

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO

PROVINCIA DI BERGAMO

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO PGT 2.0

DOCUMENTO DI PIANO RELAZIONE GEOLOGICA

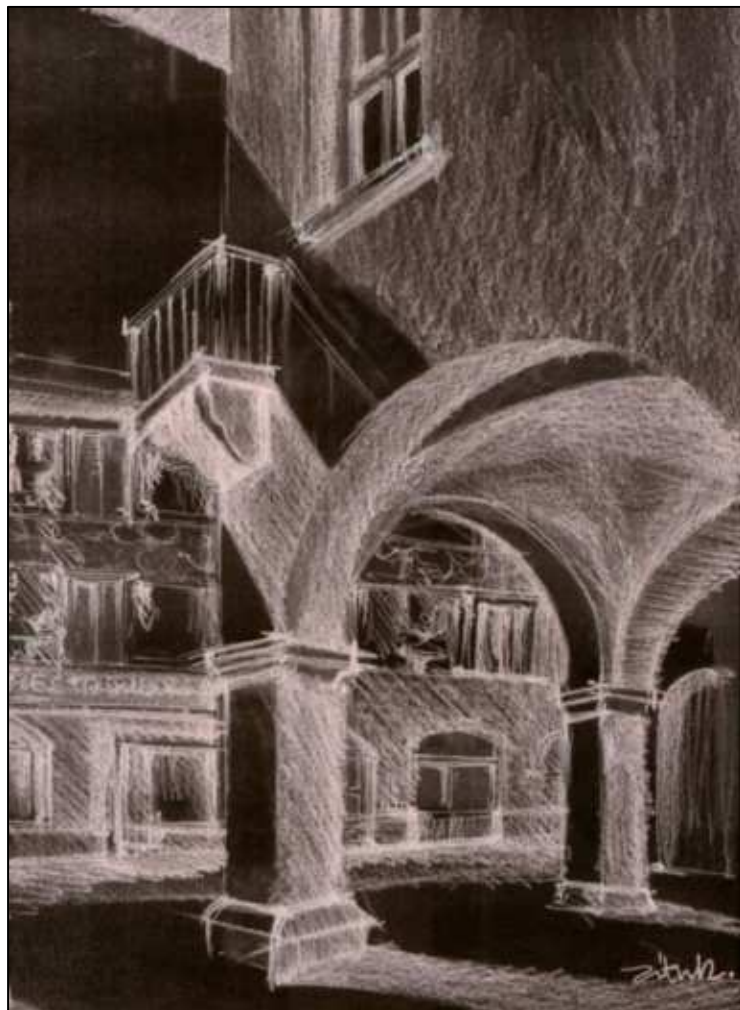
DOCUMENTO DI PIANO
PIANO DEI SERVIZI * PIANO DELLE REGOLE
DOTT. ING. ELISABETTA NANI
Ufficio Tecnico Comunale
Area Urbanistica e Gestione del Territorio

VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA
DOTT. ARCH. ALESSANDRO COLOMBO
Ufficio Tecnico Comunale
Area Sportello Unico Edilizia e Ambiente

ANALISI DELL'EDIFICATO
DOTT. ARCH. MARIANGELA CARLESSI
Via Mazzini, 55 - Alzano Lombardo
DOTT. ARCH. FABRIZIO BONOMI
Via Corsica, 118 - Brescia

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA
E SISMICA DEL PGT
STUDIO G.E.A. snc
Via Tezze, 1 - Ranica

UFFICIO DI PIANO:
Dott. Ing. Elisabetta Nani
Dott. Arch. Alessandro Colombo
Dott. Arch. Patrizia Patelli
Dott. Arch. Paolo Zenoni



adottato dal C.C. con deliberazione n. 10 del 28/02/2014
approvato dal C.C. con deliberazione n. 63 del 15/12/2014

IL SINDACO
Annalisa Nowak

L'ASSESSORE AL TERRITORIO
Marco Lameri

IL SEGRETARIO
dott. Giuseppe Brando

data: DICEMBRE 2014

Ag/R

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	Obiettivi e quadro normativo di riferimento.....	2
1.2	Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti	4
2	QUADRO DISSESTI E FASCE FLUVIALI	7
2.1	Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto.....	7
2.2	Aggiornamenti proposti al quadro dissesti.....	8
2.3	Aggiornamenti proposti ai limiti delle fasce fluviali	9
3	VINCOLI	13
3.1	Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli.....	13
4	SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI.....	18
4.1	Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi.....	18
4.2	Individuazione delle aree di criticità.....	20
5	FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO.....	24
5.1	Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità.....	24
5.2	Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio	25
5.3	Modifiche rispetto alla fattibilità precedente.....	27
6	NORME GEOLOGICHE DI PIANO	28
7	VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO.....	29
7.1	Generalità e metodologie di analisi	29
7.2	Situazione specifica e rapporto con gli studi già eseguiti	35
8	CONCLUSIONI.....	41
9	BIBLIOGRAFIA.....	45

1 PREMESSA

1.1 Obiettivi e quadro normativo di riferimento

Il Comune di Alzano Lombardo (Bergamo) ha incaricato lo scrivente Studio G.E.A. di adeguare lo studio geologico vigente, a seguito della redazione del nuovo Documento di Piano con variante al Piano dei Servizi ed al Piano delle Regole del Piano di Governo del Territorio ("P.G.T. 2.0", D.G.C. n. 55 del 14-03-2013).

Il lavoro consiste nell'adeguamento e nella parziale revisione della vigente componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., redatta nel 2008 dallo scrivente (e, per la parte sismica, dai Dott. Geol. Gianluigi Nozza e Michela Pecchio), ed è stato condotto secondo quanto disposto nei "*Criteria ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, N. 12*" (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616).

Con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Alzano Lombardo (compreso nell'elenco di cui alla D.G.R. 11-12-2001 n. 7/7365 con situazione iter P.A.I. "concluso iter 5.3" e quadro dissesti vigente "aggiornato"), propone ulteriori nuovi aggiornamenti al quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I. (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Lo studio geologico proposto contiene il quadro del dissesto derivante da valutazioni di maggior dettaglio rispetto ai dati contenuti nel primo livello di approfondimento dei P.T.C.P., e sarà perciò strumento di riferimento una volta raggiunta la compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Lo studio illustrato in queste pagine, redatto secondo i riferimenti normativi citati, è costituito dalla presente relazione tecnica, dalla cartografia e dalle norme geologiche di piano.

Per i rilievi di terreno e la rappresentazione grafica dei dati è stato utilizzato, come base topografica, il rilievo aerofotogrammetrico del comune, lavorando nel sistema di coordinate WGS84.

Ciò che emerge da questo studio è una sintesi geoambientale di carattere interpretativo, che non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici, né esime l'Amministrazione Comunale ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico ed ambientale.

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di questo studio è quello di raccogliere i principali parametri geologici delle aree esaminate e di evidenziare la vocazione delle stesse e le limitazioni d'uso del territorio per una corretta ed efficace gestione delle risorse; in particolare si fa riferimento ai nuovi interventi edificatori (urbanizzazione) per valutarne la fattibilità, predisponendo nel contempo i provvedimenti di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio naturale.

1.2 Articolazione del lavoro e rapporti con gli studi geologici precedenti

Il presente studio non costituisce una componente geologica completamente nuova del territorio comunale, ma soltanto una revisione di quella precedente.

Il lavoro è dunque consistito in:

- Integrazione dei nuovi dissesti occorsi, rilevati o segnalati dopo il 2008, per l'aggiornamento del quadro del dissesto P.A.I., con particolare (ma non esclusivo) riferimento alle frane sistemate o monitorate dallo scrivente negli ultimi anni lungo la strada tra Burro e Monte di Nese.
- Lievi ripermetrazioni o ridefinizioni dello stato di attività di alcuni dissesti già precedentemente individuati.
- Perfezionamento della posizione e ridefinizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti pubbliche idropotabili, sia a seguito dell'acquisizione di nuovi dati sia, nel caso della Busa, a seguito della redazione da parte dello scrivente di uno studio idrogeologico specifico.
- Eliminazione delle aree di salvaguardia di due pozzi (zona Parco Montecchio e zona Cartiere Pigna) che non risultano più ad uso pubblico idropotabile.
- Ridefinizione delle "aree con caratteristiche geotecniche scadenti" insistenti su vaste porzioni del territorio comunale, grazie ai dati acquisiti in questi ultimi anni mediante indagini geologico-geotecniche puntuali sul territorio.
- Ridefinizione della fattibilità geologica in alcune aree particolarmente ripide del territorio, soprattutto ad Olera.
- Adattamenti topografici minori di alcuni dissesti (soprattutto le aree di esondazione "Ee" dei corsi d'acqua).
- Lievi modifiche ai limiti delle fasce fluviali P.A.I. lungo il Fiume Serio, sulla base di elementi morfologici certi.
- Rivisitazione della cartografia di pericolosità sismica locale a seguito delle

modifiche effettuate.

