturale sia sul sistema urbano e infrastrutturale, influenzando la gestione delle acque, la qualità degli spazi urbani e la funzionalità dei servizi.



## 2.1 Aumento della temperatura media

L'analisi delle serie climatiche mostra un incremento significativo della **temperatura media annua** tra la situazione attuale e gli scenari climatici futuri.

I dati evidenziano:

- **temperatura media attuale:** circa 13,5°C;
- **temperatura media nello scenario futuro:** circa 15,5°C.

Si registra quindi un incremento medio di circa +2°C, valore particolarmente rilevante per un territorio interno appenninico, tradizionalmente caratterizzato da condizioni climatiche temperate e da una moderata escursione termica stagionale.

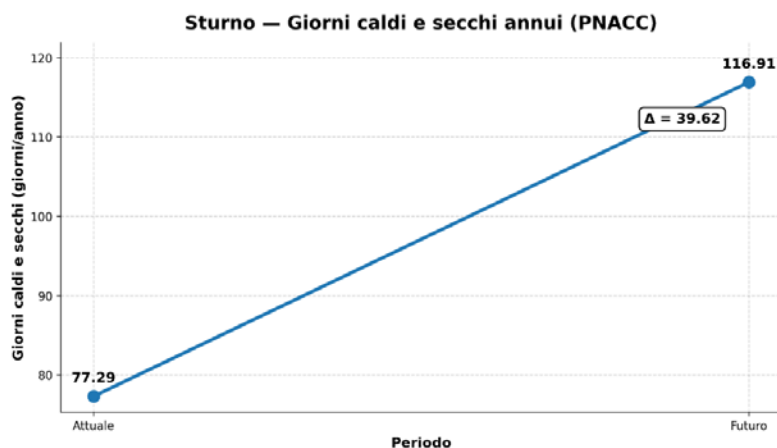
Un aumento di tale entità comporta conseguenze che non si limitano a una semplice percezione di maggiore caldo, ma incidono sull'intero sistema territoriale.

Tra gli effetti attesi si possono evidenziare:

- **incremento della domanda energetica estiva**, legata all'utilizzo crescente di sistemi di raffrescamento negli edifici residenziali e pubblici;
- **maggiore stress termico per la popolazione**, con effetti più significativi sulle fasce vulnerabili come anziani, bambini e soggetti con patologie croniche;
- **impatto sulle attività produttive e agricole**, che possono subire riduzioni di efficienza durante periodi prolungati di caldo intenso;
- **aumento dell'evaporazione e del consumo idrico**, con conseguente maggiore pressione sulle reti di approvvigionamento;
- riduzione dell'umidità del suolo durante i mesi estivi;
- possibile incremento del rischio di incendi nelle aree rurali e boschive.

È inoltre importante sottolineare che l'aumento della temperatura media si accompagna generalmente a una **maggiore frequenza di giornate estremamente calde**, fenomeno che incide in modo più marcato sulla vivibilità urbana rispetto al semplice aumento delle medie annuali.

Nel complesso, l'incremento termico rappresenta uno degli elementi chiave del cambiamento climatico locale e costituisce un fattore determinante per la definizione delle future politiche di adattamento del territorio comunale.



## 2.2 Aumento dei giorni caldi e secchi

Uno degli indicatori più significativi del cambiamento climatico locale riguarda l'incremento dei **giorni caldi e privi di precipitazioni**. Le proiezioni mostrano:

- **situazione attuale:** circa **77 giorni caldi e secchi all'anno**;
- **scenario futuro:** circa **117 giorni annui**.

L'aumento supera quindi il **50%**, indicando un'estensione significativa dei periodi estivi.

Le conseguenze principali includono:

- maggiore durata delle condizioni di siccità stagionale;
- riduzione dell'umidità del suolo;
- incremento della domanda irrigua;
- stress per colture e vegetazione;
- maggiore probabilità di incendi boschivi;
- peggioramento del comfort urbano nei centri abitati.

L'effetto combinato di caldo e assenza di precipitazioni rappresenta uno dei fattori più critici per il territorio comunale.

## 2.3 Aumento delle ondate di calore

Oltre alla crescita della temperatura media, si osserva un incremento significativo della durata e della frequenza delle **ondate di calore**, ovvero periodi prolungati di temperature elevate.

Gli indicatori climatici mostrano un aumento marcato dei giorni consecutivi caldi, con effetti diretti sulla popolazione e sulle infrastrutture.

Le principali conseguenze sono:

- aumento dei rischi sanitari per anziani e soggetti vulnerabili;
- incremento della mortalità durante periodi di caldo estremo;
- sovraccarico della rete elettrica;
- riduzione del comfort negli edifici non adeguatamente isolati;
- maggiore deterioramento delle superfici stradali.

Le ondate di calore rappresentano uno dei rischi climatici più rilevanti per i centri abitati interni.

## 2.4 Riduzione delle ondate di freddo

Parallelamente all'aumento delle temperature medie si osserva una **progressiva diminuzione della frequenza delle ondate di freddo intenso**.

Ciò comporta:

- minori criticità legate al gelo;
- riduzione degli episodi di neve persistente;
- minore impatto sulla viabilità invernale.

Tuttavia, eventi di freddo intenso possono ancora verificarsi in modo improvviso e risultare critici, soprattutto in presenza di infrastrutture non adeguatamente mantenute.

## 2.5 Irregolarità delle precipitazioni

Un ulteriore elemento di rilievo riguarda la **distribuzione delle precipitazioni**, che tende a diventare meno uniforme durante l'anno.

Si osservano:

- periodi più lunghi senza precipitazioni;
- eventi piovosi più brevi ma intensi;
- maggiore concentrazione delle piogge in pochi episodi.

Questo andamento produce:

- maggiore rischio di allagamenti locali;
- aumento del ruscellamento superficiale;
- riduzione dell'infiltrazione dell'acqua nel suolo;
- maggiore pressione sui sistemi di drenaggio urbano.

La combinazione di siccità prolungata e precipitazioni intense rappresenta uno degli elementi più critici per la gestione del territorio.

