



Ing. Giovanni Corti

INGEGNERE CIVILE

T 0577 937763 | C 338 6950168 | e-mail info@gioannicorti.com | pec: giovanni.corti2@ingpec.eu
Via Monte Sabotino n. 60 - 53036 POGGIBONSI (SI) | CF CRTGNN68H24G752D | P.Iva 00916790520



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Comune di Certaldo



PROGETTO:

**INTERVENTO DI ADEGUAMENTO STATICO E SISMICO
DELLA PASSERELLA PEDONALE SUL TORRENTE AGLIENA
TRA VIA TRENTO E VIA B. CIARI**

Progetto ESECUTIVO

I disegni e ogni parte
del documento sono
di proprietà del
progettista che
tutelerà i propri diritti
in sede civile e penale
a termini di Legge.

COLLABORATORI

COMUNE	Certaldo (FI)	DATA:	Marzo 2022
LOCALITA'	Via Trento –Via B. Ciari	Il tecnico Ing. Giovanni Corti	
COMMITTENTE	Comune di Certaldo		
ELABORATO	DG15 REPORT ANALISI DELL'ADATTABILITA'		



1. PREMESSA

Per identificare i rischi climatici fisici rilevanti per l'investimento, la Guida Operativa per la valutazione del rispetto dei requisiti DNSH suggerisce di procedere alla valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità con la quale identificare i rischi tra quelli elencati nella tabella nella Sezione II dell'Appendice A del Delegated Act che integra il regolamento (Ue) 2020/852 fissando i criteri di vaglio tecnico.

La valutazione dovrà essere condotta realizzando i seguenti passi:

- a) svolgimento di uno screening dell'attività per identificare quali rischi fisici legati al clima dall'elenco nella sezione II della citata appendice possono influenzare il rendimento dell'attività economica durante la sua vita prevista;
- b) 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 sezione II della citata appendice;
- c) valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico identificato legato al clima.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità deve essere proporzionata alla scala dell'attività e alla sua durata prevista, in modo tale che:

- (a) per le attività con una durata di vita prevista inferiore ai 10 anni, la valutazione sarà eseguita, almeno utilizzando proiezioni climatiche alla scala più piccola appropriata;
- (b) per tutte le altre attività, la valutazione viene eseguita utilizzando la più alta risoluzione disponibile, proiezioni climatiche allo stato dell'arte attraverso la gamma esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per gli investimenti principali.

Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto dello stato dell'arte della scienza per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con i più recenti rapporti del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici, con le pubblicazioni scientifiche peer-reviewed e con modelli open source o a pagamento.

Per le attività esistenti e le nuove attività che utilizzano beni fisici esistenti, dovranno essere implementate soluzioni fisiche e non fisiche ("soluzioni di adattamento"), per un periodo di tempo fino a cinque anni, capaci di ridurre i più importanti rischi fisici climatici identificati che sono materiali per quell'attività.

Un piano di adattamento per l'implementazione di tali soluzioni dovrà essere elaborato di conseguenza, uniformando il dimensionamento minimo delle scelte progettuali all'evento più sfavorevole potenzialmente ripercorribile adottando criteri e modalità definite dal quadro normativo vigente al momento della progettazione dell'intervento, in sua assenza, operando secondo un criterio di Multi Hazard Risk Assessment, che tenga conto dei parametri ambientali specifici dell'intervento.

2. SCREENING ATTIVITA' PER L'INDIVIDUAZIONE DEI RISCHI FISICI

Ai sensi di quanto contenuto nel Regolamento delegato che integra il Regolamento UE 2020/852 fissando i criteri di vaglio tecnico, l'intervento in oggetto è inquadrabile tra quelli descritti al p.to 6.13 – Infrastrutture per la mobilità personale e ciclogistica, la quale annovera la "Costruzione, ammodernamento, manutenzione e gestione di infrastrutture per la mobilità personale, compresa la costruzione di strade, ponti e gallerie autostradali ed altre infrastrutture dedicate ai pedoni e alle biciclette, con o senza assistenza elettrica.



Per la suddetta attività il citato regolamento delegato individua i seguenti criteri di vaglio tecnico:

1. Contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici;
2. L'infrastruttura costruita o gestita è adibita alla mobilità personale o alla ciclogistica: marciapiedi, piste ciclabili e isole pedonali, stazioni di ricarica elettrica e di rifornimento dell'idrogeno per i dispositivi di mobilità personale;
3. Non arrecare danno significativo ("DNSH").

Il riferimento all'ultimo punto, in relazione all'Adattamento ai cambiamenti climatici, il Regolamento Delegato prescrive che l'attività soddisfi i criteri di cui all'appendice A in esso contenuto.