Il nuovo studio, una volta conclusa la fase di approvazione, sostituirà completamente la precedente componente geologica e idrogeologica del P.G.T. per quanto attiene quadro del dissesto, quadro dei vincoli geologici e fattibilità geologica con relative norme di piano.

Per quanto concerne invece la componente sismica, anche in questo caso la nuova cartografia sostituirà quella precedente, tuttavia gli approfondimenti di 2° e 3° livello eseguiti da Nozza & Pecchio (analisi strumentali e relative elaborazioni) rimarranno pienamente validi.

Nella redazione del presente lavoro, si è peraltro tenuto conto anche del parere espresso da Regione Lombardia in data 12 luglio 2010 prot. n. Z1.2010.0017036 in merito allo studio geologico del 2008, recependo le indicazioni in esso contenute.

In definitiva, sia in termini di consultazione a livello comunale che di trasmissione agli Enti sovraordinati (Regione Lombardia, Provincia di Bergamo, Autorità di Bacino del Fiume Po, ecc.), il pacchetto completo del lavoro dovrà essere composto da:

- Materiale tematico di base dello studio del 1997 (carte tematiche, relazione illustrativa escluse le norme, allegati).
- Nuova componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., a completa sostituzione di quella redatta nel 2008.
- Componente sismica precedente, solo per quanto attiene alle analisi strumentali ed alle elaborazioni di 2° e 3° livello.

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0

N.B.: sono altresì da tenere in considerazione tutti gli studi di approfondimento, di qualsiasi Professionista, eseguiti nel corso degli anni sui vari dissesti (frane, conoidi, valanghe, aree a rischio idrogeologico molto elevato, ecc.), e che hanno contribuito alla ridefinizione delle classi di rischio e/o degli ambiti di fattibilità per determinate aree del territorio comunale.

2 QUADRO DISSESTI E FASCE FLUVIALI

- **TAVOLA N. 2 – CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.**
- **TAVOLA N. 3 – CARTA DEI VINCOLI**

2.1 Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto

I rilevamenti di terreno hanno permesso l'individuazione di un vasto numero di aree in dissesto esistenti nel territorio di Alzano Lombardo.

La Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I., redatta in scala 1:10.000 su base C.T.R., è finalizzata ad aggiornare l'Elaborato 2 del P.A.I.; i dissesti contenuti in tale tavola provengono:

- dai nuovi rilevamenti e sopralluoghi di terreno;
- dal quadro del dissesto P.A.I. già consolidato con il precedente studio geologico.

La legenda utilizzata segue gli standard grafici P.A.I., così come richiesto dai criteri attuativi della L.R. 12/2005.

Come già precisato in premessa, con la predisposizione del presente studio geologico, il Comune di Alzano Lombardo (compreso nell'elenco di cui alla D.G.R. 11-12-2001 n. 7/7365 con situazione iter P.A.I. "concluso iter 5.3" e quadro dissesti vigente "aggiornato"), propone ulteriori nuovi aggiornamenti al quadro dissesti di cui all'Elaborato 2 del P.A.I. (una volta recepito lo studio stesso negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste dalla L.R. 12/05) ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del P.A.I.

2.2 Aggiornamenti proposti al quadro dissesti

Il quadro del dissesto P.A.I. viene modificato dal presente studio. Gli aggiornamenti possono essere così riassunti:

- Il confine comunale è stato modificato, con conseguente ripermimetrazione di alcuni dissesti lungo i margini del territorio comunale.
- Le aree di esondazione "Ee" sono state adattate alla base topografica, affinché risultino il più possibile coerenti con la topografia, soprattutto in prossimità di argini ben delineati, muri di sponda e via scorrendo.
- La frana quiescente "Fq" tra le località Cascina alle Viti e Castello è stata leggermente adattata alla topografia sulla scorta di rilievi e sopralluoghi di terreno.
- È stata aggiunta la frana occorsa nel 2010 lungo la strada tra Burro e Monte di Nese. Essendo nel contempo già stata messa in sicurezza su progetto dello scrivente, si è deciso di inserirla come frana quiescente "Fq" (per tener conto del rischio residuo). Contestualmente, è stata inserita in frana relitta "Fs" anche la zona circostante, come da rilevamenti eseguiti durante gli studi per il movimento franoso.
- Sono state aggiunte una piccola frana attiva ed una frana quiescente nella Val

Porla, ad est delle località Ghirardi e Luiselli. I due dissesti sono stati individuati durante i rilevamenti per la frana di cui al punto precedente, nel 2010.

- È stata aggiunta una piccola frana attiva lungo la strada che sale a Monte di Nese, subito a monte di Burro Alto, lungo il Rio del Molino. Il dissesto è a tutt'oggi in fase di monitoraggio.
- Sono stati eseguiti adattamenti minori di dissesti preesistenti alla topografia o ad elementi morfologici riconosciuti.

2.3 Aggiornamenti proposti ai limiti delle fasce fluviali

Le fasce fluviali sono state leggermente modificate; in particolare, è stato adattato lievemente il limite tra fascia A e fascia C nella parte più meridionale del territorio, lungo la pista ciclopedonale (zona "Le Piante"). Tale adattamento, che si conforma di fatto al limite proposto negli elaborati stessi del P.A.I., è dettato da motivazioni topografiche e si fonda su elementi morfologici certi, ed è stato implementato perché il limite tracciato nello studio precedente tagliava a metà una serie di fabbricati, risultando, di fatto, poco verosimile dal punto di vista topografico.

Consultando lo *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda*, redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'aprile 2005 e riportato in stralcio di seguito, si evince come la proposta di limite della Fascia B (in questo caso coincidente con la Fascia A - linea rossa continua) sia spostata più verso il Serio rispetto alla perimetrazione originaria (linea nera continua). La proposta di aggiornamento del limite dell'Autorità di Bacino, dunque, va sostanzialmente nella stessa direzione del presente studio, pur con i debiti aggiustamenti dettati dalla scala di maggior dettaglio dell'aerofotogrammetrico comunale.

