



REPORT DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO

Centro Commerciale “Le Mura” - Ferrara (FE)

Svicom
REAL ESTATE MANAGERS

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	METODOLOGIA DI ANALISI	3
2.1	SCREENING DEI RISCHI CLIMATICI DEL PROGETTO	5
2.1.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO	5
2.1.1.1	Classificazione climatica di Koppen.....	5
2.1.1.2	Analisi climatica – Nota metodologica	6
2.1.1.3	Indicatori climatici - Temperatura	6
2.1.1.4	Indicatori climatici - Precipitazioni.....	8
2.1.2	Rischio idrogeologico.....	8
2.1.2.1	Verifica del rischio idrogeologico derivante da eventi estremi	9
2.1.2.1.1	Previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).....	9
2.1.2.1.2	Piano di gestione rischio alluvioni (PGRA).....	10
2.1.2.1	Cambiamenti climatici e rischio alluvione	11
2.1.3	RISCHI CLIMATICI DI SCREENING	13
2.2	ANALISI DEI RISCHI CLIMATICI	14
2.2.1	Temperatura.....	14
2.2.1.1	Analisi di sensibilità.....	14
2.2.1.2	Analisi di esposizione	15
2.2.1.3	Analisi di vulnerabilità	16
2.2.2	Venti	17
2.2.2.1	Analisi di sensibilità.....	17
2.2.2.2	Analisi di esposizione	17
2.2.2.3	Analisi di vulnerabilità	18
2.2.3	Acque.....	19
2.2.3.1	Analisi di sensibilità.....	19
2.2.3.2	Analisi di esposizione	20
2.2.3.3	Analisi di vulnerabilità	21
2.2.4	Massa solida	22
2.2.4.1	Analisi di sensibilità.....	22
2.2.4.2	Analisi di esposizione	22
2.2.4.3	Analisi di vulnerabilità	23
3.	Conclusioni	24

1. INTRODUZIONE

La crescente consapevolezza riguardo ai cambiamenti climatici e ai loro impatti ha reso indispensabile l'integrazione della valutazione dei rischi climatici in tutti i settori economici. I centri commerciali, in particolare, rappresentano infrastrutture complesse e vulnerabili, esponendo a potenziali rischi sia le strutture fisiche sia le attività economiche che vi si svolgono.

La valutazione dei rischi climatici risulta oggi importante in ottica di garantire la resilienza e la sostenibilità di edifici e strutture come i centri commerciali, proteggendo non solo gli investimenti economici, ma anche la sicurezza dei visitatori e dei lavoratori.

Nel presente report sono stati analizzati e valutati i rischi climatici specifici associati al Centro Commerciale LE MURA di Ferrara, prendendo in considerazione le proiezioni dei cambiamenti climatici a medio e lungo termine.

2. METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi climatica e ambientale è stata svolta secondo quanto definito dagli **“Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027”** (Commissione europea, Direzione generale per l'Azione per il clima). Secondo quanto definito dalla suddetta guida è necessario identificare i rischi climatici rilevanti attraverso una procedura suddivisa in 3 step:

1. Svolgimento di uno **screening dell'attività** per identificare quali rischi fisici legati al clima dall'elenco dell'Appendice A dell'Allegato I del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 (*Tabella 1*) possono influenzare il rendimento dell'attività economica durante la sua vita prevista;

Tabella 1 Tabella dei rischi climatici acuti e cronici

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

2. Svolgimento di una verifica del rischio climatico e della vulnerabilità per valutare la rilevanza dei rischi fisici legati al clima sull'attività economica, se l'attività è valutata a rischio da uno o più dei rischi fisici legati al clima elencati nella tabella sopracitata.

L'analisi del rischio e della vulnerabilità di un progetto ai cambiamenti climatici è una tappa importante nell'individuazione delle giuste misure di adattamento da adottare. L'analisi è suddivisa in tre fasi, che comprendono:

- un'analisi della sensibilità;
- una valutazione dell'esposizione attuale e futura e successivamente;
- una combinazione delle due per la valutazione della vulnerabilità.

Analisi di sensibilità

L'obiettivo dell'analisi della sensibilità è individuare i pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione.

L'analisi della sensibilità dovrebbe riguardare il progetto nel suo insieme, analizzandone le varie componenti e il modo di operare all'interno della rete o del sistema più ampi, ad esempio operando una distinzione tra i quattro ambiti:

- attività e processi in loco;
- fattori di produzione quali acqua ed energia;
- risultati quali prodotti e servizi;
- collegamenti di accesso e di trasporto, anche se al di fuori del controllo diretto del progetto.

Si dovrebbe attribuire un punteggio di sensibilità «alta», «moderata» o «bassa» per ciascun ambito e pericolo climatico:

- sensibilità alta: il pericolo climatico può avere un impatto significativo su attività e processi, fattori di produzione, risultati e collegamenti di trasporto;
- sensibilità moderata: il pericolo climatico può avere un leggero impatto su attività e processi, fattori di produzione, risultati e collegamenti di trasporto;
- sensibilità bassa: il pericolo climatico non ha alcun impatto (o tale impatto è insignificante).

Analisi di esposizione

L'obiettivo dell'analisi d'esposizione è individuare i pericoli pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto.

L'analisi dell'esposizione si concentra pertanto sull'ubicazione, mentre l'analisi della sensibilità si concentra sul tipo di progetto.

