

REGIONE
LOMBARDIA



PROVINCIA DI
BRESCIA

COMUNE DI
BERZO DEMO

**AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO
DIRETTIVA ALLUVIONI - REVISIONE COMPONENTE SISMICA**

03 – Norme geologiche di piano

Titolo elaborato e numerazione			Scala
00	Elenco elaborati		---
01	Relazione geologica generale		---
02	Relazione sismica		---
03	Norme geologiche di piano		---
04	Carta quadro del dissesto PAI-PGRA		1:10.000
05	Carta dei vincoli		1:10.000
06	Carta della Pericolosità Sismica Locale		1:10.000
07	Carte di Sintesi	07.a – Carta di sintesi (intero territorio comunale)	1:10.000
		07.b – Carta di sintesi (territorio urbanizzato)	1:2.000
08	Carte di Fattibilità	08.a – Carta della fattibilità geologica (intero territorio comunale)	1:10.000
		08.b – Carta della fattibilità geologica (territorio urbanizzato)	1:2.000

AGGIORNAM. REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

MARZO 2025
ID PROGETTO: **2502187**

Geol. Luca Maffeo Albertelli



UFFICI SEDE OPER.: Via Montegrappa, 41 – 24060 Rogno (BG)
SEDE LEGALE: Via Manifattura 29/G -25047 DARFO B.T.(BS)
Tel. 0354340011 fax. 0354340011 P.IVA 03480990989
e-mail: luca@cogeo.info / landcogeosrl@legalmail.it

Geol. Francesca Alborghetti

INDICE

Art. 1.	<u>LE NORME GEOLOGICHE E IL LORO USO</u>	<u>3</u>
Art. 1.1	Aree di possibile amplificazione sismica.....	6
Art. 1.1.1	Effetti di instabilità (Z1a – Z1b - Z1c)	10
Art. 1.1.2	Effetti di cedimento (Z2a)	10
Art. 1.1.3	Effetti di amplificazione topografica (Z3) – elementi lineari	11
Art. 1.1.4	Effetti di amplificazione stratigrafica (Z4)	11
Art. 1.1.5	Disposizioni particolari	12
Art. 2.	<u>CLASSE 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI.....</u>	<u>13</u>
Art. 2.1	Sottoclasse 2v – Aree in posizione marginale caratterizzate da pendenze da medie a basse, potenzialmente interessate da modesti fenomeni di instabilità.....	14
Art. 2.2	Sottoclasse 2i – Settori potenzialmente allagabili per insufficienza della rete fognaria	14
Art. 2.3	Sottoclasse 2Cn – Aree di conoide completamente protette	14
Art. 3.	<u>CLASSE 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI</u>	<u>16</u>
Art. 3.1	Sottoclasse 3v – Aree con problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti in terreno o crolli in roccia.....	18
Art. 3.2	Sottoclasse 3c – Aree a pericolosità media per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia e per la possibilità di innesco di frane superficiali	18
Art. 3.3	Sottoclasse 3i – Aree individuate da studio semplificato di rischio idraulico comunale	19
Art. 3.4	Sottoclasse 3ZRC – Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile.....	19
Art. 3.5	Sottoclasse 3g / 3g* – Aree con caratteristiche geotecniche scadenti	19
Art. 3.6	Sottoclasse 3a* – Aree caratterizzate da ristagno d'acqua e/o solchi di ruscellamento concentrato con possibilità di mobilitazione della copertura superficiale	20
Art. 3.7	Sottoclasse 3a – Aree esterne alla Fascia C potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici straordinari	20
Art. 3.8	Sottoclasse 3C – Zone comprese fra la Fascia B e la Fascia C ma esterne all'area allagabile a tergo della B di progetto.....	22
Art. 3.9	Sottoclasse 3Cp – Aree di conoide attivo parzialmente protette	24
Art. 3.10	Sottoclasse 3Cn – Aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protette	25
Art. 3.11	Sottoclasse 3Fs – Aree di frana stabilizzata	27
Art. 3.12	Sottoclasse 3Eb – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità elevata	28
Art. 3.13	Sottoclasse 3Em – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità moderata	28
Art. 4.	<u>CLASSE 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI.....</u>	<u>30</u>
Art. 4.1	Sottoclasse 4v / 4v* - Aree con problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti in terreni o crolli in roccia	31
Art. 4.2	Sottoclasse 4c - Aree a pericolosità elevata per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia	31
Art. 4.3	Sottoclasse 4ZTA – Zona di Tutela Assoluta delle captazioni ad uso idropotabile	32
Art. 4.4	Sottoclasse 4A – Fascia di deflusso della piena (Fascia A del PAI).....	33
Art. 4.5	Sottoclasse 4B – Zone comprese tra la Fascia A e la Fascia B del PAI	34
Art. 4.6	Sottoclasse 4Bpr – Zone comprese nell'area allagabile a tergo della Fascia B di progetto	36
Art. 4.7	Sottoclasse 4Ca – Aree di conoide attivo non protette	37
Art. 4.8	Sottoclasse 4Fa / 4Fa* – Aree di frana attiva	37
Art. 4.9	Sottoclasse 4Fq – Aree di frana quiescente	38
Art. 4.10	Sottoclasse 4Ee – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità molto elevata	39
Art. 4.11	Sottoclasse 4Ve – Aree di valanga con pericolosità molto elevata o elevata	40
Art. 5.	<u>AREA DI TUTELA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE: TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....</u>	<u>40</u>

Art. 1. LE NORME GEOLOGICHE E IL LORO USO

Le fasi diagnostiche, svolte nel corso dei rilevamenti geologici per la stesura dello studio geologico comunale, hanno consentito la suddivisione del territorio comunale in classi di fattibilità geologica, riportate nelle tavole 08.a e 08.b (Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano scala 1: 2.000 e scala 1: 10.000), relativamente all'azonamento comunale.

La cartografia di fattibilità e le relative altre carte allegate allo studio, sono di esclusivo utilizzo urbanistico e pianificatorio e non possono ritenersi in alcun modo sostitutive delle indagini e degli studi previsti dalla normativa vigente relativamente alle nuove edificazioni e alle strutture esistenti (NTC D.M. 17/01/2018 e simili per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di opere ed interventi sul territorio).

Gli aspetti applicativi delle indagini geologiche/geotecniche previste ai § 6.1.1 e 6.1.2 delle NTC/2018, sono riportati nella Circolare 21 gennaio 2019 n°7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (indicata nel seguito con la sigla CIRC/2019) la quale prevede le seguenti relazioni specialistiche (§ C 10.1, punto 5.1):

- relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§6.2.1 delle NTC/2018 e § C6.2.1 della CIRC/2019);
- relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (§6.2.2 delle NTC/2018 e §6.2.2 della CIRC/2019);
- relazione sulla modellazione sismica riguardante la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (§3.2 delle NTC/2018 e §C3.2 della CIRC/2019).

Oltre ai documenti tecnici sopra richiamati, vanno poi integrate relazioni e analisi specifiche per ogni zona e classe di fattibilità, come di seguito meglio dettagliato. Sono parte integrante delle Norme Geologiche di Piano, e quindi delle NTA del PGT, le N.d.A. del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI e sono fatte salve tutte le disposizioni più restrittive contenute nelle leggi dello Stato e della Regione Lombardia, nonché negli strumenti di pianificazione sovracomunale e in altri piani di tutela idrogeologica e ambientale. **In caso di discrepanza con le presenti norme, si dovranno applicare quelle più restrittive e/o cautelative.**

Le presenti norme, nonché le carte della fattibilità geologica per le azioni di piano, sono parti integranti del PGT, in quanto costituiscono i documenti di base e di riferimento delle scelte progettuali dello stesso PGT.

Per la loro modifica sarà sempre necessario adottare la procedura tecnico-amministrativa prevista per le varianti urbanistiche.

Le presenti norme integrano e sostituiscono interamente quelle precedentemente adottate nello studio geologico del Comune di Berzo Demo: si farà pertanto riferimento esclusivamente al presente documento per normare le nuove edificazioni, le manutenzioni, gli adeguamenti ed in generale gli interventi edilizi e di modifica del territorio, fatto salvo le normative più restrittive e le specifiche sopra richiamate.

Pertanto, nel caso intervengano modifiche dell'assetto geomorfologico, idrogeologico, idraulico ecc., a causa di eventi o interventi successivi alla redazione dello studio geologico, di cui alle presenti norme, oppure qualora si rendessero necessari approfondimenti di indagine (ad esempio per dettagliare maggiormente la zonazione della pericolosità in un'area in classe 4 o per accertare la possibilità di declassare porzioni di territorio graduando maggiormente la

pericolosità o per individuare le prescrizioni per procedere all'edificazione), il nuovo azzonamento geologico deve essere recepito dall'amministrazione comunale, attraverso una specifica variante, che sarà attuata nel modo previsto dalle normative regionali vigenti, che attualmente fanno riferimento alla Legge Regionale 12/2005.

Le classi di fattibilità rispettano le indicazioni della Regione Lombardia e sono distinte con diverso colore e sigla, da classe 2 a classe 4, prevedendo delle sottoclassi, che identificano la tipologia di fenomeno o di vincolo presente.

Ad ogni zona della carta di fattibilità, distinta in base al fenomeno prevalente per l'area sottesa al poligono di perimetrazione, fanno riferimento delle norme specifiche, relative quindi alla classe e alla sottoclasse individuata, articolate come di seguito descritto.

Nelle zone di sovrapposizione dei fenomeni, indicati dalla sigla della fattibilità, si dovranno adottare le prescrizioni di entrambe i fenomeni ma, a livello normativo, varranno le norme più restrittive.

Le sottoclassi individuate sono le seguenti:

DESCRIZIONE DEL FENOMENO IDENTIFICATO DALLE SIGLE:

- **v** = indica situazioni di versanti con pendenze tali da indurre condizioni di potenziale instabilità dei depositi e degli ammassi rocciosi, suddivise a loro volta in aree a diversa pendenza nella carta di sintesi;
- **v*** = indica aree di versante ad elevata pendenza e/o con evidenti indici di instabilità quali soliflusso, fratture di trazione, sdoppiamenti di cresta, falde di detrito attive, contropendenze, rotture di pendio, accompagnati da intensa fratturazione e dislocazione degli ammassi rocciosi;
- **c** = aree prossime a fenomeni di caduta massi e crolli in roccia e talora con possibilità di innesco di frane superficiali;
- **i** = settori potenzialmente allagabili per insufficienza della rete fognaria, così come perimetrati nell'ambito del Documento di Piano Semplificato del Rischio Idraulico;
- **g** = zone con caratteristiche geotecniche scadenti per la presenza di depositi poco addensati (depositi palustri, torbe e/o argille) e/o depositi di natura antropica potenzialmente soffici e che possono essere sede di cedimenti e assestamenti;
- **g*** = aree che, oltre alle caratteristiche delle zone in classe g, sono ufficialmente identificate come siti di discarica nell'ambito del PGT precedente;
- **a** = aree esterne alla fascia C potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici straordinari con modesti valori di altezza e velocità delle correnti d'acqua in tracimazione;
- **a*** = aree caratterizzate da ristagno d'acqua e/o solchi di ruscellamento concentrato con possibilità di mobilitazione della copertura superficiale;
- **C** = zone comprese fra la Fascia B e la Fascia C ma esterne all'area allagabile a tergo della B di progetto, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralacuale (decreto Adbpo n.472 del 24/12/2020);
- **B** = zone comprese tra la Fascia A e la Fascia B del PAI, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralacuale (decreto Adbpo n. 472 del 24/12/2020);
- **Bpr** = zone comprese nell'area allagabile a tergo della fascia B di progetto, così come definita nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralacuale (decreto Adbpo n. 472 del 24/12/2020);

- **A** = fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, così come definite nell'ambito variante al PAI per l'Oglio sopralacuale (decreto Adbpo n. 472 del 24/12/2020);
- **Cn** = aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa (pericolosità media);
- **Cp** = aree di conoidi attivi parzialmente protetti da opere di difesa (pericolosità moderata). Comprende le aree esondabili per deviazione del flusso di piena o in caso di eventi eccezionali;
- **Ca** = aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi, non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte o da elementi morfologici adeguati (pericolosità da elevata a molto elevata). Comprende l'alveo attuale, le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena. Comprende anche le aree con alta probabilità di essere interessate da fenomeni di erosione della sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido, con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti;
- **Fs** = aree di frana relitta o stabilizzata, con pericolosità media in ragione della bassa probabilità di riattivazione del movimento franoso, ma in cui il danneggiamento e l'alterazione del substrato e dei suoli sono fattori predisponenti l'innescarsi di instabilità secondarie;
- **Fq** = aree di frana quiescente con pericolosità moderata in ragione del possibile riattivarsi di movimenti e instabilità di versante attualmente sospesi;
- **Fa e Fa*** = aree di frana attiva con pericolosità molto elevata in ragione dell'elevata probabilità di crolli o movimenti (sia continui sia improvvisi) di porzioni di versante. Si è scelto di distinguere le aree a franosità diffusa per crollo e caduta massi, indicandole con la sigla Fa*, in ragione delle loro particolari caratteristiche;
- **Em** = aree a pericolosità medio o moderata per fenomeni di piena e dissesto torrentizio, comprendente le aree periferiche delle piane torrentizie e/o le sponde potenzialmente soggette a erosione da parte del relativo corso d'acqua e non già ricomprese in perimetrazioni di frana;
- **Eb** = aree a pericolosità elevata per fenomeni di piena e dissesto torrentizio, comprendente le fasce laterali rispetto l'alveo attivo e le sue immediate pertinenze, tipicamente caratterizzate da una certa sopraelevazione rispetto al corso d'acqua attivo;
- **Ee** = aree a pericolosità molto elevata per fenomeni di piena e dissesto torrentizio, comprendenti l'alveo attivo e le pertinenze limitrofe;
- **Ve** = aree di innesco o transito di fenomeni valanghivi con pericolosità elevata o molto elevata, cartografati tramite rilevamento e/o fotointerpretazione e caratterizzati da pericolosità elevata o molto elevata;
- **ZTA** = zona di Tutela Assoluta delle captazioni ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi) identificata con criterio geometrico (10 m);
- **ZRC** = zona di Rispetto delle Captazioni ad uso idroportabile (sorgenti e pozzi) identificata con criterio geometrico.

La sigla corrispondente alla sottoclasse è riportata in modo esplicito solamente nelle carte della fattibilità alla scala 1:2.000, per motivi di leggibilità. Per le zone del territorio esterne a quelle coperte nelle tavole di dettaglio, la sottoclasse sarà comunque intuibile facendo riferimento e verificando la natura del fenomeno di dissesto presente, consultando le carte di Sintesi, dei Vincoli e PAI-PGRA.

Vi possono essere delle sovrapposizioni di fenomeni e, nella carta di fattibilità di dettaglio, tali condizioni sono richiamate riportando la doppia sigla, mentre nelle carte di Sintesi e PAI-PGRA si troveranno dei graficismi sovrapposti. Come già riportato, si farà in tal caso riferimento alla norma più restrittiva.

Lo studio geologico comunale costituisce un importante elemento di adeguamento della pianificazione di Emergenza, che si deve aggiornare alle previsioni contenute in esso. *In particolare, andranno aggiornati i PIANI di EMERGENZA comunali o sovra comunali, e si potranno introdurre vari livelli di aree da evacuare, in relazione alla pericolosità dei fenomeni e del loro controllo. Le aree a maggior criticità sono quelle inserite nelle classi 4 e 3 di fattibilità, ovvero le prime che vanno evacuate e protette per l'incolumità delle persone. È inoltre fondamentale, nelle zone a maggior rischio, che siano adottate tutte le misure per la salvaguardia delle persone, con la presa coscienza del livello di rischio (informazione alla popolazione) e la predisposizione di un adeguato sistema locale di Protezione Civile, che possa, in base alle allerte meteo (emanate dalla Sala Operativa di Regione Lombardia), prevedere le adeguate azioni per limitare i danni e le lesioni alle persone, che sarà possibile attuare attraverso il controllo del progredire dei fenomeni di dissesto.*

Non vi sono, al momento, linee guida o indicazioni tecniche su come inserire gli aspetti di Protezione Civile nell'ambito dello studio geologico comunale, che rimane pertanto un documento che non ha scopo di Protezione Civile, dal quale si potranno desumere le aree a maggiori criticità, come detto in precedenza da considerare in prima battuta riferite alle zone di classe 3 e 4 di fattibilità geologica. Gli aspetti di carattere geologico, sismico ed idrogeologico sono particolarmente delicati, con variabili che possono mutare nel tempo, alla scala sia locale sia globale (cambiamenti climatici) ed è quindi sempre fondamentale mantenere aggiornati i documenti specifici ed operare con la massima attenzione e precauzione, ai fini della salvaguardia e della tutela della popolazione e del territorio.

Art. 1.1 Aree di possibile amplificazione sismica.

Regione Lombardia, con delibera D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, ha proposto una modifica alla sismicità del proprio territorio: il Comune di Berzo Demo, che prima si trovava in zona sismica 4, è stato portato in zona 3. Con D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n.2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c.108, lett. d)". La nuova zonazione sismica è entrata ufficialmente in vigore il 10 aprile 2016.

Il Comune di Berzo Demo, essendo inserito in classe 4 prima della D.G.R. del 2014, era dotato di analisi sismiche di I livello, per cui in questa sede si è provveduto ad eseguire le elaborazioni del secondo livello di approfondimento. Gli azzonamenti del territorio e le relative analisi si basano in parte sui dati già disponibili, associati a interventi edificatori pubblici e privati, e in parte su indagini appositamente eseguite per il presente aggiornamento.

Considerata la complessità e variabilità del territorio di Berzo Demo, sia geologica sia morfologica, sarà comunque importante, nel futuro, continuare con l'acquisizione sistematica dei dati geofisici del sottosuolo, così come fatto negli ultimi anni, per ampliare e migliorare il modello geologico e geofisico considerato nel presente studio e verificarne, in modo più estensivo, i risultati contenuti nel presente aggiornamento.

In aggiunta alle prescrizioni di carattere geologico è necessario rispettare, nelle aree appositamente retinate nella carta della fattibilità (scenari di pericolosità sismica locale), le norme di seguito riportate, che riguardano gli accorgimenti da adottare in materia antisismica per gli studi e la progettazione delle nuove opere.

Valgono le prescrizioni e indicazioni di cui alle norme tecniche delle costruzioni, con particolare riferimento agli edifici strategici e rilevanti di cui al seguente elenco.