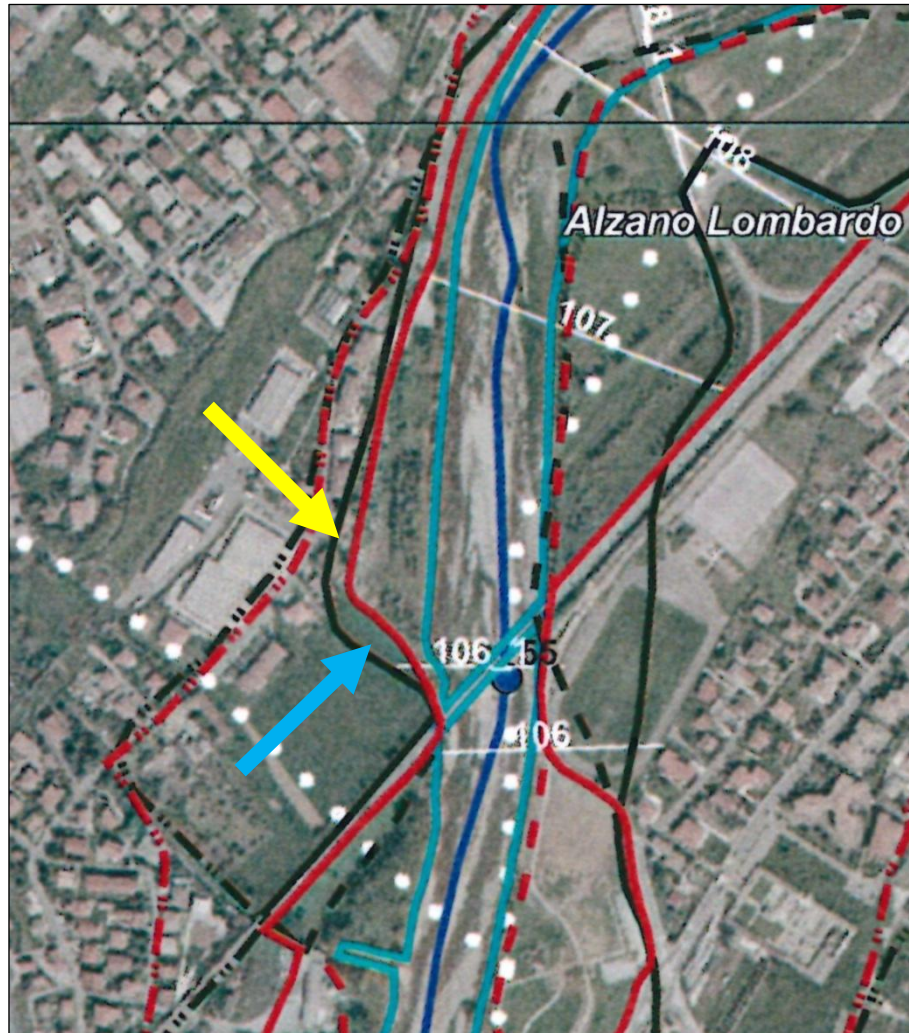


Figura 1 – Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda (Autorità di Bacino del Fiume Po, aprile 2005)
Indicata in giallo la zona oggetto di riadattamento topografico,
lungo il limite della Fascia B

Per quanto concerne, in particolare, il limite di fascia B in corrispondenza dell'estremità sud del comune (freccia azzurra nella cartografia di cui sopra), è da rimarcare la presenza di un avvallamento (ex canale) che funge da elemento morfologico evidente, sottolineato anche da un dislivello di quota tra sponda destra e sinistra; tale elemento supporta adeguatamente l'appoggio del nuovo limite della fascia B.



Figura 2 – Zona del limite di fascia B all'estremità sud del comune, vicino alla pista ciclopedonale; si evidenzia l'avvallamento in corrispondenza del quale è stato appoggiato il limite revisionato, dato che il canale funge da elemento morfologico certo e segna un dislivello altimetrico marcato tra la sponda destra (più alta) e quella sinistra (più bassa)



Figura 3 - L'ex canale posto come limite di fascia B: si evidenzia il dislivello altimetrico tra le due sponde

3 VINCOLI

➤ **TAVOLA N. 3 – CARTA DEI VINCOLI**

3.1 Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli

I nuovi criteri di realizzazione degli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevedono, in fase di sintesi, la realizzazione di un'adeguata cartografia che indichi chiaramente i vincoli di carattere geologico, idraulico e idrogeologico cui è sottoposto il territorio comunale (Carta dei Vincoli realizzata in scala 1.5:000 per tutto il territorio e 1:2.000 per l'urbanizzato).

Tali vincoli sono riassumibili in:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89:
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Elaborato 2 – Quadro del dissesto originario-aggiornato):* ambiti di dissesto (frane, esondazioni torrentizie, conoidi e valanghe) così come presenti nel quadro dissesto aggiornato P.A.I. vigente ed aggiornati/modificati in seno al presente studio (si veda il capitolo relativo).
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Elaborato 8 – Fasce fluviali P.A.I. – ex aree P.S.F.F.):* fasce fluviali A, B, C così come contenute nell'Elaborato 8 del P.A.I., ex Piano Stralcio Fasce Fluviali. Per quanto concerne le modifiche apportate alle fasce fluviali in seno al presente studio, si veda il capitolo relativo.
 - *Quadro del dissesto così come presente nel S.I.T. regionale e/o derivante dal presente studio, proposto in aggiornamento:* ambiti di dissesto eventualmente presenti nel quadro dissesti della Regione Lombardia e sottoposti a modifiche/integrazioni in seno al presente

studio. Sono inclusi i dissesti derivanti da nuovi rilevamenti di terreno, studi di dettaglio, lavori di messa in sicurezza, fenomeni occorsi successivamente alla redazione dello studio geologico precedente (si veda il capitolo relativo).

- *Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868:* sono state individuate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua dello studio del Reticolo Idrico Minore nel territorio comunale, definite in 10 m (e talora 5 m) dalle sponde esterne. In tutti i casi, il graficismo indicato in Carta dei Vincoli per le fasce di rispetto è indicativo; la distanza di 5 m o 10 m deve di fatto essere valutata puntualmente sul terreno e misurata sempre a partire dai cigli esterni delle sponde. Inoltre, a causa di possibili errori cartografici, inaccessibilità delle aree, proprietà private, ecc. sarà sempre necessario determinare topograficamente di volta in volta la posizione delle fasce di rispetto in relazione alla reale posizione del reticolo, dal momento in cui lo stesso può talvolta differire da quello riportato in cartografia. Al momento, il Reticolo Minore è in fase di revisione/aggiornamento, perciò provvisoriamente non è stato riportato nella Carta dei Vincoli. Sarà dunque necessario attenersi allo studio del R.I.M. per qualsiasi individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua. In particolare, in seno all'aggiornamento sarà introdotta una riduzione della fascia di rispetto a 5 m del tratto tombottato del corso d'acqua attualmente codificato come "A" (località Grumello, vicino al confine con Ranica), così come rappresentato nello stralcio cartografico di cui alla figura seguente.

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0



Figura 4 - Stralcio dell'aggiornamento del R.I.M. con riduzione della fascia di rispetto del corso d'acqua "A" a 5 m per il tratto tombottato, in zona Grumello vicino al confine con Ranica

- *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:* zona di tutela assoluta e zona di rispetto delle captazioni pubbliche ad uso idropotabile (sorgenti e pozzi), individuate ai sensi del D.Lgs. 152/2006 art. 94. Nel comune di Alzano Lombardo e nelle immediate vicinanze sono state riscontrate una serie di captazioni pubbliche idropotabili, le cui aree di salvaguardia sono state perimetrare con criterio geometrico-topografico. La ridefinizione con criteri più precisi delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili è demandata ad uno studio di dettaglio appositamente predisposto. Questi vincoli non vanno confusi con il cosiddetto "Vincolo Idrogeologico" ai sensi del R.D.L. 30-12-1923 n. 3267, che non ha nessuna connessione con le opere di captazione. Rispetto allo studio precedente, le aree di rispetto sono state sensibilmente modificate.

Più precisamente:

- È stato eliminato il vincolo relativo al pozzo presso la Cartiera Pigna, in quanto non a servizio di pubblico acquedotto.
- È stato eliminato il vincolo relativo al pozzo presso il Parco Montecchio, in quanto non a servizio di pubblico acquedotto.
- La posizione di varie sorgenti pubbliche idropotabili, e quindi delle relative aree di rispetto, è stata ridefinita sulla base delle cartografie fornite dall'Ufficio Tecnico comunale. Per lo più si tratta di piccoli spostamenti dei punti di captazione.
- Sono state inserite in cartografia alcune sorgenti leggermente esterne al territorio comunale, a mero titolo conoscitivo.
- La zona di salvaguardia delle sorgenti poste in località ex Cava della Busa – Fornaci è stata perimetrata così come definito in studio idrogeologico di dettaglio specifico redatto dallo scrivente. In questo caso, si precisa che l'area di tutela assoluta (raffigurata in blu) non è limitata ai 10 m di raggio da ogni sorgente, ma è stata ampliata includendo l'area sorgentizia nel suo complesso; anche l'area di rispetto, naturalmente, è stata ridefinita dallo studio.

Per quanto concerne le attività consentite all'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni e la normativa associata a questo tipo di vincolo, fa fede il Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/2006) con relative successive modifiche e integrazioni.

- *Geositi*: nel territorio di Alzano Lombardo sono stati individuati due ambiti di tipo geologico-paleontologico sulla base della Carta delle Valenze Geologiche contenuta nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, di cui lo scrivente è autore. L'ubicazione dei due siti è indicativa.

4 SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI

➤ TAVOLA N. 4 – CARTA DI SINTESI

4.1 Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi

La fase di sintesi della cartografia relativa agli studi geologici di supporto ai Piani di Governo del Territorio prevede la realizzazione di una cartografia adeguata, che sintetizzi in scala opportuna (1:5.000) le principali problematiche di ordine geologico, geomorfologico, idrogeologico e idrologico separatamente indicate nella cartografia tematica.