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

Analisi di vulnerabilità

L'analisi della vulnerabilità combina i risultati dell'analisi della sensibilità e dell'esposizione. Mira a individuare i potenziali pericoli significativi e i rischi a essi correlati e costituisce la base per la decisione di procedere alla fase di valutazione dei rischi. In genere essa pone in evidenza i pericoli più rilevanti per la valutazione dei rischi (si pensi a questi come alle vulnerabilità classificate come «alte» ed eventualmente «moderate», a seconda della scala). Se la valutazione della vulnerabilità conclude che tutte le vulnerabilità sono giustificatamente classificate come basse o insignificanti, potrebbe non essere necessaria un'ulteriore valutazione dei rischi (climatici) (qui si concludono lo screening e la fase 1).

3. **Valutazione delle soluzioni di adattamento** che possono ridurre il rischio fisico identificato legato al clima qualora esso sia considerato significativo.

2.1 SCREENING DEI RISCHI CLIMATICI DEL PROGETTO

Come anticipato nel Paragrafo 2, il primo step dell'analisi di adattabilità consiste nello svolgimento di uno screening del progetto in modo da identificare quali dei rischi climatici presenti in Tabella 1 possono influenzare negativamente il rendimento delle attività.

Tale analisi è stata condotta inquadrando il centro commerciale e la sua ubicazione dal punto di vista idrogeologico e climatico.

2.1.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO

2.1.1.1 Classificazione climatica di Koppen

Per la classificazione del clima dell'area di Ferrara si è fatto riferimento alla Classificazione di Koppen, la quale ogni clima geografico viene definito sulla base di valori prestabiliti di precipitazioni e temperatura, calcolati conformemente alle medie annue o di singoli mesi.

La prima suddivisione divide i climi in 5 gruppi:

- A: climi tropicali piovosi: temperatura media del mese più freddo superiore a 18 °C. Senza stagione fredda.
- B: climi aridi: media piovosa sotto il limite di aridità.
- C: climi temperato-caldi piovosi: temperatura media del mese più freddo tra 18 °C e -3 °C. Senza copertura regolare nevosa.
- D: climi boreali o delle foreste nivali oppure climi nivali secondo Geiger: temperatura media del mese più freddo sotto -3 °C.
- E: climi nivali oppure climi glaciali secondo Geiger: temperatura media del mese più caldo inferiore a 10 °C.

In base poi al clima è possibile ricavare anche il microclima:

- S: clima steppico. Si applica al gruppo B.
- W: clima desertico. Si applica al gruppo B.
- T: clima della tundra. Si applica al gruppo E.
- F: clima glaciale. Si applica al gruppo E.
- s: stagione secca nel trimestre caldo (estate del rispettivo emisfero). Si applica ai gruppi A, C e D.

- w: stagione secca nel trimestre freddo (inverno del rispettivo emisfero). Si applica ai gruppi A, C e D.
- f: precipitazioni in tutti i mesi. Si applica ai gruppi A, C e D.

Dalle combinazioni dei due gruppi di lettere risultano undici sottotipi

- Af: climi tropicali delle foreste pluviali
- Aw: climi delle savane
- BS: climi steppici
- BW: climi desertici
- Cw: climi caldi con estate umida o clima sinico; almeno un mese estivo (giugno, luglio o agosto nell'emisfero boreale; dicembre, gennaio e febbraio nell'emisfero australe) ha più del decuplo delle precipitazioni del mese invernale (dicembre, gennaio e febbraio nell'emisfero boreale; giugno, luglio o agosto nell'emisfero australe) più secco.
- Cf: climi temperati con estate umida.
- Cs: climi temperati con estate secca o clima etesio; almeno un mese invernale (dicembre, gennaio e febbraio nell'emisfero boreale; giugno, luglio o agosto nell'emisfero australe) ha come minimo il triplo delle precipitazioni del mese estivo (giugno, luglio o agosto nell'emisfero boreale; dicembre, gennaio e febbraio nell'emisfero australe) più secco, che devono essere inferiore a 30 mm.
- Dw: climi freddi con inverno secco o clima transbaicalico
- Ds: climi freddi con estate secco o clima mediterraneo ad alta quota
- Df: climi freddi con inverno umido
- ET: climi della tundra
- EF: climi del gelo perenne

Secondo tale classificazione **Ferrara rientra nella sottocategoria Cfa**, ovvero clima temperato caldo con estati secche e inverni miti, tipico del mediterraneo centrale.