## 2.6 Sintesi delle trasformazioni climatiche locali

Complessivamente, il quadro climatico che emerge per il Comune di Sturno indica:

- aumento delle temperature medie;
- crescita dei periodi caldi e secchi;
- incremento delle ondate di calore;
- riduzione degli episodi di freddo intenso;
- maggiore irregolarità delle precipitazioni.

Il cambiamento climatico locale non si manifesta quindi solo attraverso eventi estremi isolati, ma tramite **una trasformazione progressiva delle condizioni climatiche medie**, che incide sulla disponibilità di risorse, sulla funzionalità delle infrastrutture e sulla qualità della vita urbana.

Nei capitoli successivi tali trasformazioni verranno messe in relazione con le vulnerabilità infrastrutturali e territoriali, al fine di individuare le principali criticità e le priorità di intervento per l'adattamento climatico del Comune

## 2.7 Crescita della domanda di raffrescamento

Un indicatore particolarmente significativo per comprendere gli effetti concreti dell'aumento delle temperature sul sistema urbano è rappresentato dai **Cooling Degree Days (CDD)**, utilizzati per stimare la necessità di raffrescamento degli edifici durante la stagione calda. I CDD esprimono, in modo sintetico, **quanto e per quanto tempo la temperatura esterna supera la soglia di comfort termico**, rendendo necessario l'utilizzo di impianti di climatizzazione. Valori più elevati indicano quindi un fabbisogno maggiore di raffrescamento.

I dati disponibili per il Comune di Sturno mostrano un incremento molto marcato:

- **Situazione attuale:** circa 112 CDD;
- **Scenario climatico futuro:** circa 290 CDD.

Si osserva quindi **un incremento superiore al doppio** rispetto alla situazione attuale, segnalando una trasformazione significativa delle condizioni estive locali.

Questo dato indica che **il periodo dell'anno in cui gli edifici necessitano di raffrescamento sarà più lungo e intenso**, con ripercussioni dirette sul sistema energetico e sulla gestione urbana.

Le principali implicazioni attese sono:

- **maggiore consumo energetico estivo**, dovuto alla diffusione e all'utilizzo più prolungato degli impianti di climatizzazione in abitazioni, uffici e strutture pubbliche;
- **incremento della pressione sulla rete elettrica**, specialmente durante i picchi di calore, con possibili sovraccarichi o interruzioni del servizio;
- **aumento dei costi energetici per famiglie e imprese**, che può incidere in modo rilevante sulle spese domestiche e sulla competitività delle attività economiche locali;
- maggiore vulnerabilità degli edifici meno efficienti dal punto di vista energetico, che richiedono maggiori consumi per mantenere condizioni di comfort;
- incremento del calore disperso dagli impianti di climatizzazione nell'ambiente urbano, contribuendo ad alimentare il fenomeno delle **isole di calore urbane**.

È inoltre importante considerare che una maggiore richiesta di energia elettrica durante l'estate può aumentare indirettamente le emissioni climateranti qualora la produzione energetica non provenga da fonti rinnovabili, contribuendo così a un **circolo vizioso tra aumento delle temperature e incremento dei consumi energetici**.

Di conseguenza, la crescita dei CDD rappresenta non soltanto un indicatore climatico, ma un elemento strategico per la pianificazione comunale, evidenziando la necessità di promuovere:

- edifici più efficienti dal punto di vista energetico,
- soluzioni di raffrescamento passivo,
- incremento delle superfici verdi urbane,
- riduzione delle isole di calore.

L'evoluzione del fabbisogno di raffrescamento costituisce quindi uno dei segnali più concreti del cambiamento climatico in atto sul territorio comunale, con effetti diretti sia sulla qualità della vita sia sulla sostenibilità energetica futura del Comune di Sturno.

L'analisi della scheda comunale PNACC consente di individuare i principali pericoli climatici che interessano il territorio di Sturno, valutandone sia la situazione attuale sia l'evoluzione prevista nei prossimi decenni.

Il quadro che emerge mostra come il territorio sia già oggi esposto a fenomeni meteorologici in grado di generare impatti concreti, mentre altri pericoli risultano in crescita a causa del progressivo riscaldamento climatico e della maggiore irregolarità delle precipitazioni.

I pericoli climatici principali individuati sono:

- precipitazioni intense e concentrate;
- siccità;
- ondate di caldo;
- ondate di freddo.

Ciascuno di questi fenomeni produce effetti differenti sulle componenti urbane, ambientali e infrastrutturali, contribuendo a definire il livello complessivo di rischio territoriale.

#### **a) Precipitazioni intense e concentrate**

Le precipitazioni intense e concentrate rappresentano uno dei fenomeni climatici più rilevanti per il Comune di Sturno. La valutazione PNACC attribuisce a questo fenomeno un **grado di pericolo medio sia nello scenario attuale sia in quello futuro**, indicando quindi una criticità già presente e destinata a mantenersi nel tempo.

Il problema principale non riguarda tanto la quantità totale di pioggia annuale, quanto piuttosto la **tendenza delle precipitazioni a concentrarsi in brevi intervalli temporali**, spesso sotto forma di rovesci o temporali intensi.

Gli effetti tipici sul territorio comunale includono:

- **allagamenti urbani localizzati**, specialmente nelle aree con drenaggio insufficiente o in presenza di superfici impermeabili estese;
- **sovraccarico delle reti fognarie**, che possono non riuscire a smaltire rapidamente le acque meteoriche;
- incremento del **ruscellamento superficiale**, con trasporto di detriti e sedimenti;
- **erosione del suolo** e possibili fenomeni di instabilità dei versanti, soprattutto nelle aree collinari e lungo le infrastrutture viarie;
- possibili danni a edifici, strade e reti tecnologiche.

Questo fenomeno rappresenta oggi il **pericolo climatico con impatti più immediatamente percepibili** a livello locale, in quanto gli effetti si manifestano rapidamente e possono coinvolgere direttamente aree abitate e infrastrutture.

La crescente impermeabilizzazione del suolo e l'espansione delle superfici asfaltate possono inoltre amplificare il problema, aumentando la velocità di deflusso delle acque.

#### **b) Siccità**

La siccità rappresenta il fenomeno che mostra la **maggiore crescita di pericolo nello scenario futuro**, passando da un livello attuale basso a un livello medio nelle proiezioni climatiche.

