




COMUNE DI CASTELLO DELL'ACQUA

PROVINCIA DI SONDRIO



PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO COMUNALE AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO

Ai sensi della d.g.r. 21 luglio 2014, n° x/2129 (componente sismica) e in relazione alle disposizioni regionali concernenti il nuovo piano di gestione del rischio alluvioni nel settore urbanistico (piano PGRA), predisposto in attuazione del d.lgs. 49/2010 di recepimento della direttiva 2007/60/CE, la cosiddetta “Direttiva Alluvioni”, la redazione del documento semplificato del rischio idraulico (DOSRI) e la digitalizzazione e classificazione del reticolo minore secondo la nuova normativa regionale

Elaborato: A	Oggetto: RELAZIONE DESCRITTIVA AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT E NORME GEOLOGICHE DI PIANO
Data: dicembre 2021	
Aggiornamento: giugno 2022	A cura di: Geol. Guido Merizzi - Via Lungo Mallero Diaz, 9 23100 SONDRIO - Tel. 3487482878 e-mail: geologomerizzi@gmail.com; pec: geologomerizzi@epap.sicurezza postale.it P.IVA: 00663450146
Scala:	

SOMMARIO

1. PREMESSA	Pag. 2
2. ANALISI E VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA NEL TERRITORIO COMUNALE DI CASTELLO DELL'ACQUA	Pag. 5
2.1 La pericolosità sismica di base	
2.2 La pericolosità sismica locale	
2.3 Determinazione della pericolosità sismica locale secondo le attuali norme tecniche per le costruzioni (approccio semplificato)	
2.4 Determinazione della pericolosità sismica locale in fase pianificatoria	
2.5 Analisi della pericolosità sismica locale di secondo livello	
3. LE NUOVE SITUAZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA SEGNALATE DAL PGRA E ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO	Pag. 17
4. FASE DI VALUTAZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO: LE CARTE DEI VINCOLI E DI SINTESI	Pag. 20
5. FASE DI PROPOSTA DELLO STUDIO GEOLOGICO: LA CARTA DI FATTIBILITÀ E LE NORME GEOLOGICHE DI PIANO	Pag. 23
6. DETERMINAZIONI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) CHE INTERESSANO IL TERRITORIO COMUNALE	Pag. 37

Appendice 1 - Indagini sismiche effettuate per l'analisi sismica di secondo livello riguardanti le aree urbanizzate e di espansione urbanistica del territorio comunale

1. PREMESSA

Lo studio geologico completo del territorio comunale di Castello dell'Acqua è stato redatto nel marzo 2001 ai sensi della legge n° 41/'97.

Con l'entrata in vigore della d.g.r. n° 7/7365 dell'11 dicembre 2001, lo studio geologico relativo al PRG è stato ulteriormente aggiornato dal sottoscritto nell'aprile 2002, al fine di adeguare lo strumento urbanistico al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Un ulteriore aggiornamento dello studio geologico è stato prodotto ancora dal sottoscritto a dicembre 2010 in occasione di una variante generale al Piano di Governo del Territorio. Questo studio è stato redatto sulla base dei nuovi criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio contenuti nelle deliberazioni regionali n° 8/1566 del 22 dicembre 2005 e n° 8/7374 del 28 maggio 2008.

Le principali modifiche e integrazioni introdotte nello studio geologico redatto nel 2010 riguardano:

- a) l'analisi del rischio sismico del territorio comunale;
- b) le carte di sintesi e di fattibilità, che sono estese all'intero territorio comunale;
- c) l'aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità, con relativa normativa, riguardo alle perimetrazioni delle fasce fluviali e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato.

L'attuale aggiornamento dello studio geologico del PGT è conseguente all'entrata in vigore della d.g.r. del 21 luglio 2014, n° X/2129 e delle mappe del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (mappe PGRA).

La d.g.r. del 21 luglio 2014, n° X/2129 stabilisce infatti una nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia. Gran parte dei Comuni della Valtellina, tra cui il Comune di Castello dell'Acqua, sono passati da una zona a sismicità molto bassa (zona 4) a una sismicità bassa (zona 3).

Questa d.g.r. dispone che i "Comuni riclassificati aggiornino la componente sismica degli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici, secondo le disposizioni di cui ai vigenti Criteri attuativi dell'art. 57 della l.r. 12/2005, in occasione della revisione periodica del Documento di Piano".

Il nuovo piano di gestione del rischio alluvioni nel settore urbanistico (piano PGRA), predisposto in attuazione del d.lgs. 49/2010 di recepimento della direttiva 2007/60/CE, la cosiddetta "Direttiva Alluvioni" individua in alcuni settori del territorio valtellinese e, purtroppo, anche del territorio comunale di Castello dell'Acqua, nuove aree di

esondazione dell'Adda che non erano state segnalate nel precedente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI).

L'uso del territorio in queste nuove aree di esondazione è normato dal nuovo Titolo V delle norme di attuazione del PAI "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)". In particolare l'art. 58 del nuovo Titolo V demanda alle Regioni l'emanazione di "disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel campo urbanistico".

In base a tali disposizioni regionali, riportate nella d.g.r. n° X/6738 del 19/06/2017 (allegato A), le nuove aree di esondazione individuate dal PGRA a tergo della attuale fascia fluviale B saranno gravate di nuovi vincoli che, in base all'art. 58 comma 2 del nuovo Titolo V del PAI saranno quelli propri della fascia fluviale B.

Per quanto riguarda invece, le nuove aree di esondazione dell'Adda con tempi di ritorno di 20 anni, queste saranno vincolate in base alle norme PAI relative alla Fascia Fluviale A e ricadranno nella classe di fattibilità 4.

Lo studio del reticolo minore comunale, redatto a novembre 2005, è piuttosto vecchio e non è stato ancora digitalizzato secondo le recenti direttive regionali. Oltretutto, la base planimetrica a supporto dello studio è la vecchia Carta Tecnica Regionale basata su fotogrammetrie aeree del 1982: il tracciato planimetrico di molti corsi d'acqua, rispetto alla attuale cartografia CTR aggiornata al 2015, differisce in modo non trascurabile e deve essere in gran parte rivisto. Lo stesso problema riguarda anche le relative fasce di rispetto.

Il Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017, prevede inoltre che il Comune rediga il Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DOSRI) che deve essere recepito nel PGT, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica.

Sulla base di quanto sopra esposto, il presente studio geologico ha comportato:

- un aggiornamento dello studio del reticolo minore comunale in merito al tracciato planimetrico dei corsi d'acqua (anche con l'impiego di GPS per i riali non segnalati nelle planimetria) e una loro digitalizzazione secondo i nuovi criteri regionali;
- il riposizionamento delle fasce di rispetto di molti corsi d'acqua;
- una analisi della sismicità del territorio comunale di secondo livello (l'analisi sismica di primo livello è stata già effettuata durante la redazione del PGT vigente). Queste analisi ha riguardato le zone PSL (Pericolosità Sismica Locale) del territorio comunale Z3 (dove si possono verificare amplificazioni sismiche per cause topografiche) e Z4 (dove si possono verificare amplificazioni sismiche per cause litologiche) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per definire il fattore di amplificazione F_a per cause stratigrafiche è stato necessario effettuare specifiche indagini sismiche (appendice 1) che sono state integrate con i dati reperibili da indagini geognostiche già eseguite;

- la redazione di una apposita cartografia che espone i risultati del nuovo studio sismico (carta della pericolosità sismica di secondo livello, tavola 02);
- un aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità in relazione al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e al diverso posizionamento planimetrico di alcuni corsi d'acqua;
- un'analisi delle condizioni di rischio idraulico e idrogeologico introdotte dal PGRA;
- un aggiornamento delle norme geologiche di piano e della relazione illustrativa;
- La redazione del Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DOSRI), ai sensi delle nuove disposizioni di cui all'art. 14 comma 8 del Regolamento Regionale n. 7/2017.