ELENCO TIPOLOGIE DEGLI EDIFICI E OPERE INFRASTRUTTURALI (d.d.u.o. n. 7237-22/05/2019):

1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

➔ EDIFICI:

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale
- c. Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (*)
- e. Sale Operative, Centro funzionale e Centri di coordinamento di protezione civile (es. DI.COMA.C, CCS, COM, COC, UCL, ecc..)
- f. Strutture regionali, provinciali e comunali, adibite all'attività logistica per il personale, i materiali e le attrezzature (es. CPE); edifici destinati all'informazione e all'assistenza alla popolazione individuati nei piani provinciali e comunali di protezione civile
- g. Edifici ed opere individuate nei piani di emergenza provinciali e comunali o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h. Strutture ospedaliere di ricovero e cura pubbliche e private dotate di DEA di I o II livello, IRCCS dotati di DEA di I o II livello, centrali operative del 118 e 112 NUE

➔ OPERE INFRASTRUTTURALI:

- i. Strutture connesse con l'approvvigionamento, il deposito e la distribuzione dell'acqua potabile (es. impianti di potabilizzazione, serbatoi, ecc.)
- j. Dighe e grandi invasi

- k. Strutture connesse con la produzione, il deposito, il trasporto e la grande distribuzione di materiali combustibili e di energia elettrica individuati nei piani di protezione civile, nonché strutture connesse agli impianti di cogenerazione al servizio di insediamenti urbani e di aree produttive (sono escluse le reti)
 - l. Strutture quali discariche, inceneritori, impianti di trattamento delle acque reflue, il cui collasso può determinare un'interruzione di pubblico servizio, grave nocimento alla salute dei centri abitati circostanti e/o gravi conseguenze in termini di danni ambientali;
 - m. Strutture destinate alle comunicazioni e alla trasmissione di dati e informazioni per la gestione dell'emergenza, individuate nei piani di protezione civile (sono escluse le reti)
 - n. Autostrade, strade statali e regionali, e relative opere d'arte (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...)
 - o. Strade provinciali e comunali ed opere d'arte annesse (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...), individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
 - p. Reti ferroviarie ed opere annesse come ponti e opere di ingegneria appartenenti alla rete ferroviaria regionale e stazioni/fermate su detta rete individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
 - q. Aeroporti, eliporti, porti e stazioni lacuali e fluviali individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
 - r. Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile e per la gestione dell'emergenza.
2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI: categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

➔ EDIFICI:

- a. Sedi degli Enti pubblici e sedi adibite a funzione pubblica di dimensioni significative e soggette a rilevante accesso di pubblico;
- b. Scuole di ogni ordine e grado; centri di formazione professionale;
- c. Servizi educativi per l'infanzia;
- d. Strutture universitarie
- e. Strutture di ricovero cura ed Irccs non ricompresi tra gli edifici strategici, Strutture Ambulatoriali Territoriali con superficie complessiva superiore a 1.000 mq, Residenze Sanitario-Assistenziali con ospiti non autosufficienti (comprese RSD e REMS), Hospice, Strutture residenziali di riabilitazione, di assistenza residenziale extraospedaliera, terapeutiche di psichiatria per adulti e neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza.
- f. Chiese ed edifici aperti al culto

- g. Strutture fieristiche, ricreative, culturali e per lo spettacolo (quali cinema, teatri, auditorium, sale convegni e conferenze, discoteche e luoghi della cultura quali musei, biblioteche e archivi)
- h. Strutture ad alta ricettività quali coperture fisse per spettacoli all'aperto, sagre, luoghi di ristorazione e ospitalità, attività ricreative, con superficie utile maggiore di 200 mq o con capienza complessiva utile superiore a cento unità (**)
- i. Sale ricreative, oratori ed edifici assimilabili per funzioni con capienza utile superiore a cento unità (**);
- j. Stadi ed impianti sportivi, dotati di tribune anche mobili con capienza superiore a 100 persone (**);
- k. Mercati coperti, esercizi e centri commerciali aventi superficie di vendita superiore a 1500 mq e suscettibili di grande affollamento (***);
- l. Palazzi di Giustizia
- m. Carceri

➔ OPERE INFRASTRUTTURALI:

- n. Opere d'arte (ponti, gallerie, ...) sulle strade provinciali e comunali privi di valide alternative la cui interruzione provochi situazioni di emergenza (interruzioni prolungate del traffico verso insediamenti produttivi e/o abitativi).
- o. Stazioni/fermate afferenti a linee non di competenza statale per il trasporto pubblico (stazioni/fermate ferroviarie, metropolitane e bus, nonché stazioni/fermate e depositi tramviari, stazioni/fermate per il trasporto pubblico su fune)
- p. Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- q. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- r. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc)
- s. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- t. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e mobile, televisione)
- u. Impianti e industrie, con attività pericolose per l'ambiente (es. materie tossiche, prodotti radioattivi, chimici o biologici potenzialmente inquinanti, ecc)
- v. Edifici industriali in cui è prevista una presenza contemporanea media superiore a cento unità
- w. Silos di significative dimensioni e industrie rilevanti in relazione alla pericolosità degli impianti di produzione, lavorazione, stoccaggio di prodotti insalubri e pericolosi, quali materie tossiche, gas compressi, materiali esplosivi, prodotti chimici potenzialmente inquinanti, e nei quali può avvenire un incidente rilevante per evento sismico.
- x. Opere di ritenuta di competenza regionale (piccole dighe)

(*) edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza

(**) Riferimento per la capienza (100 persone): art 1 del D.M. 19/08/1996 *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo.”* E successive modificazioni e D.M. 19/03/2015 *“Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private”*

(***) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998 e successive modificazioni) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari. Servizi alle persone, ecc.).

Come accennato nelle precedenti righe, per il Comune di Berzo Demo i dati di indagine disponibili sono prevalentemente ubicati nella zona dell'abitato o nelle aree limitrofe, e su queste aree si è eseguita la verifica di secondo livello.

Per le zone esterne, che ricomprendono la restante parte del territorio comunale ovvero la parte montuosa e in quota, vigono le suddivisioni delle zone di possibile amplificazione sismica contenute nel primo livello sismico, già effettuato con il precedente studio geologico e ora integrato inserendo eventuali nuove informazioni provenienti dagli strumenti sovraordinati. Per tali aree si dovrà porre attenzione alla verifica delle possibili amplificazioni sismiche, in relazione alla tipologia di intervento edificatorio previsto.

Art. 1.1.1 Effetti di instabilità (Z1a – Z1b - Z1c)

Per gli interventi da attuare sulle aree non in classe 4 o per le eventuali opere ammesse in classe 4 ed interagenti con zone Z1, è necessario effettuare gli studi per la definizione degli effetti di instabilità sismoindotta utilizzando le procedure del 3° livello di cui alla *«Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374»*.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi per la mitigazione della pericolosità.

Art. 1.1.2 Effetti di cedimento (Z2a)

Per gli interventi da attuare nelle aree perimetrate come Z2a è necessario effettuare approfondimenti di indagine e analisi di 3° livello di cui alla *«Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374»*, che devono essere volti alla definizione dell'entità dei cedimenti potenzialmente indotti dal sisma di riferimento o a individuare accorgimenti progettuali che mettano in sicurezza le opere in progetto nei confronti dei cedimenti.

Art. 1.1.3 Effetti di amplificazione topografica (Z3) – elementi lineari

In carta di fattibilità sono stati riportati i segni lineari relativi alle condizioni Z3b (linee di cresta) e Z3a (cigli di scarpata). Di queste aree, individuate con gli studi di 1° livello, le più prossime al centro abitato sono state sottoposte ad analisi di secondo livello. In questo caso è stato ricavato, tramite procedura semplificata, l'eventuale fattore di amplificazione. Nel caso di scarpate/creste che generano amplificazione, sono stati definiti, tramite procedura semplificata, il valore di F_a e la zona di influenza, vale a dire la zona in cui ci si aspetta si possano verificare dei concreti fenomeni di amplificazione, caratterizzati da un valore di F_a che decresce linearmente dal valore massimo (calcolato) fino a $F_a=1$ (nessuna amplificazione) spostandosi dal ciglio della scarpata / apice della cresta fino al margine dell'area di influenza. Il valore di F_a per la scarpata / cresta è stato poi confrontato con il valore di S_t , caratteristico della data categoria topografica, definito dalle NTC. Se $F_a < S_t$, allora si considera che i valori della normativa siano adeguati a descrivere la situazione tramite gli appositi spettri di norma; nel caso in cui $F_a > S_t$ allora la normativa risulta insufficiente e sono richieste analisi di terzo livello.

In queste aree, in caso di edifici caratterizzati da un periodo 0.5-1.5 s (strutture più alte e flessibili) o quando $F_a > S_t$, è necessario procedere agli approfondimenti di 3° livello di cui alla «*Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*».

Nel caso, invece, di ipotesi di utilizzo futuro di aree non attualmente investigate con il 2° livello dovranno essere effettuate prioritariamente tali valutazioni ed in seguito si dovrà operare in base ai risultati.

Art. 1.1.4 Effetti di amplificazione stratigrafica (Z4)

Le indagini sismiche analizzate al secondo livello di approfondimento con l'approccio semplificato proposto dalla D.G.R. IX/2616, hanno fornito risultati eterogenei in termini di F_a misurato e confronto con i F_a soglia comunali. Tali risultati sono riportati prova per prova nella sezione sismica del presente aggiornamento.

Qualora si verifichi una situazione in cui il valore soglia non è in grado di coprire l'amplificazione calcolata, in fase di progettazione dovrebbe essere presa in considerazione l'ipotesi di effettuare analisi più dettagliate di 3° livello, oppure di passare ad adottare un suolo di categoria superiore.

Valgono comunque le indicazioni di norma riferite alle NTC 2018, dove sono previste indagini in sito anche di carattere sismico, che possono puntualmente verificare eventuali discrepanze con quanto identificato in questa fase di pianificazione, che, nonostante la buona copertura dei dati reperiti, non assume il carattere di indagine sito-specifica richiesta dalla normativa.

Nei casi in cui sia verificato con indagine in sito, per le nuove costruzioni, il locale superamento del fattore di soglia, si potrà procedere all'effettuazione delle analisi di 3° livello, secondo la procedura indicata dalle Direttive Regionali della «*Delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12"*».

In alternativa è possibile utilizzare per la progettazione edilizia, lo spettro caratteristico della categoria di suolo superiore secondo lo schema di seguito dettagliato (come stabilito dalla predetta delibera regionale):

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria D.

Le analisi effettuate e reperite hanno evidenziato una grande variabilità geologica e geometrica del territorio di Berzo Demo, che è stata chiaramente semplificata a livello di pianificazione Comunale. In particolare vi è una forte variabilità della profondità del substrato, in spazi anche molto brevi.

In generale le analisi considerano l'effetto di amplificazione dovuto alla presenza dei depositi al di sopra del bedrock: è evidente che qualora, in fase di progettazione / esecuzione delle opere, si trovasse il bedrock superficiale e/o a bassa profondità dall'imposta dell'opera (una categoria di suolo di tipo A) si può procedere applicando direttamente lo spettro di normativa, senza dover effettuare analisi di 3° livello.

Art. 1.1.5 Disposizioni particolari

Non si escludono locali possibilità di amplificazione prodotta da morfologie del bedrock sepolte (effetti 2D), soprattutto nelle zone delle valli più incise o entro conche naturali o lungo i pendii. Per questo fenomeno, i dati disponibili sono troppo limitati per poter fornire valutazioni affidabili e bisognerà valutare di volta in volta la possibilità di effettuare apposite analisi di verifica, in relazione all'importanza dell'opera, che dovranno poi essere integrate nei successivi piani di governo, in modo da poter costruire, nel tempo, una banca dati adeguata alla valutazione di questo ulteriore aspetto. L'analisi quantitativa di questo tipo di effetti richiede, infatti, un gran numero di prove, sia dirette che indirette, fittamente distribuite sul territorio comunale. Attualmente, non ci sono le condizioni per poter effettuare questo tipo di valutazioni.

Fintanto che le condizioni per una corretta valutazione di questo fenomeno saranno assenti, si dovrà comunque tenere presente che, nelle zone di conca, valle incisa e costa rocciosa, i fattori di amplificazione effettivi saranno, verosimilmente, maggiori di quelli ottenuti con l'analisi semplificata proposta da Regione Lombardia. Questa situazione dovrà essere tenuta in conto qualora si utilizzasse comunque la procedura standardizzata della Regione. Questa prevede già un incremento di +0.1 nel F_a ottenuto tramite le V_{seq} , per compensare la semplificazione nelle procedure: potrebbe essere opportuno considerare un ulteriore incremento quando ci si trova in zone con possibili morfologie sepolte, valutando anche eventualmente la possibilità di utilizzare la classe di suolo più svantaggiosa, qualora ci si trovi al limite tra due classi.

Art. 2. CLASSE 2 – FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico e/o idrogeologico e/o idrologico, finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica.

Si tratta quindi di zone in cui la situazione geologica presenta un quadro leggermente problematico (relativamente alla tipologia di fenomeno osservata o in relazione alla posizione prossima ad aree problematiche o per la pendenza dei versanti), ma che con l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o introducendo eventuali limitazioni, possono essere utilizzate.

Tale utilizzo presuppone l'effettuazione di accertamenti geologici, per quanto limitati e finalizzati al singolo progetto edilizio o intervento e ad un intorno significativo di interferenza dei fenomeni di dissesto.

In queste aree è pertanto consentito realizzare nuove edificazioni di carattere edilizio e interventi, nel rispetto delle norme del PGT, con le eventuali limitazioni che verranno evidenziate nelle relazioni geologiche a supporto dei singoli progetti.

I progetti per la nuova edificabilità nelle aree ricadenti in questa classe devono essere obbligatoriamente corredati da una relazione geologica che fornisca i limiti, le indicazioni progettuali e le considerazioni di carattere geologico, tese ad un corretto inserimento dell'opera nel contesto geologico del sito, che verifichi la correttezza delle previsioni geologiche di PGT e analizzi nel dettaglio i possibili fenomeni di interferenza sulla nuova edificazione.

Questa classe comprende in genere le aree con acclività indicativamente oltre i 20° in terreno e oltre i 30° in roccia. Sono comprese in questa classe le aree prossime alle scarpate morfologiche e ai versanti ripidi oggetto di potenziali fenomeni di instabilità ma che non presentano significative problematiche.

Sono state incluse anche quelle aree senza particolari problematiche di carattere geologico ma che, per altitudine e caratteri geologici e paesaggistici, richiederebbero, per il loro utilizzo, un preventivo e dettagliato studio geoambientale o comunque opere di edificazione a basso impatto, rispettose dell'elevato pregio naturalistico dei luoghi.

Per il Comune di Berzo Demo, le aree in classe 2 si presentano con ridotta estensione, ubicandosi presso la parte bassa dell'abitato di Berzo e a monte dell'abitato di Demo, e limitate porzioni sparse all'esterno dei centri abitati.

La relazione geologica deve in primo luogo verificare la documentazione geologica allegata al PGT e approfondire, con verifiche dirette sul territorio, la situazione locale in relazione alla tipologia di fenomeno evidenziato nelle carte di fattibilità.

Il Tecnico incaricato deve:

- fornire il quadro geologico sullo stato dei luoghi;
- dettagliare i problemi presenti;
- fornire le indicazioni cui il progetto deve attenersi.

Sarà lo stesso Tecnico a valutare la necessità di eseguire le tipologie degli studi di dettaglio ed approfondimento, in base alle sottoclassi della fattibilità geologica ed alle verifiche di dettaglio che ha eseguito.

Si rammenta, inoltre, il rispetto della normativa antisismica, con maggiore attenzione e puntualità per quelle aree con condizioni di potenziale amplificazione sismica, come individuate sulla carta di fattibilità geologica, e si rimanda all'art. 1.1 delle presenti norme per ulteriori dettagli.

Le verifiche da allegare alla documentazione progettuale dovranno analizzare i seguenti aspetti:

1. elementi di carattere geologico e geomorfologico: attenzione alla morfologia per lo scorrimento di acque superficiali, salvaguardie e cautele per ridurre i fenomeni di ruscellamento, cautele in fase di scavo in base alle pendenze, verifiche ed analisi, anche qualitative, di stabilità;
2. elementi di carattere geotecnico, in caso di terreni superficiali di spessore rilevante o di aree di contatto tra differenti situazioni litologiche.

È inoltre fondamentale, per qualunque intervento, la previsione di una corretta raccolta, regimazione ed adduzione ad idoneo recapito di tutte le acque (meteoriche, di scorrimento superficiale, nel primo sottosuolo, ecc.).

Per tutte le sottoclassi, nel caso in cui la relazione geologica allegata al progetto preveda prescrizioni in ordine ad interventi o a cautele da adottare, alla fine dei lavori dovrà essere presentata una dichiarazione di corretta esecuzione degli stessi, a firma del Tecnico che ha redatto la perizia o di altro Tecnico specifico che è eventualmente subentrato in fase operativa. La stessa indicazione vale anche nel caso in cui la relazione prescrivesse verifiche in fase esecutiva, le cui risultanze dovranno essere comunicate all'Amministrazione, con il dettaglio degli eventuali problemi e delle salvaguardie adottate con nota firmata dal Tecnico responsabile dei lavori.

Art. 2.1 Sottoclasse 2v – Aree in posizione marginale caratterizzate da pendenze da medie a basse, potenzialmente interessate da modesti fenomeni di instabilità

La realizzazione degli interventi dovrà essere preceduta da un'analisi geologica e geomorfologica dei settori di versante (sia a monte sia a valle) che possano determinare condizioni di pericolosità per le aree interessate dalle opere o che siano in grado di risentire della realizzazione degli interventi proposti. L'estensione dell'area d'indagine dovrà essere valutata in ragione delle condizioni locali, della natura e tipologia dell'opera. Nella relazione dovranno essere riportate le eventuali analisi di stabilità ritenute significative e proposti gli eventuali interventi di mitigazione.

Art. 2.2 Sottoclasse 2i – Settori potenzialmente allagabili per insufficienza della rete fognaria

Nella sottoclasse i (aree a criticità individuate dallo Studio Semplificato del Rischio Idraulico comunale), caratterizzata da possibili problemi di carattere idraulico dovuto all'insufficienza della rete fognaria, valgono le norme inserite all'interno del Documento Semplificato del Rischio Idraulico in possesso del Comune.

Art. 2.3 Sottoclasse 2Cn – Aree di conoide completamente protette

Si tratta delle aree di conoide che non risultano essersi attivate recentemente. Sono pertanto aree a bassa pericolosità per le quali sarà lo stesso Tecnico a valutare la necessità di eseguire studi di dettaglio approfonditi in relazione alla posizione e all'importanza della costruzione. Gli studi dovranno essere finalizzati alla:

- definizione dello stato di pericolosità dei fenomeni e del rischio cui risulta esposta l'opera in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;

- indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni al progetto di edificazione e destinazioni d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera. Si valuterà ad esempio, la necessità e compatibilità di locali interrati e volume sottoterra.

Le verifiche da allegare alla documentazione progettuale dovranno analizzare:

- analisi di dettaglio dello studio di pericolosità sul conoide;
- funzionalità delle opere di salvaguardia esistenti;
- verifiche topografiche di dettaglio in relazione alle quote di edificazione rispetto alle quote dell'alveo ed a quelle di possibile esondazione;
- valutazioni generali di carattere geologico e geomorfologico;
- indicazioni sulle salvaguardie o sulle cautele da adottare per la realizzazione delle Opere;

Un'attenzione particolare dovrà essere dedicata alla realizzazione di interventi interrati, per il problema connesso all'accumulo di acque in caso di evento di piena e anche per la possibile presenza di venute d'acqua o piccole falde sospese, legate a zone di paleoalveo o di deflusso sotterraneo.

A carattere generale si forniscono alcune indicazioni di massima rapportate alla classe di pericolosità dei fenomeni individuata per questa classe di pericolosità in riferimento alle attenzioni da adottare:

- Realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale ad una quota superiore al piano campagna locale, e/o conformando la superficie topografica adiacente agli edifici in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo. Le altezze dovranno comunque essere definite considerando l'accumulo delle acque di esondazione o di situazioni (sottopassi, muri di confine, rilevati) che possono costituire un ostacolo al deflusso delle acque;
- Eventuali locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati adottando accorgimenti costruttivi, relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone;
- Mantenimento all'interno dei lotti della maggiore superficie libera possibile;
- Conformazione delle superfici dei lotti esterne agli edifici in modo da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque di esondazione;
- Riduzione allo stretto necessario della impermeabilizzazione delle superfici libere (superfici a verde, piazzali e parcheggi);
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrate;
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame come modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire l'accumulo ed il ristagno di acque di esondazione, o che possano favorirne l'ingresso nell'area stessa;

- Manutenzione e miglioramento della rete di drenaggio delle acque superficiali per favorire il deflusso delle acque di esondazione;
- Progettare la viabilità minore, la disposizione degli edifici e la morfologia delle aree libere in modo da evitare l'eccessiva concentrazione delle acque di esondazione e delle frazioni liquide delle colate lungo vie preferenziali di deflusso che non siano alvei di corsi d'acqua superficiali o linee di drenaggio progettate appositamente.

Art. 3. CLASSE 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

La classe 3 comprende aree caratterizzate da consistenti limitazioni alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni per i rischi individuati. L'utilizzo di tali aree sarà subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire maggiore conoscenza geologico-tecnica e idrogeologica dell'area e del suo intorno.