Gli ambiti di criticità sono suddivisi in base alla tipologia di problema riscontrato, sulla scorta delle linee guida emanate dalla Regione Lombardia:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*: problematiche connesse alla presenza di elevata acclività e di fenomeni di dissesto lungo i pendii (incluse le valanghe).
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*: problematiche legate alla presenza di corsi d'acqua e relativi fenomeni di dissesto (esondazioni), carenze delle opere di difesa spondale e simili.
- *Aree vulnerabili dal punto di vista geotecnico*: problematiche legate alle caratteristiche scadenti dei terreni.

In Alzano Lombardo le aree critiche più significative sono quelle di tipo idraulico e di instabilità dei versanti.

È possibile, naturalmente, la coesistenza di problematiche diverse su di una medesima zona. In questo caso, se tale concomitanza è significativa, la Carta di Sintesi la rappresenta mediante la sovrapposizione grafica delle simbologie relative a ciascun fenomeno.

Si noti come vi sia corrispondenza fra gli ambiti individuati nella Carta di Sintesi e le classi di fattibilità indicate nella Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano. La presenza di elementi di vulnerabilità comporta l'attribuzione delle classi 2 e 3 (divise in ambiti), oppure, per i fenomeni più gravi, della classe 4 (ancora divisa in ambiti), a seconda del livello di criticità. La coesistenza di ambiti critici corrispondenti a classe 3 e 4 sulla medesima area comporta automaticamente l'attribuzione della classe 4, cioè la più vincolante, anche se nella realizzazione di interventi e nella predisposizione di indagini occorre tener conto delle prescrizioni e degli approfondimenti previsti per tutti i fenomeni di criticità presenti.

4.2 Individuazione delle aree di criticità

La distribuzione dei differenti ambiti di criticità geologica rispecchia fedelmente le problematiche del territorio.

In particolar modo:

- *Aree vulnerabili per l'instabilità dei versanti*
 - Aree di frana attiva (Fa): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi attivi. I fenomeni compresi in questa categoria sono frane di scivolamento, crollo e colata. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Le aree sono concentrate soprattutto nell'alta Valle della Nesa.
 - Aree di frana quiescente (Fq): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi quiescenti. I fenomeni compresi in questa categoria sono principalmente frane di scivolamento e colate. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Le aree sono concentrate nel comparto di versante, soprattutto lungo la scarpata sinistra del Torrente Olera, tra le località Frontale e Cascina Adobati, lungo la Valle Porla e il Rio del Molino. Altre due aree significative si trovano a valle di Burro e sul versante tra Cascina alle Viti e Castello (Nese).
 - Aree di frana relitta o stabilizzata (Fs): ambiti caratterizzati da fenomeni franosi relitti (paleofrane) o stabilizzati. I fenomeni compresi in questa categoria sono frane di qualsiasi tipo. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Vi sono svariate aree di questo tipo sparse sul territorio comunale, ma le quattro più significative si trovano a Monte di

- Nese, a Brumano, alla Tresca e ad Alzano Sopra.
- Aree molto acclivi e/o in erosione accelerata (er): zone site in versante da acclive a molto acclive, con concomitanza di più problematiche geomorfologiche e geotecniche. In particolare si riscontrano coperture detritiche diffuse (depositi di versante), balze rocciose, tracce di erosione superficiale diffusa. Ricadono in questi ambiti tutte quelle zone molto scoscese e possibilmente instabili che non presentano, però, chiari segnali di dissesto o perimetrazioni di dissesti sovraordinate. Nel territorio comunale, questi ambiti sono stati perimetrati in prevalenza lungo la scarpata sinistra del Torrente Olera, a Monte di Nese, Brumano e Burro.
 - Aree acclivi o prossime a scarpate acclivi (as): aree ad acclività medio-elevata o poste in immediata prossimità di scarpate acclivi, talora caratterizzate da presenza di fenomeni erosivi diffusi, ruscellamento concentrato, colluviamento, soliflusso e soil creep. Si tratta degli ambiti critici più diffusi nel comparto collinare e montano del territorio, occupando tutti i versanti di Olera, Burro, Monte di Nese, Brumano, Monte Zuccone, Frontale e Belvedere, ad eccezione delle zone ove insistono veri e propri dissesti, oppure di quelle molto ripide (er).
 - *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
 - Aree a pericolosità molto elevata di esondazione torrentizia (Ee): aree di pertinenza degli alvei attivi di alcuni corsi d'acqua, interessati o potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione ed erosione torrentizia molto frequenti. Queste aree coincidono con gli ambiti di dissesto "Ee" ubicati lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua, escluso il Serio, in quanto incluso nelle fasce fluviali P.A.I. Gli ambiti sono individuabili anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata

P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli.

- Aree di conoide attivo parzialmente protette (Cp): aree occupate da conoidi attivi parzialmente protetti. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di una sola piccola area, posta allo sbocco di una valletta in località Busa di Nese.
- Aree di conoide completamente protette o non recentemente attivatosi (Cn): aree occupate da conoidi non attivatisi in tempi recenti e/o completamente protette. L'ambito è individuabile anche sulla Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. 1:10.000 e sulla Carta dei Vincoli. Si tratta di aree abbastanza diffuse nel territorio comunale. La più estesa è indubbiamente quella legata al conoide del Torrente Nesa, che occupa una vasta parte del fondovalle e della zona di Nese. Un altro conoide relitto molto esteso è quello del Torrente Lujò, che occupa un'ampia porzione del territorio di Alzano in zona San Lorenzo. Altri due conoidi più piccoli si trovano allo sbocco di un impluvio laterale del Torrente Lujò (al confine orientale del comune), ed allo sbocco della Valle Paris, nel comparto montano.
- Aree ricadenti in fascia fluviale A (fluvA): aree di pertinenza della fascia fluviale A del Serio, indicate anche nella Carta dei Vincoli.
- Aree ricadenti in fascia fluviale B (fluvB): aree di pertinenza della fascia fluviale A del Serio, indicate anche nella Carta dei Vincoli.
- Aree ricadenti in fascia fluviale C (fluvC): aree di pertinenza della fascia fluviale A del Serio, indicate anche nella Carta dei Vincoli.

- *Aree vulnerabili dal punto di vista geotecnico*
 - Aree dotate di proprietà geotecniche scadenti, ex cave, riporti (sg): aree che presentano caratteristiche geomeccaniche scadenti dei terreni, per la presenza di suoli e paleosuoli limoso-argillosi molto potenti, coltri colluviali limoso-argillose di elevato spessore, depositi di paleofrana, riporti di origine antropica, occhi pollini, cavità e fenomeni simili. Nel caso di Alzano, si tratta soprattutto di potenti colluvi posti alla base dei versanti e di paleosuoli legati all'alterazione sia del substrato carbonatico che dei depositi alluvionali/fluvioglaciali pleistocenici. All'estremità occidentale del territorio, inoltre, si risente dell'influenza del Paleolago delle Fornaci di Ranica, con possibile presenza di depositi lacustri limoso-argillosi. Rispetto allo studio geologico precedente, dove questi ambiti erano stati perimetrati in modo molto esteso (associandoli anche ai conoidi relitti), in questa nuova versione dello studio si è proceduto ad una significativa riduzione degli stessi, grazie soprattutto alle numerose indagini geologico-geotecniche eseguite nel contempo dallo scrivente in molte aree del territorio comunale, specialmente a Nese. Grazie a questa puntuale revisione delle aree "sg", è stato possibile ridurre considerevolmente il livello di criticità geologica di numerose zone, in alcuni casi portandole anche in classe 2, con conseguenze favorevoli per i Cittadini e l'Amministrazione Pubblica, specialmente dal punto di vista degli approfondimenti sismici di 3° livello, che in molti casi (a causa dell'interpretazione cautelativa data alle aree "sg" da parte degli estensori della componente sismica) non erano in effetti necessari.

5 FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

➤ TAVOLA N. 5 – CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

5.1 Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità

La fase finale dello studio geologico di supporto al Piano di Governo del Territorio consiste nell'attribuzione delle opportune classi di fattibilità geologica agli ambiti di criticità emersi durante lo studio del territorio e sintetizzate nella Carta di Sintesi, tenendo conto anche dei vincoli geologici indicati nella relativa tavola.

La cartografia di fattibilità consiste di tavole in scala 1:2.000 relative ai centri abitati principali, più tre tavole in scala 1:10.000 su base aerofotogrammetrica comprensive dell'intero territorio comunale.