2.1.1.2 Analisi climatica – Nota metodologica

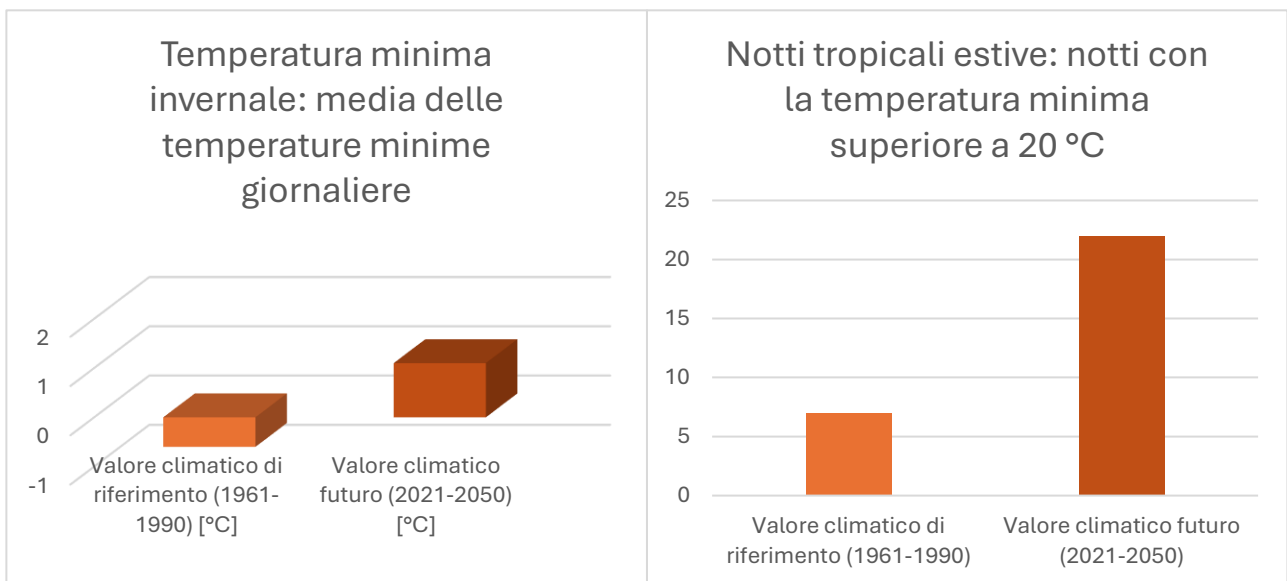
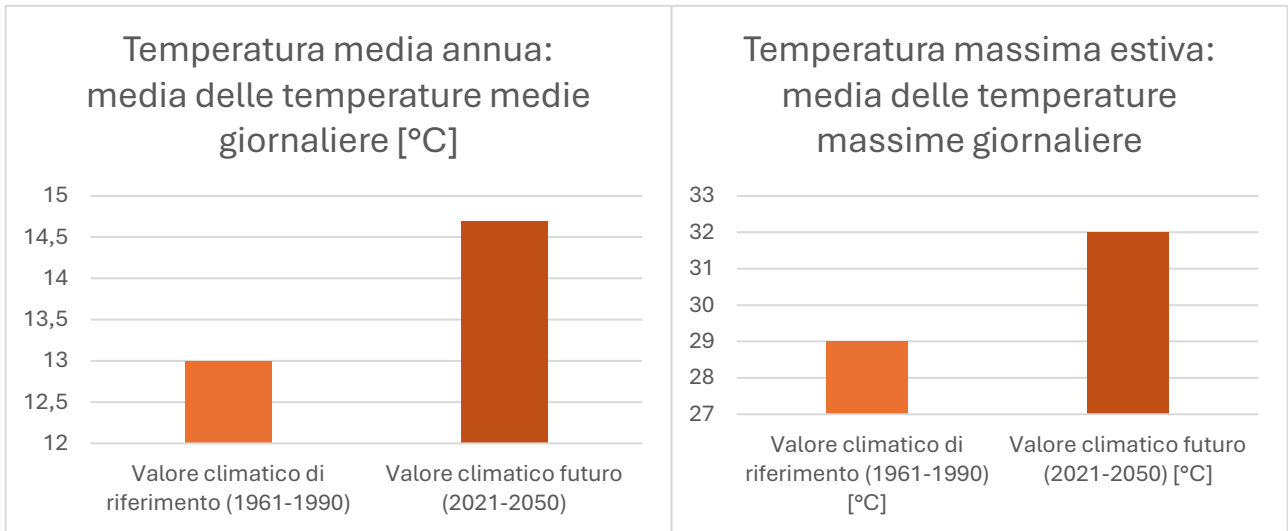
Per l'analisi climatica è stato fatto riferimento ai dati provenienti dallo studio climatologico sulle proiezioni di temperatura e precipitazioni, campi medi ed eventi estremi di Ferrara nel periodo dal 2021 al 2050 prodotto dall'Osservatorio clima Arpae, Regione Emilia-Romagna e ART-ER (“Proiezioni climatiche 2021-2050 Area urbana di Ferrara”).

I risultati presentati di seguito sono stati ottenuti utilizzando lo scenario emissivo di stabilizzazione, denominato Representative Concentration Pathways (RCP) 4.5. Secondo questo scenario, entro la fine del secolo si prevedono concentrazioni totali di gas serra equivalenti a una concentrazione di diossido di carbonio di 630 ppm.

Lo studio è stato condotto utilizzando il modello di regionalizzazione statistica CCAReg, sviluppato da Arpae-Simc, che ha preso in esame le simulazioni future dei modelli climatici globali afferenti al Coupled Model Intercomparison Project 5 (Cmip5) del World Climate Research Programme.

2.1.1.3 Indicatori climatici - Temperatura

I grafici seguenti mostrano la differenza tra alcuni indicatori climatici relativi alla temperatura che fanno riferimento ai periodi 1961-1990 e 2021-2050 a Ferrara.