Questo cambiamento è legato alla combinazione di:

- aumento delle temperature;
- maggiore evaporazione;
- riduzione delle precipitazioni estive;
- incremento dei periodi consecutivi senza pioggia.

Le conseguenze per il territorio comunale possono essere rilevanti:

- **riduzione della disponibilità idrica**, soprattutto nei mesi estivi;
- maggiore pressione sulle **reti di distribuzione dell'acqua potabile**;
- incremento dei costi di gestione delle risorse idriche;
- problemi per le attività agricole locali;
- stress per ecosistemi naturali e vegetazione;
- maggiore probabilità di **incendi boschivi e rurali**, in presenza di vegetazione secca e temperature elevate.

La siccità rappresenta una criticità meno visibile rispetto agli allagamenti, ma potenzialmente più dannosa nel lungo periodo, poiché incide sulla disponibilità di una risorsa fondamentale per il territorio.

È inoltre un fenomeno che tende ad avere effetti cumulativi, aggravandosi nel corso della stagione estiva.

#### **c) Ondate di caldo**

Le ondate di calore mostrano un incremento di pericolo passando da **livello basso a medio** nello scenario futuro.

Esse consistono in periodi prolungati di temperature elevate, spesso associati a condizioni di scarsa ventilazione e alta umidità, che riducono la capacità di raffrescamento naturale.

Gli effetti principali includono:

- aumento del **rischio sanitario**, in particolare per anziani, bambini e soggetti fragili;
- incremento dei ricoveri e delle emergenze sanitarie nei periodi di caldo intenso;
- crescita della **domanda energetica** per raffrescamento degli edifici;
- sovraccarico delle reti elettriche durante i picchi estivi;
- stress per materiali e infrastrutture urbane, con possibile deformazione delle superfici stradali;

- peggioramento del comfort negli spazi urbani e negli edifici meno efficienti.

Il fenomeno è particolarmente critico nei centri abitati, dove le superfici artificiali e la ridotta ventilazione favoriscono l'accumulo di calore.

#### **d) Ondate di freddo**

Le analisi climatiche indicano una **riduzione del pericolo associato alle ondate di freddo** nel lungo periodo, in conseguenza dell'aumento generale delle temperature medie.

Ciò comporta una minore frequenza di episodi di gelo intenso e di nevicate persistenti rispetto al passato.

Tuttavia, tali eventi possono ancora verificarsi in modo improvviso e generare impatti rilevanti, soprattutto quando si presentano in forma eccezionale.

Le criticità principali riguardano:

- difficoltà di **circolazione stradale** durante eventi di gelo o neve;
- possibili danni alle infrastrutture idriche in caso di congelamento delle tubazioni;
- interruzioni temporanee dei servizi locali;
- problemi per le aree rurali e le infrastrutture isolate.

Pertanto, pur essendo in diminuzione, il rischio legato alle ondate di freddo non può essere completamente trascurato nella pianificazione territoriale.

#### **Considerazione finale**

Il quadro complessivo mostra che il territorio comunale di Storno è interessato da **una combinazione di pericoli climatici già presenti e fenomeni in crescita**, con particolare attenzione alle precipitazioni intense e alla siccità.

Il rischio futuro deriva sempre meno da eventi isolati e sempre più dalla **ripetizione e dalla maggiore durata delle condizioni climatiche critiche**, che possono compromettere progressivamente la funzionalità delle infrastrutture e la qualità della vita urbana.

### **4. Vulnerabilità del sistema urbano e infrastrutturale**

La vulnerabilità del territorio comunale rispetto ai cambiamenti climatici non dipende soltanto dall'intensità dei fenomeni meteorologici, ma deriva dall'interazione tra tre fattori principali:

- il **pericolo climatico**, ovvero la probabilità e l'intensità con cui si manifestano eventi estremi o condizioni critiche;
- il **livello di esposizione**, cioè la presenza di infrastrutture, edifici e attività nelle aree interessate dai fenomeni;
- la **sensibilità delle infrastrutture e dei servizi**, ossia la capacità o meno dei sistemi esistenti di resistere o adattarsi alle nuove condizioni climatiche.

Quando un'infrastruttura risulta contemporaneamente esposta e sensibile a un determinato fenomeno climatico, la probabilità di danno o di interruzione del servizio aumenta sensibilmente.

Nel caso del Comune di Storno, l'analisi evidenzia alcune componenti urbane particolarmente fragili, sulle quali si concentrano le principali criticità attuali e future.

#### **4.1 Sistema idrico e fognario**

Il sistema idrico e fognario rappresenta il comparto più vulnerabile del territorio comunale, poiché risente sia degli effetti delle precipitazioni intense sia delle condizioni di siccità.

Durante eventi piovosi concentrati si verificano frequentemente:

- **sovraccarichi delle reti fognarie**, che non riescono a smaltire rapidamente le acque meteoriche;
- possibili rigurgiti o allagamenti localizzati nelle aree urbane più basse;
- infiltrazioni e danneggiamenti delle infrastrutture interrate.

Gli **impianti di depurazione** risultano particolarmente sensibili agli eventi estremi, poiché l'ingresso improvviso di grandi volumi d'acqua può comprometterne temporaneamente il funzionamento e ridurne l'efficienza.

Allo stesso tempo, durante i periodi siccitosi, emergono criticità di segno opposto:



- riduzione della disponibilità idrica;
- incremento delle perdite di rete dovute all'invecchiamento delle infrastrutture;
- maggiore pressione sulle reti di distribuzione.

Questa doppia esposizione, sia alle piogge intense sia alla siccità, rende il comparto idrico la **principale criticità futura per il territorio comunale**, richiedendo interventi prioritari di adattamento e manutenzione.

#### 4.2 Sistema viario

La rete stradale comunale e intercomunale rappresenta un'altra componente sensibile ai cambiamenti climatici, in particolare per la morfologia collinare del territorio.

Le infrastrutture viarie risultano vulnerabili a:

- **precipitazioni intense**, che possono causare allagamenti e ruscellamento lungo la carreggiata;
- fenomeni di **gelo e neve**, che compromettono temporaneamente la circolazione;
- processi di **instabilità dei versanti**, accentuati dalle variazioni climatiche.