Le nuove edificazioni devono essere attentamente valutate in relazione alla pericolosità dei fenomeni e alla fattibilità tecnico-economica che, in alcuni casi, può anche comportare la rinuncia all'esecuzione dell'opera, qualora non sia possibile raggiungere un adeguato grado di sicurezza e protezione dei nuovi manufatti in relazione al possibile fenomeno di pericolosità. **Tali valutazioni saranno a giudizio della relazione geologica, che dovrà definire i limiti e le restrizioni all'edificazione e se questa è compatibile con il quadro del dissesto.**

Le aree inserite in classe di fattibilità 3 non rendono automatica la possibilità di edificazione. Si deve considerare che un intervento è anche funzione:

- della problematica idrogeologica individuata;
- del costo degli approfondimenti necessari;
- delle soluzioni progettuali e costruttive che gli approfondimenti suggeriscono e alla fine può risultare economicamente non sostenibile, per il suo costo finale, per il suo valore o per la funzione a cui è destinato;
- delle incertezze legate all'ampiezza e complessità dei fenomeni in atto quali frane e frane di grandi dimensioni che nello studio geologico possono essere identificate con uno stato di attività che deve poi essere attentamente verificato in sito dal tecnico estensore;

Insieme alla relazione geologica, deve essere presentato, ove necessario, un progetto esecutivo per la sistemazione e la bonifica dei luoghi e la riduzione della pericolosità dei fenomeni.

Per lo svincolo delle aree in classe 3 dovrà essere prodotto uno studio geologico ed eventualmente idraulico (laddove esiste tale problematica) che deve verificare preventivamente la documentazione geologica allegata *al PGT, nel rispetto di quanto sopra richiamato, ed integrarla con verifiche di terreno e mediante campagne geognostiche, prove in situ ed in laboratorio, oppure studi tematici a carattere idrogeologico, ambientale, idraulico, ecc. (in relazione alla tipologia di fenomeno e/o problematica geologica, definita in dettaglio nella Carta di Sintesi).*

Il risultato di tali indagini dovrà consentire di precisare il tipo e l'entità massima dell'intervento, nonché le opere da eseguirsi per la salvaguardia geologica o l'attuazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo i fenomeni.

Si rammenta, inoltre, il rispetto della normativa antisismica, con maggiore attenzione e puntualità per quelle aree con condizioni di potenziale amplificazione sismica, come individuate sulla carta di fattibilità geologica, e si rimanda all'art. 1.1 delle presenti norme per ulteriori dettagli.

Il Tecnico incaricato per la redazione della relazione geologica deve:

- fornire il quadro geologico sullo stato dei luoghi;
- dettagliare i problemi di dissesto presente o potenziale;
- in caso di frana, verificare lo stato di attività previsto nello studio geologico, con quello reale del sito di intervento;
- in caso di torrenti o corsi d'acqua, si dovrà verificare l'intensità dei fenomeni e la loro pericolosità per il sito in esame, con analisi idrauliche di deflusso della piena e definizione dei livelli e delle energie;
- illustrare il tipo di indagini di dettaglio effettuate, le motivazioni delle stesse ed esporne le conclusioni;
- predisporre un progetto, eventuale, per la salvaguardia del territorio e la sistemazione dei siti;
- motivare i limiti ammissibili per l'intervento e stabilire le eventuali salvaguardie, dichiarare l'ammissibilità dell'intervento con il quadro del dissesto.

Nella classe 3 sono state inserite:

- le aree acclivi, con pendenze superiori a 25° per i terreni e 35° per le rocce particolarmente fratturate o alterate (v);
- le aree a pericolosità media per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia e per la possibilità di innesco di frane superficiali (c);
- le aree identificate come allagabili per insufficienza della rete fognaria nell'ambito dello studio del rischio idraulico comunale semplificato (i);
- le zone con caratteristiche geotecniche scadenti (g) legate alla presenza, in superficie, di depositi torbosi e palustri non consolidati, o derivanti da accumulo antropico, potenzialmente in grado di generare cedimenti quando soggetti a carico, e le aree ufficialmente identificate, nell'ambito del PGT precedente, come siti di discarica (g*);
- le zone di Rispetto delle Captazioni ad uso idroportabile (ZRC);
- le aree caratterizzate da ristagno d'acqua e/o solchi di ruscellamento concentrato con possibilità di mobilitazione della copertura superficiale (a*);
- le aree esterne alla Fascia C del PAI potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici straordinari con modesti valori di altezza e velocità delle correnti d'acqua in tracimazione (a);
- le aree inserite nella Fascia C del PAI, per le quali valgono le norme del presente studio e le N.d.A. PAI;
- le aree PAI di conoidi protette (Cn) e parzialmente protetta (Cp);
- le aree PAI di frana stabilizzata (Fs);
- Le aree PAI comprese entro perimetrazioni di dissesti e piene a carattere torrentizio lungo i corsi d'acqua secondari (Eb, Em), per la cui normativa si fa riferimento alle N.d.A. del PAI.

I singoli fenomeni sopra descritti sono riportati nella carta di fattibilità di dettaglio alla scala 1:2.000, pertanto la loro identificazione è facilitata dalla lettura della cartografia. Per le zone del territorio esterne, coperte pertanto dalla sola CTR alla scala 1:10.000, si dovrà fare riferimento e verificare la natura del fenomeno di dissesto presente, consultando le carte di Sintesi, dei Vincoli e PAI.

Congiuntamente allo studio di svincolo alla fattibilità geologica e/o geologico-tecnica degli interventi in progetto, deve essere presentato, ove necessario, un progetto definitivo - esecutivo per la sistemazione e la bonifica dei luoghi.

In particolare, il Tecnico Incaricato deve:

- fornire il quadro geologico, geomorfologico ed idraulico sullo stato dei luoghi;
- dettagliare le problematiche rilevate;
- illustrare il tipo di approfondimento eseguito, le motivazioni dello stesso ed esporne le conclusioni;
- predisporre un eventuale progetto teso alla salvaguardia del territorio e alla sistemazione dei siti;
- motivare i limiti ammissibili dell'intervento e stabilire le eventuali salvaguardie.

Art. 3.1 Sottoclasse 3v – Aree con problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti in terreno o crolli in roccia

La relazione geologico-tecnica dovrà verificare la compatibilità dell'intervento con la tipologia di fenomeno di dissesto presente (instabilità del versante, destabilizzazione del terreno superficiale, crolli di blocchi rocciosi, etc).

In tale sottoclasse dovranno essere stimate le aree realmente interessate da fenomeni di instabilità della copertura superficiale e/o degli ammassi rocciosi e i relativi siti di influenza (analisi di stabilità dei depositi superficiali, analisi cinematica e di caduta dei blocchi rocciosi lungo i versanti, etc).

Art. 3.2 Sottoclasse 3c – Aree a pericolosità media per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia e per la possibilità di innesco di frane superficiali

Si tratta di zone poste nelle immediate vicinanze di pareti rocciose in cui è nota l'attività di caduta massi. Come tali, sono zone in cui la pericolosità è data dal probabile passaggio, ed eventuale arresto, di blocchi rocciosi provenienti da monte. Sono inoltre aree potenzialmente soggette a fenomeni come frane e scivolamenti ed instabilità in genere di terreni e rocce, favorite dalle pendenze.

Nelle aree inserite in Classe 3c risultano consentiti:

- gli interventi di nuova costruzione, di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, purché realizzati con accorgimenti costruttivi che impediscano danni alle persone e limitino quelli alle strutture, prevedendo, in relazione alle necessità e alle destinazioni d'uso delle nuove costruzioni, l'esecuzione di opere di protezione attive e passive o di entrambe le soluzioni;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;

A corredo dei progetti sarà necessaria la redazione di una relazione geologico-tecnica, che dovrà verificare la compatibilità dell'intervento con il rischio presente (probabilità di distacco da monte, probabilità di transito, dimensione attesa dei blocchi, instabilità del versante, destabilizzazione del terreno superficiale ecc.), ed ogni intervento dovrà essere preceduto da una fase di indagine geologica, mirata alla definizione del comportamento geomeccanico degli ammassi a monte, alla descrizione delle traiettorie attese per ogni ipotizzabile scenario di distacco potenzialmente pericoloso e/o alla definizione del comportamento geologico-tecnico dei terreni.

Andranno valutate eventuali condizioni che tendono a mitigare naturalmente il pericolo (piccoli rilievi locali, natura del deposito che può rallentare i blocchi...). Tali verifiche dovranno consentire di determinare la situazione reale di pericolosità e le possibili interferenze con la nuova edificazione e costruzione di opere, fornendo eventuali limitazioni, accorgimenti costruttivi e valutando la reale possibilità di esecuzione delle opere in relazione al quadro del dissesto presente.

Le indagini e studi dovranno seguire e rispettare le indicazioni contenute nell'Allegato 2 d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616.

Art. 3.3 Sottoclasse 3i – Aree individuate da studio semplificato di rischio idraulico comunale

Nella sottoclasse i (aree a criticità individuate dallo Studio Semplificato del Rischio Idraulico Comunale) caratterizzata da possibili problemi di carattere idraulico dovuto all'insufficienza della rete fognaria, valgono le norme inserite all'interno del Documento Semplificato del Rischio Idraulico in possesso del comune.

Art. 3.4 Sottoclasse 3ZRC – Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile

Sono comprese in questa classe le aree perimetrate entro la zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile, definite con criterio geometrico. Per i vincoli di utilizzo si rimanda all'art. 5 delle presenti norme.

Art. 3.5 Sottoclasse 3g / 3g* – Aree con caratteristiche geotecniche scadenti

La sottoclasse 3g comprende aree caratterizzate dalla presenza di depositi potenzialmente soggetti a cedimenti quando caricati, in quanto costituiti da terreni soffici e compressibili e/o caratterizzati dalla presenza di lenti soffici e compressibili nei primi metri della sequenza stratigrafica e frequentemente interessati da importante contenuto idrico trattenuto dalla natura spesso argillosa dei depositi. La classe 3g* identifica, inoltre, quelle aree che, oltre alle caratteristiche precedenti, sono ufficialmente riconosciute dal PGT precedente come siti di discarica, con particolare riferimento alla discarica di rifiuti inerti Golde e alla discarica di rifiuti inerti ex Ucar, entrambe cessate.

La realizzazione degli interventi nelle aree 3g dovrà essere preceduta da un'analisi geologica volta a determinare le caratteristiche e gli spessori di questi terreni. La profondità raggiunta dalle indagini dovrà essere valutata in ragione delle condizioni locali e degli interventi previsti. In relazione saranno indicati i risultati delle analisi e gli interventi proposti per mitigare o eliminare il rischio di cedimento.

Per la sottoclasse 3g*, oltre alle prescrizioni che si applicano alla sottoclasse 3g, lo studio dovrà valutare anche la compatibilità degli interventi con la vulnerabilità della falda acquifera: si dovranno approfondire gli aspetti legati

all'idrogeologia tramite indagini geognostiche (sondaggi, rilievi del livello di falda, analisi della qualità dell'acqua) e indagini indirette (indagini sismiche, elettriche ecc.) allo scopo di identificare, anche attraverso analisi di laboratorio su terreni campionati, la natura e lo spessore di eventuale materiale in grado di contaminare l'acqua, la profondità del livello piezometrico, i percorsi probabili dei flussi sotterranei, le eventuali portate, le caratteristiche chimiche delle acque e loro eventuali variazioni. La relazione geologico-tecnica dovrà in tal caso verificare la compatibilità dell'intervento con la tipologia dei fenomeni presenti.

Art. 3.6 Sottoclasse 3a* – Aree caratterizzate da ristagno d'acqua e/o solchi di ruscellamento concentrato con possibilità di mobilitazione della copertura superficiale

Oltre alle valutazioni descritte al precedente art. 3.5, gli interventi ammessi, ricadenti in queste aree, dovranno essere realizzati con tecniche e materiali compatibili con la presenza di acqua nei depositi. Il progetto dovrà essere corredato da apposita relazione geologica che definisca, oltre alle caratteristiche geologiche e tecniche dei siti (che possono essere scadenti a causa dell'abbondanza idrica), anche le caratteristiche idrogeologiche dei siti coinvolti, con particolare riferimento al livello di saturazione, alla sua oscillazione e alla valutazione della presenza di morfologie che possano favorire o alimentare circuiti idrici sotterranei concentrati, individuando gli eventuali interventi di bonifica e drenaggio necessari.

In generale si dovrà evitare di produrre punti di accumulo delle acque sotterranee, così come evitare di produrre scarichi concentrati a valle delle eventuali opere di captazione e drenaggio. Sono inoltre aree in cui non è consentita l'infiltrazione nei depositi.

In presenza di campi sorgentizi e ruscellamento superficiale non organizzato, si dovrà evitare l'interruzione di tali circuiti, favorendo invece la captazione e regimazione superficiale degli stessi, anche tramite progetti di regimazione a scala maggiore del singolo intervento che individuino le migliori strategie di regimazione e i migliori punti di recapito, in modo da evitare di avere numerosi piccoli interventi sviluppati in modo non organico e che possono portare a concentrazioni di portata in zone precedentemente non interessate dal transito delle acque o causare aggravio delle condizioni dei corpi idrici di recapito a valle dell'immissione.

Art. 3.7 Sottoclasse 3a – Aree esterne alla Fascia C potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici straordinari

Sono comprese in questa sottoclasse alcune aree localizzate in sponda sinistra del Fiume Oglio fra l'abitato di Demo e la zona industriale di Forno Allione, che risultano esterne alla Fascia C del PAI nonostante l'assenza di elementi che impediscano l'espandimento laterale delle acque di esondazione; si tratta pertanto di aree che possono essere interessate da fenomeni di esondazione con prevalente o esclusiva portata liquida, con modesti valori di altezza e velocità delle correnti d'acqua in tracimazione.

A livello normativo queste aree sono assimilate a delle perimetrazioni di Fascia C del PAI: sono consentiti interventi di nuova edificazione ed in genere ogni struttura, con la cautela di valutare i livelli di piena e considerare, in relazione all'importanza dell'opera, le misure di difesa dalla piena catastrofica.

In generale i progetti relativi alle opere in tali aree dovranno essere corredati da una relazione tecnico-idraulica e geologica, che dovranno stimare, in relazione alle eventuali interferenze con le opere previste, le aree realmente interessate da eventuali fenomeni di inondazione conseguenti a deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo la viabilità e l'edificato. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre definire le possibili soluzioni progettuali per ridurre i danni e il rischio di lesioni alle persone.

In corrispondenza di tali aree il Tecnico incaricato deve, considerare le eventuali modifiche antropiche e/o naturali a cui l'alveo attuale può essere soggetto nel tempo (innalzamento del fondo, lesionamento alle opere di regimazione in alveo, restringimenti e/o ostruzione delle sezioni di deflusso), ma soprattutto in tenere in conto delle eventuali modifiche all'assetto dell'urbanizzato e quindi alle direttrici di possibile deflusso per eseguire un'analisi preliminare mirata all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- aspetti geologici e geomorfologici (anche sulla base di dati preesistenti di letteratura e dati disponibili presso le autorità competenti – Comuni, Provincia, Regione ecc..., eventualmente integrandoli ove carenti e non sufficientemente esaustivi;
- definizione dell'assetto delle aree di deflusso; individuazione della presenza di eventuali paleoalvei, aree in depressione (quote del piano campagna più basse rispetto a quelle circostanti) con potenziale scorrimento preferenziale delle correnti fuori alveo, individuazione delle eventuali zone di accumulo e ristagno;
- stima delle aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena liquida e liquido - fangosa dei corsi d'acqua e definizione della pericolosità del fenomeno;

Lo studio dovrà essere finalizzato alla:

- definizione dello stato di pericolosità dei fenomeni e del rischio cui risulta esposto l'intervento in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;
- indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni alla destinazione d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera.

A carattere generale si forniscono alcune indicazioni di massima rapportate alla classe di pericolosità dei fenomeni, che debbono essere rispettate e alle quali ci si può ricondurre nel caso si apportino degli interventi tesi al miglioramento della situazione preesistente:

- Utilizzo di materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua;
- Divieto di impermeabilizzazione delle superfici libere (superfici a verde, piazzali e parcheggi);
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame come modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire l'accumulo ed il ristagno di acque di esondazione, o che possano favorirne l'ingresso nell'area stessa. Dovrà quindi essere evitata la demolizione o l'eliminazione di elementi morfologici o manufatti (muri di confine terrazzamenti, o rilevati artificiali) che costituiscono una barriera per le acque di esondazione. Questi elementi dovranno al contrario essere salvaguardati e mantenuti in efficienza. Nel caso di interventi che prevedano modificazioni sostanziali di questi elementi dovranno essere ridefinite le condizioni di pericolosità delle aree sulla base di

una valutazione specifica che prenda in considerazione anche le eventuali conseguenze sulle aree esterne;

- Manutenzione e miglioramento della rete di drenaggio delle acque superficiali per favorire il deflusso delle acque di esondazione;
- Favorire il deflusso delle acque di esondazione evitando le recinzioni cieche, ma ricorrendo a soluzioni senza muri o con muri bassi ed elementi caratterizzati da maglie larghe ed una superficie libera dell'ordine del 50%.

Queste considerazioni sono in buona parte contenute nel documento tecnico “*Edifici in aree a rischio di alluvione - come ridurre la vulnerabilità*” Autorità di Bacino del Fiume Po e Università degli studi di Pavia, che si allega integralmente alle presenti note e del quale si raccomanda il rispetto nella valutazione tecnica dei progetti che verranno redatti per queste aree.

Art. 3.8 Sottoclasse 3C - Zone comprese fra la Fascia B e la Fascia C ma esterne all'area allagabile a tergo della B di progetto

Aree di inondazione per piena catastrofica (Fascia C del PAI), costituita dalla porzione di territorio esterna alla Fascia B e all'area allagabile a tergo della B di Progetto, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

Si tratta quindi di zone interessate da esondazione e dissesti morfologici di carattere fluviale aventi una pericolosità bassa e, per il Comune di Berzo Demo, sono riferite alla Fascia C del Fiume Oglio, identificata dall'Autorità di Bacino del Po. Si tratta di zone a bassa probabilità di accadimento ma che, vista la vicinanza al Fiume Oglio e in considerazione della morfologia dei luoghi, possono avere delle criticità idrauliche.

Nelle aree di fascia C sono consentiti interventi di nuova edificazione ed in genere ogni struttura, con la cautela di valutare i livelli di piena e considerare, in relazione all'importanza dell'opera, le misure di difesa dalla piena catastrofica. In generale i progetti relativi alle opere in tali aree dovranno essere corredati da una relazione tecnico-geologica con la valutazione degli aspetti idraulici della piena, che dovranno stimare, in relazione alle eventuali interferenze con le opere previste, le aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena dei corsi d'acqua, deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo l'asta torrentizia o fluviale. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre definire le possibili soluzioni progettuali per ridurre i danni e il rischio di lesioni alle persone.

In corrispondenza di tali aree il Tecnico incaricato deve, anche in considerazione delle eventuali modifiche antropiche e/o naturali a cui l'alveo attuale può essere soggetto nel tempo (innalzamento del fondo, lesionamento alle opere di regimazione in alveo, restringimenti e/o ostruzione delle sezioni di deflusso), eseguire un'analisi preliminare mirata all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- aspetti geologici e geomorfologici (anche sulla base di dati preesistenti di letteratura e dati disponibili presso le autorità competenti – Comuni, Provincia, Regione ecc., eventualmente integrandoli ove carenti e non sufficientemente esaustivi);

- definizione dell'assetto del corso d'acqua, con analisi dell'asta fluviale, delle sezioni interessate da erosione di laterale e di fondo, verifica del materiale in alveo, individuazione della presenza di eventuali paleoalvei, aree in depressione (quote del piano campagna più basse rispetto a quelle circostanti) con potenziale scorrimento preferenziale delle correnti fuori alveo, individuazione delle sezioni di deflusso insufficienti e dei punti critici;
- aspetti idraulico-morfologici (dati PAI e PGRA): stima delle portate di massima piena relative alla sola portata liquida stimate per tempi di ritorno dei 100, 200 e 500 anni; verifica dello stato di conservazione e di efficienza delle opere idrauliche presenti in alveo e censimento dei ponti e degli attraversamenti lungo l'asta; stima delle aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena liquido e liquido - fangosa dei corsi d'acqua e definizione della pericolosità del fenomeno;

Lo studio dovrà essere finalizzato alla:

- definizione dello stato di pericolosità dei fenomeni e del rischio cui risulta esposto l'intervento in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;
- indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni alle destinazioni d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico-progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera.