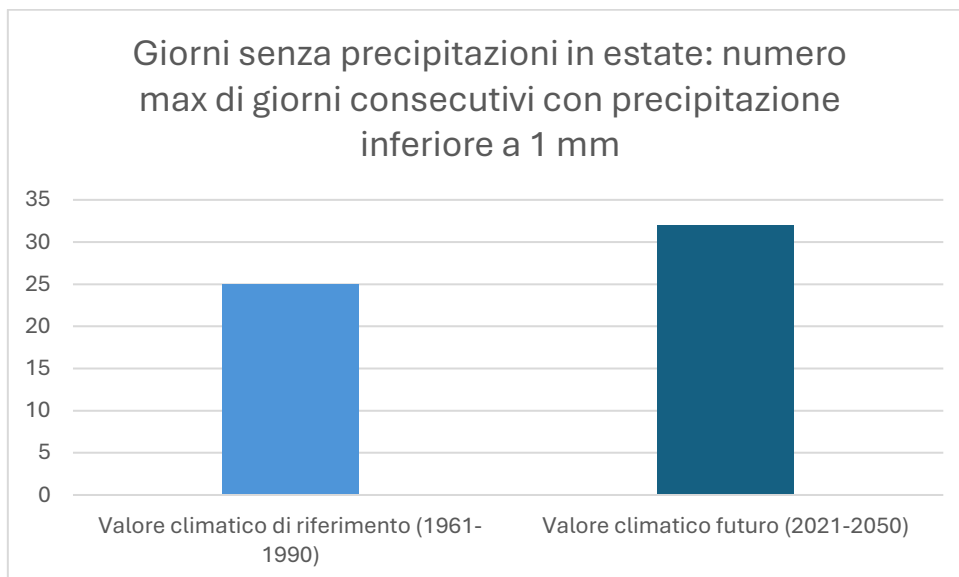
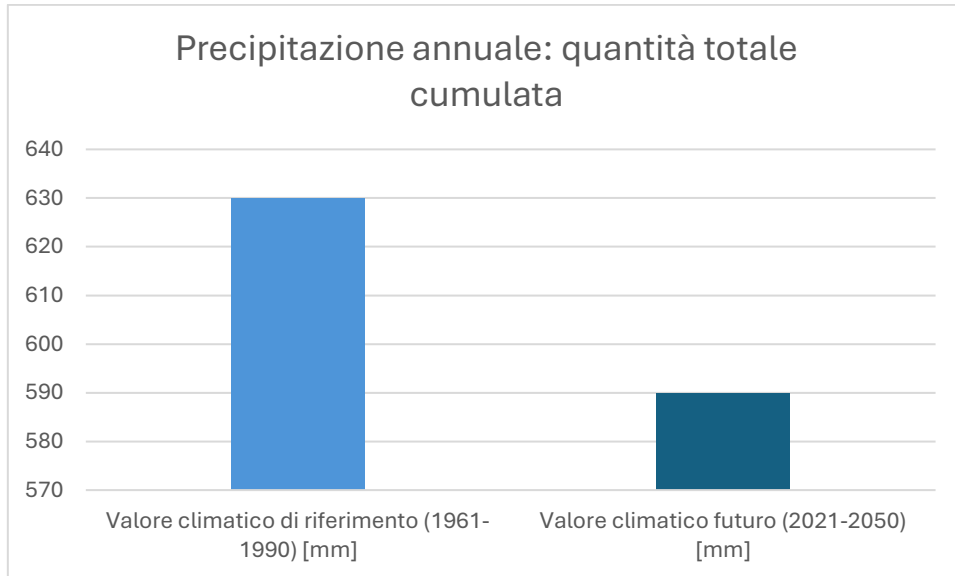
Complessivamente gli indicatori convergono verso un'unica tendenza ovvero il riscaldamento.

Tutti gli indicatori analizzati mostrano un significativo aumento delle temperature tra i periodi considerati, con innalzamenti fino a 3 gradi celsius. Questo incremento termico evidenzia un trend costante, che potrebbe avere impatti rilevanti sull'ambiente e sulla società.

Le variazioni osservate sono coerenti con le previsioni degli scenari climatici e sottolineano l'importanza di monitorare ed intervenire per mitigare gli effetti del cambiamento climatico.

2.1.1.4 Indicatori climatici - Precipitazioni

I grafici seguenti mostrano la differenza tra alcuni indicatori climatici relativi alle precipitazioni che fanno riferimento ai periodi 1961-1990 e 2021-2050 a Ferrara.



Gli indicatori legati alle precipitazioni mostrano una leggera tendenza, nella situazione iniziale e futura, verso la riduzione della quantità di pioggia annuale e l'aumento dei giorni consecutivi in estate con precipitazioni inferiori a 1 mm. Questo cambiamento potrebbe portare a un incremento del rischio di siccità e avere impatti negativi su agricoltura, risorse idriche e ecosistemi naturali.

2.1.2 Rischio idrogeologico

Per la valutazione dei rischi associati ai cambiamenti climatici, ci si è riferiti ad output derivanti da studi modellistici sul clima e, più precisamente, della documentazione prodotta dal Centro Euro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), denominata “Analisi del Rischio – I cambiamenti climatici in Italia”.

Il report evidenzia che l'evento estremo di maggiore interesse è dettato dal Rischio Idrogeologico relativo ad eventi estremi di precipitazione in grado di generare alluvioni, come meglio dettagliato in Tabella 2.

Tabella 2 Città e cambiamenti climatici: i principali fattori climatici ed impatti che influiscono sull'ambiente. (Fonte: CMCC)

CLIMA	EVENTO INDOTTO	IMPATTI
Eventi estremi di precipitazione	Alluvioni urbane	<ul style="list-style-type: none">• Distruzione di case, luoghi di lavoro e infrastrutture• Degradazione del verde pubblico• Perdita di biodiversità• Perdita del patrimonio immobiliare e delle comunità private• Perdita di posti di lavoro e fonti di reddito• Danni al patrimonio culturale• Incertezza nella pianificazione dell'uso del suolo a lungo termine e nella progettazione di infrastrutture• Interruzione servizi pubblici e non• Costi per l'installazione di sistemi e incremento dei costi assicurativi• Costi per periodi improduttivi

Al fine di poter verificare i rischi climatici pertinenti per gli interventi progettuali oggetto del presente studio, si è pertanto fatto riferimento a quanto previsto dai piani sovraordinati ed in particolare dal P.A.I. (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico) e dal P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni).

2.1.2.1 Verifica del rischio idrogeologico derivante da eventi estremi

Al fine di poter verificare l'adattabilità del progetto ai cambiamenti climatici, si è fatto riferimento a quanto previsto dai piani sovraordinati ed in particolare dal PRGA (Piano di gestione del rischio di alluvioni) e dal P.A.I. (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico).