Le principali conseguenze includono:

- fenomeni di **erosione delle scarpate stradali**;
- cedimenti localizzati del piano viabile;
- episodi di frane o smottamenti lungo i tratti collinari;
- interruzioni temporanee della viabilità;
- aumento dei costi di manutenzione.

Le strade locali, spesso caratterizzate da sezioni ridotte e drenaggi insufficienti, risultano particolarmente esposte agli effetti degli eventi meteorologici estremi.

#### 4.3 Sistema energetico

Il sistema energetico locale mostra una vulnerabilità crescente legata principalmente all'aumento delle temperature estive e della domanda di raffrescamento.

Le criticità principali riguardano:

- incremento della richiesta di energia elettrica durante le ondate di calore;
- sovraccarichi della rete nei periodi di picco di consumo;
- maggiore probabilità di **interruzioni temporanee del servizio**;
- maggiore usura delle infrastrutture energetiche.

La diffusione crescente di impianti di climatizzazione, unita all'aumento dei giorni caldi, può determinare situazioni di forte pressione sulla rete, soprattutto durante le ore più calde della giornata.

In caso di interruzioni prolungate del servizio elettrico, possono inoltre verificarsi effetti a catena su altri servizi essenziali, come approvvigionamento idrico e telecomunicazioni.

#### 4.4 Servizi ambientali e gestione dei rifiuti

Anche i servizi ambientali e le infrastrutture legate alla gestione dei rifiuti risultano sensibili alle trasformazioni climatiche.

Le principali criticità derivano da:

- **allagamenti di aree di stoccaggio o centri di raccolta**, durante precipitazioni intense;
- difficoltà operative durante eventi meteorologici estremi;
- effetti delle temperature elevate sulla gestione dei rifiuti organici, con possibile aumento di odori e problematiche igienico-sanitarie.

Le alte temperature possono inoltre accelerare i processi di degradazione dei rifiuti, rendendo più complessa la gestione soprattutto nei mesi estivi.

## 5. Sintesi del rischio climatico per Sturno

L'analisi combinata dei **livelli di pericolo climatico** e della **vulnerabilità delle infrastrutture e dei servizi urbani** consente di delineare un quadro sintetico ma significativo dell'evoluzione del rischio climatico per il Comune di Sturno.

Il rischio territoriale non dipende esclusivamente dall'intensità dei fenomeni climatici, ma soprattutto dalla capacità del sistema urbano di resistere o adattarsi agli eventi. Ne deriva che anche fenomeni classificati con pericolo medio possono generare **impatti elevati** qualora interessino infrastrutture sensibili o aree particolarmente esposte.

Dalla valutazione emerge il seguente scenario evolutivo.

### **Piogge intense e concentrate — pericolo stabile, impatto elevato**

Le precipitazioni intense mantengono un **livello di pericolo medio sia nello scenario attuale sia in quello futuro**, ma rappresentano già oggi una delle principali cause di criticità locali.

L'impatto risulta elevato perché questo fenomeno agisce direttamente sulle infrastrutture più vulnerabili, quali:

- reti di drenaggio urbano,
- sistema fognario,
- viabilità locale,
- aree urbane impermeabilizzate.

Gli effetti più frequenti includono:

- allagamenti localizzati,
- difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche,
- erosioni e danneggiamenti stradali,
- aumento dei costi di manutenzione.

Il rischio è amplificato dalla crescente impermeabilizzazione del suolo urbano, che riduce la capacità naturale di assorbimento delle acque.

Di conseguenza, pur non aumentando significativamente il pericolo climatico, **l'impatto locale resta elevato** e richiede interventi strutturali di adattamento.

### **Siccità — fenomeno in aumento con criticità crescente**

La siccità rappresenta il fenomeno con la **crescita più significativa nello scenario futuro**, passando da pericolo basso a medio.

L'incremento della durata dei periodi secchi e delle temperature estive determina:

- riduzione delle risorse idriche disponibili;
- maggiore pressione sulle reti di distribuzione;
- aumento delle difficoltà per il settore agricolo;
- stress per ecosistemi e vegetazione;
- incremento del rischio di incendi rurali e boschivi.

A differenza degli eventi alluvionali, la siccità produce effetti meno immediatamente visibili ma più duraturi, con conseguenze cumulative sulla disponibilità di acqua e sulla resilienza territoriale.

Il fenomeno rappresenta quindi **una criticità crescente**, destinata a diventare uno degli elementi centrali nella gestione futura del territorio comunale.

### **Ondate di caldo — crescita della pressione sui servizi**

Le ondate di calore mostrano un incremento di pericolo, passando da livello basso a medio nello scenario futuro.

Il fenomeno produce effetti che interessano direttamente la popolazione e i servizi urbani, tra cui:

- aumento dei rischi sanitari per le fasce fragili;

- crescita della domanda energetica per raffrescamento;
- sovraccarico delle reti elettriche;
- riduzione del comfort negli edifici e negli spazi pubblici;
- maggiore usura dei materiali urbani.

La pressione esercitata dalle alte temperature coinvolge soprattutto i servizi energetici e sanitari, che devono garantire continuità operativa durante i periodi di maggiore richiesta.

Pertanto, pur non generando danni immediati alle infrastrutture fisiche, le ondate di caldo producono **una crescente pressione sui servizi essenziali**, aumentando la vulnerabilità del sistema urbano.

#### **Ondate di freddo — pericolo in diminuzione e impatto ridotto**

Le analisi climatiche indicano una riduzione progressiva della frequenza e dell'intensità delle ondate di freddo.

Questo comporta:

- minore probabilità di eventi nevosi persistenti;
- riduzione dei problemi legati al gelo;
- diminuzione delle criticità sulla viabilità invernale.

Gli episodi di freddo intenso non scompaiono del tutto, ma tendono a diventare meno frequenti, riducendo complessivamente l'impatto sul territorio.

Di conseguenza, rispetto agli altri fenomeni climatici, **l'impatto futuro delle ondate di freddo risulta ridotto**, pur richiedendo ancora attenzione nella gestione delle emergenze invernali.