A carattere generale si forniscono alcune indicazioni di massima rapportate alla classe di pericolosità dei fenomeni, che debbono essere rispettate e alle quali ci si può ricondurre nel caso si apportino degli interventi tesi al miglioramento della situazione preesistente:

- Utilizzo di materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua;
- Divieto di impermeabilizzazione delle superfici libere (superfici a verde, piazzali e parcheggi);
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame come modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire l'accumulo ed il ristagno di acque di esondazione, o che possano favorirne l'ingresso nell'area stessa. Dovrà quindi essere evitata la demolizione o l'eliminazione di elementi morfologici o manufatti (muri di confine terrazzamenti, o rilevati artificiali) che costituiscono una barriera per le acque di esondazione. Questi elementi dovranno al contrario essere salvaguardati e mantenuti in efficienza. Nel caso di interventi che prevedano modificazioni sostanziali di questi elementi dovranno essere ridefinite le condizioni di pericolosità delle aree sulla base di una valutazione specifica che prenda in considerazione anche le eventuali conseguenze sulle aree esterne.
- Manutenzione e miglioramento della rete di drenaggio delle acque superficiali per favorire il deflusso delle acque di esondazione.
- Favorire il deflusso delle acque di esondazione evitando le recinzioni cieche, ma ricorrendo a soluzioni senza muri o con muri bassi ed elementi caratterizzati da maglie larghe ed una superficie libera dell'ordine del 50%.

Queste considerazioni sono in buona parte contenute nel documento tecnico *“Edifici in aree a rischio di alluvione-come ridurre la vulnerabilità”* Autorità di Bacino del Fiume Po e Università degli studi di Pavia, che si allega

integralmente alle presenti note e al quale si raccomanda il rispetto nella valutazione tecnica dei progetti che verranno redatti per queste aree.

Art. 3.9 Sottoclasse 3Cp – Aree di conoide attivo parzialmente protette

Si tratta delle zone di conoide dove vi è la possibilità che le acque di piena possano venire deviate e indirizzate in aree esterne a quelle interessate dalla piena diretta, classificate come aree Ca. Per queste aree valgono le indicazioni ed i vincoli individuati dalle Norme di Attuazione del PAI contenute nel Comma 8 dell'art. 9, di seguito riportate integralmente.

“Nelle aree Cp, oltre agli interventi di cui al comma 7 dell'art. 9 del PAI, sono consentiti:

- **gli interventi di ristrutturazione edilizia**, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 (ora lettera “d” dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001), senza aumenti di superficie e volume;
- *gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;*
- *la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue.”*
-

Di fatto **non sono consentite le nuove edificazioni** e, oltre alle opere sopra richiamate, valgono anche gli interventi consentite nelle zone 4Ca di cui all'art 4.3 delle presenti norme, ovvero le opere previste al comma 7 dell'art. 9 del PAI, qui riportate e in parte modificate e adattate alla situazione locale:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue.

Art. 3.10 Sottoclasse 3Cn – Aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protette

Sono inserite quelle aree che possono essere interessate dal deflusso di piena dei torrenti. Si tratta di aree caratterizzate da pericolosità da media a moderata. **La scelta di inserire alcune conoidi completamente protette o parti di esse in classe di fattibilità 3 è stata dettata dal margine di incertezza dovuto ai cambiamenti meteorologici che influenzano questi fenomeni e all'impossibilità di aver a disposizione dati di pioggia recenti, su cui poter formulare nuove e più accurate analisi idrauliche.** Tale incertezza nell'attribuzione delle aree di possibile influenza deriva anche dall'assenza di modelli matematici che possano efficacemente rappresentare le condizioni di pericolosità in un ambito urbano così articolato. Di fatto, è possibile considerare che eventuali fenomeni di colata in massa possano subire deviazioni delle parti liquide e liquido-fangose, dettate dal crollo o lesionamento di strutture antropiche quali abitazioni, ponti o strutture murarie. **Si ricordi che, soprattutto per i corsi d'acqua minori, è importante un'attenta manutenzione sia delle opere idrauliche esistenti sia del corso d'acqua stesso, attraverso pulizie e svassi del materiale alluvionale.** Questo aspetto di manutenzione è di difficile analisi perché dipende da fattori economici e politici, che non si riescono a valutare correttamente e, nel corso del tempo, le condizioni di pericolosità possono mutare anche sensibilmente.

Nello studio geologico di dettaglio che accompagnerà i progetti, dovranno essere stimate, in relazione alle eventuali interferenze con le opere previste, le aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena dei corsi d'acqua, deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo l'asta torrentizia e la conoide. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre stimare l'eventuale materiale solido in carico al corso d'acqua e definire le possibili soluzioni progettuali e destinazioni dei locali previsti.

In corrispondenza di tali aree, il Tecnico incaricato deve, anche in considerazione delle eventuali modifiche antropiche e/o naturali a cui l'alveo attuale e l'apparato di conoide possono essere soggetti nel tempo (innalzamento del fondo, lesione delle opere di regimazione in alveo, restringimenti e/o ostruzione delle sezioni di deflusso), eseguire uno studio volto all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- aspetti geologici e geomorfologici (anche sulla base di dati preesistenti di letteratura e dati disponibili presso le autorità competenti – Comuni, Provincia, Regione ecc., eventualmente integrandoli ove carenti e non sufficientemente esaustivi);
- definizione dell'assetto del bacino idrografico e dei dissesti che interessano il bacino; analisi dell'asta torrentizia delle sezioni interessate da erosione sia laterale e di fondo, verifica del materiale in alveo; studio dell' assetto dell'area di conoide con particolare riferimento alla zona di apice, alla presenza di eventuali paleoalvei, attraversamenti del fondo alveo, aree in depressione con potenziale scorrimento preferenziale delle correnti fuori alveo, individuazione delle sezioni di deflusso insufficienti e dei punti critici sul conoide;
- aspetti idraulico – morfologici: stima delle portate di massima piena relative alla sola portata liquida stimate per tempi di ritorno dei 50, 100 e 200 anni; analisi del trasporto solido e della magnitudo del conoide; verifica dello stato di conservazione e di efficienza delle opere idrauliche presenti in alveo e censimento dei ponti e degli attraversamenti lungo l'asta nel tratto di conoide; stima delle aree realmente interessate da

eventuali fenomeni di piena liquido e liquido - solida dei corsi d'acqua e definizione della pericolosità del fenomeno;

Lo studio dovrà essere finalizzato alla:

- definizione dello stato di pericolosità dei fenomeni e del rischio cui risulta esposta l'opera in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;
- indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni al progetto di edificazione e destinazioni d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera.

In generale, vista la natura dei fenomeni alluvionali presenti nell'area in studio, in queste zone può essere molto efficace, in termini di riduzione della pericolosità, adottare tutte le cautele riferite alla predisposizione di aperture contrarie al flusso di corrente. Si potranno inoltre predisporre deviatori e barriere protettive, attraverso la realizzazione di murature o riporti di terreno. Tutti questi aspetti dovranno essere descritti e documentati nella relazione geologica a supporto del progetto.

Queste considerazioni sono in buona parte contenute nel documento tecnico "Edifici in aree a rischio di alluvione- come ridurre la vulnerabilità" Autorità di Bacino del Fiume Po e Università degli studi di Pavia, che si allega integralmente alle presenti note e del quale si raccomanda il rispetto nella valutazione tecnica dei progetti che verranno redatti per queste aree.

A carattere generale si forniscono alcune indicazioni di massima rapportate alla classe di pericolosità dei fenomeni, che debbono essere rispettate e alle quali ci si può ricondurre nel caso si apportino degli interventi tesi al miglioramento della situazione preesistente:

- Utilizzo di materiali da costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua;
- Limitare o vietare di impermeabilizzazione delle superfici libere (superfici a verde, piazzali e parcheggi);
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame come modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire l'accumulo ed il ristagno di acque di esondazione, o che possano favorirne l'ingresso nell'area stessa. Dovrà quindi essere evitata la demolizione o l'eliminazione di elementi morfologici o manufatti (muri di confine terrazzamenti, o rilevati artificiali) che costituiscono una barriera per le acque di esondazione. Questi elementi dovranno al contrario essere salvaguardati e mantenuti in efficienza. Nel caso di interventi che prevedano modificazioni sostanziali di questi elementi dovranno essere ridefinite le condizioni di pericolosità delle aree sulla base di una valutazione specifica che prenda in considerazione anche le eventuali conseguenze sulle aree esterne;
- Manutenzione e miglioramento della rete di drenaggio delle acque superficiali per favorire il deflusso delle acque di esondazione;
- Favorire il deflusso delle acque di esondazione evitando le recinzioni cieche, ma ricorrendo a soluzioni senza muri o con muri bassi ed elementi caratterizzati da maglie larghe ed una superficie libera dell'ordine del 50%;

- Realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale ad una quota superiore al piano campagna locale, conformando la superficie topografica adiacente agli edifici in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo;
- Si sconsiglia la realizzazione di locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse e, qualora il progettista ne individui la necessità, questi volumi dovranno essere realizzati adottando accorgimenti costruttivi, relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone;
- Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione;
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrati e adeguatamente protetti da scalzamenti erosivi;
- Per quanto riguarda gli edifici esistenti, in sede di ristrutturazione si dovranno adottare accorgimenti, come modifiche o chiusure di aperture esistenti oppure realizzazione di protezioni, che consentano di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti.

Art. 3.11 Sottoclasse 3Fs – Aree di frana stabilizzata

Nelle aree Fs compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

Nel comune di Berzo Demo si registra un'importante frana di questa tipologia, corrispondente alla grande DGPV segnalata dall'IFFI a monte della località Bettolino, cui si uniscono ulteriori ridotti settori sparsi per il territorio comunale. Sebbene sia estremamente complicato definire lo stato di attività dei fenomeni di questo tipo, che proprio per la loro complessità richiedono dati tecnici approfonditi di indagini in sito dirette e indirette che spesso non sono disponibili, in questa fase dello studio geologico comunale, che non può avere un dettaglio di uno studio specifico, si è adottata la classificazione di frana Fs, ovvero stabilizzata, e classe di fattibilità geologica 3, evidenziando il grado di potenziale pericolosità e rischio di queste aree, che in genere possono presentare situazioni di instabilità indiretta, per la presenza di condizioni tipiche delle deformazioni gravitative, quali ammassi rocciosi molto disarticolati, emergenze idriche localizzate e diffuse e situazioni di terreni e rocce degradati.

Nel corso degli approfondimenti geologici che si effettueranno negli anni, sarà possibile migliorare ulteriormente il grado di conoscenza dei fenomeni e quindi raggiungerne una migliore descrizione. Gli accorgimenti tecnici per tali aree devono riprendere le attività precedentemente descritte, con un particolare riguardo alla definizione delle problematiche di smaltimento delle acque e delle condizioni di potenziale instabilità dell'area in frana.

Sarà il tecnico incaricato che, in relazione alla tipologia e importanza dell'opera, definirà il dettaglio delle indagini da eseguire, le limitazioni e accorgimenti tecnici da adottare in fase progettuale e realizzativa.

Art. 3.12 Sottoclasse 3Eb – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità elevata

Per le aree comprese in questa classe, in aggiunta alle prescrizioni generali per la classe di fattibilità 3, si dovranno osservare i vincoli riportati all'articolo 9 comma 6 delle norme di attuazione del PAI, che cita:

“Nelle aree Eb, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5 [per i quali si rimanda all'articolo 4.5 delle presenti norme], sono consentiti:

- *gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001, senza aumenti di superficie e volume;*
- *gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienicofunzionale;*
- *la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;*
- *il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis”.*

Art. 3.13 Sottoclasse 3Em – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità moderata

Anche per queste aree si rimanda alla norma PAI, articolo 9 comma 6bis:

“Nelle aree Em compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.”

Oltre alle verifiche tecniche previste per la classe 3 di fattibilità, nello studio geologico a supporto della progettazione dovranno essere stimate, in relazione alle eventuali interferenze con le opere previste, le aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena dei corsi d'acqua, deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo l'asta torrentizia. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre stimare l'eventuale materiale solido in carico al corso d'acqua che può portare all'ostruzione della sezione di deflusso e determinare, pertanto, l'esondazione del torrente, si dovranno definire le possibili soluzioni progettuali e destinazioni dei locali previsti.

In corrispondenza di tali aree, il Tecnico incaricato deve, anche in considerazione delle eventuali modifiche antropiche e/o naturali a cui l'alveo attuale e l'apparato di conoide possono essere soggetti nel tempo (innalzamento del fondo, lesione delle opere di regimazione in alveo, restringimenti e/o ostruzione delle sezioni di deflusso), eseguire uno studio volto all'approfondimento dei seguenti aspetti:

- aspetti geologici e geomorfologici (anche sulla base di dati preesistenti di letteratura e dati disponibili presso le autorità competenti – Comuni, Provincia, Regione ecc., eventualmente integrandoli ove carenti e non sufficientemente esaustivi);
- definizione dell'assetto del bacino idrografico e dei dissesti che interessano il bacino; analisi dell'asta torrentizia delle sezioni interessate da erosione sia laterale e di fondo, verifica del materiale in alveo, della presenza di eventuali paleoalvei, attraversamenti del fondo alveo, aree in depressione con potenziale

scorrimento preferenziale delle correnti fuori alveo, individuazione delle sezioni di deflusso insufficienti e dei punti critici lungo l'alveo a monte;

- *aspetti idraulico – morfologici*: stima delle portate di massima piena relative alla sola portata liquida stimate per tempi di ritorno dei 50, 100 e 200 anni; analisi del trasporto solido; verifica dello stato di conservazione e di efficienza delle opere idrauliche presenti in alveo e censimento dei ponti e degli attraversamenti lungo l'asta nell'intorno dell'opera; stima delle aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena liquido e liquido - solida dei corsi d'acqua e definizione della pericolosità del fenomeno;

Lo studio dovrà essere finalizzato alla:

- definizione dello stato di pericolosità dei fenomeni e del rischio cui risulta esposta l'opera in progetto, valutando le eventuali interferenze dei fenomeni individuati con le opere previste;
- indicazione delle opere da eseguirsi per la mitigazione del rischio e definizione delle eventuali limitazioni al progetto di edificazione e destinazioni d'uso dei locali, con indicazioni in merito alle possibili soluzioni tecnico progettuali da attuarsi in fase di realizzazione dell'opera.

In generale, vista la natura dei fenomeni alluvionali presenti nell'area in studio, in queste zone può essere molto efficace, in termini di riduzione della pericolosità, adottare tutte le cautele riferite alla predisposizione di aperture contrarie al flusso di corrente o rialzi del piano di calpestio nonché protezioni con cordolature o murature. Si potranno inoltre predisporre deviatori e barriere protettive, attraverso la realizzazione di murature o riporti di terreno. Tutti questi aspetti dovranno essere descritti e documentati nella relazione geologica a supporto del progetto.

Queste considerazioni sono in buona parte contenute nel documento tecnico "Edifici in aree a rischio di alluvione- come ridurre la vulnerabilità" Autorità di Bacino del Fiume Po e Università degli studi di Pavia, che si allega integralmente alle presenti note e del quale si raccomanda il rispetto nella valutazione tecnica dei progetti che verranno redatti per queste aree.

Art. 4. CLASSE 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

L'alto rischio evidenziato comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle.

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non tenuta al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Sono ammessi interventi di carattere pubblico che non prevedano la presenza continuativa di persone.

Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 3, lettere a), b), c) del d.p.r. 380/2001.

Sono consentiti gli adeguamenti e le innovazioni necessarie al rispetto della normativa sismica in termini di prestazione degli edifici e di riduzione del rischio.

Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile specifici e di dettaglio, ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea, con apposito studio di compatibilità validato dall'Autorità Competente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. Ove non siano indicate sottoclassi alle quali riferire norme più specifiche d'uso del suolo, sono ammissibili gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente limitati a manutenzioni ordinarie e straordinarie e restauri conservativi (art. 3 del d.p.r. 380/2001, punti a-b-c).

Si dovrà inoltre valutare l'effetto prodotto dalla realizzazione delle opere sulla stabilità dei siti e sulle condizioni di mitigazione del rischio. Dovrà quindi essere verificato che tali opere non apportino incrementi alle sollecitazioni destabilizzanti andando ad aggravare la situazione di instabilità dei luoghi o comportando l'alterazione o la modifica delle condizioni di deflusso delle acque di piena. Saranno quindi esclusivamente possibili opere che migliorino la situazione dei luoghi ed apportino un beneficio, seppur limitato, alla situazione di dissesto.

Sono da considerarsi inserite in classe 4 anche le zone di tutela assoluta per un raggio di 10 metri dal punto di captazione a scopo idropotabile.

Per le aree di dissesto (frane, conoidi, problemi torrentizi) individuate anche nella carta del quadro del dissesto PAI-PGRA, si richiamano le norme dell'art. 9 delle **N.d.A. del PAI stesso e si ricorda che tali norme prevalgono, ove più restrittive, su quelle delle classi di fattibilità assegnate di seguito descritte.**

Art. 4.1 Sottoclasse 4v / 4v* - Aree con problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità dei versanti in terreni o crolli in roccia

Si tratta di aree caratterizzate, indicativamente, da elevate pendenze ($> 45^\circ$ in roccia e $> 35^\circ$ in terreno) tali da rendere potenzialmente instabili le masse rocciose o le coltri di depositi superficiali. Sono comprese anche le aree interessate da potenziali fenomeni di scivolamento superficiale (soil slip" e colata). Con la classe v* si sono distinte le aree caratterizzate da indici evidenti di instabilità quali soliflusso, fratture di trazione, sdoppiamenti di cresta, falde di detrito attive, contropendenze, rotture di pendio, accompagnati da intensa fratturazione e dislocazione degli ammassi rocciosi.

Per le aree inserite nella classe 4, sottoclasse v e v*, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a,b,c dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi, nonché gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Tali situazioni caratterizzano le porzioni più impervie del territorio comunale, poste nelle porzioni più montuose dello stesso.

Art. 4.2 Sottoclasse 4c - Aree a pericolosità elevata per la prossimità con fenomeni di caduta massi e crolli in roccia

Si tratta di zone poste nelle immediate vicinanze di pareti rocciose in cui è nota l'attività di caduta massi. Come tali, sono zone in cui la pericolosità è data dal probabile passaggio, ed eventuale arresto, di blocchi rocciosi provenienti da monte.

Nelle aree inserite in Classe 4c risultano consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a,b,c dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi, nonché gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

A corredo dei progetti sarà necessaria la redazione di una relazione geologico-tecnica, che dovrà verificare la compatibilità dell'intervento con il rischio presente (probabilità di distacco da monte, probabilità di transito, dimensione attesa dei blocchi, instabilità del versante, destabilizzazione del terreno superficiale ecc.), ed ogni intervento dovrà essere preceduto da una fase di indagine geologica, mirata alla definizione del comportamento geomeccanico degli ammassi a monte, alla descrizione delle traiettorie attese per ogni ipotizzabile scenario di distacco potenzialmente pericoloso e/o alla definizione del comportamento geologico-tecnico dei terreni.

Andranno valutate eventuali condizioni che tendono a mitigare naturalmente il pericolo (piccoli rilievi locali, natura del deposito che può rallentare i blocchi...). Tali verifiche dovranno consentire di determinare la situazione reale di pericolosità e le possibili interferenze con la nuova edificazione e costruzione di opere, fornendo eventuali limitazioni, accorgimenti costruttivi e valutando la reale possibilità di esecuzione delle opere in relazione al quadro del dissesto presente.