La cartografia di proposta ha influenza diretta e fattiva sulle scelte amministrative e sulle politiche del territorio, suddividendo il comune in aree ove la fattibilità delle azioni di piano è subordinata a precise prescrizioni di ordine geologico, che possono anche comportare l'inedificabilità (tranne per casi particolari) nel caso della classe 4. Non sono stati evidenziati, durante l'analisi del territorio, elementi sufficienti a giustificare l'introduzione della classe di fattibilità 1 (fattibilità senza particolari limitazioni). Pertanto, la classe di fattibilità meno limitante introdotta rimane la 2.

Sulla Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano viene riportata anche la zonizzazione sismica di 2° livello così come riportata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale. Per maggiore chiarezza di lettura, si è preferito riportare tali perimetrazioni solo nei fogli in scala 1:5.000.

5.2 Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio

La distribuzione delle classi di fattibilità geologica sul territorio comunale di Alzano Lombardo rispecchia la localizzazione delle aree di criticità evidenziate nella cartografia di sintesi, scaturite dall'analisi territoriale rappresentata nella cartografia tematica.

La classe di fattibilità 2 (gialla), la meno limitante, occupa ampie porzioni del territorio nel fondovalle, in corrispondenza del centro storico, oltre alla maggior parte dell'edificato di Olera e Lacca, la sommità del Monte Zuccone, ed infine alcune aree isolate a debole acclività nelle località Belvedere Alto, Molino del Bono e Busa di Nese. In queste porzioni di territorio non sono state riscontrate importanti problematiche di ordine geologico; sarà ad ogni modo necessario attenersi alle norme di piano, con particolare riferimento all'esecuzione delle adeguate indagini geotecniche per le opere edilizie.

La classe di fattibilità 3 (arancio) occupa, con le sue varie suddivisioni, la maggior parte del territorio comunale. Inoltre, essa funge quasi sempre da fascia di sicurezza fra le classi 2 e 4. Le zone più significative sono concentrate in corrispondenza dei conoidi di deiezione, nelle zone con caratteristiche geotecniche scadenti, nel fondovalle seriano associate alle fasce fluviali B e C, oltre che in corrispondenza di frane relitte e sui tutti i versanti mediamente acclivi e privi di dissesti (aree "as"). Tutto l'edificato di Monte di Nese, Burro, Nese, e buona parte dell'edificato principale di Alzano ricadono nella classe di fattibilità 3. Le problematiche riscontrate sono quelle già ampiamente descritte nel capitolo relativo alla cartografia di sintesi.

La classe di fattibilità 4 ha una distribuzione notevole sul territorio, ma non particolarmente penalizzante in termini urbanistici. Infatti, salvo qualche rara eccezione, la maggior parte di questa classe non interferisce con l'edificato. In particolare, la classe 4 con le sue varie suddivisioni occupa:

- L'alveo attivo del Fiume Serio e di tutti i corsi d'acqua o impluvi più significativi (Fascia Fluviale A ed aree di esondazione torrentizia "Ee").
- I versanti più ripidi.
- Tutte le aree in dissesto attivo e quiescente.

La zona di maggiore concentrazione di questa classe è quella che gravita attorno a Burro e Monte di Nese.

Come nello studio precedente, per la cartografia delle classi di fattibilità è stato seguito il criterio di utilizzare una suddivisione in ambiti di criticità, ad ognuno dei quali corrisponde una propria normativa di fattibilità.

5.3 Modifiche rispetto alla fattibilità precedente

La cartografia di fattibilità geologica è stata sottoposta ad una serie di modifiche rispetto alla versione precedente. In particolare, si possono fare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1. La classe di fattibilità 2 è stata introdotta lungo la sponda idrografica destra del Torrente Nesa (tratto basso), in sostituzione della precedente “3 sg” Inoltre, questa classe è stata anche inserita sulla sommità del Monte Zuccone, in continuità con quanto presente nello studio geologico di Ranica.
2. Di contro, la classe di fattibilità 2 è stata ridotta lungo il pendio a monte di Alzano Sopra, sostituita da una più coerente “3 as”.
3. La sottoclasse “3 sg”, come già chiarito nei capitoli precedenti, è stata sensibilmente ridotta in tutto il territorio comunale, specialmente nel fondovalle, lungo la Valle della Nesa e a Monte di Nese. Laddove eliminata, è stata sostituita da classe “3 as” o da classe 2; dove era accompagnata dalla sottoclasse di conoide protetto “3 Cn”, è stata lasciata solamente quest’ultima.
4. È stata completamente eliminata la sottoclasse “3 Fq”, sostituita – per non indurre equivoci normativi – dalla “4 Fq”. Si tratta di due soli casi, che peraltro non interferiscono con edifici: uno a Burro, ed uno tra Cascina alle Viti e Castello.
5. Sono stati introdotti alcuni ambiti di “4 er” lungo la sponda idrografica sinistra della Valle di Olera, a seguito di sopralluoghi e studi condotti recentemente in queste zone, a sostituzione della precedente classe “3 as”.
6. Naturalmente, tutte le modifiche al quadro del dissesto – ivi compresa l’introduzione di nuovi fenomeni – hanno comportato le conseguenti modifiche alla fattibilità geologica. Lo stesso dicasi per le variazioni topografiche ai limiti delle fasce fluviali P.A.I.

6 NORME GEOLOGICHE DI PIANO

In allegato alla presente relazione sono riportate le prescrizioni normative tecniche per gli interventi urbanistici, con indicazione degli studi e delle indagini di approfondimento richieste, delle opere di mitigazione del rischio, degli interventi di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, della predisposizione di sistemi di monitoraggio e degli idonei piani di protezione civile; tali prescrizioni devono essere recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Governo del Territorio.

Per ciascun ambito di intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata ad ogni poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere comunque applicate le disposizioni previste dal D.M. 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” (pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 – Supplemento Ordinario n. 30).

Si specifica che la Carta dei Vincoli, la Carta di Sintesi e la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano, nonché le presenti Norme Geologiche di Attuazione, costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole, ai sensi dell’art. 10, comma 1, lettera d della L.R. 12/2005.

7 VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO

➤ TAVOLA N. 1 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

7.1 Generalità e metodologie di analisi

Con l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08-05-2003 Supplemento ordinario n. 72), viene effettuata una suddivisione del territorio nazionale su base sismica e vengono fornite le prime normative tecniche per le costruzioni nelle zone sismiche. La Regione Lombardia ha preso atto della classificazione di tale Ordinanza mediante la d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003.

L'Ordinanza è peraltro entrata in vigore contestualmente al D.M. 14-09-2005 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 222 del 23-09-2005 Supplemento ordinario n. 159.

Grazie alla nuova Ordinanza, si è passati dalla vecchia classificazione sismica del territorio nazionale (D.M. 5 marzo 1984) alla suddivisione nuova che, per la Lombardia, classifica 41 comuni in zona 2, 238 comuni in zona 3 e 1267 comuni in zona 4.