Nel dettaglio la Sezione II della suddetta Appendice A individua la seguente classificazione dei pericoli legati al clima:

	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	

Rischi fisici legati alla temperatura

Per quanto riguarda il caso di studio i rischi fisici legati alla temperatura sono legati all'azione termica agente sulle strutture metalliche che compongono i nuovi impalcati e che possono produrre dilatazioni o costrizioni con conseguenti stress termici indotti alle membrature. Dette sollecitazioni dovranno essere valutate in



riferimento al tempo di ritorno considerato e messe in conto nel dimensionamento delle membrature, dei vincoli e dei giunti di separazione in modo da evitare l'insorgere di effetti che possono danneggiare le strutture principali o gli elementi di finitura che esse sostengono.

Rischi fisici legati ai venti

Il vento comporta l'insorgere di sollecitazioni dinamiche sulle nuove strutture metalliche degli impalcati, che dovranno essere valutate in riferimento al periodo di ritorno considerato e messe in conto nel dimensionamento delle membrature. Particolare attenzione dovrà essere posta nel valutare tutte le possibili direzioni di provenienza del vento e la possibilità di instaurarsi di fenomeni di risonanza che possono danneggiare in maniera sproporzionata il manufatto. Dette considerazioni devono essere tenute in conto nel dimensionamento delle strutture.

Rischi fisici legati alle acque

Trattandosi di passerella di attraversamento di un torrente il rischio principale legato all'acqua è quello derivante dalla piena del corso d'acqua, che può andare a danneggiare in maniera anche importante sia le pile presenti in alveo che gli impalcati. In tal senso dovrà essere valutata attentamente, in riferimento al tempo di ritorno considerato, la massima portata di piena del torrente, e sulla base di questa verificare le strutture che costituiscono le pile ed allo stesso tempo accertare che sia garantito un sufficiente franco tra il pelo libero dell'acqua e l'intradosso dell'impalcato.

Rischi fisici legati alla massa solida

I rischi fisici legati alla massa solida riguardano essenzialmente il trasporto solido di fondo perpetrato dal corso d'acqua che può provocare lo scalsamento delle fondazioni delle pile in alveo o la significativa riduzione o variazione della sezione idraulica in corrispondenza dell'attraversamento. Dovrà in tal senso essere valutata l'effettiva pericolosità del trasporto solido in funzione della portata di piena del corso d'acqua per il tempo di ritorno di riferimento, eventualmente mettendo in opera i necessari correttivi per adeguare l'opera ai rischi individuati.

3. VERIFICA DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITA'

Per l'opera in esame, in accordo con quanto indicato dalle Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, è stata assunta una vita nominale pari a 50 anni (Tab. 2.4.I – Costruzioni con livelli di prestazione ordinari). La valutazione del rischio in riferimento alle azioni del vento e della temperatura è stata quindi eseguita in riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni, come tra l'altro prescritto dalla citata normativa. Per quanto riguarda invece gli effetti dovuti all'acqua, ancora una volta in accordo con la normativa vigente, le massime portate di piena ed i fenomeni di trasporto solido sono stati valutati in riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni. Il tutto come dettagliato nel seguito.

Rischi fisici legati alla temperatura

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali. La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e l'eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

Il D.M. 17/01/2018 al p.to 3.5.2 fissa i valori soglia di temperatura esterna minima e massima da considerarsi per un determinato sito posto ad una certa quota sul livello del mare, per un tempo di ritorno pari a 50 anni. Per il caso specifico la temperatura minima invernale risulta pari a $T_{\min} = -8.5^{\circ}\text{C}$ mentre la temperatura



massima estiva risulta pari a $T_{\max} = +41.8^{\circ}\text{C}$. La Tab. 3.5. Il indica un valore della componente ΔT_u pari a 25°C per la tipologia di struttura in esame, coerente con i valori di temperatura minima e massima individuati. Il modello di calcolo agli elementi finiti utilizzato per la verifica delle strutture portanti valuta le sollecitazioni indotte dalle azioni termiche individuate ed il sistema di vincoli adottato permette lo scorrimento per dilatazione o coazione termica, evitando l'instaurarsi di effetti coattivi tra le campate adiacenti.

Rischi fisici legati ai venti

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando in generale effetti di tipo dinamico.