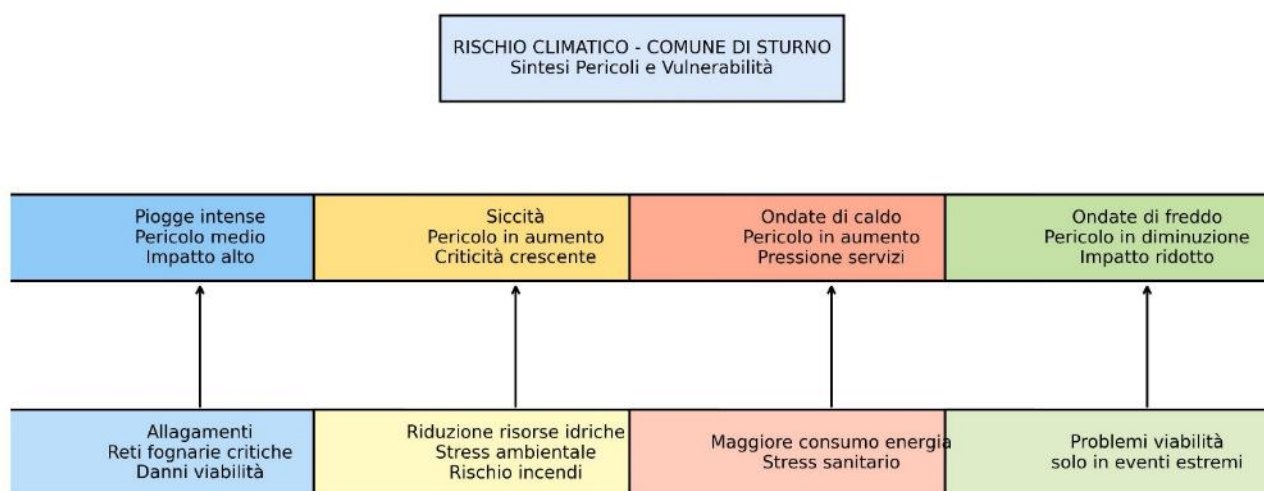
#### **Considerazione conclusiva**

La lettura integrata mostra che il territorio comunale di Sturmo si trova di fronte a un cambiamento nella natura del rischio climatico:

- diminuiscono progressivamente i rischi legati al freddo,
- mentre aumentano quelli connessi al caldo, alla siccità e alla gestione delle acque meteoriche.

Il rischio futuro risulta quindi legato non tanto a eventi eccezionali isolati, quanto alla **ripetizione sempre più frequente di condizioni critiche**, che possono compromettere progressivamente la funzionalità delle infrastrutture e dei servizi urbani.

Questo scenario rende necessario orientare la pianificazione comunale verso interventi capaci di aumentare la resilienza territoriale e ridurre la vulnerabilità dei sistemi urbani nel medio e lungo periodo.



Sintesi Evoluzione del Rischio Climatico Comune di Sturno		
PERICOLO CLIMATICO	EVOLUZIONE	IMPATTO FUTURO
Piogge intense	← Stabile (medio)	← Alto impatto locale
Siccità	← In aumento	← Criticità crescente
Ondate di caldo	← In aumento	← Pressione su servizi
Ondate di freddo	← In diminuzione	← Impatto ridotto

## 6. Implicazioni per la pianificazione comunale

Alla luce delle analisi climatiche condotte e delle vulnerabilità territoriali e infrastrutturali emerse, le strategie di adattamento per il Comune di Sturno devono essere orientate non soltanto alla gestione delle situazioni emergenziali, ma soprattutto alla **riduzione strutturale e progressiva del rischio climatico nel medio e lungo periodo**.

In tale prospettiva, risulta necessario superare un approccio esclusivamente reattivo, basato su interventi successivi agli eventi critici, promuovendo invece un modello di pianificazione capace di **anticipare gli effetti dei cambiamenti climatici** attraverso l'integrazione sistematica delle misure di adattamento negli strumenti urbanistici, nei programmi di manutenzione e nella gestione ordinaria delle infrastrutture.

Le azioni prioritarie individuate mirano pertanto a:

- aumentare la **resilienza delle infrastrutture e dei servizi essenziali**;
- ridurre l'esposizione del territorio agli eventi climatici estremi;
- migliorare la capacità di risposta del sistema urbano;
- garantire la continuità funzionale dei servizi pubblici;
- contenere nel tempo i costi economici derivanti da danni e ripristini.

Nei paragrafi successivi vengono quindi sviluppate le principali priorità di intervento, accompagnate da indicazioni operative utili a orientare la pianificazione comunale, la programmazione delle opere pubbliche e le future politiche di gestione del territorio in un'ottica di adattamento climatico progressivo e sostenibile.

### 6.1. Potenziamento delle reti di drenaggio urbano

Le reti di drenaggio urbano presenti nel territorio comunale di Sturno sono state in gran parte progettate in un contesto climatico caratterizzato da precipitazioni più regolari e distribuite nel tempo. Le trasformazioni climatiche in corso stanno però modificando profondamente questo equilibrio, determinando una crescente frequenza di **eventi piovosi brevi ma molto intensi**, capaci di convogliare in tempi ridotti grandi volumi d'acqua verso il sistema urbano.

In tali condizioni, le infrastrutture esistenti si trovano spesso a operare oltre la capacità di progetto, generando fenomeni di ristagno e allagamento che possono interessare strade, aree residenziali, edifici pubblici e infrastrutture di servizio. La criticità non riguarda soltanto la capacità delle reti di smaltimento, ma deriva anche dalla progressiva impermeabilizzazione del suolo urbano, che ha ridotto negli anni la capacità naturale del terreno di assorbire le acque meteoriche.

Superfici asfaltate, piazzali, parcheggi e nuove urbanizzazioni convogliano infatti rapidamente le acque verso le caditoie e le condotte fognarie, aumentando i picchi di portata e rendendo più probabile il sovraccarico del sistema. In questo contesto, anche piccoli malfunzionamenti locali possono trasformarsi rapidamente in criticità diffuse.

Per rispondere in modo efficace a tali trasformazioni climatiche, diventa necessario adottare una strategia di intervento articolata e progressiva, capace di agire contemporaneamente su infrastrutture, manutenzione e pianificazione urbana.