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0

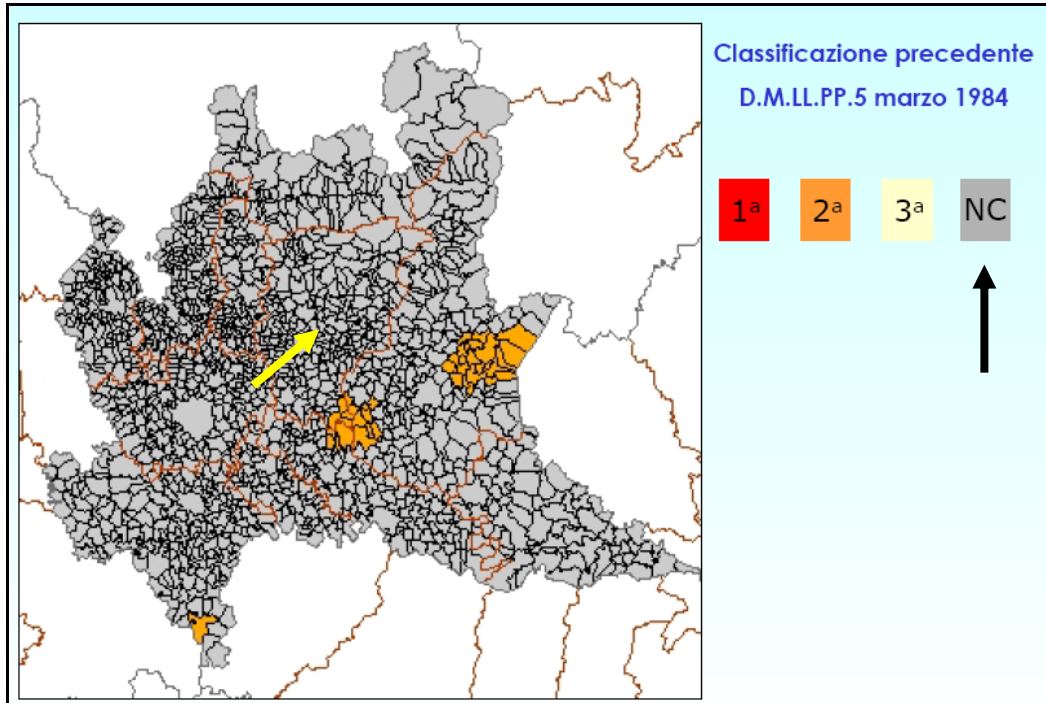
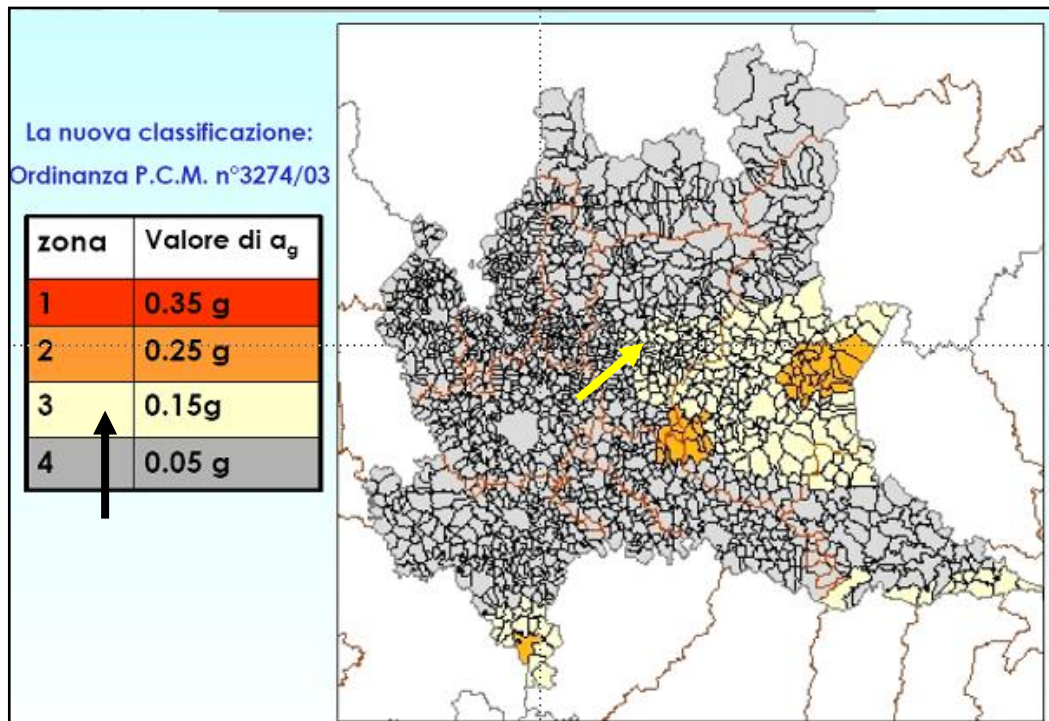


Figura 5 - Vecchia e nuova classificazione sismica (indicata in giallo la zona di Alzano)



COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0

Al fine di sviluppare una metodologia di valutazione dell'amplificazione sismica locale in adempimento alle nuove normative nazionali, la Regione Lombardia ha predisposto uno studio pilota, elaborato dal Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, basato sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate in aree campione del territorio regionale.

Tale metodologia, esaustivamente descritta nell'Allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/2005, prevede studi basati su **tre livelli di approfondimento crescente**.

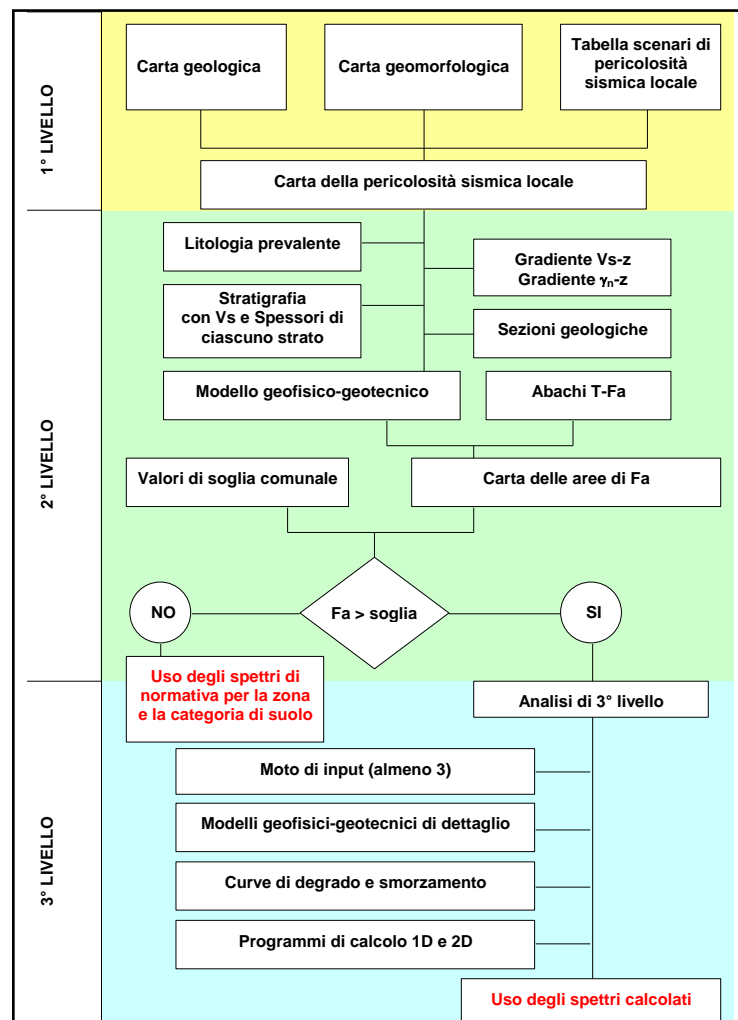


Figura 6 - Diagramma dei percorsi di definizione dei tre livelli di approfondimento sismico
[Criteri attuativi L.R. 12/05 – Regione Lombardia]

Il **1° livello**, obbligatorio per tutti i comuni (quindi anche quelli classificati in zona 4), consiste in una zonazione del territorio comunale in aree a diverso grado di pericolosità sismica locale, sulla base degli elementi geologici e geomorfologici presenti, nonché la redazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale contenente tali perimetrazioni.

Il **2° livello** prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione sismica nelle aree perimetrate dalla Carta della Pericolosità Sismica Locale. Tale caratterizzazione, che deve essere effettuata secondo le metodologie specifiche descritte nel suddetto Allegato 5 dei Criteri attuativi della L.R. 12/2005, fornisce una stima della risposta sismica dei terreni, costituita da un *fattore di amplificazione Fa*. Mediante il 2° livello di approfondimento si individuano quelle aree dove la normativa nazionale non è sufficiente a salvaguardare dagli effetti dell'amplificazione sismica locale, ovvero quelle zone dove il fattore di amplificazione Fa calcolato è superiore al valore Fa di soglia fornito per il comune dal Politecnico di Milano. In queste aree bisogna procedere con gli approfondimenti di 3° livello, oppure usare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore. Il 2° livello di approfondimento è obbligatorio per i comuni classificati in zona 2 e 3 che posseggono zone di amplificazione sismica Z3 e Z4 (cfr. tabella nelle pagine seguenti) interferenti con i centri abitati o gli ambiti di possibile espansione urbanistica. Inoltre il 2° livello è obbligatorio anche per i comuni classificati in zona 4 che posseggono zone di amplificazione sismica Z3 e Z4 interferenti con costruzioni strategiche rilevanti (individuate dalla d.g.r. n. 14964/2003); gli stessi comuni possono decidere di estendere questo livello di approfondimento anche ad altre tipologie di edifici. I valori Fa di soglia determinati per il comune di Alzano Lombardo sono riportati nella tabella seguente.