Infine, in ottemperanza al parere della Regione Lombardia (Direzione Generale Territorio e Protezione Civile Difesa del Suolo e Gestione Attività Commissariali Assetto Idrogeologico, Reticoli e Demanio Idrico) inerente il presente studio geologico, trasmesso in Regione il 16 febbraio 2022, nella Tavola 08 (Carta PAI-PGRA) è stata associata alle perimetrazioni di dissesto P.A.I. per esondazioni torrentizie e di conoide, la campitura prevista dal P.G.R.A. per l'ambito RSCM (Reticolo Secondario Collinare e Montano).

2. ANALISI E VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA NEL TERRITORIO COMUNALE DI CASTELLO DELL'ACQUA

2.1 La pericolosità sismica di base

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Lombardia con d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003, i territori comunali sono stati classificati in 4 zone principali in funzione del rischio sismico.

Ogni comune è caratterizzato da una pericolosità sismica di base ossia dalla probabilità che nel proprio territorio si possa verificare un terremoto con una determinata intensità e con un particolare tempo di ritorno (in genere 475 anni).

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria di suolo A delle norme tecniche per le costruzioni) e con superficie topografica orizzontale.

Zona	Pericolosità sismica di base	Valore di a_g (Accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria "A" con probabilità di superamento del 10% in 50 anni)
1	elevata	0,35g
2	media	0,25g
3	bassa	0,15g
4	molto bassa	0,05g

Quasi tutti i comuni della Provincia di Sondrio compreso il Comune di Castello dell'Acqua sono classificati in zona 3 e quindi occupano territori a pericolosità sismica bassa.

Nelle nuove norme tecniche per le costruzioni (d.m. 17 gennaio 2018), la pericolosità sismica di base è stata definita in modo più dettagliato. L'allegato B del citato decreto ministeriale fornisce, per differenti tempi di ritorno (TR) e per 10.751 punti del territorio nazionale disposti su un reticolo a maglie quadrate di circa 10 km di lato, i seguenti tre parametri:

- l'accelerazione orizzontale massima del terreno a_g , espressa in g/10;
- il valore massimo F_0 del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_C^* .

Nella tabella sottostante sono esposti i parametri della pericolosità sismica di base per particolari tempi di ritorno e relativi a quattro punti, identificati dai codici ID 9386, 9387, 9164 e 9165, che cadono nell'intorno del paese di Castello dell'Acqua.

Codice ID	LONG.	LAT.	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0		a_g	F_0		a_g	F_0	
9386	9,961	46,134	0,255	2,56	0,18	0,324	2,57	0,20	0,430	2,56	0,23
9387	10,033	46,136	0,258	2,56	0,18	0,324	2,58	0,20	0,428	2,57	0,23
9165	10,030	46,186	0,269	2,53	0,18	0,347	2,53	0,20	0,480	2,48	0,23
9164	9,958	46,184	0,268	2,52	0,18	0,347	2,52	0,22	0,486	2,47	0,23

Codice ID	$T_R = 201$			$T_R = 475$			$T_R = 975$			$T_R = 2475$		
	a_g	F_0		a_g	F_0		a_g	F_0		a_g	F_0	
9386	0,574	2,55	0,25	0,806	2,53	0,27	1,057	2,52	0,28	1,440	2,57	0,28
9387	0,565	2,56	0,26	0,779	2,56	0,27	1,003	2,56	0,28	1,357	2,59	0,29
9165	0,652	2,49	0,25	0,932	2,47	0,26	1,212	2,51	0,27	1,637	2,59	0,28
9164	0,279	2,49	0,18	0,364	2,50	0,20	1,041	2,45	0,26	1,35	2,51	0,26

Si può constatare che per un tempo di ritorno di 475 anni l'accelerazione massima orizzontale del terreno a_g varia da 0,0364g a 0,081g, quindi sensibilmente superiore a 0,05g che definisce una zona a pericolosità sismica molto bassa.

Questi parametri costituiscono i dati principali per prevedere gli effetti sulle costruzioni dei terremoti che possono colpire il territorio comunale di Castello dell'Acqua e quindi per dimensionare le strutture secondo criteri antisismici.

2.2 La pericolosità sismica locale

La pericolosità di un terremoto non dipende soltanto dalla sua intensità, ma anche dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito interessato: un luogo pianeggiante e caratterizzato da un substrato roccioso compatto è sicuramente molto meno pericoloso, da un punto di vista sismico, di un sito con una morfologia superficiale molto accidentata e con un sottosuolo costituito da materiali sciolti con scadenti caratteristiche geotecniche.

I parametri relativi alla pericolosità sismica di base dipendono esclusivamente dall'intensità del terremoto che può avvenire in un determinato tempo di ritorno e permettono di prevedere gli effetti sulle costruzioni delle onde sismiche che si propagano entro un substrato rigido (suolo di categoria A) e orizzontale.

Quando la superficie topografica non è orizzontale o il sottosuolo è costituito da strati di spessore variabile e materiali con caratteristiche meccaniche diverse dal substrato roccioso, il movimento del terreno provocato da un determinato terremoto può avere effetti molto diversi da quelli che si verificherebbero in presenza di un substrato rigido e orizzontale.

Per questo motivo, la pericolosità sismica di un determinato luogo (locale) differisce anche notevolmente dalla pericolosità sismica di base ed è, rispetto a quest'ultima, superiore o, al limite, uguale.

A causa delle peculiari condizioni geologiche e geomorfologiche presenti in un particolare luogo, le onde sismiche possono subire un processo di amplificazione e/o provocare fenomeni di instabilità.

Esistono due tipi di amplificazione sismica, che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- 1) Amplificazione topografica, che si verifica quando la morfologia superficiale è rappresentata da forme più o meno articolate e irregolari (ripide scarpate, rilievi, ecc.).
- 2) Amplificazione litologica, che si verifica quando il sottosuolo è costituito da materiali sciolti e con mediocri caratteristiche geotecniche (la velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali V_s è inferiore a 800 m/s).

Fenomeni di instabilità si possono realizzare quando le onde sismiche attraversano versanti in equilibrio precario oppure terreni particolarmente scadenti dal punto di vista geotecnico.

Nel primo caso un terremoto può innescare veri e propri movimenti franosi mentre nel secondo si possono produrre forti cedimenti del suolo a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale oppure, in terreni sabbiosi saturi d'acqua, fluimenti e colamenti a causa dei processi di liquefazione.

Una particolare situazione di instabilità si può generare quando le onde sismiche attraversano particolari strutture geologiche quali i contatti stratigrafici e tettonici (faglie); difatti, i movimenti relativi tra diversi settori geologici possono tradursi in cedimenti differenziali nelle costruzioni sovrastanti.