Un primo ambito di intervento riguarda l'**adeguamento e il potenziamento delle reti di smaltimento delle acque meteoriche**, con particolare attenzione alle aree che presentano ricorrenti fenomeni di allagamento. In tali zone può risultare necessario ampliare le sezioni delle condotte o migliorare i sistemi di raccolta, così da garantire una maggiore capacità di deflusso durante gli eventi di pioggia intensa.

Parallelamente, dove tecnicamente e urbanisticamente possibile, risulta opportuno avviare la **progressiva separazione delle reti fognarie miste**, evitando che le acque meteoriche si sommino ai reflui civili, sovraccaricando impianti e collettori e aumentando il rischio di rigurgiti e sversamenti.

Un elemento spesso sottovalutato, ma determinante per il corretto funzionamento del sistema, è la **manutenzione ordinaria e programmata delle infrastrutture di drenaggio**. Caditoie ostruite, griglie danneggiate o canali di scolo non puliti possono compromettere la capacità di deflusso anche in presenza di reti adeguatamente dimensionate. È quindi fondamentale strutturare programmi periodici di controllo e pulizia, soprattutto nelle aree soggette ad accumulo di detriti e fogliame.

Risulta inoltre necessario procedere alla **mappatura e al monitoraggio delle aree urbane soggette ad allagamenti ricorrenti**, al fine di programmare interventi mirati e graduare le priorità di investimento. La conoscenza puntuale delle criticità consente infatti di intervenire in modo più efficace, evitando interventi generalizzati poco risolutivi.

In presenza di spazi idonei, può risultare particolarmente utile introdurre **sistemi di laminazione e accumulo temporaneo delle acque meteoriche**, come vasche di contenimento o aree verdi a funzione drenante, capaci di trattenere temporaneamente l'acqua durante i picchi di precipitazione e rilasciarla gradualmente nella rete. Tali soluzioni consentono di ridurre la pressione sul sistema fognario e limitare i fenomeni di allagamento.

Accanto agli interventi infrastrutturali, assume crescente importanza anche la pianificazione urbana orientata alla riduzione delle superfici impermeabili, promuovendo pavimentazioni drenanti, spazi verdi e sistemi di infiltrazione diffusa che permettano di recuperare parte della capacità naturale di assorbimento del suolo.

L'obiettivo complessivo di queste azioni non è soltanto quello di risolvere problematiche localizzate, ma di costruire progressivamente un sistema urbano capace di **gestire in modo più resiliente le precipitazioni estreme**, riducendo i danni agli edifici, garantendo la continuità della viabilità e limitando i costi economici e sociali legati agli eventi meteorologici intensi.

In un contesto climatico in rapida evoluzione, il potenziamento e la corretta gestione delle reti di drenaggio rappresentano quindi uno degli interventi prioritari per aumentare la sicurezza e la resilienza complessiva del territorio comunale di Sturmo.

## 6. 2. Miglioramento della gestione delle acque meteoriche

È necessario avviare una progressiva trasformazione del modello di gestione delle acque meteoriche, superando l'approccio tradizionale che mira a **convogliare e scaricare rapidamente l'acqua piovana al di fuori delle aree urbanizzate**, per adottare invece un sistema capace di **trattenere, infiltrare e riutilizzare l'acqua all'interno del territorio urbano**.

Il modello tradizionale, infatti, nasce in un contesto climatico in cui le precipitazioni risultavano più regolari e meno concentrate, e l'obiettivo principale era allontanare rapidamente l'acqua dalle aree abitate per evitare ristagni. Tuttavia, in presenza di eventi meteorici sempre più intensi e ravvicinati, questo sistema mostra limiti evidenti: le reti si sovraccaricano, aumentano i fenomeni di allagamento e, paradossalmente, l'acqua che viene rapidamente allontanata manca poi durante i periodi di siccità.

Diventa quindi strategico adottare un approccio integrato che consenta di **gestire l'acqua piovana come risorsa e non soltanto come problema da smaltire**, favorendone l'assorbimento nel suolo e il riutilizzo ove possibile.

In questa prospettiva assumono un ruolo fondamentale gli interventi finalizzati ad aumentare la capacità di infiltrazione e ritenzione delle superfici urbane. La **realizzazione di aree verdi drenanti**, parchi urbani e superfici permeabili consente infatti di ridurre la quantità di acqua che confluisce direttamente nelle reti fognarie, favorendo al tempo stesso il ricarica naturale delle falde e migliorando il microclima urbano.

Analogamente, l'utilizzo di **pavimentazioni filtranti nei parcheggi, nelle piazze e negli spazi pubblici** permette di diminuire il ruscellamento superficiale e di contenere i picchi di portata durante gli eventi di pioggia intensa, contribuendo alla prevenzione degli allagamenti.

Un ulteriore strumento efficace consiste nella realizzazione di **bacini di accumulo temporaneo o giardini di raccolta delle acque meteoriche**, aree progettate per trattenere e infiltrare gradualmente l'acqua piovana, integrandosi spesso con il sistema del verde urbano e migliorando la qualità degli spazi pubblici.

Parallelamente, è opportuno promuovere l'installazione di **sistemi di raccolta e riutilizzo delle acque piovane negli edifici pubblici**, destinandole ad usi non potabili come l'irrigazione di aree verdi, la pulizia degli spazi urbani o altri utilizzi tecnici. Tale soluzione consente di ridurre il consumo di acqua potabile e aumentare la resilienza del sistema urbano durante i periodi di scarsità idrica.

Importante risulta anche il **recupero e la valorizzazione di fossi, canali e sistemi naturali di drenaggio**, spesso progressivamente abbandonati o tombati nel tempo. Il ripristino di questi elementi permette di ricostruire parte del reticolo idraulico naturale, migliorando il deflusso delle acque e riducendo il rischio di criticità idrauliche locali.

L'adozione di questo insieme di interventi consente di ottenere benefici multipli: da un lato si riduce la frequenza e l'intensità degli allagamenti urbani, dall'altro si contribuisce a migliorare la disponibilità idrica nei periodi secchi, aumentando la resilienza complessiva del territorio comunale.

In definitiva, la gestione sostenibile delle acque meteoriche rappresenta una delle leve più efficaci per adattare il territorio comunale di Sturmo alle nuove condizioni climatiche, integrando sicurezza idraulica, tutela ambientale e qualità urbana in un'unica strategia di intervento.