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.

2.1.2.1.1 Previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Il PAI contiene:

- La delimitazione delle fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C)

- La delimitazione e classificazione, in base alla pericolosità, delle aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide che caratterizzano la parte montana del territorio regionale;
- La perimetrazione e la zonazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano (zona 1 e zona 2) e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura (zona I e zona BPr);
- Le norme alle quali le sopracitate aree a pericolosità di alluvioni sono assoggettate (Norme di attuazione).

La Figura 1 di seguito riporta uno stralcio delle fasce fluviali nell'intorno del CC come definita dal PAI. (in rosso: sede del CC, Via Copparo, 132. Scala 1:250000).

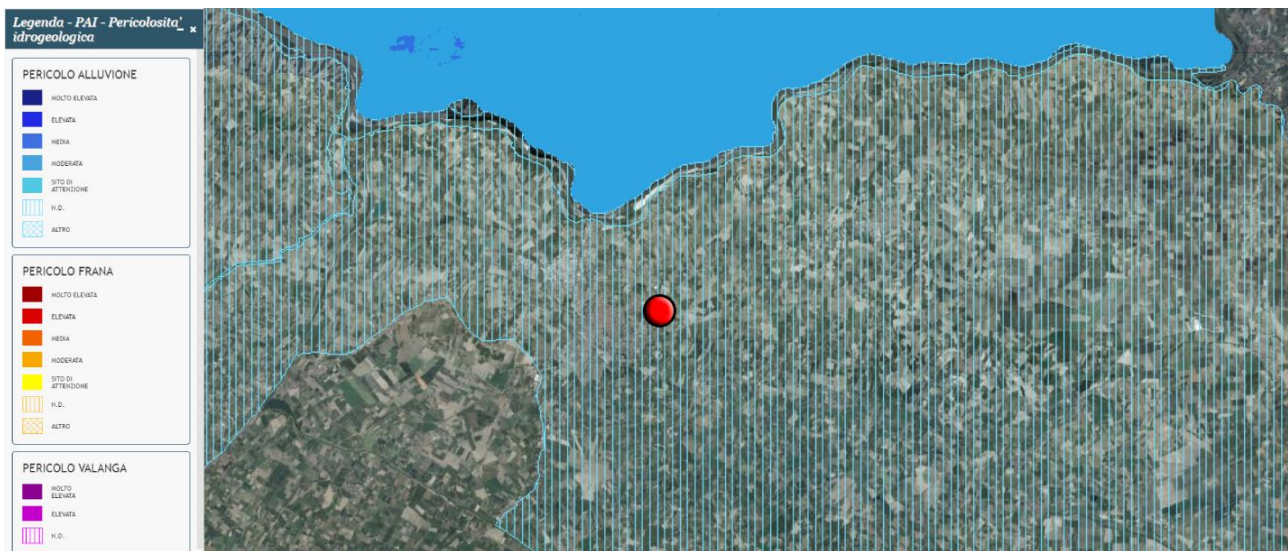


Figura 1 Estratto da Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI). Geoportale Nazionale. (Ferrara, Via Copparo, 132. Scala 1:250000)

2.1.2.1.2 Piano di gestione rischio alluvioni (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. "Direttiva Alluvioni") con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti; ha una durata di sei anni a conclusione dei quali si avvia ciclicamente un nuovo processo di revisione del Piano.

Si articola in due cicli: Primo ciclo 2011-2015 e Secondo ciclo 2016-2021.

Il primo ciclo attuazione si è concluso nel 2016 quando sono stati definitivamente approvati i PGRA relativi al periodo 2015-2021; è scandito in tre tappe successive e tra loro concatenate, che prevede:

- fase 1: valutazione preliminare del rischio di alluvioni (conclusa, il 22/09/2011);
- fase 2: elaborazione di mappe di pericolosità e di rischio di alluvione (conclusa il 22/12/2013);

- fase 3: predisposizione di Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (conclusa il 22/12/2015).

Il secondo ciclo è in corso con le attività che porteranno, a dicembre 2021, all’approvazione dei PGRA:

- fase 1: valutazione preliminare del rischio di alluvioni (conclusa nel dicembre 2018);
- fase 2: aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio di alluvione (conclusa al 12/2019);
- fase 3: predisposizione dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni di seconda generazione.

Le Autorità di bacino distrettuali sono i soggetti competenti per gli adempimenti legati all’attuazione della Direttiva insieme alle Regioni, Enti incaricati – in coordinamento tra loro e col Dipartimento Nazionale della Protezione Civile – di predisporre ed attuare, per il territorio del distretto a cui afferiscono, il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

La figura che segue riporta lo stralcio del PGRA nella zona di Ferrara con indicazione delle aree potenzialmente allagabili con frequenza di accadimento e le zone suddivise per classi di rischio (in rosso: sede del CC, Via Copparo, 132. Scala 1:250000).



Figura 2 Estratto da Piano Gestione Rischio Alluvioni. Geoportale Nazionale. (Ferrara, Via Copparo, 132. Scala 1:250000)

Come si evince dalla cartografia di riferimento del P.G.R.A. la zona di interesse ricade all’interno della fascia Low Probability Hazard (LPH), ovvero la fascia più bassa di probabilità di alluvione.

2.1.2.1 Cambiamenti climatici e rischio alluvione

Per identificare in modo più dettagliato come il cambiamento climatico possa o meno influenzare i fenomeni cronici e acuti legati alle precipitazioni, si è fatto riferimento ai dati provenienti dallo studio “Analisi del rischio – I cambiamenti Climatici in sei città Italiane – Bologna” del Centro Mediterraneo Cambiamento Climatico (CMCC), avvalendosi di una serie di indicatori per descrivere intensità e frequenza degli eventi climatici estremi.