2.3 Determinazione della pericolosità sismica locale secondo le norme tecniche per le costruzioni (approccio semplificato)

Secondo le nuove NTC (d.m. 17 gennaio 2018), in assenza di studi approfonditi per la determinazione della pericolosità sismica locale, si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di suolo e topografiche di riferimento (v. tabelle sottostanti).

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

CATEGORIE TOPOGRAFICHE	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere

considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, se il substrato roccioso con velocità V_S superiori a 800 m/s si trova a profondità superiori a 30 metri; nel caso contrario le velocità medie delle onde S si calcolano soltanto fino alla profondità del substrato roccioso.

Il $V_{S,30}$ è definito dalla espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s]} \text{ dove } N \text{ è il n}^\circ \text{ di strati compresi nei primi 30 metri di profondità.}$$

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Una volta stabilite le categorie di sottosuolo e topografiche, si determinano i coefficienti S_S (di amplificazione stratigrafica), C_c (funzione della categoria di suolo) e S_T (di amplificazione topografica) con l'ausilio delle tabelle sotto riportate.

Espressioni dei coefficienti S_S e C_c		
Categoria	S_S	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T		
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1 (pendii con $i \leq 15^\circ$)	-----	1,0
T2 (pendii con $i \geq 15^\circ$)	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3 (creste con $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$)	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4 (creste con $i \geq 30^\circ$)	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base,

dove S_T assume valore unitario.

Infine, una volta stabiliti i coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, si può descrivere il moto provocato da un sisma, che si verifica nel territorio comunale di Castello dell'Acqua con un determinato tempo di ritorno, utilizzando le espressioni sotto esposte.

Tali formule permettono di definire lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale (= accelerazioni orizzontali massime del terreno al variare del periodo T).

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

dove:

T è il periodo di vibrazione;

S_e è l' accelerazione spettrale orizzontale;

S = $S_S \cdot S_T$ è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, essendo S_S e S_T i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \leq 0,55$ dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_c \cdot T_C^*$, dove C_c è il coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

$T_B = T_C / \dots$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

2.4 Determinazione della pericolosità sismica locale in fase pianificatoria

La legge per il governo del territorio (l.r. n° 12 del 11 marzo 2005) ha imposto una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici a scala comunale.

Le deliberazioni n°8/1566 del 22 dicembre 2005, n° 8/7374 del 28 maggio 2008 e quella successiva n. IX/2616 del 30 novembre 2011, che forniscono gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla succitata legge regionale, richiedono la valutazione della pericolosità sismica locale del territorio comunale.

L'indagine prevede tre livelli di approfondimento:

1° livello Consiste nel riconoscimento delle possibili aree di pericolosità sismica locale (PSL) sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche.

I risultati sono esposti nella carta omonima che riporta le perimetrazioni delle aree PSL presenti nel territorio comunale (v. tavola 01).

Ogni area è classificata in base agli effetti sismici attesi utilizzando lo schema esposto nella tabella sottostante.

Le zone con amplificazioni topografiche (Z3) e di contatto tra litotipi molto diversi (Z5) non sono individuate sulla carta della pericolosità sismica locale con un'area retinata, ma con un elemento lineare. In particolare, per lo scenario Z3a è evidenziato il ciglio della scarpata, per lo scenario Z3b, la linea di cresta sommatale e per lo scenario Z5 il limite di contatto tra i litotipi individuati.

Una volta realizzata la carta della pericolosità sismica locale, si procede con analisi sismiche più approfondite ad eccezione delle zone Z1a e Z5, in quanto nelle aree di frana attiva o a cavallo di due litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse, non sono ammesse nuove costruzioni. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa per lo scenario Z5, qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni Topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti Differenziali

2° livello Comporta la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree a pericolosità sismica locale Z3 e Z4. In particolare si valuta, in ogni area, il fattore di amplificazione F_a delle onde sismiche tramite opportune schede di valutazione riportate nell'allegato 5 del dgr n° 8/1566 del 25 maggio 2008. Il valore di F_a è calcolato per due intervalli di periodo, compresi tra 0,1-0,5 e 0,5-1,5 secondi, che sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale: l'intervallo di periodo tra 0,1-0,5 secondi è assunto come rappresentativo del periodo proprio di edifici con strutture particolarmente rigide e altezze indicative fino a 5 piani mentre l'intervallo di periodo tra 0,5-1,5 secondi si riferisce a edifici presenti nei centri urbani più sviluppati, che possiedono strutture flessibili e altezze comprese tra i 5 e i 15 piani.

Per i comuni ricadenti in zona sismica 3 e quindi anche per il comune di Castello dell'Acqua, è obbligatorio eseguire gli studi di secondo livello soltanto nelle aree interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Nelle aree PSL Z4, dove si verificano amplificazioni per cause litologiche, si confronta il fattore di amplificazione F_a delle onde sismiche calcolato tramite le

schede di valutazione con i valori limite forniti dal politecnico di Milano per ciascun comune della Regione Lombardia e per diverse categorie di suolo (v. tabella sottostante).

Valori soglia del Comune di Castello dell'Acqua				
Intervallo di periodo in secondi	Categorie di suolo			
	B	C	D	E
0,1 - 0,5	1,5	1,9	2,3	2,0
0,5 - 1,5	1,7	2,4	4,3	3,1

Se F_a calcolato supera i valori di soglia, significa che nell'area PSL esaminata, gli spettri di risposta sismica, che si ottengono seguendo la procedura semplificata prevista dalle norme tecniche sulle costruzioni ed esposta sinteticamente nel paragrafo 2.3, sono sottostimati.

Quando ciò avviene si deve procedere ad analisi di 3° livello o in alternativa, si utilizzano gli spettri di risposta sismica caratteristici della categoria di suolo più scadente, secondo il seguente schema:

- anziché il fattore di amplificazione relativo alla categoria di suolo B, si utilizzerà quello di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente, si utilizzerà il fattore di amplificazione relativo al suolo D;
- anziché il fattore di amplificazione relativo alla categoria di suolo C, si utilizzerà quello di suolo D;
- anziché il fattore di amplificazione relativo alla categoria di suolo E, si utilizzerà quello di suolo D;

Per le aree PSL Z3, dove si verificano amplificazioni per cause topografiche, si confronta il fattore di amplificazione F_a delle onde sismiche, calcolato con le schede di valutazione e unicamente per un intervallo di periodo 0,1-0,5 secondi, con i valori di amplificazione topografica S_T riportati nelle norme tecniche sulle costruzioni (v. paragrafo 2.3).

Si possono presentare due situazioni:

- se F_a è minore di S_T , il metodo riportato nelle norme tecniche sulle costruzioni, per tener conto delle amplificazioni topografiche, fornisce risultati attendibili e quindi si applica lo spettro che si ottiene seguendo tale normativa;
- se F_a è maggiore di S_T , il metodo riportato nelle norme tecniche sulle costruzioni fornisce risultati che sottostimano il fenomeno e quindi in fase di progettazione edilizia è necessario eseguire analisi più approfondite (3° livello).

In aree PSL Z3 si effettuano analisi di 3° livello anche quando si prevedono costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani.