L'azione del vento agente sulle strutture dell'impalcato è stata valutata sia in riferimento alle prescrizioni delle NTC 2018 di cui al D.M. 17/01/2018, che in riferimento alle norme CNR-DT 207-R1/2018 il quale, tra le altre cose, tratta nello specifico anche la casistica dell'effetto del vento sui ponti in funzione della tipologia e delle dimensioni geometriche della sezione trasversale dell'impalcato. In entrambi i casi il tempo di riferimento per la valutazione delle azioni dovute al vento è stato assunto pari a 50 anni. Il modello di calcolo agli elementi finiti valuta le sollecitazioni indotte dall'azione del vento così determinata, in funzione delle varie direzioni di provenienza, verificando la resistenza e deformabilità delle membrature di progetto secondo i coefficienti di sicurezza prescritti dalle NTC 2018.

Rischi fisici legati alle acque

Al fine di effettuare una verifica idraulica della passerella in oggetto, è stata eseguita una stima della massima piena probabile (o piena di progetto) e del tempo di ritorno ad essa associato, ossia la frequenza temporale con la quale l'entità di tale evento può essere mediamente eguagliata o superata. Per il caso in esame è stato fatto riferimento agli elaborati dello studio idrologico-idraulico del Settembre 2008 inseriti nel P.R.G. del Comune di Certaldo. La sezione di riferimento del torrente Agliena per il ponte pedonale in esame è individuata con la numerazione progressiva 16.6 mentre le sezioni idrauliche di riferimento poste immediatamente a monte ed a valle del manufatto sono indicate rispettivamente con le numerazioni 16.7 e 16.5. La verifica idraulica del ponte pedonale è stata condotta attraverso il calcolo dei profili di moto permanente nello stato attuale e nello stato modificato, in riferimento al tempo di ritorno pari a 200 anni. Il tutto come dettagliatamente specificato nella relazione idraulica e nella relazione idrologica allegate al progetto definitivo.

Il modello di calcolo delle strutture tiene conto inoltre dell'azione della corrente nel caso di massima piena sulle pile in alveo al fine di verificarne l'effettiva capacità resistente. Anche in questo caso la portata di massima piena è stata valutata per un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Rischi fisici legati alla massa solida

La relazione idraulica allegata al progetto definitivo valuta gli effetti dovuti al trasporto di massa solida perpetrato dalla corrente dell'acqua in riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni ed individua il rischio che le fondazioni superficiali esistenti allo stato attuale subiscano importanti danneggiamenti a seguito di tale fenomeno. In tal senso emerge la necessità di mettere in atto interventi di consolidamento che conferiscano stabilità e robustezza alle strutture di fondazione con particolare riferimento alla possibilità di rimozione di materiale solido nel loro intorno per l'azione della corrente (trasporto solido).



4. VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI DI ADATTAMENTO

In relazione alle criticità individuate nel paragrafo precedente sono state valutate le soluzioni necessarie all'adattamento del manufatto in esame, ovvero la progettazione ha tenuto delle azioni dovute agli agenti climatici di riferimento per un tempo di ritorno pari alla vita utile della struttura.

Rischi fisici legati alla temperatura

Sulla base della temperatura di progetto minima e massima sono state eseguite le verifiche di resistenza e di deformabilità delle strutture con modellazione agli elementi finiti, accertando la capacità del manufatto di resistere alle variazioni termiche di progetto senza danneggiamenti significativi.

Rischi fisici legati ai venti

Sulla base dell'azione del vento di progetto sono state eseguite le verifiche di resistenza e di deformabilità delle strutture con modellazione agli elementi finiti, accertando la capacità del manufatto di resistere alle spinte da vento di progetto senza danneggiamenti significativi.

Rischi fisici legati alle acque

Le modeste modifiche agli elementi strutturali posti in golena sono state prese in considerazione per valutare l'incidenza degli interventi previsti in progetto nei confronti del deflusso delle acque del torrente in condizioni di piena. Analoghe valutazioni, inoltre, sono state fatte relativamente alla quota di imposta dell'impalcato nella configurazione di progetto, in merito al franco idraulico minimo da garantire nei confronti del livello idrico previsto per una piena duecentennale.

Gli ispessimenti delle due pile in alveo saranno limitate ad uno spessore nominale di 8 cm, costante su tutto il perimetro e per tutta l'altezza della struttura, in modo da non alterare in modo apprezzabile né le dimensioni, né la forma delle strutture che saranno chiamate ad interagire con il flusso del corso d'acqua in occasione delle piene con periodo di ritorno pari o superiore a $T_R = 200$ anni. L'unica eccezione sarà costituita dal capitello in testa alle pile (di altezza pari a circa 45 cm) che porterà un allargamento massimo delle strutture a 82 cm per consentire un più agevole posizionamento degli appoggi delle nuove strutture di impalcato. Tale singolarità geometrica, tuttavia, non interverrà in alcuna misura nelle verifiche idrauliche della sezione del torrente in corrispondenza del manufatto, in considerazione del notevole franco idraulico di cui dispone il ponte rispetto al livello idraulico massimo duecentennale (franco disponibile alla briglia inferiore della struttura: $\delta_{mod} = 2.86$ m). Tutti gli altri ringrossi di sezione riguarderanno elementi strutturali posti all'esterno delle sponde arginali del torrente, per cui non avranno alcuna incidenza sul deflusso del corso d'acqua in condizioni di massima piena.