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,5 E 1,5 s				
	Valori soglia			
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
ALME'	1.7	2.4	4.2	3.1
ALMENNO SAN BARTOLOMEO	1.7	2.4	4.2	3.1
ALMENNO SAN SALVATORE	1.7	2.4	4.2	3.1
ALZANO LOMBARDO	1.7	2.4	4.3	3.1
AMBIVERE	1.7	2.4	4.2	3.1
ANTEGNATE	1.7	2.4	4.3	3.1
ARCENE	1.7	2.4	4.3	3.1

Valori soglia per il periodo 0,5-1,5 s nei diversi tipi di suoli del comune di Alzano Lombardo

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,1 E 0,5 s				
	Valori soglia			
COMUNE	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
ALME'	1.4	1.9	2.2	2.0
ALMENNO SAN BARTOLOMEO	1.4	1.9	2.2	2.0
ALMENNO SAN SALVATORE	1.4	1.8	2.2	2.0
ALZANO LOMBARDO	1.5	1.9	2.3	2.0
AMBIVERE	1.4	1.8	2.2	2.0
ANTEGNATE	1.5	1.9	2.3	2.0
ARCENE	1.5	1.9	2.3	2.0

Valori soglia per il periodo 0,1-0,5 s nei diversi tipi di suoli del comune di Alzano Lombardo

Il **3° livello** di approfondimento, da eseguirsi secondo le linee guida emanate dalla Regione Lombardia, implica la definizione degli effetti di amplificazione sismica mediante indagini ed analisi approfondite. In fase progettuale, questo livello si applica quando un comune è caratterizzato dalla presenza di zone di amplificazione sismica Z1, Z2 e Z5, oppure quando possiede zone Z3 e Z4 per le quali il 2° livello mostra l'insufficienza della normativa nazionale. Il 3° livello è inoltre obbligatorio per la progettazione di edifici il cui uso prevede affollamento, per industrie pericolose da un punto di vista ambientale, per reti viarie e ferroviarie essenziali o strategiche.

Occorre precisare che gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti nelle aree che, per caratteristiche geologiche o per vincoli normativi, sono escluse dall'edificazione.

7.2 Situazione specifica e rapporto con gli studi già eseguiti

Il comune di Alzano Lombardo, ricadendo in zona sismica 3, è già stato analizzato secondo il 1° e il 2° livello di approfondimento dagli estensori della precedente componente sismica del P.G.T. (Dott. Geol. Michela Pecchio e Dott. Geol. Gianluigi Nozza).

I suddetti Professionisti avevano utilizzato come base di partenza per il proprio lavoro le cartografie tematiche già esistenti, nonché quelle di dissesto e fattibilità prodotte dallo scrivente in occasione del precedente studio geologico comunale (2008), al fine di produrre la cartografia della pericolosità sismica locale di 1° livello.

Per poter condurre le analisi di 2° livello (e, parzialmente, di 3° livello), poi, avevano eseguito un'ampia serie di tomografie digitali, distribuite in larga parte del territorio comunale, finalizzati a verificare gli effetti di amplificazione litologica (ambiti Z4); inoltre, avevano proceduto ad analizzare gli effetti di amplificazione topografica sugli ambiti Z3.

Tutte le suddette analisi ed elaborazioni rimangono tuttora valide e sono da considerarsi parte integrante dello studio geologico, ancorché la carta sismica sia stata revisionata.

Per quanto concerne gli effetti di amplificazione topografica (sia per scarpata che per cresta/cocuzzolo), dalle analisi di 2° livello non erano emerse problematiche di sorta.

Per quanto riguarda gli effetti di amplificazione litologica, le analisi di 2° livello avevano invece rilevato che, sia per i terrazzi alluvionali antichi che per quelli recenti:

- La normativa risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale per edifici bassi a pianta larga (periodo $T = 0,1-0,5$ s).
- La normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale per edifici alti a pianta stretta (periodo $T = 0,5-1,5$ s).

Emergeva dunque una criticità sismica nelle aree di amplificazione litologica per gli edifici alti e stretti.

Per quanto concerne le aree ricadenti in Z2 (effetto sismico di cedimento/liquefazione), non erano state effettuate analisi di 2° livello in fase pianificatoria, in quanto tali aree prevedono direttamente analisi di 3° livello in fase progettuale (cioè in occasione di ogni singolo progetto edilizio).

Con la predisposizione di questo nuovo studio geologico, la zonizzazione sismica di 1° livello subisce una serie di variazioni significative, rendendo di fatto superata la precedente cartografia. Più precisamente:

- Le nuove aree franose si aggiungono a quelle precedenti, attribuite alle zone Z1a o Z1b a seconda dei casi.
- Le frane stabilizzate o relitte sono state attribuite alla classe Z1c anziché Z1b, in quanto, a parere dello scrivente, più coerente con lo stato di attività effettivo dei fenomeni.

- Alla classe Z2a sono state attribuite le aree con caratteristiche geotecniche scadenti (“sg”), ma non le aree di conoide. Di conseguenza, vi è una considerevole riduzione di queste classi di pericolosità sismica rispetto allo studio precedente.
- Le aree di conoide precedentemente associate alle classi Z2 sono state più coerentemente attribuite alla classe Z4b (“zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale o conoide deltizio-lacustre”).

In definitiva, nel territorio di Alzano Lombardo sono stati individuati i seguenti ambiti di amplificazione sismica:

- **Z1a zone caratterizzate da movimenti franosi attivi** (effetto sismico di instabilità). Individuate in corrispondenza di tutti gli ambiti di franosità attiva individuati nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. e nella Carta di Sintesi. A questa zona di amplificazione sismica è attribuita la classe di pericolosità sismica H3.
- **Z1b zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti** (effetto sismico di instabilità). Individuate in corrispondenza di tutti gli ambiti di franosità quiescente individuati nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. e nella Carta di Sintesi. A questa zona di amplificazione sismica è attribuita la classe di pericolosità sismica H2.
- **Z1c zone potenzialmente franose** (effetto sismico di cedimento/liquefazione). Sono state classificate in questo ambito le aree di frana relitta/stabilizzata, e le aree molto ripide e/o in erosione accelerata (“er”) così come individuate nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. e nella Carta di Sintesi. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z2a zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)** (effetto

sismico di cedimento). Sono state classificate in questo ambito le aree con caratteristiche geotecniche scadenti ("sg") individuate nella Carta di Sintesi. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.

- **Z3a zone di ciglio H > 10 m (scarpate con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)** (effetto sismico di amplificazione topografica). Elementi lineari individuati lungo le principali scarpate e rotture di pendenza importanti. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2. Ereditate integralmente dalla componente sismica precedente.
- **Z3b zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo** (effetto sismico di amplificazione topografica). Ambiti lineari individuati in corrispondenza delle creste dei cocuzzoli nel settore montano del territorio. Ascrivibili alla classe di pericolosità sismica H2. Ereditate integralmente dalla componente sismica precedente.
- **Z4a zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi** (effetto sismico di amplificazione litologica). Ricadono in questo ambito tutte le aree costituite da depositi alluvionali posti lungo il Fiume Serio ed il Torrente Nesa. Questi ambiti sono attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.
- **Z4b zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre** (effetto sismico di amplificazione litologica). Ricadono in questa zona i conoidi alluvionali o detritico-torrentizi. Attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.

Per quanto concerne l'analisi di 2° livello, che dovrebbe essere aggiornata sulla scorta della nuova zonizzazione, si riporta quanto segue:

- Per le aree Z4a poste in corrispondenza dei terrazzi alluvionali antichi e recenti nel fondovalle seriano, non vi è alcuna variazione rispetto alle analisi già eseguite, e pertanto le conclusioni rimangono inalterate.
- Per le aree di conoide non più attribuite alla classe Z2, ma alla classe Z4b, stante la sostanziale equiparabilità litologica e granulometrica con i terrazzi alluvionali antichi (oltre alla continuità topografica per la parte bassa del conoide Nesa e per oltre metà del conoide Lujo), e valutando comunque le analisi tomografiche eseguite nel loro complesso, si ritiene che possano valere le medesime conclusioni:
 - La normativa risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale per edifici bassi a pianta larga (periodo T = 0,1-0,5 s).
 - La normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale per edifici alti a pianta stretta (periodo T = 0,5-1,5 s).

Rimane poi sempre la necessità di eseguire studi di 3° livello per le classi Z2 (laddove ancora presenti) e Z1 in fase progettuale per qualsiasi intervento edificatorio.