3° livello Gli studi di 3° livello si eseguono esclusivamente in fase progettazione degli edifici e richiedono indagini approfondite, in quanto sono finalizzati a determinare la pericolosità sismica locale in modo dettagliato e quantitativo. **Nei comuni ricadenti in zona 3 e quindi anche per il Comune di Castello dell'Acqua, tale livello è obbligatorio soltanto in fase di progettazione degli edifici che verificano le seguenti condizioni:**

- a) occupano zone PSL Z4 dove il fattore di amplificazione F_a , calcolato tramite gli studi di 2° livello, supera i valori soglia forniti per ogni comune dal politecnico di Milano;
- b) occupano zone PSL Z3 dove il fattore di amplificazione F_a , calcolato tramite gli studi di 2° livello, supera i valori limite forniti dalle norme tecniche sulle costruzioni;
- c) occupano zone PSL Z3 e sono dotate di strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani
- d) occupano zone interessate da instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (PSL Z1b, Z1c e Z2).

2.5 Analisi della pericolosità sismica locale di secondo livello

L'analisi sismica di secondo livello è stata effettuata su quasi tutto il territorio comunale (è stata esclusa l'alta Valle Malgina) e con particolare attenzione nelle aree più urbanizzate del territorio comunale e potenzialmente soggette a espansione urbanistica: si tratta delle aree di fondovalle e quelle che interessano il versante orobico fino a circa 1200 metri di quota (località Piazzola). I risultati sono esposti nella tavola 02 redatta in scala 1 : 5.000.

Per definire le amplificazioni di carattere stratigrafico sono state eseguite numerose indagini sismiche passive a stazione singola nei punti più significativi, indagini sismiche pseudomulticanale a onde di superficie (MASW) e utilizzato i dati relativi alle indagini geofisiche e geognostiche esistenti. I risultati più rappresentativi delle indagini sono esposti in appendice 1.

I dati puntuali relativi alle indagini geofisiche sono state estese lateralmente adottando criteri geologici e geomorfologici.

Analizzando la tavola 02 si può costatare che, per quanto riguarda le amplificazioni stratigrafiche, sono state individuate le Categorie di sottosuolo di seguito riportate.

- 1) nei versanti occupati da depositi di copertura di origine morenica (Z4c):**
 - la categoria E nei terrazzi morfologici caratterizzati da modesti spessori dei depositi di copertura, che attraversano il versante orobico a quota 500+550 m s.l.m.; (località: Bruga, Ca' Iada, Ca' Romana, Son di, Nesina, Cortivo);
 - la categoria B, sui terrazzi morfologici impostati su depositi morenici di spessore consistente che caratterizzano il versante orobico a quota 600+650 m s.l.m. (località: Castello Centro, Gabrielli, Paiosa, Vema);
- 2) nei conoidi pedemontani e falde di detrito su versante (Z4b):**
 - la categoria C, nei conoidi pedemontani dei torrenti Malgina, Valpiccola e Valgrande (località Armisa, Case al Piano e Cavallari);
 - la categoria E, subordinatamente la B, nelle zone rimanenti poste sul versante orobico.
- 3) nelle alluvioni di fondovalle dell'Adda (Z4a), le categorie di sottosuolo sono di tipo C.**

In tutti i casi esaminati il fattore di amplificazione stratigrafico risulta inferiore al fattore di soglia comunale.

Si può quindi affermare che, in genere, le aree urbanizzate o urbanizzabili del territorio comunale soggette ad amplificazioni per cause litologiche non

richiedono analisi sismiche di 3° livello oppure, in alternativa, l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore.

Per quanto riguarda invece le amplificazioni di carattere topografico, che interessano le aree di cresta o di scarpata, sono stati individuati, in alcuni casi, valori di Fa superiori a quelli di soglia comunale.

Si tratta comunque di aree non o scarsamente edificate.

Va precisato inoltre che i valori di Fa riportati nella tavola 02 si riferiscono a quelli massimi, che si manifestano in corrispondenza del ciglio di cresta o della scarpata, nell'ipotesi che quest'ultime siano in roccia affiorante ($V_s > 800$ m/s). Nel caso in cui nella cresta o nella scarpata affiorino materiali non rocciosi, l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico.

E' importante tenere presente che le valutazioni sopra esposte sono di carattere generale e devono essere verificate nell'indagine sismica di dettaglio relativa alla fase di progettazione dei fabbricati.

3. LE NUOVE SITUAZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA SEGNALATE DAL PGRA E ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO

Le mappe del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (mappe PGRA) individuano in alcuni settori del territorio valtellinese e, purtroppo, anche del territorio comunale di Castello dell'Acqua, nuove aree di esondazione dell'Adda che non erano state segnalate nel precedente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI).

Per quanto riguarda invece le aree di esondazione lungo i torrenti e nei conoidi appartenenti al RSCM (Reticolo Secondario Collinare e Montano) fortunatamente non sono state individuate nuove situazioni di dissesto.

Generalmente questo peggioramento delle condizioni di pericolosità nel fondovalle valtellinese non dipende da una maggiore portata di piena dell'Adda o da una modifica delle condizioni morfologiche dell'alveo, ma piuttosto da una modellazione al computer del fenomeno di rigurgito a tergo dei ponti o traverse cautelativa e severa.

Per quanto riguarda il Comune di Castello dell'Acqua, le nuove aree di esondazione sono comunque di estensione molto limitata, con tiranti idrici modesti, inoltre interessano aree generalmente prive di elementi a rischio significativi (zone boscate o agricole).

L'unica zona dove l'esondazione dell'Adda, secondo il PGRA, può interessare alcuni edifici e strade si trova in località Baghetto.

Da una analisi dello studio idraulico di supporto al PGRA, redatto dagli ingegneri Amos Baggini e Raffaella Begnis, risulta che a tergo della traversa di derivazione idroelettrica in località Baghetto, le quote della piena bicentenaria dell'Adda sono fino circa 70 cm più alte rispetto a quelle della precedente modellazione PAI e per questo motivo non possono essere contenute nelle arginature esistenti.