Le indagini e studi dovranno seguire e rispettare le indicazioni contenute nell'Allegato 2 d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616.

Art. 4.3 Sottoclasse 4ZTA – Zona di Tutela Assoluta delle captazioni ad uso idropotabile

Sono comprese in questa classe le aree perimetrate entro la zona di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile, definite con criterio geometrico.

Per i vincoli di utilizzo si rimanda all'art. 5 delle presenti norme.

Art. 4.4 Sottoclasse 4A – Fascia di deflusso della piena (Fascia A del PAI)

Sono aree interessate da esondazione e dissesti morfologici di carattere fluviale aventi una pericolosità elevata e, per il comune di Berzo Demo, sono riferite al Fiume Oglio. Comprendono la porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento.

Per questa classe, oltre che alle presenti norme, si farà espresso riferimento alle norme tecniche di attuazione del PAI (art. 29 delle NTA del PAI):

“Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;*
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);*
- c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);*
- d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;*
- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;*
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.*

Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;*
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;*
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;*
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;*
- e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in goleni, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;*
- f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;*
- g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;*

- h) *il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;*
- i) *il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;*
- l) *l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;*
- m) *l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.*

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti."

Ai sensi dell'art. 39, comma 3, delle NTA del PAI (che si riporta integralmente), all'interno del centro edificato, in fascia A, sono esclusivamente consentite *"le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio."*

Art. 4.5 Sottoclasse 4B – Zone comprese tra la Fascia A e la Fascia B del PAI

Sono aree interessate da esondazione e dissesti morfologici di carattere fluviale, aventi una pericolosità media e, per il comune di Berzo Demo, sono riferite al Fiume Oglio.

Per questa classe, oltre che alle presenti norme, si farà espresso riferimento alle norme tecniche di attuazione del PAI (art. 30 delle NTA del PAI):

"Nella Fascia B sono vietati:

- a) *gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;*
- b) *la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. l);*

- c) *in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.*

Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

- a) *gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;*
- b) *gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;*
- c) *la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;*
- d) *l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;*
- e) *il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.*

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti."

Si richiamano inoltre i riferimenti normativi di cui agli articoli 38, 38bis e 38 ter delle Norme di Attuazione del PAI relativamente a specifiche opere assenti.

Ai sensi dell'art. 39, comma 4, delle NTA del PAI, all'interno del centro edificato, sono consentiti:

- a) *"opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o di volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;*
- b) *interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o di volume, non superiore a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime a condizione che gli stessi non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;*

- c) *interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto.*
- d) *opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi del precedente art. 20."*

Art. 4.6 Sottoclasse 4Bpr – Zone comprese nell'area allagabile a tergo della Fascia B di progetto

Sono porzioni di territorio coincidenti con le aree a tergo della Fascia B di progetto e fino al limite esterno della Fascia C, comprese entro l'area allagabile definita dalla variante d'asta.

In questa fase, secondo quanto contenuto nella D.G.R. X/6738 del 2017, art. 3.1.4, punto 2: *"i comuni sono tenuti a verificare e, ove necessario, aggiornare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali già svolte in passato"*. Il Comune di Berzo Demo non ha ancora effettuato tale analisi e quindi, in attesa che venga predisposto uno studio di dettaglio delle condizioni di pericolosità, si è riportata l'area allagabile a tergo della fascia B di progetto considerando che per tali aree valga l'art. 3.1.4. al punto 3 della D.G.R. n. x/6738 che cita:

3. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofotogrammetria AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) nelle more del completamento/aggiornamento della valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali di cui al punto 2. e del suo recepimento nello strumento urbanistico comunale, è facoltà del Comune applicare, anche all'interno degli edifici esistenti, le norme riguardanti le aree P3/HeP2/M (fasce A e B) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che, partendo dalla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio già svolta (qualora presente) e recepita nel PGT, ne approfondisca gli esiti utilizzando come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);
4. entro i territori compresi tra un limite B di progetto e un limite di fascia C delle fasce vigenti: se si è proceduto in passato a svolgere una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, questa valutazione deve essere verificata e, ove necessario, aggiornata tenendo conto dell'estensione dell'area allagabile contenuta nelle mappe di pericolosità del PGRA e dei relativi dati associati (portate, livelli, topografia¹²). In particolare:

Pertanto, in assenza di dedicati studi di compatibilità idraulica per gli interventi edilizi o di dedicata asseverazione per gli interventi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, nelle aree identificate dalla sigla PAI(Bpr) si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia B dalle norme di cui agli articoli 30 e 39 delle NTA del PAI, già riportati all'articolo precedente.

Gli studi a supporto degli interventi edilizi dovranno comprendere una relazione idraulica che dovrà stimare, in relazione alle eventuali interferenze con le opere previste, le aree realmente interessate da eventuali fenomeni di piena dei corsi d'acqua, deviazioni della corrente e modifiche avvenute nel tempo lungo l'asta torrentizia o fluviale. Le verifiche da condurre per tali aree dovranno inoltre definire le possibili soluzioni progettuali per ridurre i danni e il rischio di lesioni alle persone.

Art. 4.7 Sottoclasse 4Ca – Aree di conoide attivo non protette

Aree caratterizzate dalla classe 4, sottoclasse Ca, si trovano in corrispondenza delle principali conoidi presenti al raccordo tra i versanti e il Fiume Oglio. Si tratta di aree a pericolosità da alta a molto alta per l'alta probabilità di accadimento di fenomeni di trasporto in massa.

Per questa classe, oltre che alle presenti norme, si farà espresso riferimento alle norme tecniche di attuazione del PAI (contenute nel Comma 7 dell'art. 9) relativamente alle aree denominate "Ca" conoide attiva non protetta.

"Nelle aree Ca sono esclusivamente consentiti:

- *gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, lettere a,b,c del d.p.r. 380/2001;*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a mitigare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;*
- *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo dei beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;*
- *i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;*
- *gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;*
- *le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;*
- *la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;*
- *l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue".*

Art. 4.8 Sottoclasse 4Fa / 4Fa* – Aree di frana attiva

Queste sottoclassi rappresentano tutte quelle aree in cui sono segnalati movimenti franosi attivi, comprese le pareti rocciose che sono zone di origine, effettiva e potenziale, di crolli e scivolamenti di blocchi, situazione che si riscontra diffusamente nelle zone montuose del territorio e lungo le scoscese coste rocciose nel sud del Comune.

L'elevata pericolosità dei fenomeni e, spesso, l'impossibilità di prevederne l'evoluzione, comportano per tali aree la sola possibilità di effettuare interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni.

Per tali aree si farà riferimento **alle norme PAI di cui all'art. 9 comma 2**, secondo le quali nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- *"gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*

- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art.3 del d.p.r. 380/2001;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico Autorità di bacino del fiume Po;
- il restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere”.

Art. 4.9 Sottoclasse 4Fq – Aree di frana quiescente

Tali aree sono principalmente aree in frana che hanno dato segni di movimento in passato, oppure zone ad elevata pendenza per cui sono segnalati, dagli strumenti sovraordinati, potenziali o reali fenomeni di scivolamento superficiale in deposito, oppure ancora in cui si sono osservati incipienti fenomeni di instabilità del deposito, attualmente non attivi, ma con incerta evoluzione futura. In tal caso, in queste aree, oltre a quanto previsto al precedente articolo per le frane attive Fa, valgono le seguenti restrizioni tratte dalle norme PAI art. 9 comma 3 e sono pertanto consentiti:

- “gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18 del PAI, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le

discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo”.

Art. 4.10 Sottoclasse 4Ee – Aree caratterizzate da dissesti torrentizi con pericolosità molto elevata

Sono aree che insistono sull'alveo attivo dei torrenti del reticolo idrico minore, che sono sede di frequenti fenomeni di piena e possibili fenomeni di dissesto torrentizio. Per queste aree valgono le seguenti restrizioni tratte dalle norme PAI art. 9 comma 5 e sono pertanto esclusivamente consentiti:

- *“gli interventi di demolizione senza ricostruzione;*
- *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del d.p.r. 380/2001;*
- *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;*
- *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;*
- *i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;*
- *gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;*
- *le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;*
- *la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;*
- *l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;*
- *l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo”.*

Art. 4.11 Sottoclasse 4Ve – Aree di valanga con pericolosità molto elevata o elevata

Si tratta di zone di versante o di canale nella porzione montuosa del territorio comunale, che non interagiscono con l'attuale edificato e che sono caratterizzate dall'innescio e/o transito di fenomeni valanghivi, la cui perimetrazione è stata definita per rilevamento diretto o per fotointerpretazione nell'ambito della CLPV di Regione Lombardia.

Per queste aree si fa riferimento all'art. 9 comma 10 del PAI, secondo il quale:

“Nelle aree Ve sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni”

Art. 5. AREA DI TUTELA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE; TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Finalità ed ambito di applicazione relativamente alle aree di tutela delle captazioni ad uso idropotabile: vige il rispetto di quanto fissato all'Art. 94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano) commi 3-4 e 5 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale".

Il D.Lgs 152/2006 individua le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

- Zona di Tutela Assoluta. La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.
- Fascia di Rispetto. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. La Zona di Rispetto è individuata con criterio geometrico con raggio di 200 m attorno al pozzo/sorgente. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:
 - a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
 - b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
 - c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
 - d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
 - e) aree cimiteriali;
 - f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;

- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività sopra individuate, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. Le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4

ALLEGATO:

“Edifici in aree a rischio di alluvione - come ridurre la vulnerabilità”

Autorità di Bacino del Fiume Po e Università degli studi di Pavia

EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE

COME RIDURNE LA VULNERABILITÀ



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA



EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE COME RIDURNE LA VULNERABILITÀ

Indice : pag.

Alcuni concetti chiave: rischio, pericolosità e vulnerabilità.....	1
Effetti di piena sugli edifici	2
1.Spinta idrostatica orizzontale.....	2
2.Spinta di galleggiamento.....	3
3.Immersione prolungata.....	3
4.Spinta idrodinamica.....	4
5.Impatto dei detriti.....	4
6.Erosione e scalzamento.....	5
Ridurre l'attuale vulnerabilità: misure attive e misure passive.	7
(A) Elevare.....	8
(B) Delocalizzare.....	9
(C) Impermeabilizzare.....	10
(D) Allagamento guidato.....	10
(E) Barriere.....	10
Consigli per la riduzione della vulnerabilità degli edifici in aree a rischio di alluvione	11
1. Tipologia strutturale e materiali.....	11
2. Fondazioni.....	12
3. Vani interrati.....	12
4. Murature.....	12
5. Solette.....	13
6. Rivestimenti.....	14
7. Porte e serramenti.....	14
8. Impianti.....	14
9. Zona rifugio.....	15

Il *Piano di bacino* è lo strumento di pianificazione territoriale, introdotto dalla legge 183/89, che ha lo scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi.

Vista la complessità del Piano, L'Autorità di bacino del fiume Po ha proceduto all'elaborazione per *stralci funzionali*.

Tra essi assume un rilievo primario il *Piano stralcio per Assetto Idrogeologico* (PAI), il cui scopo fondamentale è quello di "garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico" (art. 1, comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI).

Le misure principali individuate dal PAI sono la realizzazione di interventi di difesa e l'apposizione di vincoli su porzioni di territorio particolarmente esposte ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico.

Per il fiume Po e i suoi principali affluenti, il PAI mira a raggiungere un *assetto di progetto* della regione fluviale, raggiungendo un equilibrio tra le componenti naturali e quelle antropiche, tra loro tendenzialmente conflittuali.

Per ottenere tali risultati, il PAI ha introdotto un particolare strumento, finalizzato a classificare (in virtù del diverso livello di rischio presente) le aree prossime ai corsi d'acqua esposte al deflusso delle piene ed a fenomeni di esondazione: si tratta delle *Fasce fluviali A, B e C* (definite e disciplinate specificamente dagli articoli 28 ss. delle NA del PAI).

Per i territori inclusi in tali Fasce fluviali, il PAI stabilisce numerose disposizioni di *vincolo*, volte a limitare quei particolari usi del suolo che possono incrementare il rischio.



Nel perseguimento dell'assetto di progetto ottimale, i vincoli del PAI si rendono senz'altro necessari e sono, per così dire, gli ideali "paletti" con cui si vuole evitare un ulteriore incremento di criticità nelle aree a rischio.

Così molte delle disposizioni di vincolo relative alle Fasce A e B dettano norme in materia urbanistica ed edilizia. Da una loro lettura complessiva, si può rilevare che il PAI è orientato, in generale, a favorire la *delocalizzazione* degli edifici al di fuori delle fasce fluviali ed a limitare il più possibile gli interventi di nuova edificazione e di ampliamento degli edifici preesistenti; inoltre gli interventi di natura conservativa ammessi devono essere sempre accompagnati da adeguate misure di mitigazione del rischio.

Tuttavia la tutela delle fasce fluviali costituisce solo un punto di partenza, ma non può esaurire la *"mission"* della pianificazione di bacino. Lo stesso art. 1 comma 3 delle NA del PAI, richiamato in precedenza, stabilisce infatti che il Piano persegue gli obiettivi di sicurezza *anche* per il tramite del *"recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi"* e, specificamente, con l'individuazione di interventi finalizzati *"alla tutela ed al recupero dei valori monumentali, paesaggistici ed ambientali presenti e/o la riqualificazione delle aree degradate"*.

Fissati i "paletti", l'Autorità di bacino del fiume Po si è dunque orientata verso la *valorizzazione* di ciò che questi paletti sono rivolti a difendere.

Come si è visto, il PAI favorisce la delocalizzazione degli *insediamenti* al di fuori delle Fasce fluviali A e B.

Tuttavia, non sempre è possibile procedere in tale

direzione e spesso per ragioni non solo economiche. Ma vi è di più: vi sono ipotesi in cui, per il conseguimento delle finalità del PAI, non è neppure opportuno utilizzare lo strumento della delocalizzazione. Si pensi al caso degli immobili adibiti ad attività turistico - ricreative rispetto alle quali il corso d'acqua costituisce un elemento imprescindibile. Possiamo citare, ad esempio, gli impianti sportivi delle associazioni di canottaggio, che sono una realtà da tempo diffusa lungo gran parte dell'asta del Po e non solo; oppure gli importanti reperti di archeologia industriale costituiti dalle opere idrauliche storiche e dagli edifici annessi.

Ebbene, è proprio con riferimento a casi come questi che si può notare il limite di una disciplina solo vincolistica.

E' pertanto necessario fornire, oltre ai divieti, anche idonei strumenti per la *conservazione* e la *tutela* di particolari categorie di insediamenti presenti nelle Fasce A e B, allorché il loro mantenimento sia complessivamente preferibile rispetto alla dismissione o alla delocalizzazione.

Questo documento costituisce quindi un contributo tecnico-scientifico per approfondire la conoscenza sulla vulnerabilità degli edifici esposti ai rischi derivanti dalle piene nelle Fasce fluviali "A" e "B" definite dal PAI, con particolare riguardo a quelli che, per loro peculiari caratteristiche (storiche, sociali, sportive ecc.), possono assumere un rilievo significativo per la conservazione e la valorizzazione del territorio fluviale.



ALCUNI CONCETTI CHIAVE: Rischio, Pericolosità e Vulnerabilità

Affrontare il tema della riduzione della vulnerabilità delle strutture realizzate in aree esondabili ci obbliga innanzitutto a richiamare alcuni concetti generali che riguardano il rischio da alluvione.

La vulnerabilità è infatti una delle componenti del rischio, che può essere rappresentato dalla formula:

Rischio =

Pericolosità x Valore bene esposto x Vulnerabilità

La pericolosità esprime l'entità del fenomeno (alluvione/ sisma/frana/ ecc) e la probabilità che si manifesti in un arco temporale più o meno ampio.

La vulnerabilità può esprimersi come il danno atteso, ovvero la percentuale di riduzione del valore che il fenomeno calamitoso produce sul bene; si definisce atteso perchè riferito ad un fenomeno la cui intensità e la cui frequenza non è certa ma legata ad una curva di probabilità.

La vulnerabilità è normalmente proporzionale alla intensità del fenomeno.

Per ridurre il rischio possiamo quindi agire sui tre fattori (pericolosità, valore e vulnerabilità), ricercando, ove possibile, la miglior combinazione in termini di costi/ benefici.

La recente direttiva europea sulle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) prevede proprio una stretta correlazione tra gli interventi per la difesa del suolo e il beneficio economico che ne può derivare.

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po affronta il tema della mitigazione del

rischio mediante interventi strutturali e non che ottengano una riduzione delle sue singole componenti.

In particolare per la diminuzione della pericolosità il PAI ha disegnato un assetto delle difese idrauliche del fiume Po e del reticolo idrografico dimensionato per fenomeni di piena con tempi di ritorno di 200 anni.

La riduzione del valore dei beni esposti si attua invece con quegli articoli normativi del PAI che governano l'uso del suolo nelle aree soggette ad esondazione, così da limitare la presenza di edifici, impianti e attività altrimenti localizzabili.

Per quanto riguarda il danno da alluvione, l'Autorità di bacino ha già emanato due importanti direttive relative alla riduzione della vulnerabilità per i manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua e per gli impianti di trattamento dei rifiuti.

Esplorare in modo esteso questo campo però non è cosa semplice, perché si intuisce che la vulnerabilità di un edificio o di un impianto o di una sua specifica componente dipende non solo dall'intensità dell'evento, ma dalle tipologie e dalle caratteristiche costruttive del bene stesso, innumerevoli e non sempre note.

Il lavoro che viene presentato in questo opuscolo è frutto di uno studio condotto per tipologie edilizie che potremmo definire minori in termini di impatto, ma nondimeno significative in termini di valore sociale.

La ricerca è partita dagli impianti sportivi e turistico-ricreativi, che rappresentano una presenza storica e consolidata sul fiume e sono ritenuti una componente importante in una ottica di valorizzazione del territorio fluviale.

I risultati dello studio sono poi estensibili alle altre tipologie edilizie analoghe a quelle esaminate.



EFFETTI DI PIENA SUGLI EDIFICI

Le azioni della piena contro gli edifici si possono riassumere in due categorie:

-quelle indotte dalla presenza dell'acqua:
la spinta idrostatica orizzontale (1),
la spinta di galleggiamento (2), e
la contaminazione dovuta all'immersione (3)



Nei punti che seguono tali azioni vengono descritte e vengono proposti metodi per quantificarle, in modo da poterle prendere in considerazione nel calcolo strutturale e nella progettazione di ristrutturazioni o adeguamenti

-quelle in funzione della velocità della corrente, cioè la **spinta idrodinamica (4)**,
l'impatto degli oggetti portati dalla piena (5) e
lo scalzamento delle fondazioni (6).



1. SPINTA IDROSTATICA ORIZZONTALE

La spinta idrostatica è la forza che l'acqua esercita su ogni oggetto sommerso. Il valore della spinta orizzontale dipende dal livello raggiunto dall'acqua.



$$F_h = \frac{1}{2} \gamma H^2$$

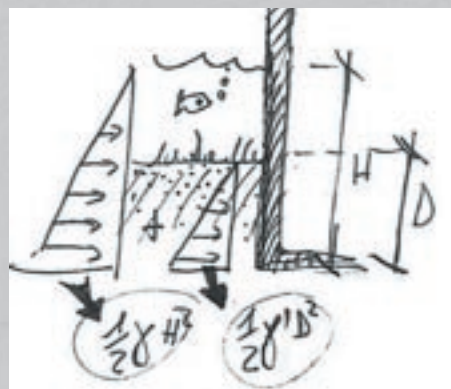
F_h = spinta dovuta all'acqua per unità di larghezza della parete

γ = peso specifico dell'acqua

H = altezza della parte sommersa della parete

COME PROTEGGERSI

Un metodo semplice ed efficace per ridurre la spinta sulle pareti consiste nel predisporre la struttura per l'ingresso controllato dell'acqua, in modo da creare una contropressione interna che contrasti quella esterna.