Tali indicatori sono definiti dall’ETCCDI (CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team (ET) on Climate Change Detection and Indices), nello specifico, quelli utilizzati per questo studio, nonché i più frequentemente impiegati in letteratura riguardano precipitazione e temperatura.

I diversi indicatori sono calcolati sulla base di dati atmosferici derivanti da una simulazione climatica di re-analisi ad altissima risoluzione spaziale (circa 2 km) e disponibile sull'Italia per il periodo 1989-2020, definita ERA5.

Per quanto riguarda le analisi del quadro climatico futuro, sono state analizzate le variazioni climatiche attese (per effetto dei cambiamenti climatici di natura antropica) nell'area di studio rispetto ad un clima di riferimento. In questo caso, i diversi indicatori sono calcolati sia sulla base delle proiezioni climatiche al 2100 ad alta risoluzione (circa 8 km) per l'Italia prodotte dalla Fondazione CMCC attraverso il modello regionale climatico (RCM) COSMO-CLM, considerando gli scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5 sia utilizzando i modelli climatici regionali disponibili nell'ambito del programma EURO-CORDEX.

Per quanto riguarda il trend delle precipitazioni, sia in termini di accumuli che di eventi estremi su base stagionale, va considerato che si tratta di un parametro estremamente complesso da valutare, influenzato da molteplici fattori. Di conseguenza, l'impatto dei cambiamenti climatici su di esso risulta meno evidente. In particolare, le variazioni stagionali delle precipitazioni, secondo i modelli EURO-CORDEX, presentano una notevole incertezza in tutte le stagioni e per entrambi gli scenari considerati (RCP4.5 e RCP8.5).

Per quanto riguarda gli estremi di precipitazione anche in questo caso si nota una forte incertezza dei modelli dell'ensemble EURO-CORDEX per entrambi gli scenari considerati.

Se si considerano i valori riportati dal singolo modello COSMO CLM si trovano, (variazione per il periodo 2036-2065 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010) per lo scenario con politiche climatiche, variazioni tendenzialmente positive per i massimi di pioggia giornalieri per tutte le stagioni, variazioni più intense per la stagione autunnale. Per lo scenario senza politiche climatiche viene riportato generalmente un incremento dei massimi di pioggia giornalieri nella stagione invernale e in quella autunnale, più intenso su quest'ultima, ed un decremento per la stagione estiva.

Per quanto riguarda invece gli eventi estremi di precipitazione, secondo quanto riportato nel Piano di Adattamento della Città di Bologna, elaborato nell'ambito del Progetto Life BLUEP, il Profilo Climatico (assumibile come simile a quello della Città di Ferrara) si prevede un aumento della frequenza degli eventi di precipitazione estrema, con conseguenti episodi di alluvione e allagamento che potrebbero aumentare di frequenza e intensità.

2.1.3 RISCHI CLIMATICI DI SCREENING

Sulla base degli inquadramenti svolti nei paragrafi precedenti, è dunque possibile evidenziare quali tra i rischi climatici presenti nella “Tabella 1 Tabella dei rischi climatici acuti e cronici” sono pertinenti con la tipologia e ubicazione del CC in esame e richiedono dunque un’analisi.

Sulla base, inoltre, del territorio interessato dal progetto, sono stati esclusi alcuni rischi in quanto non presenti. Nello specifico si escludono:

- Rischi non coerenti con le caratteristiche climatiche dell’area in esame come: ciclone, uragano, tifone.
- Rischi non coerenti alle caratteristiche geografiche dell’area in esame (esempio aree montuose e aree costiere) come: scongelamento del permafrost, collasso di laghi glaciali, valanghe ed erosione costiera, intrusione salina, acidificazione degli oceani.
- Altri rischi di natura franosa esclusi dal PAI.

La tabella dei rischi climatici sopracitata può dunque essere semplificata come segue (Tabella 3), dove **in verde vengono identificati i rischi pertinenti** con il progetto in esame.

Tabella 3 Matrice dei rischi climatici pertinenti con il progetto in esame

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamenti della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime del vento	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazioni degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

2.2 ANALISI DEI RISCHI CLIMATICI

Le seguenti tabelle illustrano i risultati dell'analisi di sensibilità, esposizione e vulnerabilità del CC inteso come in fase di servizio.

Sono stati quindi analizzati i possibili rischi climatici cronici e acuti pertinenti, secondo la metodologia descritta nel Paragrafo 2.

2.2.1 Temperatura

2.2.1.1 Analisi di sensibilità

ANALISI DI SENSIBILITÀ - Variabili e pericoli climatici						
Temperatura						
Rischi	Interventi	Cambiamento della temperatura	Stress termico	Variabilità della temperatura	Ondata di calore	Ondata di freddo/gelata
Edificio/Centro commerciale		Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa

Il cambiamento e la variabilità della temperatura non sono considerati rischi significativi per gli edifici, poiché le strutture e i loro involucri sono generalmente resilienti alle fluttuazioni termiche. L'accumulo di stress termico potrebbe invece influire negativamente sugli edifici, creando condizioni favorevoli alla formazione di crepe nella struttura.

Temperature molto alte o molto basse possono invece incrementare il rischio di surriscaldamento degli impianti elettrici ed aumentare il rischio per la salute umana nel momento in cui non siano presenti adeguati sistemi di climatizzazione.

Il rischio di incendio di incolto si può considerare trascurabile.

In generale il rischio per gli edifici associato alla matrice “temperatura” si può considerare basso.