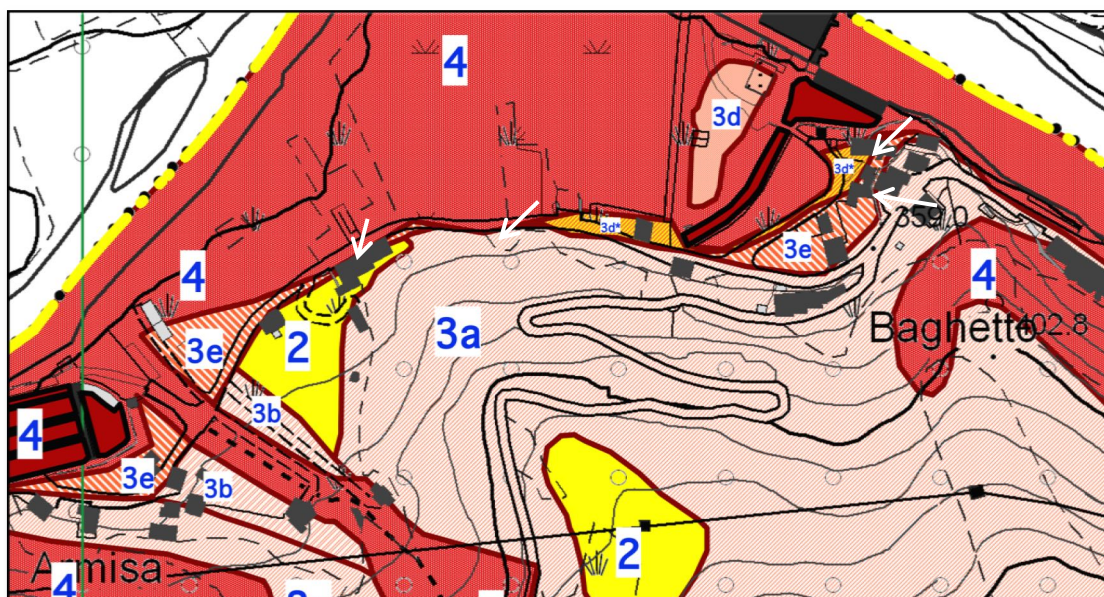


Figura 3.1: stralcio ingrandito della carta di fattibilità geologica della zona Baghetto allegata al PGT. Lo studio idraulico del PGRA considera esondabile dalla piena ventennale un tratto di strada comunale lungo circa 120 metri di collegamento tra le località Baghetto e Armisa, mentre dalla piena con tempi di ritorno bicentenari due fabbricati rurali e dei garages (frecce bianche).

In particolare in corrispondenza della sezione PAI n° 299 (appena a valle della traversa), la quota della piena bicentenaria calcolata dall'Autorità di Bacino è pari a 351,49 m s.l.m., mentre nel corrispondente studio idraulico Baggini-Begnisi del PGRA, si raggiungono i 352,25 m s.l.m..

L'uso del territorio in queste nuove aree di esondazione è normato dal nuovo Titolo V delle norme di attuazione del PAI "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)". In particolare l'art. 58 del nuovo Titolo V demanda alle Regioni l'emanazione di "disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel campo urbanistico".

In base a tali disposizioni regionali, riportate nella d.g.r. n° X/6738 del 19/06/2017 (allegato A), le nuove aree di esondazione della piena bicentenaria individuate dal PGRA a tergo della attuale fascia fluviale B (distinte nella carta di fattibilità geologica con la classe 3d*) saranno gravate di nuovi vincoli che, in base all'art. 58 comma 2 del nuovo Titolo V del PAI, saranno quelli propri della fascia fluviale B.

Per quanto riguarda invece, le nuove aree di esondazione dell'Adda con tempi di ritorno di 20 anni, queste saranno vincolate in base alle norme PAI relative alla Fascia Fluviale A e ricadranno nella classe di fattibilità 4.

Il piano di emergenza comunale (PEC) dovrà infine essere aggiornato per tener conto di questa nuova situazione di rischio per i fabbricati esposti all'esondazione dell'Adda.

In dettaglio (V. Figura 3.1 e foto):

- In caso di piena dell'Adda con tempi di ritorno bicentenari due fabbricati e i garages distinti nei mappali 58, 59 e 44 del Foglio n° 1 (v. foto) saranno allagabili a livello del pian terreno da una lama d'acqua alta meno di mezzo metro;



Foto 3.1: il fabbricato rurale distinto nel mappale n° 44 del Foglio 1 allagabile dalla piena bicentenaria a livello del pianterreno



Foto 3.2: il fabbricato (mappale n° 58 del Foglio n° 1) e i garages (mappale n° 58 del Foglio n° 1) allagabili dalla piena dell'Adda con tempi di ritorno bicentenari a livello del pianterreno e con tiranti idrici di altezza inferiore a mezzo metro (freccie rosse)

- In caso di piena dell'Adda con tempi di ritorno di 20 e 200 anni, un tratto di strada comunale lungo circa 120 metri interposto tra le località Baghetto e Armisa, può essere allagato con un tirante idrico alto non più di 50 cm.



Foto 3.3: la strada comunale di collegamento tra le località Baghetto e Armisa allagabili dalla piene dell'Adda

4. FASE DI VALUTAZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO: LE CARTE DEI VINCOLI E DI SINTESI

Le carte dei vincoli e di sintesi hanno lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio e, nella redazione della componente geologica del PGT, costituiscono il prodotto finale della cosiddetta fase di valutazione (v. tavole 03 e 04).

La **carta dei vincoli** "individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico " mentre la carta di sintesi "propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-tecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica".

Entrambe le carte comprendono l'intero territorio comunale e sono state redatte alla scala 1 : 5.000 utilizzando come base topografica la recente carta tecnica regionale aggiornata al 2015.

Nella carta dei vincoli sono rappresentate le aree soggette alle limitazioni d'uso del territorio di seguito elencate:

- 1) Quadro del Dissesto vigente;
- 2) I vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 (fasce di rispetto relative allo studio del reticolo idrico minore);
- 4) Le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto);
- 5) Le fasce fluviali dell'Adda. Rispetto alle Tavole di delimitazioni delle Fasce Fluviali (Elaborato n° 8 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) ci possono essere delle piccole differenze dovute all'utilizzo di una cartografia a grande scala più precisa e aggiornata. In particolare i limiti sono stati definiti con maggior dettaglio tenendo conto della presenza di chiari elementi morfologici individuati nella cartografia (argini, rilevati, cigli di scarpate, ecc.) e soprattutto tenendo conto delle quote di piena dell'Adda con tempi di ritorno di 200 anni calcolate dall'Autorità di Bacino del Po.
- 6) **Le nuove aree di esondazione dell'Adda secondo la cosiddetta "Direttiva Alluvioni" con tempi di ritorno di 20 e 200 anni.**

Nella **carta di sintesi** il territorio comunale è suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica-idrogeologica.

Questa carta presenta una legenda semplificata e facilmente comprensibile ai tecnici che collaborano alla pianificazione urbanistica. In dettaglio sono evidenziate le principali problematiche idrogeologiche che possono condizionare o limitare l'edificazione. Sono state distinte le aree di seguito descritte.

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:

- a) Aree soggette o potenzialmente esposte a crolli in roccia; aree interessate dal frequente distacco e rotolamento di trovanti provenienti da depositi detritici superficiali. Sono comprese le aree di distacco e transito dei blocchi nonché le zone d'arresto principali (detriti di falda attivi).
- b) Aree di frana attiva (scivolamenti, colate, espansioni laterali);
- c) Aree di frana quiescente (scivolamenti, colate, espansioni laterali);
- d) Aree a pericolosità potenziale per frane su materiali sciolti e per grandi frane complesse (comprendenti le aree di distacco e di accumulo);
- e) Aree interessate da valanghe già avvenute e da valanghe potenziali.
- f) Aree con pendenza media generalmente superiore al 50%, impostate su materiali sciolti con una percentuale significativa di sedimenti fini o su rocce spesso fratturate in superficie o con orientamento sfavorevole dei piani di discontinuità, che potenzialmente possono essere interessate dai seguenti dissesti: colate in detrito e terreno di piccola volumetria; crollo di muri di sostegno di terrazzamenti agricoli, talora abbandonati, con possibile formazione successiva di colate di detrito e terreno o caduta per rotolamento di piccoli trovanti; limitati fenomeni di erosione superficiale, soliflusso o geliflusso, distacco e rotolamento di piccoli trovanti, reptazione del manto nevoso;

Aree pericolose dal punto di vista idraulico e idrogeologico:

- l) Aree interessabili da fenomeni di erosione torrentizia o non idoneamente protette da interventi di difesa; aree di esondazione del corso d'acqua con tempi di ritorno inferiori a 20÷50 anni, con significativi valori di velocità ed altezze d'acqua o consistenti fenomeni di trasporto solido; aree interessate da trasporti in massa e flussi di detrito su conoide; aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa.
- m) Aree di conoide distanti dall'alveo ma potenzialmente esposte a fenomeni d'esondazione di medio o bassa entità in caso di eventi catastrofici. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche e velocità ridotte ($v \times h < 1,5 \text{ mq./s}$) e trasporto prevalente di materiali ghiaioso-sabbiosi.
- n) Aree di fondovalle potenzialmente esposte ad allagamenti di modesta entità dovuti al ristagno delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal pendio soprastante. Le zone più vicine al piede del versante possono essere interessate marginalmente da colate di detrito e terreno di piccola volumetria.