Se una parte è interrata:

$$F_h = \frac{1}{2} K_0 \gamma^1 D^2 + \frac{1}{2} \gamma H^2$$

F_h = risultante delle spinte dovute all'acqua e al suolo saturo

$\gamma^1 = (\gamma_s - \gamma)$

γ_s = peso specifico del suolo saturo

K_0 = coefficiente di spinta a riposo(*)

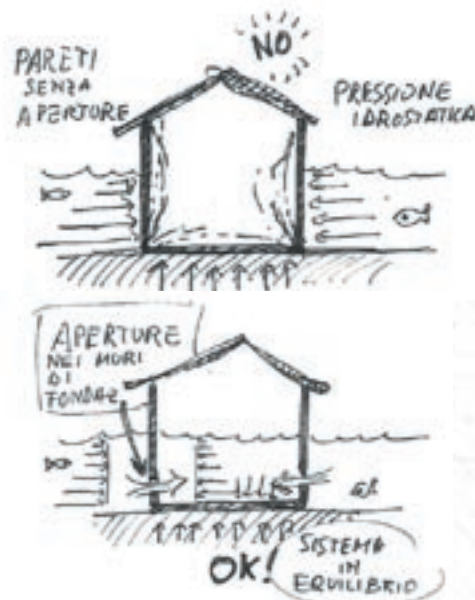
D = altezza della parete interrata

(*) V.ad es. Colombo P. Colleselli F. "Elementi di Geotecnica" Ed.Zanichelli 2004

DIMENSIONAMENTO DELLE APERTURE

- Per ottenere spinte trascurabili si devono dimensionare le aperture in modo che la differenza tra il pelo libero dell'acqua tra ambiente interno ed esterno non superi i 30 cm nelle peggiori condizioni di piena. Differenze maggiori possono provocare danni strutturali alle mura perimetrali
- Le aperture devono essere equipaggiate con griglie per evitare ingresso di animali, per le norme di igiene.
- Le aperture possono essere ostruite dai detriti trasportati dalla piena, perciò devono essere previste almeno due aperture. La sicurezza migliora quando le aperture sono situate in almeno due lati differenti dell'area chiusa.
- Le aperture sul lato dove agisce la principale direzione della corrente di piena sono più esposte al rischio di otturazione perciò dovranno avere la superficie moltiplicata per un coefficiente di sicurezza pari a 5.
- La dimensione deve essere almeno 50 cm² di

apertura per ogni m² di superficie orizzontale allagata.
N.B.:Le aperture contrastano la spinta idrostatica ma non quella idrodinamica



2. SPINTA DI GALLEGGIAMENTO

Nel caso di un oggetto sommerso le forze idrostatiche agiranno in due diverse direzioni.

Oltre alle forze orizzontali, già analizzate nel paragrafo precedente, agiranno anche forze verticali, altrimenti dette spinte di galleggiamento, che inducono il sollevamento della costruzione dal suo sistema di fondazione o di pavimentazione, ad esempio sollevando una piscina vuota.

$$F_v = \gamma A H$$

F_v = forza verticale

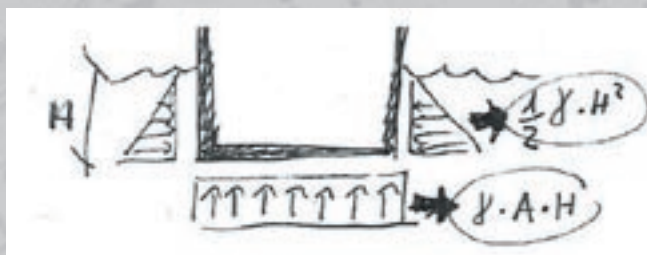
γ = peso specifico dell'acqua

A = area della superficie orizzontale a contatto con l'acqua

H = affondamento della superficie orizzontale rispetto al livello di piena (pelo libero)

COME PROTEGGERSI

Permettendo all'acqua di entrare nell'edificio le spinte di galleggiamento verranno bilanciate. Nel caso in cui non venga permesso all'acqua di entrare, l'edificio dovrà avere un peso tale da contrastare la spinta di galleggiamento e la soletta dovrà essere progettata e armata in modo da tenere conto del momento negativo che avrà il suo massimo al centro della soletta.



3. IMMERSIONE PROLUNGATA

L'immersione prolungata in acqua può arrecare danni alle finiture, agli oggetti contenuti, all'arredo, alla struttura e provocare contaminazione da agenti inquinanti.

COME PROTEGGERSI

Tutte le parti della costruzione al di sotto del livello di massima piena sono passibili di essere inondate e devono essere fatte di materiali resistenti alla piena.

Un "materiale resistente alla piena" è definito come qualsiasi materiale da costruzione capace di resistere ad un contatto prolungato con le acque senza riportare un danno significativo.

Per la scelta del materiale occorre far riferimento a elenchi che quantificano l'idoneità e la classe di resistenza del materiale, e compatibilmente ad altre norme vigenti p.es. in materia di sicurezza.

Attenzione anche a adesivi e collanti: non devono essere solubili in acqua.

Oltre alla scelta dei materiali, una particolare attenzione deve essere posta alla tipologia costruttiva.

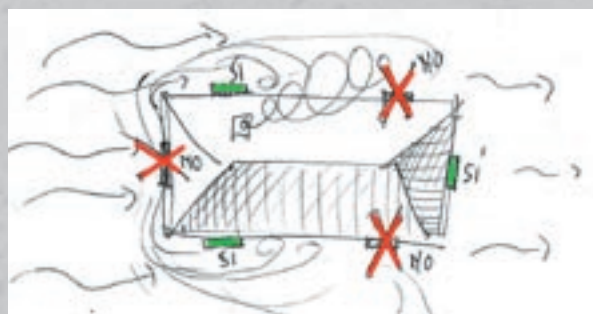
Per evitare il ristagno dell'acqua di piena, vanno evitate nella costruzione intercapedini non accessibili, vespai areati non visitabili e deve essere curata la rete di drenaggio esterna all'edificio.

Il livello del pavimento deve essere più alto di quello del terreno, e sono da evitare barriere sulle soglie che ostacolano il defluire dell'acqua.

L'uso di aree chiuse al di sotto del piano più basso negli edifici residenziali deve essere limitato a ciò che in caso di piena non comporti danno strutturale all'edificio: parcheggio, accesso all'edificio, area di deposito...

Si consiglia di posizionare gli accessi e le aperture per l'ingresso dell'acqua lungo pareti non direttamente investite dall'acqua di piena, in questo modo si riduce di molto l'ingresso e l'accumulo del fango e di detriti all'interno dell'edificio.

Quando l'entrata dell'acqua nell'edificio non può essere impedita, è possibile ridurre significativamente i danni grazie all'uso degli ambienti in previsione dell'inondazione, con il trattamento degli interni e con il posizionare in salvo gli impianti.



4. SPINTA IDRODINAMICA

E' la forza che agisce sulle superfici non orizzontali esposte al movimento della piena. La stima a priori della forza idrodinamica è basata sulla velocità attesa della piena di riferimento.



$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho V^2 A$$

dove

F_d = spinta dinamica esercitata dalla corrente (N)

C_d = coefficiente di drag

ρ = densità dell'acqua (1000 kg/m³)

V = velocità della corrente (m/s)

A = area della proiezione dell'edificio in direzione perpendicolare alla corrente (m²).

Il coefficiente di drag C_d dipende dalla forma dell'edificio e da altri fattori. Per un normale edificio isolato, C_d può variare fra 0.8 e 2 a seconda della profondità e della direzione della corrente che lo investe, ma può assumere valori molto più alti (anche 5 o 6 volte superiori) in condizioni di vicinanza ad altri oggetti interferenti, quali altri edifici, argini, ostacoli vari.

COME PROTEGGERSI

Se la velocità della corrente è alta (più di 1,5 metri al secondo) si dovrebbe prendere in considerazione una struttura diversa dai muri pieni, e/o sopraelevare l'edificio in modo da minimizzare le superfici contrapposte alla corrente.



Piloni, colonne e pali permettono in genere di realizzare fondazioni sicure. Questi tipi di fondazione funzionano bene sia in zona costiera soggetta a onde e correnti, sia in zone fluviali soggette a piena.

Nel caso di costruzioni in fascia B, con una velocità che non supera 0,4 m/s, la spinta idrodinamica di norma non desta preoccupazioni, ma con velocità di piena superiori l'importanza della spinta idrodinamica aumenta.

Sarebbe bene in ogni caso controventare la struttura delle costruzioni esposte a piena per limitare le deformazioni, e costruire pilastri tozzi che non entrino in crisi nel rispondere a momenti del second'ordine.

5. IMPATTO DEI DETRITI

Il danno è provocato dalla forza dovuta all'impatto degli oggetti portati dalla piena contro le superfici verticali investite. Tali forze rappresentano la più grande incognita per il progettista, ma per sviluppare un progetto si deve farne una valutazione. Gli oggetti portati dalla piena esercitano la massima forza se orientati secondo corrente, con il lato minore che colpisce l'ostacolo e il lato più lungo parallelo alla corrente.

E' comune il ricorso alternativo a tre metodi di stima:

Spinta-momento(FEMA1995),

Lavoro-energia(NAASRA 1990),

Rigidezza di impatto(AASHTO 1998).

La FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) americana ha confrontato i tre metodi dimostrando che sono sostanzialmente equivalenti nel caso di impatto di tronchi sulle strutture.*

I tre metodi si basano sulla velocità a cui viaggiano gli oggetti contundenti (qui chiamati per brevità "detriti") e la massa di questi. Ciascuno però richiede un parametro aggiuntivo che va determinato: il primo metodo chiede la durata di arresto dell'oggetto, il secondo la distanza di arresto, e l'ultimo chiede l'effettiva rigidezza



dell'impatto.

• L'approccio Spinta-momento (FEMA1995)

assume che la durata dell'impatto sia pari a 1.0 s. La massa dell'oggetto è stimata in 453 kg (1000 pounds), ma può essere ridotta a 227 kg (500 pounds) nelle aree soggette a un minor flusso di detriti. Tutte le aree soggette a forte flusso di detriti, (come le regioni montane o aree soggette a valanghe o smottamenti) non sono siti appropriati per costruzioni, se nel progetto e nell'armare l'edificio non è stato tenuto conto di queste forze. Spesso l'armatura risultante dai calcoli non è economicamente proponibile.

$$F_i = WV/gt = mV/t$$

dove

F_i = forza d'urto (N)

W = peso dell'oggetto impattante (N)

m = massa dell'oggetto impattante (kg)

V = velocità dell'oggetto (m/s)

g = accelerazione di gravità (9,806 m/s²)

t = durata dell'impatto (s)

Considerando come oggetto galleggiante un'auto dal peso di 1.5 ton che urti la parete di un edificio posto in fascia B con la velocità di 0,4 m/s, ipotizzando un tempo di durata dell'impatto di 1 s, la forza d'urto trasmessa è pari a 600 N (circa 60 kgf).

Un tronco di 500 kg a parità di condizioni trasmette una forza d'urto di 200 N (20 kgf).

Il problema non è però l'entità del carico, ma la concentrazione di questo su una piccola superficie di impatto. Il problema dell'impatto dei detriti diventa invece grave all'aumentare della velocità e al diminuire della durata di impatto, come succede nelle piene a carattere torrentizio, oppure in fascia A.

•L'approccio Lavoro-energia (NAASRA 1990)

$$F_{i,max} = mu^2/S = Wu^2/gS$$

dove:

$F_{i,max}$ = forza d'urto (N)

W = peso dell'oggetto (N)

m = massa (kg)

u = velocità dell'oggetto (m/s)

g = accelerazione dovuta alla gravità (9,806 m/s²)

S = distanza di arresto (m)

La distanza di arresto varia a seconda del materiale della parete: ecco alcuni valori proposti nella letteratura tecnica:

distanza di arresto contro parete in legno $S = 300$ mm

distanza di arresto contro parete in blocchi di calcestruzzo con intercapedine $S = 150$ mm

distanza di arresto contro parete in calcestruzzo armato $S = 75$ mm

Alcune norme forniscono direttamente il valore dell'energia del detrito impattante, pari a $0.5 mu^2$.

•L'approccio Rigidezza di impatto(AASHTO 1998)

$$F_{i,max} = u (Km)^{1/2}$$

dove:

$F_{i,max}$ = forza d'urto (N)

m = massa (kg)

u = velocità dell'oggetto (m/s)

K = effettiva rigidezza di impatto (N/m)

Nel caso di tronchi contro una struttura rigida, i test di laboratorio condotti hanno identificato una rigidezza costante di impatto pari a 2,4 MN/m.

COME PROTEGGERSI

Per strutture a telaio portante e tamponamenti:

al di sotto della quota di massima piena, occorre costruire mura di tamponamento armate in modo da scaricare il carico sulla struttura verticale portante (meglio se controventata e comunque dimensionata in modo da assorbire i carichi). Strutture a muratura portante come quelle dell'architettura tradizionale resistono bene se la sezione del muro è sufficiente ad assorbire l'impatto.

6. EROSIONE E SCALZAMENTO

Gli edifici solitamente non sono progettati per resistere alle azioni di un'alluvione, si rischia quindi di non conoscere le conseguenze che l'erosione comporta. La crisi delle fondazioni nelle strutture soggette all'inondazione è una causa importante di danno strutturale.

Il processo di erosione è favorito dai seguenti fattori: terreno non coesivo, assenza di copertura vegetale o artificiale, alta velocità dell'acqua.

Per calcolare la **velocità critica** oltre la quale si innesca il movimento di materiale solido sul fondo si possono utilizzare varie formule che solitamente mettono in relazione la dimensione dell'inerte in questione, il tirante medio a monte dell'ostacolo, e opportuni coefficienti sperimentali.

Nella fascia B la velocità della corrente in piena non dovrebbe superare i 0,4 m/s, quindi parrebbe che il problema dell'erosione non sia neanche da prendere in considerazione.

Però in prossimità dello spigolo della parete che ostacola la corrente, la velocità può aumentare del 70% e arrivare a 0,68 m/s, quadruplicando il potenziale erosivo della corrente.

Di norma però la possibilità che si inneschi il fenomeno dell'erosione in fascia B è da prendere in considerazione



Vista dall'alto di un ostacolo rettangolare posto su fondo sabbioso in seguito a simulazione di piena: si vede l'erosione del suolo in prossimità degli angoli, le frecce blu indicano la direzione della corrente.

Immagine di laboratorio, Dipartimento di Idraulica, università degli Studi di Pavia

nei casi di costruzione su terreni sabbiosi o in zone in cui la velocità in piena possa superare quella attesa per qualche particolare ragione (rottura argini, strozzamento dell'alveo, formazione di corridoi d'acqua tra ostacoli..).

Un metodo semplice (Liu, et al., 1961 e Grill, 1972)* per calcolare la profondità di scalzamento viene proposto dalla FEMA (Federal Emergency Management Agency)

(*) Engineering Principles and Practices of Retrofitting Flood-Prone Residential Structures January 1995)

Per gli edifici soggetti a piena:

$$S_{max} = d[1,1(a/d)^{0,4} (V/gd)^{0,5})^{0,33}]$$

Dove:

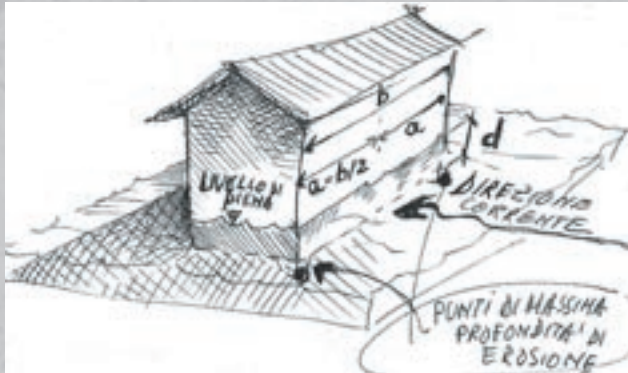
S_{max} = massima profondità di erosione (m)

d = tirante a monte della parete (m)

a = semi-lunghezza della parete opposta alla corrente (m)

v = velocità della corrente (m/s)

g = accelerazione di gravità (9,806 m/s²)



Il livello di profondità di scalzamento è funzione anche del tipo di suolo su cui l'edificio insiste, perché la velocità critica capace di smuovere il terreno dipende anche dalla granulometria. Se la velocità di piena

non supera la velocità critica, non si avrà erosione, in caso contrario si potrà stimare l'entità dell'erosione con la formula citata o con altri metodi.

COME PROTEGGERSI

Da evitare in zone soggette a piena fondazioni superficiali, a platea, mura portanti costituite da materiale disagregato (mattoni + pietre), fondazioni continue poco profonde. Il sistema a mura portanti in pietre o mattoni, così diffuso in passato, nel momento in cui entra in crisi un angolo (in seguito all'erosione localizzata), tende a cedere e a far crollare parti di facciata.

Quindi si suggerisce per le nuove costruzioni o le ristrutturazioni di preferire le palificate a sostegno delle travi di fondazione, con profondità sufficiente ad impedire movimenti nella struttura dovuti allo scalzamento.

Per gli edifici esistenti, sarebbe opportuno proteggere l'intorno con pavimentazione da esterni, in modo che non si inneschi il fenomeno erosivo localizzato, soprattutto in prossimità dello spigolo.



RIDURRE L'ATTUALE VULNERABILITÀ: MISURE ATTIVE E MISURE PASSIVE

Per ridurre la vulnerabilità degli edifici già realizzati all'interno delle aree di pertinenza fluviale si possono attuare misure passive o attive: misure di emergenza sono possibili soltanto in caso di sufficiente tempo di allerta, che permetta di porre in essere le azioni e gli strumenti necessari a rendere efficienti le misure di sicurezza.

Tuttavia, è preferibile sforzarsi con ogni mezzo di progettare misure di prevenzione passive che non richiedano l'intervento umano.

Le misure attive si possono riassumere in azioni volte a impedire l'ingresso dell'acqua, quali il posizionamento di barriere in apposite guide sulle soglie e davanti alle finestre, sacchi di sabbia, barriere gonfiabili, la movimentazione manuale di valvole per evitare l'ingresso delle acque di piena dai sanitari o dagli impianti, lo spostamento di beni deteriorabili ai piani alti.

Sondaggi effettuati dopo eventi di inondazione hanno riportato testimonianza della scarsa efficacia dei tentativi di tenere l'acqua all'esterno. Le misure attive hanno infatti bisogno di manutenzione e esercitazioni per addestrare le persone addette: per rendere inutile lo sforzo basta infatti che un solo accesso venga dimenticato o che una guarnizione sia rovinata. A volte non c'è sufficiente tempo di allerta o chi dovrebbe agire non si trova sul posto. Vengono qui riportate le **misure passive** proposte:

A Elevare: sollevare le strutture esistenti sopra terrapieni o elementi di fondazione quali muri perimetrali, colonne, piloni.

B Delocalizzare: spostare la struttura esistente al di fuori delle aree a rischio.

C Impermeabilizzare: trasformare le strutture di fondazione esistenti, pavimenti e pareti in modo da contrastare le forze di piena rendendo la struttura impermeabile.

D Allagamento guidato: permettere all'acqua di entrare in modo da evitare danni strutturali.

E Barriera: costruire mura di contenimento alla piena intorno alla struttura.



(A) ELEVARE

La struttura esistente viene sollevata dal suolo grazie a sistemi di sollevamento idraulici e a travi inserite al di sotto della struttura orizzontale più bassa. In seguito si procede alla costruzione di nuove fondazioni o al completamento di quelle esistenti, scegliendo la struttura più appropriata fra colonne, mura continue, fondazione aperte o in alcuni casi un terrapieno.