Per tutte le verifiche idrauliche del torrente in corrispondenza della sezione della passerella, in merito a quanto menzionato in precedenza, si può fare riferimento ai contenuti trattati nell'apposito fascicolo specialistico della Relazione Idraulica facente parte del progetto definitivo.

I risultati delle simulazioni effettuate permettono di affermare che gli interventi progettuali previsti non peggiorano dal punto di vista idraulico la situazione attuale, di fatto non alterando le condizioni di moto per le condizioni della piena di progetto.

Infatti, le verifiche dimostrano che lo sviluppo estremamente limitato delle pile e la ridottissima variazione nello spessore delle pile stesse allo stato di progetto non incidono in modo apprezzabile sulle condizioni di deflusso della portata in corrispondenza del manufatto. In tal senso, l'intervento è da considerarsi trascurabile ai fini della sicurezza idraulica del corso d'acqua nell'intorno della passerella pedonale in esame.



Nel quadro sinottico che segue si riassumono i principali dati risultanti dalle verifiche idrauliche allo stato attuale e allo stato di progetto. Dai valori riportati si evince un sostanziale mantenimento delle condizioni di fatto a seguito dell'intervento previsto in progetto.

Parametro		Attuale	Verifica	Progetto	Verifica	Note
Altezza del pelo libero nella sezione di monte	h_0 (m)	2.751	-	2.780	-	-
Larghezza netta del pelo libero della sezione 2	b_2 (m)	24.49	-	24.09	-	-
Rapporto tra larghezza disponibile e larghezza minima richiesta	b_2 / b_c	2.07	> 1.0 (soddisfatta)	2.04	> 1.0 (soddisfatta)	-
Sovralzo del profilo liquido a monte del ponte (metodo Yarnell)	Δy (m)	0.0405		0.0444		-
Franco idraulico	δ (m)	2.92	> 1.50 (soddisfatta)	2.86	> 1.50 (soddisfatta)	-
Profondità di erosione	e_i (m)	1.31	-	1.52	-	-
Verifica dello scalzamento laterale	$e_i / h_{t,f}$	0.94	< 1.00 (soddisfatta)	1.09	> 1.00 (non soddisfatta)	Prevista in progetto l'esecuzione di pali di fondazione per le pile e per le spalle

Per quanto riguarda inoltre la sollecitazione dovuta alla spinta della piena sulle pile in alveo il progetto prevede il loro consolidamento mediante incamiciatura con getto integrativo di calcestruzzo, in modo da conferire la necessaria capacità di resistenza flessionale.

Rischi fisici legati alla massa solida

Al fine di conferire la necessaria robustezza e capacità di resistenza ai plinti di fondazione delle pile di sostegno dell'impalcato, soprattutto in riferimento al trasporto solido di fondo che può provocare uno scalsamento delle stesse, il progetto prevede la realizzazione di una serie di pali di fondazione da collegarsi rigidamente ai plinti esistenti mediante nuovi baggioli in calcestruzzo armato. Detti pali permetteranno di approfondire la quota della fondazione, in modo da scongiurare possibili danneggiamenti dovuti a questo fenomeno. Il tutto come illustrato nel dettaglio negli elaborati progettuali strutturali allegati al progetto esecutivo.

5. CONCLUSIONI

La definizione dei carichi da vento e termici individuata nelle NTC 2018 di cui al DM 17/01/2018, in riferimento al tempo di ritorno di 50 anni, è stata condotta dal legislatore in funzione di studi statistici che tengono conto dell'evoluzione climatica, così come è possibile determinare in funzione della variazione dei valori di riferimento nel periodo di tempo considerato.

Analogamente la definizione dell'onda di massima piena per un tempo di ritorno di 200 anni è stata determinata sulla base degli studi statistici delle piovosità registrate nel sito d'interesse, opportunamente trattate statisticamente, così come indicato nella relazione idrologica allegata al progetto definitivo.

In definitiva, per quanto sopra dettagliato, è possibile affermare che il risultato del presente report di analisi dell'adattabilità è da considerarsi positivo in quanto in fase progettuale sono stati valutati tutti i possibili rischi di cui alla Sezione II dell'Allegato A del Regolamento Delegato, in riferimento alla vita utile della struttura.