Aree appartenenti alle Fasce Fluviali dell'Adda:

- o) Fascia fluviale A. E' costituita dalla porzione di alveo ove defluisce almeno l'80% della piena bicentenaria.
- p) Fascia fluviale B. Comprende le aree raggiungibili dalla piena con tempi di ritorno di 200 anni.
- q) Fascia fluviale C. Comprende le aree raggiungibili dalla piena con tempi di ritorno di 500 anni.

Aree di esondazione dell'Adda secondo la Direttiva Alluvioni”:

- r) Area di esondazione dell'Adda con tempi di ritorno ventennale.
- s) Area di esondazione dell'Adda con tempi di ritorno di 200 anni.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:

- t) Aree di rispetto delle acque superficiali e sotterranee captate dall'acquedotto comunale e destinate al consumo umano.
- u) Aree di tutela assoluta delle sorgenti captate dall'acquedotto comunale e destinate al consumo umano.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:

- v) Si tratta di pendii moderatamente inclinati (pendenza minore di 20°) o aree depresse con sottosuolo in materiale sciolto, caratterizzati dalla presenza diffusa di acque sorgive e freatiche. A causa della forte presenza di acqua e di sedimenti limo-argillosi talora organici (torba), il sovraccarico esercitato da una nuova costruzione può generare cedimenti differenziali del suolo e/o lenti scivolamenti gravitativi del terreno sovraccaricato.
- u) Aree nelle quali non sono state individuate particolari problematiche geologiche e idrogeologiche.

4. FASE DI PROPOSTA DELLO STUDIO GEOLOGICO: LA CARTA DI FATTIBILITÀ E LE NORME GEOLOGICHE DI PIANO

La fase conclusiva dello studio geologico è definita attraverso la redazione della carta di fattibilità delle azioni di piano e della relativa normativa d'uso.

Le carte di fattibilità sono carte di pericolosità che forniscono le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

In conformità con quanto previsto dai DGR n° 8/7374 del 28 maggio 2008 e n. IX/2616 del 30 novembre 2011, la carta di fattibilità comprende l'intero territorio comunale ed è stata redatta utilizzando la base planimetrica CTR aggiornata al 2015, del tutto compatibile con quella impiegata per il nuovo strumento urbanistico (v. Tavole 05, 06 e 07).

Nella carta di fattibilità il territorio comunale è suddiviso in quattro differenti zone in funzione dello stato di pericolosità e rischio geologico, idrogeologico individuato nella fase di sintesi. Ad ogni zona è assegnata una particolare classe di fattibilità che definisce le limitazioni alle destinazioni d'uso del suolo, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi o le indagini da eseguirsi **preliminarmente ad ogni intervento edificatorio**, le eventuali opere di mitigazione del rischio, la necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, la necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile.

Copia delle indagini eseguite e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta di permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

Nelle tavola 06 redatta in scala 1 : 5.000, al mosaico delle fattibilità sono state sovrapposte, con apposito retino trasparente, le aree soggette ad amplificazione sismica locale mentre nella tavola 07, le aree a pericolosità sismica locale distinguendo quelle con F_a maggiore al valore soglia comunale da quelle con F_a minore.

Le aree soggette ad amplificazione sismica non comportano un incremento delle classi di fattibilità, ma forniscono indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal d.m. 17 gennaio 2018.

Le norme relative alle carte di fattibilità recepiscono e comprendono tutte le limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di

contenuto prettamente geologico e riguardanti:

- il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 (Elaborato n° 8 – Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali);
- le aree di esondazione dell'Adda secondo la Direttiva Alluvioni (mappe PGRA);
- il quadro del dissesto derivante dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle NTA del PAI (si segnala a questo riguardo che adottando una base planimetrica aggiornata e più precisa la posizione dei dissesti soprattutto quelli in corrispondenza dei corsi d'acqua può essere leggermente differente rispetto a quella indicata nelle carte PAI);
- le fasce di rispetto del reticolo idrico minore e maggiore del territorio comunale;
- le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale.

ARTICOLO A - Classe 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni di cui alla normativa nazionale.

Nella classe di fattibilità 1 valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) Infrastrutture e opere d'interesse pubblico: sono permesse a condizione che siano supportate da una specifica indagine geologico-geotecnica, secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R.

IX/2616, che fornisca le informazioni di carattere geologico e geotecnico per la redazione del progetto.

Le aree in classe 1 sono la sede preferenziale per la costruzione di eventuali edifici strategici e rilevanti.

ARTICOLO B - Classe 2 (Fattibilità con modeste limitazioni)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Si tratta in genere delle aree di versante distanti dai corsi d'acqua, che possiedono inclinazioni medie molto inferiori al 50% ($\approx 26,6^\circ$) e che sono caratterizzate da un sottosuolo con buone o discrete caratteristiche geotecniche. Sono comprese nella classe 2 anche le aree di conoide distanti dal corso d'acqua e protette da opere idrauliche ritenute idonee anche in caso di eventi eccezionali. La ridotta pericolosità di queste zone è condizionata al mantenimento in perfetta efficienza delle opere di difesa idrogeologica esistenti, alla regolare pulizia degli alvei dalla vegetazione ad alto fusto e al mantenimento delle attuali sezioni di flusso mediante periodiche opere di svaso.

Nella **classe di fattibilità 2** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico-geotecnica secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-tecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove

Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616, che fornisca le informazioni di carattere geologico-tecnico per la redazione del progetto. L'indagine geologica dovrà in particolare valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), accertare le buone condizioni di stabilità del versante, l'assenza di fenomeni di concentrazione delle acque di ruscellamento superficiale nonché il buono stato di manutenzione e la funzionalità delle opere di difesa idraulica e idrogeologica eventualmente presenti nell'intorno della costruzione. Le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche del terreno di fondazione dovranno essere determinate con opportune indagini geognostiche.

Le aree in classe 2 possono essere la sede di nuovi edifici strategici e rilevanti.

ARTICOLO C - Classe 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. In base alle problematiche geologiche esistenti, sono state distinte 7 sottoclassi denominate 3a, 3b, 3c, 3d, 3d*, 3e, 3f che prevedono particolari limitazioni all'edificazione e supplementi di indagine.

ARTICOLO C.1 - Sottoclasse 3a

Si tratta generalmente delle aree di versante che possiedono una pendenza media generalmente superiore al 50% ($\approx 26,6^\circ$), impostate su materiali sciolti o su rocce molto fratturate in superficie, che potenzialmente possono essere interessate dai seguenti dissesti:

- a) colate in detrito e terreno di piccola volumetria;
- b) crollo di muri di sostegno di terrazzamenti agricoli, talora abbandonati, con possibile formazione successiva di colate di detrito e terreno o caduta per rotolamento di piccoli trovanti;
- c) limitati fenomeni di erosione superficiale, soliflusso o geliflusso, reptazione del regolite e del manto nevoso (nelle aree montane).