### 6. 3. Riduzione delle perdite delle reti idriche

Le reti idriche rappresentano una delle infrastrutture strategiche più esposte agli effetti del cambiamento climatico, in particolare in presenza di **periodi siccitosi sempre più lunghi e frequenti**, che riducono la disponibilità delle risorse idriche e aumentano la pressione sui sistemi di approvvigionamento.

In tale contesto, la riduzione delle perdite di rete assume un ruolo centrale nelle politiche di adattamento climatico, poiché consente di **aumentare la resilienza del sistema senza incrementare i prelievi dalle fonti**, evitando quindi ulteriori pressioni sugli acquiferi e sulle risorse superficiali.

Nel caso del Comune di Sturmo, la realizzazione della nuova rete idrica rappresenta un'occasione strategica per integrare fin dalla fase progettuale criteri di efficienza e resilienza climatica, superando le criticità tipiche delle reti più datate, spesso caratterizzate da perdite diffuse, pressioni non uniformi e difficoltà di individuazione delle dispersioni.

Un primo elemento fondamentale consiste nella **mappatura completa e nell'aggiornamento del sistema informativo della rete**, in modo da disporre di una rappresentazione precisa di condotte, nodi, valvole e utenze. Tale base conoscitiva permette di programmare interventi mirati e di gestire in modo più efficiente la manutenzione futura.

Parallelamente, la sostituzione delle **tubazioni obsolete o maggiormente soggette a rotture** consente di ridurre drasticamente le dispersioni occulte che spesso si verificano nelle reti più vecchie, contribuendo a migliorare sia la continuità del servizio sia la qualità dell'acqua distribuita.

Un aspetto particolarmente rilevante nella nuova progettazione riguarda l'**installazione di sistemi di controllo e regolazione della pressione**, che permettono di evitare sovrappressioni nelle fasce orarie di basso consumo. Pressioni eccessive rappresentano infatti una delle principali cause di perdite e rotture, oltre ad aumentare il volume di acqua dispersa in caso di microfessurazioni non visibili.

La progettazione della rete idrica comunale può inoltre beneficiare della **distrettualizzazione del sistema**, ovvero della suddivisione della rete in settori idraulicamente indipendenti, ciascuno dotato di punti di misura delle portate e delle pressioni. Tale configurazione consente di individuare rapidamente eventuali anomalie di consumo e localizzare le perdite con maggiore precisione, riducendo tempi e costi di intervento.

A supporto della gestione futura, l'integrazione di **sistemi digitali di monitoraggio e telecontrollo**, capaci di trasmettere in tempo reale dati di portata e pressione, permette di intervenire tempestivamente in caso di guasti o dispersioni, migliorando la continuità del servizio e limitando le interruzioni per l'utenza.

La combinazione di queste azioni consente di ottenere un duplice risultato: da un lato si riduce la quantità di acqua dispersa, dall'altro si migliora l'affidabilità complessiva del sistema di distribuzione. Ciò significa poter garantire maggiore sicurezza di approvvigionamento anche durante i periodi di ridotta disponibilità idrica, senza ricorrere necessariamente all'aumento dei prelievi o alla realizzazione di nuove captazioni.

In questa prospettiva, la nuova rete idrica di Sturmo non rappresenta soltanto un intervento infrastrutturale, ma costituisce un elemento chiave per **rafforzare la sicurezza idrica comunale nel contesto dei cambiamenti climatici**, garantendo nel tempo un servizio più efficiente, sostenibile e resiliente alle future condizioni ambientali.

## 7. Conclusione

L'analisi dei dati climatici e delle matrici di vulnerabilità evidenzia come il **Comune di Sturmo stia entrando in una fase di progressiva trasformazione delle condizioni climatiche locali**, con effetti che interesseranno in modo crescente la gestione del territorio e dei servizi essenziali. Il quadro che emerge mostra innanzitutto **un aumento evidente della pressione climatica estiva**, caratterizzata da temperature medie più elevate, maggiore durata delle condizioni calde e incremento dei periodi siccitosi. Tale evoluzione comporta effetti diretti sulla qualità della vita, sui consumi energetici e sulle risorse idriche, determinando una pressione crescente sui sistemi di approvvigionamento e sulla gestione dei servizi urbani.

QUADRO FINALE DI SINTESI RISCHIO CLIMATICO E ADATTAMENTO - COMUNE DI STURNO			
EVOLUZIONE CLIMATICA (Dati PNACC)	PERICOLI CLIMATICI PRINCIPALI	VULNERABILITÀ INFRASTRUTTURALI	AZIONI PRIORITARIE DI ADATTAMENTO
↑ Temperatura media (+2 °C scenario futuro)	← Piogge intense ← Allagamenti urbani	← Reti idriche e fognarie critiche	← Potenziamento drenaggio urbano
↑ Giorni caldi e secchi stagione estiva più lunga	← Siccità ← Riduzione risorse idriche	← Viabilità e versanti instabili	← Gestione e riuso acque meteoriche
↑ Ondate di calore più frequenti	← Ondate di caldo ← Stress urbano	← Sistema energetico sotto pressione	← Nuova rete idrica resiliente
Precipitazioni più irregolari e intense	← Riduzione ondate di freddo	← Servizi ambientali sensibili	← Riduzione isole di calore
↑ Domanda energetica per raffrescamento	← Eventi climatici più estremi	← Aree urbane impermeabili più esposte	← Protezione infrastrutture strategiche

**RISCHIO FUTURO:**  
Eventi climatici più frequenti e persistenti → maggiore pressione su infrastrutture, servizi urbani e risorse idriche

**OBIETTIVO STRATEGICO:**  
Ridurre il rischio climatico e aumentare la resilienza urbana garantendo continuità dei servizi e sicurezza territoriale