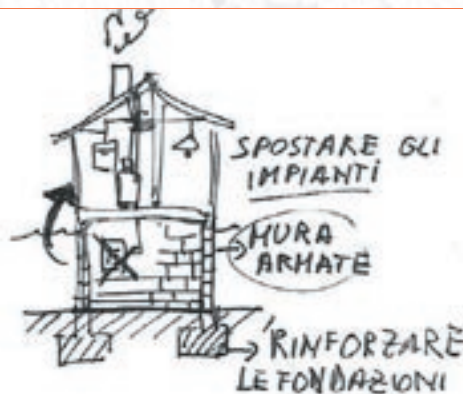
Anche se l'elevazione aumenta la protezione delle strutture dalla piena, vanno considerate le altre azioni prima di scegliere questa strategia: elevare la struttura può portare ad avere forze di vento maggiori, sulle pareti e sulla copertura, inoltre le fondazioni esistenti devono portare carichi maggiori. Scegliere una fondazione aperta può comportare cedimenti, movimenti e danni causati dalle attività sismica, erosioni, galleggiamento dei detriti, dal fango, e forze alluvionali più degli altri tipi di fondazione.

ELEVAZIONE SU MURO PERIMETRALE DI FONDAZIONE

Sopraelevare l'edificio su di un perimetro di fondazione grazie ad un muro è un'operazione normalmente usata nelle aree a moderata velocità di allagamento.

Dopo che la struttura viene distaccata dalle sue fondazioni, le mura di supporto possono essere costruite in verticale usando materiali tipo blocchi in calcestruzzo o gettate in opera. Considerando la struttura e i potenziali carichi (ad esempio vento, carico sismico e neve), può essere necessario costruire nuove e più larghe fondazioni.

Può essere anche utile rinforzare le fondazioni esistenti e la muratura utilizzando barre d'acciaio per garantire la stabilità strutturale. Le piene possono generare carichi che portano al collasso la struttura anche senza considerare i tipi di materiali utilizzati. Costruire mura di fondazione attrezzate con aperture o valvole aiuta a ridurre la vulnerabilità da spinte idrostatiche. Caldaie e circuiti elettrici devono essere posizionati al di sopra del livello di massima piena.



ELEVAZIONE SU SISTEMI DI FONDAZIONE APERTA

I sistemi di fondazione aperta sono componenti strutturali che sostengono la struttura in punti chiave senza supporto di muri di fondazione continui.

ELEVAZIONE SU PILASTRI

L'esempio più comune di fondazioni aperte sono i pilastri che appoggiano su fondazioni a plinto.

A dispetto del loro frequente utilizzo nelle costruzioni, i pilastri sono spesso le tecniche di elevazione meno appropriata per contrastare significative forze orizzontali di piena. Convenzionalmente, i pilastri vengono progettati considerando carichi verticali, mentre esposti alla piena sono sollecitati da forze orizzontali dovute alla velocità dell'acqua o all'impatto dei detriti.

Altri tipi di carichi orizzontali sono quelli sismici, e per questa ragione devono essere progettati pilastri adeguati a resistere al massimo carico orizzontale che può investirli. I pilastri andrebbero utilizzati in condizioni di flusso lento di acqua, detriti o ghiaccio, e realizzati in blocchi di calcestruzzo o in cemento gettati in opera. In entrambe i casi barre di acciaio devono essere utilizzate per ancorare i pilastri alle fondazioni su cui questi poggiano. E' inoltre preferibile che i giunti tra la struttura dell'edificio e i pilastri siano progettati per resistere ad azioni sismiche, vento, e forze di piena.



ELEVAZIONE SU COLONNE

Questo tipo di soluzione viene adottata in condizioni di piena a bassa velocità. Costruite in legno, acciaio o in cemento armato prefabbricato, presentano generalmente una forma tale da potere facilmente essere ancorati alla struttura della casa. Poste in appositi fori, le colonne sono normalmente ancorate o annegate in pasta di cemento per avere una corretta resistenza ai carichi.

Cemento, ghiaia o roccia sgretolata, vengono normalmente inseriti all'interno della fossa ed intorno alla base della colonna.

Mentre i pilastri vengono progettati come elementi di supporto completo, in grado di resistere a flessione e compressione, le colonne normalmente devono essere controventate: vi è una grande varietà di tecniche per ottenere ciò, ad esempio colonne di legno unite con barre d'acciaio agli estremi opposti.



ELEVAZIONE SU PALI

I pali, a differenza delle colonne, vengono generalmente inseriti nel terreno; in questo modo sono meno suscettibili agli effetti dell'alta velocità della piena, delle scorie e dell'impatto dei detriti.

I pali possono essere infissi fino a incontrare uno strato solido di terreno, oppure penetrare nel terreno abbastanza da trasmettere i carichi al sottosuolo grazie all'attrito laterale. I pali vengono spesso realizzati in legno, oppure in acciaio e cemento precompresso. Come i pilastri, spesso possono richiedere controventi.

Poiché la battitura dei pali richiede generalmente costose attrezzature, una costruzione esistente normalmente viene sopraelevata con altri metodi, visti i costi addizionali e le necessità di spazi che questa tecnica prevede.



(B) DELOCALIZZARE

Un altro metodo di proteggere la struttura dalla piena è quello di spostare l'edificio di una zona meno soggetta ai danni di piena.

L'edificio può essere demolito e ricostruito altrove, o se il sistema costruttivo e le dimensioni lo permettono, venire svincolato dalle fondazioni, spostato e sistemato in luogo sicuro.

La procedura normalmente prevede di porre la struttura su una piattaforma mobile, l'edificio viene poi trasportato nel nuovo sito e collegato alle nuove fondazioni.

Rilocalizzare è una misura appropriata nei casi di aree ad alto rischio di inondazione dove vi sia pericolo per gli abitanti.

È una soluzione inoltre indicata per quelle comunità che vogliono utilizzare i nuovi spazi creati dalla delocalizzazione per altre più appropriate attività.

Come per l'elevazione, la rilocalizzazione richiede procedimenti addizionali che normalmente incrementano i costi: muovere la struttura e preparare il nuovo sito e le nuove fondazioni nonché la sistemazione del sito abbandonato.

Alcuni tipi di struttura possono essere facilmente spostate intere o a pezzi: le case di legno a telaio sono le più facili da muovere soprattutto se posate su solaio areato o su basamento. Invece edifici costruiti in mattoni, cemento o blocchi sono meno facili da muovere ed i costi di spostamento si alzano. Prima di effettuare lo spostamento si consiglia di smontare camini di mattoni e parti della casa che possono essere rimosse.



(C) IMPERMEABILIZZARE

Un altro approccio contro i danni da piena è quello di proteggere la parte della struttura al di sotto del livello di piena, rendendola impermeabile.

L'obiettivo di questo approccio è di rendere le pareti e le altre parti esterne impermeabili al passaggio dell'acqua di piena.

Viene creata una membrana che include il rivestimento della muratura, con composti impermeabili, guaine bituminose o pareti supplementari impermeabili come ad esempio cemento armato gettato in opera. Porte, pareti al di sotto della linea d'acqua devono essere chiuse con protezioni o valvole permanenti o mobili.



La durata della piena è un aspetto critico se si usa questo sistema, visto che la durata prolungata dell'allagamento può rendere la protezione impermeabile inefficace: materiali impermeabili possono infatti deteriorarsi se esposti all'acqua per periodi prolungati.

Questa tecnica di protezione può essere utilizzata esclusivamente in zone in cui il livello dell'acqua non superi il metro di altezza, dato che le pareti e pavimenti delle strutture residenziali potrebbero collassare se sottoposti a livelli di piena maggiori.

Quando si utilizza questa tecnica, si considera una parete impermeabilizzata solo se costruita in blocchi di cemento o in mattoni. In caso di costruzioni in legno, si consiglia di costruire uno strato di protezione in mattoni o cemento all'esterno della parete in legno. Una parete in legno infatti non offre abbastanza resistenza alle spinte della corrente.

(D) ALLAGAMENTO GUIDATO

Un altro modo per proteggere la struttura dalle acque di piena è quello di permettere l'entrata dell'acqua nelle zone sottostanti il livello di massima piena, in modo da bilanciare la spinta idrostatica sul pavimento e le pareti.

Questa tecnica è utilizzata quando le altre non sono tecnicamente possibili o troppo costose. È necessario rilocalizzare quelle attrezzature che eventualmente fossero posizionate al di sotto del livello di massima piena, quali i pannelli elettrici e la centrale termica. Richiede inoltre una manutenzione ai locali allagati una volta che la piena retrocede.



(E) BARRIERE

Un altro metodo per la protezione dalle piene è quello di costruire barriere che allontanino la corrente in piena. Sono possibili due tipi di barriere: rilevati in terra e mura di contenimento.

Possono essere costruiti in varie altezze, in funzione dei costi, dell'estetica, degli accessi, della spinta idraulica e dello spazio occupato. Questo tipo di protezione non è sempre possibile né sempre compatibile.

E' preferibile realizzare rilevati con terreni compattati e solo in zone in cui l'altezza di piena è minore di 1.5 m.

Le mura di contenimento sono di solito costruite in calcestruzzo armato. Particolare cura deve essere posta nel posizionamento dell'armatura di modo che la barriera funzioni come una mensola e resista al carico dell'acqua su di una parete sola. Dato che i costi di un muro di contenimento sono più alti che per un terrapieno, andrebbero preferiti nei casi in cui la velocità della corrente potrebbe facilmente erodere i terrapieni.



CONSIGLI PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI EDIFICI IN AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE

Vengono di seguito analizzate le problematiche che un evento di piena pone nella realizzazione delle parti di un edificio.

1 TIPOLOGIA STRUTTURALE E MATERIALI

Negli interventi di manutenzione straordinaria, oppure in quei casi in cui il PAI consenta la realizzazione di nuove strutture, la massima attenzione è da porre nella forma dell'oggetto che in caso di piena sarà investito dalle acque.

Il lato direttamente investito dalla corrente dovrà essere il più breve possibile, in modo da offrire una piccola superficie all'impatto dei detriti e alla spinta idrodinamica. In questo modo verrebbe limitato anche l'eventuale scalzamento delle fondazioni.

Il livello del pavimento del piano terra dovrà essere rialzato ad una quota superiore al livello della piena di riferimento o delle sommità arginali, e al di sotto di questa quota gli ambienti chiusi o aperti dovranno essere destinati a deposito di materiali non deperibili se bagnati, oppure come accesso all'edificio. Questi ambienti dovranno essere ispezionabili per permettere la pulizia e l'aerazione a fine evento, ed essere provvisti di aperture per permettere l'ingresso dell'acqua in modo da contrastare la pressione idrostatica. Si deve porre attenzione in special modo al drenaggio all'esterno dell'edificio, in modo da favorire un veloce ritiro dell'acqua. Per quanto riguarda i materiali da utilizzare si consiglia di fare riferimento alla tabella di seguito riportata.

Solo i materiali di classe 4 e 5 sono accettabili per le aree sotto livello di piena. In qualche circostanza le classi 1, 2 e 3 dei materiali sono permesse sotto il livello di piena, quando specificatamente richiesto per venire incontro a norme locali concernenti le uscite di sicurezza. Sono comunque privilegiati quei materiali che pur rispettando le leggi

per la sicurezza della vita, abbiano il massimo di resistenza al danno delle acque di piena. Le seguenti tabelle di classificazione dei materiali da costruzione sono state tratte da:

U.S. Army Corps of Engineers (COE) 1992 "Flood Proofing Regulations"

•Classe 5 Alta resistenza ai danni di piena. Materiali di questa classe sono permessi per uso esterno, esposti senza protezione all'acqua

•Classe 4 Resistenza ai danni di piena. Materiali di questa classe possono essere esposti o sommersi in ambienti interni senza ulteriori protezioni

•Classe 3 Resistenza ai danni delle acque di lavaggio. Materiali di questa classe possono essere imbevuti dalle acque di lavaggio per periodi brevi

•Classe 2 Non resistono ai danni dell'acqua. Materiali di questa classe richiedono ambienti essenzialmente asciutti che possono essere soggetti a vapore

•Classe 1 Non resistono ai danni dell'acqua. Materiali di questa classe richiedono ambienti secchi

La classificazione dei materiali per pavimentazione è basata sulla loro vulnerabilità ai danni di inondazione. Le classi 1, 2, 3 non sono accettabili sotto il livello di piena per una o più delle ragioni seguenti:

- Le normali colle adesive dei pavimenti galleggianti sono solubili all'acqua o non sono resistenti agli alcali o acidi presenti nell'acqua.
- Materiali di pavimentazione contenenti legno o suoi derivati.
- Materiali di pavimentazione che non resistono all'attacco di alcali o acidi disciolti in acqua.
- Involucri di rivestimento (linoleum..) limitano l'evaporazione da sotto.
- Materiali di pavimentazione impermeabili ma dimensionalmente instabili.

MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE

CLASSE

PIASTRELLE DI TERRACOTTA	5
CEMENTO ARMATO, PREFABBRICATO O GETTATO IN OPERA	5
AUTOBLOCCANTI IN CEMENTO	5
RESINE EPOSSICHE GETTATE IN OPERA	5
FINITURA IN MASTICE GETTATO IN OPERA	5
POLIURETANO GETTATO IN OPERA	5
GUAINA CON ADESIVI PREPARATI CHIMICAMENTE	5
PAVIMENTO IN SILICONE GETTATO IN OPERA	5
LASTRE DI VINILE CON ADESIVI PREPARATI CHIMICAMENTE	5
LEGNO TRATTATO A PRESSIONE IN AUTOCLAVE	5
LEGNO NATURALMENTE RESISTENTE AL DEPERIMENTO	5
CEMENTO BITUMINOSO GETTATO IN OPERA	4
LATTICE GETTATO IN OPERA	4
PIANELLE IN GOMMA CON ADESIVI PREPARATI CHIMICAMENTE	4
TERRAZZO	4
PIANELLE DI VINILE CON ADESIVI PREPARATI CHIMICAMENTE	4
PIANELLE DI VINILE MISTO AMIANTO CON ADESIVI ASFALTICI	4
MATTONELLE DI ASFALTO CON ADESIVI ASFALTICI	3
PIASTRELLE CON LEGANTE RESISTENTE AD ACIDI E ALCALI	3
BLOCCHI COMPOSTI IN LEGNO POSATI SU BASE IN CEMENTO	2
BLOCCHI DI LEGNO IMPREGNATI E POSATI IN BITUME CALDO O PECE	2
MATTONELLE DI ASFALTO	1
MOQUETTES (DEL TIPO INCOLLATE A TERRA)	1
PIASTRELLE IN CERAMICA	1

LEGNO RICOSTRUITO	1
SUGHERO	1
FELTRO IMPREGNATO DI SUPPORTO ALLE COPERTURE	1
LINOLEUM	1
MAGNESITE (MAGNESIUM OXYCHLORIDE)	1
MASTICE DI BASE PER LA COPERTURA DEL PAVIMENTO	1
PVA CEMENTO EMULSIONATO	1
GUAINA DI GOMMA	1
PIANELLE IN GOMMA	1
LASTRE DI VINILE (OMOGENEE)	1
PIANELLE DI VINILE (OMOGENEE)	1
LASTRE DI VINILE O PIANELLE (RIFINITE IN SUGHERO O CON PRODOTTI DERIVATI DAL LEGNO)	1
PIANELLE DI VINILE MISTO AMIANTO (SEMI-FLESSIBILE)	1
PAVIMENTI IN LEGNO O FINITI A FELTRO	1

MATERIALI PER PARETI E SOFFITTI

CLASSE

LASTRE DI PASTA D'AMIANTO (E DI STUCCO)	5
MATTONI PROTETTI O VERNICIATI	5
METALLO	5
PIETRA FISSATA CON MALTA IMPERMEABILE	5
LEGNO	2
MATTONI NORMALI	2

CARTONGESSO	
ARDESIA, VETRO PORCELLANATO	5
CEMENTO CON AMIANTO	2
PARETI COMPOSTE, DIPINTE	2
PELLICOLA ESTERNA	2
COMPENSATO	1
PIASTRELLE	
VETRO STRUTTURALE	5
CEMENTO	5
BLOCCHI IN CEMENTO	5
CERAMICA VERNICIATA, PIASTRELLE IN CERAMICA DA MURO	
STUCCATE CON MALTA	4
CERAMICA VERNICIATA, MONTATA CON ADESIVI ORGANICI	2
SUGHERO	2
PORTE	
LEGNO FORATO	2
LEGNO IN PANNELLI DA COSTRUZIONE LEGGERI	2
LEGNO MASSELLO	2
METALLO KALAMEIN	2
METALLO FORATO	5
PANNELLI IN FIBRA VEGETALE	
DI RIVESTIMENTO (IMPREGNATI O RIVESTITI)	2
SENZA PROTEZIONE	1
PRODOTTI IN GESSO	
LASTRE IN GESSO	2
INTONACO DI CALCE	2
CONTROSOFFITTI IN GESSO INCLUSI QUELLI ACUSTICI	2
PANNELLI DI RIVESTIMENTO PENSATI PER L'ESTERNO	2
VETRO	
VETRO IN BLOCCHI	5
LASTRE, PIASTRELLE COLORATE, PANNELLI	4
PANNELLO IN FIBRA DI LEGNO	
SUPERFICI SMALTATE E PLASTICHE	2
TUTTI GLI ALTRI TIPI	2
ISOLANTE	
A SCHIUMA O DEL TIPO A CELLE CHIUSE	4
TUTTI GLI ALTRI TIPI	2
DEL TIPO A PANNELLO O A MATERASSINO	1
METALLI	
PANNELLI IN FIBRA MINERALE	1
NON FERROSI (ALLUMINIO, LASTRE IN ZINCO O RAME)	3
FERROSI	5

PARETI IN LASTRE PLASTICHE	
POSATE CON ADESIVI IMPERMEABILI, GIUNTATE CON MALTA IMP	3
POSATE CON ADESIVI SOLUBILI ALL'ACQUA	2
PITTURA	
DEL TIPO POLIESTERE E POSSILICO E ALTRI TIPI IMPERMEABILI	4
TUTTI GLI ALTRI TIPI	1
CARTA DA PARATI	1
PARETI DIVISORIE MOBILI	
LEGNO TRATTATO A PRESSIONE	5
METALLO	4
LEGNO NON TRATTATO	2
RIVESTIMENTO IN STOFFA	1
PARETI DIVISORIE FISSE	
LEGNO	5
METALLO	5
VETRO NON RINFORZATO	4
VETRO RINFORZATO	4
O LEGANTE AL LATTICE IDRAULICO	4
GESSO SOLIDO O IN BLOCCHI	1
TUTTE LE ALTRE APPLICAZIONI	1
GOMMA, STAMPATA O TAGLIATA, CON ADESIVO POLIAMMIDICO E POSSILICO	
ACCIAIO (PANNELLI, LASTRE, PIANELLE)	
CON FISSAGGIO IMPERMEABILE	5
CON FISSAGGIO NON IMPERMEABILE	2
PIETRA, NATURALE, PIENA O DA RIVESTIMENTO	
CON FISSAGGIO IMPERMEABILE	5
PIETRA ARTIFICIALE CON FISSAGGIO IMPERMEABILE	5
TUTTE LE ALTRE APPLICAZIONI	2
INCANNICCIATI	
CON FINITURA SUPERFICIALE (CARTA IMPREGNATA DI ASFALTO)	2
TUTTI GLI ALTRI TIPI	2
RIVESTIMENTI DI PARETE	
TIPO CARTA, TELA GREZZA, TESSUTO	1
LEGNO	
PIENO, NATURALMENTE RESISTENTE AL DETERIORAMENTO	5
PIENO, TRATTATO IN AUTOCLAVE A PRESSIONE	5
PIENO STANDARD	2
COMPENSATO	
MARINO	5
TRATTATO A PRESSIONE	5
TRATTATO PER ESTERNI	2
ALTRI TRATTAMENTI	1

Nelle costruzioni esistenti: qualora non sia possibile sopraelevare il pavimento al di sopra del livello di piena, conviene comunque spostare a livello del soffitto gli impianti elettrici, le tracce in cui passano le canalette dovrebbero avere una pendenza tale da favorire una veloce asciugatura dell'impianto, e si consiglia di mettere in salvo su rialzi, o meglio ancora ai piani alti, gli elettrodomestici o l'arredo che si può rovinare in caso di piena.