Il dimensionamento e la posizione di un edificio in progetto dovranno essere valutati non solo sotto il profilo architettonico e paesaggistico, ma soprattutto in funzione delle problematiche geologiche esistenti, al fine di non compromettere le condizioni di stabilità del pendio.

Nella **classe di fattibilità 3a** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico geotecnica secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.

- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616. In particolare lo studio dovrà valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), analizzare le condizioni di pericolosità esistenti (esondazione di rogge, presenza di acque di ruscellamento superficiale, acque sotterranee, lenti scivolamenti gravitativi della parte superficiale del suolo, distacco e rotolamento di massi, terrazzamenti con muri di sostegno in precarie condizioni di stabilità, ecc.) e indicare le opere di risanamento (modeste opere di difesa dalla caduta di massi, consolidamento dei muri di sostegno, regimazione delle acque superficiali, ecc.). Inoltre si dovrà definire le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche del terreno di fondazione e il grado di stabilità dei pendio, tenendo conto anche degli effetti derivanti dalla realizzazione della costruzione. Lo studio deve essere esteso a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti.
- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e dgr 10 aprile 2003, n° 7/12693.
- 5) Si sconsiglia la realizzazione nelle aree in classe 3a dei cosiddetti edifici strategici e rilevanti (scuole, municipio, sedi della protezione civile, ecc).
- 6) Si consiglia infine di limitare l'edificazione in queste aree adottando un basso indice di fabbricabilità.

ARTICOLO C.2 - Sottoclasse 3b

Si tratta delle aree di conoide distanti dall'alveo e potenzialmente esposte a fenomeni d'esondazione di medio-bassa entità in caso di eventi catastrofici. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche e velocità ridotte ($v \times h < 1,0$ mq./s) e trasporto prevalente di materiali ghiaioso-sabbiosi.

Il grado di pericolosità sopra descritto è condizionato al mantenimento in perfetta efficienza delle opere di difesa idraulica esistenti, alla regolare pulizia degli alvei dalla vegetazione ad alto fusto e al mantenimento delle attuali sezioni di flusso mediante periodiche opere di svaso. Nella **classe di fattibilità 3b** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico-geotecnica, secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616. L'indagine geologica dovrà in particolare valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), accertare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, verificare le condizioni di rischio indotte dal corso d'acqua (con particolare riguardo alle condizioni di manutenzione delle opere idrauliche) e proporre eventuali opere di difesa della costruzione. Gli edifici dovranno essere progettati in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti delle lave torrentizie, in particolare i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, gli accessi dovranno essere rialzati e si dovrà evitare la realizzazione di finestre nella zona di potenziale deposito del materiale detritico; l'edificio dovrà avere una struttura molto robusta (ad es. in c.a.) così da resistere ad una eventuale spinta dinamica del materiale, l'imbocco dei garage dovrà possibilmente essere rivolto verso valle; le fondazioni dovranno essere profonde e in cemento armato in modo tale da non essere distrutte o scalzate da locali fenomeni di erosione.

- 4) Si sconsiglia la realizzazione nelle aree in classe 3c dei cosiddetti edifici strategici e rilevanti (scuole, municipio, sedi della protezione civile, ecc).
- 5) Si consiglia infine di limitare l'edificazione in queste aree adottando un basso indice di fabbricabilità.

Le zone in classe 3c sono comprese nelle aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn) del quadro dei dissesti idrogeologici PAI proposto. In questi settori valgono anche le limitazioni delle N.d.A. del PAI, art. 9 comma 9.

ARTICOLO C.3 - Sottoclasse 3c

Si tratta di pendii moderatamente inclinati (pendenza minore di 20°) o aree depresse con sottosuolo in materiale sciolto, caratterizzati dalla presenza diffusa di acque sorgive e freatiche. A causa della forte presenza di acqua e di sedimenti limo-argillosi talora organici (torba), il sovraccarico esercitato da una nuova costruzione può generare cedimenti differenziali del suolo e/o lenti scivolamenti gravitativi del terreno sovraccaricato.

Nella **classe di fattibilità 3c** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico-geotecnica, secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616. In particolare lo studio dovrà valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), le caratteristiche

geotecniche del terreno di fondazione, la quota della falda freatica e indicare le eventuali opere necessarie per il drenaggio e l'allontanamento delle acque superficiali e freatiche. Si dovrà inoltre stabilire con opportune indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e la quota della falda freatica. La capacità portante e la spinta del terreno dovranno essere calcolate assumendo il sottosuolo completamente saturo d'acqua.

- 4) Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e dgr 10 aprile 2003, n° 7/12693.
- 5) Si sconsiglia la realizzazione nelle aree in classe 3f dei cosiddetti edifici strategici e rilevanti (scuole, municipio, sedi della protezione civile, ecc).
- 6) Si consiglia infine di limitare l'edificazione in queste aree adottando un basso indice di fabbricabilità.

ARTICOLO C.4 - Sottoclasse 3d

Occupi la fascia fluviale B dell'Adda, vale a dire la zona che può essere interessata in modo significativo dalla piena dell'Adda con tempi di ritorno pari a 200 anni.

Queste zone sono soggette alle limitazioni imposte dalle norme di attuazione del PAI relative alla fascia fluviale B (artt. 29 e 30; art. 32, commi 3 e 4; art. 38; art. 38 bis; art. 39, commi dall'1 al 6; art. 41).

In campo urbanistico sono esclusivamente consentiti gli interventi definiti nell'art. 39 commi 1, 2, 3 e 4 delle norme PAI, in particolare:

- 1) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o 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;
- 2) interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e 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;

- 3) 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.

Gli interventi di cui ai punti precedenti dovranno essere supportati da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.

ARTICOLO C.5 - Sottoclasse 3d*

Si tratta delle aree a tergo della fascia fluviale B del PAI potenzialmente esposte alla piena dell'Adda con tempi di ritorno bicentenari secondo la Direttiva Alluvioni (mappe PGRA).

L'uso del territorio in queste nuove aree di esondazione è normato dal nuovo Titolo V delle norme di attuazione del PAI "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)". In particolare l'art. 58 del nuovo Titolo V demanda alle Regioni l'emanazione di "disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel campo urbanistico".

In base a tali disposizioni regionali riportate nella d.g.r. n° X/6738 del 19/06/2017 (allegato A – art. 3.1.4), le nuove aree di esondazione individuate dal PGRA a tergo della attuale fascia fluviale B dell'Adda sono soggette, in base all'art. 58 comma 2 del nuovo Titolo V del PAI, alle prescrizioni e limitazioni proprie della fascia fluviale B.

Per le aree appartenenti alla sottoclasse 3d* valgono pertanto le norme relative alla sottoclasse 3d.

ARTICOLO C.6 - Sottoclasse 3e

Comprende la fascia fluviale C dell'Adda vale a dire l'area potenzialmente esposta alla piena dell'Adda con tempi di ritorno di 500 anni.