SINTESI RISCHIO CLIMATICO — COMUNE DI STURNO Quadro integrato: Dati climatici • Pericoli • Vulnerabilità • Azioni di adattamento			
EVOLUZIONE CLIMATICA (Dati PNACC)	PERICOLI CLIMATICI SIGNIFICATIVI	INFRASTRUTTURE PIÙ VULNERABILI	PRIORITÀ DI ADATTAMENTO
Temperatura media 13,5 → 15,5 °C	← Piogge intense Pericolo medio stabile	← Reti fognarie e raccolta acque	← Potenziamento drenaggio urbano
Giorni caldi e secchi 77 → 117 giorni/anno	← Siccità Pericolo in aumento	← Reti idriche e depurazione	← Nuova rete idrica resiliente
Ondate di caldo in forte aumento	← Ondate di caldo Pericolo in aumento	← Viabilità e versanti	← Gestione e riuso acque meteoriche
Precipitazioni più intense e irregolari	← Ondate di freddo Pericolo in riduzione	← Sistema energetico	← Riduzione isole di calore
Domanda raffrescamento CDDs: 112 → 290	← Eventi estremi più frequenti	← Servizi ambientali	← Protezione infrastrutture

**RISCHIO FUTURO:** combinazione di siccità, caldo estremo e precipitazioni intense con aumento degli impatti su reti idriche, drenaggio urbano e viabilità

**OBIETTIVO STRATEGICO:** aumentare la resilienza urbana e garantire continuità dei servizi attraverso infrastrutture adattate al clima futuro

Parallelamente alle trasformazioni termiche osservate, si registra un **progressivo incremento del rischio idrico** che rappresenta uno degli effetti più significativi dei cambiamenti climatici sul territorio comunale di Sturno. Tale rischio non è legato esclusivamente alla possibile **riduzione della disponibilità di risorsa idrica durante i periodi siccitosi**, ma deriva sempre più dalla combinazione di due fenomeni apparentemente opposti ma strettamente collegati: da un lato la crescita della durata e dell'intensità dei periodi caldi e secchi, dall'altro l'aumento della frequenza di **precipitazioni brevi ma intense**, che generano forti pressioni sulle infrastrutture urbane.



Le analisi climatiche mostrano infatti come, pur a fronte di una riduzione o stabilità della pioggia totale annua, le precipitazioni tendano a concentrarsi in eventi più violenti e ravvicinati, aumentando il rischio di **allagamenti localizzati**, sovraccarico delle reti di drenaggio, difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche e disagi alla viabilità urbana ed extraurbana. Di conseguenza, il territorio comunale si trova esposto a una **duplice criticità idrica**, caratterizzata da carenza di risorsa durante la stagione estiva e da difficoltà nella gestione delle piogge intense durante gli eventi estremi.

L'analisi delle vulnerabilità evidenzia inoltre che le principali criticità si concentrano su alcune componenti infrastrutturali strategiche. In particolare:

- le **reti idriche e i sistemi di depurazione** risultano esposti sia agli effetti della scarsità d'acqua nei periodi siccitosi, con aumento della pressione sulle infrastrutture di distribuzione, sia ai sovraccarichi che possono verificarsi durante eventi meteorici intensi;
- le **infrastrutture viarie** sono sensibili ai fenomeni di allagamento, erosione superficiale e possibili instabilità dei versanti, con conseguenti interruzioni della circolazione e incremento dei costi di manutenzione;
- i **servizi e le infrastrutture urbane** possono subire interruzioni temporanee o riduzioni di efficienza in occasione di eventi meteorologici estremi, con ripercussioni sulla funzionalità complessiva del sistema urbano.

L'aspetto più rilevante che emerge dall'analisi non è tanto la presenza di singoli eventi eccezionali, quanto piuttosto la **tendenza verso una maggiore frequenza e persistenza di condizioni climatiche critiche**, capaci di produrre nel tempo effetti cumulativi sulle infrastrutture, sull'economia locale e sulla qualità della vita della popolazione. In altri termini, il rischio futuro per il Comune di Storno non deriva da un unico evento estremo, ma dalla **combinazione di fenomeni climatici più frequenti, duraturi e interconnessi**, che esercitano una pressione continua sui sistemi urbani e ambientali.

Alla luce di tale quadro, risulta necessario orientare le politiche di pianificazione e gestione territoriale verso **strategie di adattamento climatico integrate**, capaci di prevedere interventi progressivi di messa in sicurezza e di potenziamento delle infrastrutture, aumentando la resilienza del territorio e riducendo l'esposizione ai rischi futuri. L'obiettivo diventa quindi garantire, nel medio e lungo periodo, la continuità dei servizi essenziali, la sicurezza delle infrastrutture e una migliore capacità del sistema urbano di rispondere alle trasformazioni climatiche in atto.

## ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto dott. **arch. Antonio Verderosa**, nato ad Avellino il 26.10.1967 ed ivi residente alla via F. Santa Lucia n°6, in qualità di architetto libero professionista iscritto all' Ordine degli Architetti P.C.P. della Provincia di Avellino con il n. 496, C.F. VRDNTN67R26A509Z, pec : greenpowerproj@pec.it , con studio in Avellino alla via C. Colombo, 2B, in qualità di professionista abilitato alla redazione della presente relazione, consapevole delle sanzioni penali nel caso di dichiarazioni mendaci, formazione e uso di atti falsi, e della decadenza dai benefici conseguenti a provvedimenti emanati sulla base di dichiarazioni non veritiere ai sensi degli articoli 75 e 76 del D.P.R. n. 445 del 28 dicembre 2000,

## DICHIARA

che il progetto per gli *"Interventi di manutenzione straordinaria, sostituzione tubazioni adduzione idrica"* a servizio del Comune di Sturno, è stato redatto in conformità al Regolamento (UE) 2020/852 art. 17 DNSH "Do Not Significant Harm"

## ASSEVERA CHE

- Che la relazione è stata redatta in applicazione agli orientamenti tecnici stabiliti dalla Commissione UE nell'ambito degli "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza 2021/C 58/01.
- Che il potenziale investimento, per il quale si chiede l'ammissione a finanziamento sul PR FESR Campania 2021-2027, sarà realizzato nel rispetto del principio di "non arrecare danno significativo" (DNSH) agli obiettivi ambientali di cui all'art. 9 del Regolamento EU 2020/852, a norma dell'articolo 17 del medesimo Regolamento (UE) 2020/852 (Allegato I in appendice alla presente dichiarazione) e nel rispetto dei criteri di vaglio tecnico pertinenti di cui all'Allegato II del Reg. 2139/2021.

Avellino li, 31 ottobre 2025

Arch. Antonio Verderosa