Come già accennato, tutti gli ambiti di amplificazione sismica sono cartografati nella Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (in scala 1:5.000 e 1:2.000). Sulla Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano, invece, nei fogli in scala 1:5.000, vengono riportate le aree in cui la normativa sismica è insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione (tali aree sono comunque riportate anche

nella Carta della Pericolosità Sismica Locale).

Poiché è possibile l'associazione di diversi effetti sismici (e.g. amplificazioni litologiche e topografiche), vi può essere concomitanza di più ambiti, espressa dalla sovrapposizione delle relative simbologie e retinature.

Per la realizzazione di qualsiasi opera, ed a maggior ragione di opere pubbliche o strategicamente rilevanti, l'aspetto sismico dovrà sempre essere attentamente valutato.

8 CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Alzano Lombardo è stato redatto il presente aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della Legge Regionale n. 12 del 11-03-2005, a seguito della redazione del nuovo Documento di Piano con variante al Piano dei Servizi ed al Piano delle Regole del Piano di Governo del Territorio ("P.G.T. 2.0", D.G.C. n. 55 del 14-03-2013).

Lo studio si compone della presente Relazione Tecnica, delle Norme Geologiche di Piano e di un repertorio cartografico composto da tavole di vincolo-sintesi e di proposta, realizzati mediante la sintesi di tutti gli elementi emersi dalla ricerca bibliografica e dai rilievi di terreno.

Nella presente relazione sono descritte i puntualmente tutti gli aggiornamenti rispetto alla versione precedente; essi sono così sintetizzabili:

- Aggiornamento della cartografia P.A.I. con nuovi dissesti occorsi e/o rilevati dal 2008 ad oggi.
- Lievi variazioni topografiche alle fasce fluviali P.A.I. lungo il Fiume Serio (zona "Le Piante").
- Aggiornamento delle sorgenti pubbliche idropotabili e relative aree di salvaguardia.
- Modifiche puntuali alla cartografia di sintesi e di fattibilità, in particolare con ridefinizione delle aree con caratteristiche geotecniche scadenti (sulla scorta delle varie indagini geologico-geotecniche eseguite negli ultimi anni).
- Perfezionamento delle norme geologiche di piano.

- Aggiornamento della componente sismica sulla scorta delle modifiche alla fattibilità e dell'introduzione di nuovi dissesti.

Si ribadisce la necessità di rispettare le norme di polizia idraulica e le fasce di rispetto (che devono sempre essere valutate puntualmente sul terreno mediante rilievi topografici) per tutti i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale ed al Reticolo Idrico Minore. Le fasce di rispetto non sono state riportate nella Carta dei Vincoli, in quanto il Reticolo Idrico è in fase di aggiornamento; lo studio del Reticolo Idrico Minore comunale, una volta concluso l'adeguamento, farà testo per qualsiasi valutazione specifica.

La cartografia di proposta nasce dall'attenta valutazione di tutti gli elementi di criticità riassunti nelle tavole di vincolo e di sintesi (che tengono conto, a loro volta, della cartografia tematica di inquadramento). Le carte di fattibilità delle azioni di piano, infatti, stabiliscono le attitudini dei diversi ambiti territoriali nei confronti dei futuri interventi urbanistici. Per la realizzazione di queste carte e, di concerto, delle norme geologiche di piano, si è scelto un approccio fortemente legato alla normativa vigente ed agli strumenti di pianificazione sovraordinata, suddividendo le classi di fattibilità in numerosi ambiti, ad ognuno dei quali sono associate una o più norme in base alle criticità riscontrate ed alle limitazioni esistenti (ad esempio, perimetrazioni P.A.I.).

Nei prossimi anni sarà infatti importante valutare con molta attenzione la sostenibilità territoriale di eventuali ulteriori espansioni insediative. Si dovrà considerare la disponibilità della risorsa primaria, l'acqua, che rappresenta in ogni caso un fattore di criticità: le falde sotterranee e le opere di captazione, infatti, necessitano sempre di adeguate politiche di tutela. Eventuali nuove future captazioni idropotabili dovranno disporre di aree di salvaguardia adeguatamente individuate e perimetrate. Anche le aree di salvaguardia già individuate potranno essere ridefinite sulla base di criteri più

precisi qualora necessario.

Nella pianificazione urbanistica, sarà necessario tenere conto di tutte le aree di criticità geologica e dissesto individuate sul territorio. In linea di massima, l'espansione urbanistica dovrebbe di principio concentrarsi sulle aree contraddistinte dal grado di criticità geologica più basso possibile, quali per esempio le zone ricadenti in classe di fattibilità 2 (peraltro piuttosto estese e diffuse) e quelle ricadenti nelle classi 3 meno critiche (quali, ad esempio, le "3 as").

Significativa dovrà peraltro essere l'attuazione di politiche di valorizzazione (o eventuale recupero) di aree caratterizzate da un elevato valore paesaggistico e naturalistico, quali ad esempio l'alta Valle della Nesa e la Valle di Olera.

Nella progettazione ed esecuzione di qualsiasi intervento pubblico o privato, occorrerà attenersi scrupolosamente a tutte le norme geologiche stabilite dal presente studio, sia per quanto concerne le indagini geologico-geotecniche richieste caso per caso, sia per quanto attiene alle prescrizioni tecniche, ai divieti ed agli accorgimenti costruttivi, anche in termini di normativa sismica. Si ricorda poi che la Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano deve sempre essere consultata di concerto con le altre cartografie di proposta, in particolare la Carta di Sintesi e la Carta dei Vincoli, poiché determinati vincoli normativi (quali ad esempio le fasce di rispetto dei corsi d'acqua, le aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili, i geositi, ecc.) sono riportati solamente su queste carte. Si rammenta anche che le norme di piano contenenti articoli stralciati da strumenti legislativi esterni (quali ad esempio le norme di attuazione del P.A.I. per i dissesti e le valanghe) devono sempre essere controllate utilizzando le versioni vigenti di tali strumenti, poiché non si può escludere che essi possano essere, in futuro, sottoposti a modifiche, integrazioni o variazioni rispetto ai testi attuali. Gli articoli di legge esterni riportati nel

COMUNE DI ALZANO LOMBARDO
Committente: Amministrazione Comunale
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.
IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 11/03/2005 N. 12
P.G.T. 2.0

presente documento rappresentano dunque un riferimento legislativo utile per una rapida ed efficace consultazione, ma devono sempre essere verificati con gli strumenti legislativi originali.

Ranica, dicembre 2013 (rev.1)

Dott. Geol. Sergio Ghilardi

9 BIBLIOGRAFIA

Per la redazione dello studio geologico sono stati consultati i seguenti riferimenti principali:

1. Adeguamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio di Alzano Lombardo (Studio G.E.A. per conto dell'Amministrazione Comunale, settembre 2008)
2. Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito, finalizzata alla definizione dell'aspetto sismico nel Piano di Governo del Territorio (redatto secondo i criteri attuativi della l.r. 12/05 e successive modifiche ed integrazioni) (Dott. Geol. Gianluigi Nozza e Dott. Geol. Michela Pecchio, settembre 2008)
3. Carta Geologica della Provincia di Bergamo e relative Note Illustrative (Provincia di Bergamo, 2000)
4. Mosaico informatizzato degli studi geologici comunali della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
5. Inventario dei Fenomeni Franosi (GeolFFI) della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
6. Applicativo Studi Geologici Comunali e Quadro Dissesti P.A.I. Aggiornato, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
7. Criteri attuativi L.R. 12/2005 per il Governo del Territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (Bollettino Ufficiale Regione Lombardia n. 13 – edizione speciale del 28 marzo 2006 e s.m.i.)
8. Cartografia Geoambientale della Regione Lombardia
9. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Bergamo, 2001)
10. Atlante dei Dissesti P.A.I. e delle Fasce Fluviali, consultabile su www.adbpo.it

11. Indagine geologico-geotecnica sul movimento franoso lungo la strada di collegamento tra Burro e Monte di Nese (Studio G.E.A. per conto dell'Amministrazione Comunale, settembre 2010)
12. Progetto definitivo e progetto esecutivo "Sistemazione frane lungo la strada per Monte di Nese" (Studio G.E.A. per conto dell'Amministrazione Comunale, febbraio 2011 – marzo 2011)
13. Indagini geologico-geotecniche eseguite dallo Studio G.E.A. per conto di privati nel territorio comunale di Alzano Lombardo dal 2008 ad oggi