Si possono avere deflussi con altezze idriche e velocità modeste nonché il trasporto di materiali sabbiosi e limo-argillosi. Le zone più depresse possono essere allagate, anche per emersione della falda freatica. I terreni di fondazione possono avere caratteristiche

geotecniche scadenti mentre la falda freatica si trova quasi sempre a debole profondità dal piano campagna (non può abbassarsi sotto la quota dell'Adda).

Nella **classe di fattibilità 3e** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico-tecnica secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali e artigianali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 con ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze, dovranno essere supportate da uno specifico studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616. In particolare lo studio dovrà valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), stabilire con opportune indagini geognostiche, le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, la quota della falda freatica e la sua massima oscillazione. Nelle zone situate al piede del versante orobico si dovranno verificare le condizioni di stabilità dei pendii soprastanti ed eseguire eventuali opere di risanamento.

Le costruzioni dovranno essere progettate in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti di una possibile esondazione, in particolare:

- a) il piano abitabile, le aree sede di processi industriali, attività artigianali e commerciali dovranno essere poste sopra la quota minima stabilita nella relazione geologica allegata al progetto;
- b) i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, si dovrà evitare la concentrazione di beni di valore nei piani interrati o seminterrati, gli scantinati dovranno avere muri perimetrali impermeabili. La quota di pavimento del piano interrato o seminterrato non dovrà essere più bassa di 3 m rispetto alla quota minima del piano abitabile.

- c) le fondazioni dei fabbricati dovranno essere in cemento armato con il piano di posa ad almeno un metro di profondità dall'attuale piano campagna; nel dimensionarle si dovrà ipotizzare un terreno saturo d'acqua e soggetto a sottospinte idrostatiche;
- 4) Si sconsiglia la realizzazione nelle aree in classe 3e dei cosiddetti edifici strategici e rilevanti (scuole, municipio, sedi della protezione civile, ecc).
- 5) Si consiglia infine di limitare l'edificazione in queste aree adottando un basso indice di fabbricabilità.

ARTICOLO C.7 - Sottoclasse 3f

Comprendono le aree di fondovalle potenzialmente esposte ad allagamenti di modesta entità dovuti al ristagno delle acque di ruscellamento superficiale provenienti dal pendio soprastante. Le zone più vicine al piede del versante possono essere interessate marginalmente da colate di detrito e terreno di piccola volumetria.

Nella **classe di fattibilità 3f** valgono le seguenti prescrizioni:

- 1) il recupero patrimonio edilizio esistente, limitatamente agli interventi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, è consentito senza integrazioni di carattere geologico.
- 2) le opere di sistemazione idrogeologica, infrastrutture e opere d'interesse pubblico sono consentite a condizione che il progetto sia supportato da una specifica indagine geologico-tecnica secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616.
- 3) Le nuove costruzioni di elevato valore e vulnerabilità idrogeologica (case residenziali, edifici industriali, edifici pubblici, box interrati, ecc), gli interventi definiti dall'art. 27, lettera d) della l.r. 12/05 ed eventuali ampliamenti nonché opere che comportano scavi di dimensioni importanti sotto il piano di fondazione di edifici o strade situati nelle vicinanze) dovranno essere supportate da una specifica indagine geologico-tecnica, studio di carattere geologico-geotecnico e idrogeologico secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e dalla D.G.R. IX/2616. In particolare lo studio dovrà valutare le azioni sismiche (categoria di sottosuolo, categoria topografica, coefficienti sismici), analizzare le condizioni di pericolosità esistenti e indicare le eventuali opere di risanamento. Le costruzioni sopra descritte dovranno essere progettate in modo tale da ridurre al minimo la loro vulnerabilità nei confronti di un possibile allagamento, in particolare:

- a) il piano abitabile, le aree sede di processi industriali, attività artigianali e commerciali dovranno essere poste sopra la quota minima indicata nella relazione geologica allegata al progetto;
- b) i piani seminterrati non dovranno essere abitabili, si dovrà evitare la concentrazione di beni di valore nei piani interrati o seminterrati, gli scantinati dovranno avere muri perimetrali impermeabili. La quota di pavimento del piano interrato o seminterrato non dovrà essere più bassa di 3 m rispetto alla quota minima del piano abitabile.

Nelle zone situate al piede del versante orobico si dovranno verificare le condizioni di stabilità dei pendii soprastanti ed eseguire eventuali opere di risanamento.

- 4) Si sconsiglia la realizzazione nelle aree in classe 3f dei cosiddetti edifici strategici e rilevanti (scuole, municipio, sedi della protezione civile, ecc).
- 5) Il nuovo PGT dovrà in ogni caso limitare l'edificazione in queste aree adottando un indice di fabbricabilità, compresi i volumi esistenti, molto basso.

ARTICOLO D - Classe 4 (Fattibilità con gravi limitazioni)

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o per la modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27 comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili. Nelle aree di rispetto delle sorgenti valgono anche le limitazioni imposte dal D.P.R. n° 236/1988, D.L.vo n° 152/1999, D.L.vo n° 258/2000 e dgr 10 aprile 2003, n° 7/12693.

Tali opere, così come quelle di sistemazione idraulica e idrogeologica, dovranno essere supportate da apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Nel quadro dei dissesti idrogeologici PAI proposto, le zone in classe 4 appartengono in particolare alle aree classificate come Fa (frana attiva), Ca (conoide attiva non protetta),

Ee (esondazioni torrentizie molto pericolose), Ve e Vm (valanghe), la Fascia Fluviale A dell'Adda e le aree di esondazione dell'Adda con tempi di ritorno ventennali secondo la Direttiva Alluvioni (mappe PGRA).

5. DETERMINAZIONI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) CHE INTERESSANO IL TERRITORIO COMUNALE

La componente geologica dei Piani di Governo del Territorio deve recepire le determinazioni dei Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI), approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 e aggiornato il 17 dicembre 2015 con l'inserimento del Titolo V, contenente "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)".

Il PAI comprende una serie di norme che disciplinano l'utilizzo del territorio e che in particolare forniscono indirizzi alla pianificazione urbanistica nelle aree di dissesto e soggette a rischio idraulico.

Le norme del PAI si applicano:

- a) alle Fasce fluviali dell'Adda;
- b) alle aree perimetrate nella carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (si segnala a questo riguardo che adottando una base planimetrica aggiornata e più precisa la posizione dei dissesti soprattutto quelli in corrispondenza dei corsi d'acqua può essere leggermente differente rispetto a quella indicata nelle carte PAI);
- c) alle aree di esondazione dell'Adda relative alla Direttiva Alluvioni (mappe PGRA). In particolare per le aree di esondazione con tempi di ritorno di 20 anni (aree P1) si applicano le norme di fascia A mentre per le aree di esondazione di 200 anni (aree P2) si applicano le norme i fascia B salvo quanto previsto nelle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA (Dgr n° X/6738 del 19/06/2017).

Nelle fasce fluviali dell'Adda sono in vigore i vincoli di cui agli artt. 28, 29, 30, 31 e 39 delle NTA del PAI, mentre le aree delimitate nella carta del dissesto sono soggette ai vincoli di cui all'art. 9.

Il Geologo
Dott. Guido Merizzi



APPENDICE 1 - Indagini sismiche effettuate per l'analisi sismica di secondo livello riguardanti le aree urbanizzate e di espansione urbanistica del territorio comunale