Se il livello di piena non supera il metro e' inoltre possibile pensare di impermeabilizzare il perimetro esterno dell'edificio con guaine impermeabili protette da un rivestimento, e porre barriere con guarnizioni sulle soglie, da montare manualmente in caso di allerta. Questo sistema non garantisce risultati se la piena supera il livello di impermeabilizzazione, o se viene a mancare l'intervento umano, ma può funzionare bene per eventi di piena moderati riducendo di molto i danni.

2 FONDAZIONI

Per decidere la tipologia delle fondazioni di un edificio si deve far riferimento al tipo di suolo e alla stratigrafia ottenuta con campionature. In zone soggette ad allagamento è però necessario tener conto dell'effetto dello scalzamento delle fondazioni indotto dall'evento di piena. Il sistema a mura portanti in pietre o mattoni, così diffuso in passato, nel momento in cui entra in crisi un angolo in seguito all'erosione localizzata, tende a cedere e a far crollare parti di facciata. *Quindi si suggerisce per le ristrutturazioni, di preferire le palificate a sostegno delle travi di fondazione, con profondità sufficiente da impedire movimenti nella struttura rispetto alle fondazioni continue non armate o ai plinti di fondazione.*

3 VANI INTERRATI

Si suggerisce di non creare cantine oppure spazi completamente interrati in zona allagabile. Se esistono già, è bene verificare la presenza di aperture tipo bocche di lupo o grigie di aerazione in modo da permettere l'ingresso della acqua di piena all'interno dei vani per impedire che la differenza di pressione tra interno ed esterno metta in crisi la struttura portante. Questi luoghi non dovranno essere utilizzati come deposito di beni deteriorabili, ne' come superficie abitabile.

Si consiglia di non prosciugare i suddetti vani se non dopo che il livello dell'acqua contenuta nel terreno non sia sufficientemente basso, se no il divario di pressione tra interno ed esterno potrebbe compromettere la stabilità dell'edificio. Un metodo per sapere se e' possibile prosciugare il locale consiste nel vuotarlo osservando a distanza di qualche giorno se il muro asciugandosi mostri il segno umido del livello dell'acqua nel terreno, e nel caso, aspettando che l'acqua si abbassi ancora prima di procedere oltre.

4 MURATURE

Prima di iniziare a progettare ristrutturazioni o ampliamenti in edifici soggetti a piena, e' necessario conoscere il livello a cui l'acqua arriva con elevati tempi di ritorno. In particolare, si deve considerare il livello della piena di riferimento del PAI. Grazie a quest'informazione si potrà valutare il tipo di muratura da costruire e per quale altezza, ponendo attenzione ai materiali da utilizzare. Al di sotto del livello di massima piena si consiglia

di utilizzare pareti che non presentino intercapedine inaccessibile. Il classico tamponamento a pacchetto composto da blocco esterno, isolante e veletta di mattoni comporta seri problemi se l'isolante non è a cellule chiuse. Questo si impregna d'acqua che difficilmente riesce poi ad evaporare. Invece lo stesso sistema con intercapedine riempita con una schiuma in poliuretano funziona meglio. Tuttavia resta preferibile avere lo strato di isolante facilmente ispezionabile e all'occorrenza smontabile, composto da pannelli rigidi sorretti da guide di metallo o materia plastica. Infatti gli interstizi in luoghi non accessibili danno adito ad accumuli di fango e acqua spesso mischiati ad agenti inquinanti chimici od organici che non potendo defluire rischiano di compromettere la salubrità degli ambienti.

Danni

I muri devono respirare per poter seccare senza conservare umidità

I degradi constatati sono i seguenti:

- *fessurazione legata ai movimenti della soletta*
- *deterioramento dell'intonaco e dei rivestimenti interni ed esterni*
- *conservazione dell'acqua a livello delle battute*
- *isolamento rovinato*
- *persistenza di umidità nel muro*
- *persistenza di umidità nel rivestimento*
- *risalita capillare*

Raccomandazioni

Le parti di muro interrato avranno un rivestimento esterno stagno

Installare un drenaggio perimetrale

Per muri antichi usare intonaco a base di gesso o di calce, per evitare risalita di umidità iniettare prodotti impermeabili alla base del muro

L'impermeabilizzazione di un muro deve avvenire solo su di un lato, nella parte interrata verso l'esterno, in quella fuori terra verso l'interno

Descrizione tecnica

Le mura possono essere realizzate: in pietra, in mattoni vuoti o pieni, in cemento prefabbricato o meno.

Se necessario eliminare gli intonaci troppo impermeabili. Due famiglie di prodotti sono utilizzati: prodotti a base acquosa, sovente dei siliconati e loro derivati, e dei prodotti con solventi spesso dei siliconi. L'impresa consiglierà uno di questi prodotti a seconda del muro (molto omogeneo, omogeneo o con molte cavità) e deve proporre una garanzia di risultato.

Per i muri antichi e in pietra, esistono delle tecniche di intonaco che usano gesso e calce col vantaggio di una buona respirazione e con un buon grado di elasticità che permette una più duratura riparazione.

Per ritardare la penetrazione dell'acqua all'interno del muro una soluzione consiste nell'applicare un rivestimento esterno stagno 20 o 30 cm più alto della quota di massima piena. Attenzione particolare all'aggancio del rivestimento con la muratura.

Se appaiono crepe e fessure dovute a movimenti delle fondazioni non esitare a chiamare i tecnici per un controllo strutturale. Dopo eventuale consolidamento procedere alla chiusura delle crepe.

Per proteggere le parti basse della facciata, è consigliato

mettere in opera molti strati fini di intonaco di calce per ritardare la penetrazione dell'acqua e nel contempo lasciare respirare il muro

L'acqua provoca degrado di ogni sorta (fessure, muffe dovute alla presenza prolungata) che appaiono anche molto tempo dopo la piena

Mura

Più sono spesse e antiche, più a lungo ritengono l'acqua.

Rivestimenti

Carte da parati hanno il vantaggio di essere più facili da togliere e sostituire rispetto a pittura e a materie plastiche

Isolamento

Il sistema di pannelli rigidi su supporti metallici ha il vantaggio di essere facilmente smontabile, il sistema di isolamento incollato non è raccomandato

Tramezzi

Molto fragili in quanto non sono pensati per resistere alla pressione dell'acqua, e generalmente composti da materiali degradabili quali gesso cartone legno e colla. Meglio utilizzare blocchi di gesso idrorepellente

5

SOLETTE

Le sollecitazioni sulle solette poste al di sotto del livello di massima piena sono di due tipi: se la soletta è a contatto col terreno impregnato d'acqua, subisce una spinta di galleggiamento dal basso verso l'alto che rischia di mettere in crisi la stabilità della struttura fino a far inarcare il pavimento o addirittura a farlo saltare. Se il vano sottostante il pavimento non ha aperture di ventilazione, e l'acqua esterna monta al di sopra della soletta, l'aria intrappolata si comprime e può sollecitare nello stesso modo la soletta fino alla rottura. Quindi si suggerisce, nel caso della soletta appoggiata al terreno, di prevedere giunti o intercapedini di scorrimento tra la struttura portante e la soletta. Se invece la soletta è stata creata su di un vespaio areato, assicurarsi che le aperture arrivino fino all'intradosso per evitare che l'aria intrappolata sotto il pavimento non si comprima e si trovi nuove vie di fuga.

Per facilitare l'evacuazione dell'acqua di piena e del fango che inevitabilmente entra nell'edificio, si consiglia di costruire la pavimentazione della soletta al di sotto del livello di massima piena con una pendenza del 2% e di prevedere canali di scolo all'esterno dell'edificio.

Danni

I danni in seguito alla piena possono essere i seguenti :

- *deformazione e fessurazione della soletta in seguito al rigonfiamento e poi asciugamento del suolo*
- *spostamento della soletta per il movimento del suolo*
- *deterioramento dell'isolante posto sotto la soletta*
- *persistenza dell'umidità sul pavimento dei locali*

Raccomandazioni

Limitare i danni dell'evacuazione dell'acqua:

- *assicurare la ventilazione dei vespai, se necessario ingrandire le aperture e fornirle di griglie che permettano il passaggio dell'acqua ma non dei detriti da essa portati.*
- *rendere il vespaio visitabile per poterlo pulire dopo la*

piena

Limitare i rischi per le persone:

se si deve rifare la soletta, approfittare per creare un vespaio ben ventilato, nel caso si abbia poco spazio, usare un cassero a perdere tipo di cartone alveolare degradabile che sarà distrutto in seguito alla piena.

Se non si può fare un vespaio bisogna fare in modo che la nuova soletta non sia galleggiante sul terreno, che disponga di punti di ancoraggio regolari, e che il livello di pavimentazione sia superiore a quello del suolo.

Descrizione tecnica

Fondazioni e soletta possono essere:

soletta gettata sul terrapieno, soletta gettata su superficie drenante (letto di pietre, ghiaia), soletta in cemento su vespaio o cantina, soletta su putrelle.

In presenza di suolo argilloso la profondità delle fondazioni non deve essere inferiore al metro. Infatti questo tipo di suolo può sollevarsi o ritirarsi molto e deformare o fessurare la soletta.

Un drenaggio sul perimetro della costruzione permetterà l'evacuazione più rapida dell'acqua piovana e di piena, eviterà il rischio di sacche d'acqua sotto la soletta.

Sostituire rivestimenti impermeabili con permeabili in modo da permettere l'evaporazione dell'acqua. Dopo l'asciugatura i tempi di attesa prima di rifare il rivestimento sono nell'ordine dei 6 mesi. Si potrà per esempio sostituire rivestimenti del pavimento in plastica con delle piastrelle dai giunti non stagni.

In caso di pulizia del vespaio con getto ad alta pressione, fare attenzione a non rovinare l'isolante sotto il pavimento.

6

RIVESTIMENTI

In breve, materiali che possono impregnarsi, deformarsi o scollarsi dal supporto vengono sconsigliati. Non va considerato soltanto il rivestimento in sé, ma anche il collante: materiali perfettamente in grado di resistere all'acqua possono risultare inadeguati se incollati con una sostanza idrosolubile.

Intonaci composti da molti strati sottili di calce permettono un lento assorbimento dell'acqua e al contempo una facile evaporazione una volta passata piena.

Bisogna assicurarsi che i pavimenti (soletta o tavolato di legno) conservino le loro caratteristiche

- essere stabili in seguito a eventuali movimenti del suolo

- sopportare i carichi

- avere un rivestimento che garantisca l'igiene e resista all'usura.

Prima dell'inondazione il pavimento dovrà essere messo a nudo togliendo rivestimenti vulnerabili:

- moquette

- PVC

- Pavimenti galleggianti

Per garantire la durata dei lavori bisogna essere sicuri che il supporto sia asciutto

Si sconsiglia di posare:

- parquet incollati

- Moquettes (si sporcano)

- Pavimenti galleggianti (si deformano e ritengono l'acqua)

- Pavimenti in plastica (si scollano e gonfiano)

Sono da consigliare le piastrelle.

Il tavolato in legno sopporta bene il passaggio dell'acqua a condizione che si asciughi bene poi.

Il tempo di asciugatura è normalmente dell'ordine di 6 mesi

7

PORTE E SERRAMENTI

Si sconsiglia di difendere l'edificio dall'ingresso dell'acqua esclusivamente prevedendo sistemi di barriere a ghigliottina da approntarsi in caso di emergenza davanti a finestre e porte. Questo perché si crea una differenza di pressione tra interno ed esterno dovuta alla presenza dell'acqua contro le pareti, che se supera il metro d'altezza può causare gravi danni alla stabilità dell'edificio. Tuttavia se il livello di massima piena non supera il metro, si può pensare a questo sistema come efficace solo se effettivamente stagno, e se esiste la concreta possibilità di sistemare i pannelli in tempo utile prima dell'inondazione. Si consiglia di leggere i documenti francesi in allegato per vedere i sistemi comunemente usati, e anche gli esiti della parte sperimentale realizzata nell'ambito dello studio in cui si inserisce il presente documento, dove si mette un dubbio la validità del sistema se applicato a case con tipologia costruttiva a telaio tipica negli Stati Uniti.

8

IMPIANTI

Impianto igienico sanitario

Particolare attenzione deve essere posta nella costruzione e nella progettazione dell'impianto igienico sanitario: le pressioni che possono agire a livello di pozzo nero, fognature e canali di scolo, possono derivare non solo dalle azioni dell'acqua intorno all'edificio ma anche da situazioni di sovraccarico che possono verificarsi anche molto lontano dalla struttura in questione. E' sempre bene prevedere valvole che impediscano all'acqua di uscire dai sanitari per evitare disagi che possono prolungarsi ben oltre la fine dell'emergenza.

La parte di impianto che collega la casa alla rete pubblica può essere parzialmente ostruita o deteriorata. Il materiale trasportato dall'inondazione può intasare le diverse parti del sistema (tubature, canali, filtri, fossa settica...). Occorre installare una valvola antiriflusso ispezionabile all'uscita delle acque luride per evitare il ritorno di queste all'interno dell'edificio.

Impianto elettrico

Negli edifici che possono essere allagati è sempre bene prevedere due impianti elettrici separati, uno che serve gli ambienti sommersi, l'altro quelli al sicuro dal contatto con l'acqua. In ogni caso nelle zone più basse dell'edificio si consiglia di far correre le tracce e le canaline elettriche il più in alto possibile dando loro una leggera pendenza in modo da favorire l'evacuazione dell'acqua

ad inondazione conclusa.

L'impianto elettrico è un passaggio per l'acqua durante l'inondazione ma anche un posto dove questa si ferma e ristagna. La difficoltà di accedere alle scatole di derivazione e ai tubi rende problematica l'asciugatura che invece è essenziale per la rimessa in funzione dell'impianto. Non si deve tentare di rimettere l'impianto in funzione prima di aver chiamato un tecnico.

Il contatore e i pannelli elettrici vanno posti fuori portata dell'acqua e i tubi dei fili seguiranno un percorso discendente dal soffitto al pavimento per favorire lo scolo delle acque.

Le prese elettriche potranno essere rimontate a una quota compatibile al loro uso il più possibile in alto, massimo 1,2 m.

Sarebbe opportuno creare due reti indipendenti una per la parte inondabile e una per quella al sicuro.

Attrezzare il sistema elettrico esistente con dispositivi di sicurezza per le persone (Separatori differenziali ad alta sensibilità 30mA)

Un impianto elettrico rimesso in funzione troppo presto può causare incendi.

Impianti di riscaldamento, condizionamento e trattamento dell'aria

Solitamente il locale in cui si trovano bruciatori e impianti si trova in cantina o comunque al piano terra. Se non è possibile delocalizzare gli impianti in luogo sicuro, soluzione preferibile, occorre creare barriere stagne per impedire all'acqua di compromettere definitivamente le macchine in questione. Attenzione a posizionare le valvole per la chiusura del gas in posti accessibili e corredati da istruzioni di facile e immediata comprensione.

Nel caso di bruciatori non collegati alla rete di distribuzione si deve trattare il problema delle bombole e dei contenitori di combustibile che, se interrati, possono essere sollevati a causa delle spinte di galleggiamento, e se esterni possono sganciarsi dalla sede e essere portati via dalla corrente inquinando o travolgendo oggetti interferenti a valle.

Si deve rimettere subito l'impianto di riscaldamento in grado di funzionare, anche per contribuire a asciugare gli ambienti, ma si deve considerare l'insieme che costituisce l'impianto di riscaldamento: i generatori e le riserve individuali che sono da proteggere direttamente dall'acqua, le reti e tubature che possono essere danneggiate e devono essere ispezionate prima di riprendere a funzionare.

Verificare l'ancoraggio delle cisterne suscettibili di essere portate via dall'acqua, spostare definitivamente caldaia e generatori fuori dalla portata dell'acqua

Per loro natura i radiatori elettrici sono vulnerabili all'acqua, anche perché sono posti in basso, quindi saranno quindi da preferire quelli amovibili rispetto a quelli fissi per poterli porre in salvo prima della piena.

Contenitori di idrocarburi

Taniche e bombole non interrate possono essere portate

via dalla piena, possono sfondarsi o essere bucate con conseguente inquinamento, possono essere strappate dai sostegni e diventare oggetti galleggianti pericolosi. Quindi saranno da verificare gli ancoraggi, ponendo quelle troppo esposte fuori dal pericolo.

Taniche e cisterne esterne

È importante calcolare la resistenza degli agganci e farli verificare, e assicurarsi della stabilità dei sostegni.

taniche e cisterne interne

vanno sistemate in locali non inondabili con accesso stagno.

taniche e cisterne interrate

il pozzetto di accesso non deve lasciar passare l'acqua né essere strappato dalla corrente.



ZONA RIFUGIO

È bene prevedere una zona ai piani alti in cui si possa aspettare i soccorsi in caso di emergenza. Deve essere accessibile sia dall'interno che dall'esterno dell'edificio e deve essere ovviamente al di sopra del livello di massima piena. Se ricavata nel sottotetto deve avere una via di fuga verso l'esterno attraverso un'apertura che non può essere in nessun caso tipo "velux", ma facilmente evacuabile anche da sedia a rotelle. Meglio se sull'esterno viene realizzato un terrazzo provvisto di anello per l'attracco di mezzi di soccorso.

Tutti gli alloggi devono disporre di un luogo dove le persone possono andare per mettersi al sicuro e aspettare l'arrivo dei soccorsi. In edifici collettivi la zona rifugio è destinata soprattutto agli abitanti del piano terra. In ogni caso gli occupanti di un alloggio devono poter segnalare la propria presenza ai soccorritori.

Raccomandazioni

Creare una zona rifugio che permetta di mettersi al riparo

Creare una finestra sul tetto o un balcone accessibile dalla zona di rifugio per segnalare la propria presenza e facilitare l'evacuazione

Controllare regolarmente le vie di fuga ed esercitarsi

Fissare un anello di attracco ad altezza sufficiente per facilitare le barche di soccorso

Descrizione tecnica

Creata sotto il tetto, una piattaforma rifugio deve essere facilmente accessibile con scalinate o in mancanza di spazio con una scala fissa. La finestra del tetto o lucernaio deve avere dimensione sufficiente per l'evacuazione di una persona disabile in carrozzina. Le finestre tipo vasistas o velux anche di grandi dimensioni non vanno bene.

Negli immobili collettivi la tromba delle scale dovrà disporre di piattaforma che possa accogliere persone, magari dotata di un sistema autonomo di riscaldamento e di un accesso verso l'esterno.



Il presente documento è stato realizzato nell'ambito dello studio "Analisi tecnico-conoscitive e sperimentazioni tecnico-idrauliche riguardanti la vulnerabilità degli *impianti sportivi e turistico-ricreativi nelle fasce fluviali definite dal PAI – progetto CanoaPO*", commissionato dall'Autorità di bacino del fiume Po e condotto dall'Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale.

Il documento è liberamente accessibile e va citata la fonte in caso di utilizzo.

I contenuti del documento sono conformi agli obiettivi originari dello studio.

Si declina ogni responsabilità per qualunque utilizzo ne venga fatto.

Coordinamento dello studio:

Enrico Burani, Marina Monticelli, Alessio Picarelli, Piero Tabellini - Autorità di bacino del fiume Po

Redazione del documento:

Paolo Ghilardi e Isabella Corni

Gruppo di lavoro: Paolo Ghilardi, Mario Fugazza, Mario Gallati, Giovanni Braschi, Luigi Natale
Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale

Fonti immagini: disegni di Isabella Corni.

fotografie: Evento di piena del 2000 - Magistrato per il Po

fotografia al fondo delle pagine introduttive tratta dal libro fotografico-letterario "Il Po. Un viaggio con il grande fiume", Autorità di bacino del fiume Po, Fotografie di Beppe Bolchi, Edizioni Diabasis, 2007.

Lo sfondo delle pagine è tratto dalle tavole delle fasce fluviali del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Po

Progetto e realizzazione grafica: Isabella Corni

Febbraio 2009

Per informazioni:

Autorità di bacino del fiume Po
Via Garibaldi, 75 – 43100 Parma

Tel. 0521 276 1

e-mail: segreteria@adbpo.it

sito WEB: www.adbpo.it