2.2.1.2 Analisi di esposizione

ANALISI DI ESPOSIZIONE - Variabili e pericoli climatici						
Rischi Localizzazione	Cambiamento della temperatura	Stress termico	Variabilità della temperatura	Ondata di calore	Ondata di freddo/gelata	Incendio di incolto
Ferrara	CLIMA ATTUALE - Temperature					
	Bassa	Basso	Bassa	Basso	Basso	Basso
	CLIMA FUTURO – Temperature					
	Bassa	Basso/ Moderato	Bassa	Basso/ Moderato	Bassa	Basso/ Moderato
	CLIMA ATTUALE + FUTURO - Temperature					
Bassa	Basso/ Moderato	Bassa	Basso/ Moderato	Basso	Basso/ Moderato	

Come evidenziato dall'analisi climatica (vd. Paragrafo 2.1), in futuro si prevede un costante aumento dei valori legati alle temperature e alla frequenza di eventi di rischio cronico e acuto, anche se non in forma estrema. Per questo motivo l'esposizione di tali eventi passa da basso a basso/moderato.

Per contro invece in futuro si ridurranno le ondate di freddo/gelo, che mantenendosi a livelli di esposizione sempre più ridotti

2.2.1.3 Analisi di vulnerabilità

Centro Commerciale Le Mura - Ferrara			
ANALISI DI VULNERABILITA' - Variabili e pericoli climatici			
Temperatura			
Sensibilità	Esposizione	Alta	Bassa/Moderata
			Bassa
Alta			
Moderata			
Bassa			Stress termico, ondata di calore, incendio di incolto
			Cambiamento e variabilità della t., ondata di freddo/gelo

Rischi

Nonostante l'ormai inevitabile innalzamento delle temperature e frequenza di eventi estremi, non si prevedono particolari effetti negativi.

Opportunità

- Installazione di sistemi di climatizzazione ad alta efficienza energetica per ridurre l'impatto ambientale legato al riscaldamento e al raffreddamento del centro commerciale.
- Utilizzo di materiali da costruzione/rivestimento ad alta riflettanza per ridurre l'assorbimento di calore e mitigare l'effetto isola di calore urbano.
- Promozione di parcheggi coperti o aree ombreggiate per ridurre il surriscaldamento delle auto parcheggiate.

2.2.2 Venti

2.2.2.1 Analisi di sensibilità

ANALISI DI SENSIBILITA' - Variabili e pericoli climatici			
Venti			
Rischi	Cambiamento del regime dei venti	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Tromba d'aria
Asset			
Edificio/Centro commerciale	Bassa	Bassa	Bassa/moderata

Cambiamento estremo del regime dei venti, tempeste e trombe d'aria possono potenzialmente recare danni alle strutture (tetti, facciate, serramenti, ecc.) soprattutto nel caso in cui non fossero state progettate adeguatamente per resistere a tali eventi.

È importante che le costruzioni siano progettate e costruite secondo le norme di sicurezza e che siano periodicamente ispezionate ed eventualmente ristrutturare per garantire la stabilità e la sicurezza in caso di eventi climatici estremi associati a trombe d'aria e tempeste.

2.2.2.2 Analisi di esposizione

ANALISI DI ESPOSIZIONE - Variabili e pericoli climatici			
Rischi	Cambiamento del regime dei venti	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Tromba d'aria
Localizzazione			
Ferrara	CLIMA ATTUALE - Venti		
	Bassa	Bassa	Bassa/moderata
	CLIMA FUTURO - Venti		
	Bassa/moderata	Bassa/moderata	Bassa/moderata
	CLIMA ATTUALE + FUTURO - Venti		
Bassa/moderata	Bassa/moderata	Bassa/moderata	

Il quadro climatico futuro non tiene conto del fattore vento. Tuttavia, con l'aumento delle temperature dovuto all'effetto serra e all'aumento dell'energia interna del sistema atmosferico, è plausibile ipotizzare un aumento dei fenomeni estremi legati al vento.

2.2.2.3 Analisi di vulnerabilità

Centro Commerciale Le Mura - Ferrara			
ANALISI DI VULNERABILITA' - Variabili e pericoli climatici			
Venti			
Esposizione	Alta	Bassa/Moderata	Bassa
Sensibilità			
Alta			
Moderata			
Bassa		Tutti i rischi	

Rischi

Dalla sovrapposizione tra l'analisi di vulnerabilità e di esposizione dei rischi associati al vento si può affermare che **i rischi valutati non rappresentano criticità significative e per tali motivi non si prevedono eventuali soluzioni progettuali.**

2.2.3 Acque

2.2.3.1 Analisi di sensibilità

ANALISI DI SENSIBILITA' - Variabili e pericoli climatici							
Acque							
Asset	Rischi	Cambiamento regime e tempo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve, ghiaccio)	Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Stress idrico	Siccità	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve, ghiaccio)	Inondazioni (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
Edificio/Centro commerciale		Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa/moderata	Bassa/moderata

Le piogge forti ed in particolar modo le inondazioni possono causare problemi di infiltrazioni d'acqua, che possono causare danni alla struttura dell'edificio e agli impianti elettrici, soprattutto agli edifici collocati in zone vulnerabili ad allagamenti.

Le infiltrazioni di pioggia attraverso tetti, finestre e altre aperture possono causare danni alle strutture interne e favorire la formazione di muffe.

Piogge abbondanti e grandine possono danneggiare tetti, grondaie, finestre e altre parti esterne degli edifici

Lo stress idrico e la siccità possono generare problematiche significative nell'accesso all'acqua per le persone. In situazioni di scarsità idrica e prolungata siccità, le risorse idriche possono diminuire drasticamente, causando difficoltà nel reperimento di acqua potabile.

2.2.3.2 Analisi di esposizione

ANALISI DI ESPOSIZIONE - Variabili e pericoli climatici						
Rischi	Cambiamento regime e tempo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve, ghiaccio)	Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Stress idrico	Siccità	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve, ghiaccio)	Inondazioni
Localizzazione						
Ferrara	CLIMA ATTUALE - Acque					
	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa/moderata	Bassa/moderata
	CLIMA FUTURO - Acque					
	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata
	CLIMA ATTUALE + FUTURO - Acque					
Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Moderata	Moderata	

Come già definito nei Paragrafi precedenti, il CC, localizzato nel comune di Ferrara, ricade nella fascia Low Probability Hazard secondo il PGRA.

Dall'analisi delle precipitazioni (vd, Paragrafi precedenti) non emergono andamenti statisticamente significativi. Tuttavia, in generale, si osserva che negli ultimi 30 anni le precipitazioni tendono a verificarsi con una frequenza leggermente inferiore, ma con una intensità media mediamente maggiore ed un probabile aumento di frequenza e intensità di precipitazioni estreme.

Cautelativamente dunque è possibile determinare un'esposizione futura di livello Moderato.

2.2.3.3 Analisi di vulnerabilità

Centro Commerciale Le Mura - Ferrara			
ANALISI DI VULNERABILITA' - Variabili e pericoli climatici			
Acque			
Sensibilità \ Esposizione	Alta	Moderata	Bassa
Alta			
Moderata		(Basso-Moderato) Forti precipitazioni Inondazioni	
Bassa			Tutti gli altri rischi

Rischi

Dall'incrocio dell'analisi di sensibilità ed esposizione, **si rileva dunque una (cautelativa) vulnerabilità di livello basso/moderato, in relazione soprattutto ai probabili eventi estremi di precipitazione futuri.**

2.2.4 Massa solida

2.2.4.1 Analisi di sensibilità

ANALISI DI SENSIBILITA' - Variabili e pericoli climatici		
Massa solida		
Rischi	Degradazione del suolo	Erosione del suolo
Asset		
Edificio/Centro commerciale	Bassa	Bassa

L'erosione e la degradazione del suolo possono compromettere la stabilità del terreno su cui l'edificio è costruito, aumentando il rischio di frane, smottamenti, cedimenti del terreno e crepe nelle fondamenta.

2.2.4.2 Analisi di esposizione

ANALISI DI ESPOSIZIONE - Variabili e pericoli climatici		
Rischi	Degradazione del suolo	Erosione del suolo
Localizzazione		
Ferrara	CLIMA ATTUALE - Massa solida	
	Bassa	Bassa
	CLIMA FUTURO - Massa solida	
	Bassa	Bassa
	CLIMA ATTUALE + FUTURO - Massa solida	
	Bassa	Bassa

Considerando inoltre che la struttura non si trova inserita in aree a rischio idrogeologico secondo P.A.I., ci si può aspettare che questo non costituisca particolare rischio di erosione e degradazione del suolo, né nello scenario climatico attuale e né in quello futuro.

2.2.4.3 Analisi di vulnerabilità

Centro Commerciale Le Mura - Ferrara			
ANALISI DI VULNERABILITA' - Variabili e pericoli climatici			
Massa solida			
Esposizione	Alta	Moderata	Bassa
Sensibilità			
Alta			
Moderata			
Bassa			Tutti i rischi

Rischi

Dalla sovrapposizione tra l'analisi di vulnerabilità e di esposizione dei rischi associati alla massa solida si può affermare che **i rischi valutati non rappresentino criticità significative.**

3. Conclusioni

Nella presente analisi è stata effettuata una valutazione del rischio e della vulnerabilità climatica, in conformità agli “Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027” (Comunicazione della Commissione Europea n. 2021/C 373/01) al fine di valutare i rischi e le opportunità di transizione legati al clima sull’asset, ed in particolare valutare il rischio alluvione sul sito.

In una prima fase è stato effettuato un inquadramento climatico e idrogeologico dell’area con particolare attenzione all’evoluzione del clima futuro e all’ubicazione del Centro Commerciale Le Mura in modo tale da identificare i rischi climatici pertinenti al progetto

Nella fase successiva, come indicato dagli orientamenti tecnici sopracitati, è stata effettuata un’analisi della sensibilità, esposizione e vulnerabilità delle opere rispetto ai principali rischi climatici acuti e cronici pertinenti.

Tale analisi non ha rilevato profili di criticità significativi. In merito al rischio alluvione, nonostante il Centro Commerciale rientri in un’area a probabilità/pericolo basso secondo PGRA (LPH – Low Probability Hazard) si può ritenere cautelativo considerare un livello basso/moderato di rischio, a fronte della probabile esacerbazione dei fenomeni estremi di precipitazione previsti in futuro.

Dall’analisi di vulnerabilità dei restanti rischi climatici per ogni matrice (Temperatura, Acqua, Vento, Massa solida) sono emersi livelli di **vulnerabilità bassi e bassi/moderati**.

In conclusione, si può ritenere che il centro commerciale, per la sua localizzazione, non presenti particolari rischi climatici significativi. È dimostrato che il cambiamento climatico porterà in futuro al peggioramento di determinati indicatori climatici, specialmente relativi a temperatura e precipitazioni. Per quanto riguarda queste ultime, nonostante sia possibile un aumento della frequenza e dell’intensità dei fenomeni estremi di precipitazione e degli eventi correlati, non è ancora possibile determinarlo con certezza a causa della complessità di tali fenomeni.