



COMUNE DI GRASSOBBIO

Provincia di Bergamo

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 5 L.R. 11-03-2005 n. 12 CARTOGRAFIA DI PROPOSTA

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE PGT

N. PRATICA	ID	FASE PROGETTUALE	SCALA	ELABORATO
15_050	PGT	-	-	A

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Gennaio 2018	Prima emissione

PROGETTISTI



Studio G.E.A.
24020 RANICA (Bergamo)
Via La Patta, 30/D
Telefono e Fax: 035.340112
E - Mail: gea@mediacom.it

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n° 258



Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n° 3057



SOMMARIO

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
1.3	Fasce fluviali del P.A.I.	6
2	QUADRO DISSESTI	7
2.1	Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto	7
3	VINCOLI	8
3.1	Criteri di realizzazione della cartografia dei vincoli	8
4	SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI	10
4.1	Criteri di realizzazione della cartografia di sintesi	10
4.2	Individuazione delle aree di criticità.....	11
5	FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	13
5.1	Criteri di realizzazione della cartografia di fattibilità.....	13
5.2	Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio	14
5.3	Modifiche rispetto alla fattibilità precedente	15
6	NORME GEOLOGICHE DI PIANO	17
7	VALUTAZIONE DELL'EFFETTO SISMICO	18
7.1	Generalità e metodologie di analisi	18
7.2	Analisi sismica di 2° livello	24
7.2.1	Amplificazione litologica	24
8	CONCLUSIONI	39
9	BIBLIOGRAFIA	43



1 **PREMESSA**

1.1 **Obiettivi e quadro normativo di riferimento**

Il Comune di Grassobbio (BG) ha incaricato lo scrivente Studio G.E.A. di predisporre l'adeguamento dello studio geologico del territorio comunale.

Nel Titolo II, art. 57 comma 1 della summenzionata legge, ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, è previsto che:

- a) il documento di piano contenga la definizione dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico comunale sulla base dei criteri ed indirizzi emanati dalla Giunta Regionale, sentite le Province, entro tre mesi dall'entrata in vigore della L.R. n.12/05
- b) il piano delle regole contenga:
 1. il recepimento e la verifica di coerenza con gli indirizzi e le prescrizioni del P.T.C.P. e del Piano di Bacino;
 2. l'individuazione delle aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, secondo i criteri e gli indirizzi di cui alla lettera a), nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime aree sono assoggettate in ordine alle attività di trasformazione territoriale, compresa l'indicazione di aree da assoggettare a eventuali piani di demolizione degli insediamenti esistenti, ripristino delle condizioni di sicurezza, interventi di rinaturalizzazione dei siti o interventi di trasformazione urbana, PRU o PRUSST.

Il lavoro 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. 28 maggio 2008 n. 8/7374) e della D.G.R. 30 Novembre 2011 n. IX/2616.

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 e dalla relativa cartografia delle Norme Tecniche di Attuazione.

Per i rilievi di terreno e la rappresentazione grafica dei dati è stato utilizzato, come base topografica, il rilievo aerofotogrammetrico del comune in scala 1:2000.

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 alle previsioni della nuova variante urbanistica, al fine di 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**

Nelle prime fasi dello studio si è proceduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici ed ambientali reperibili in bibliografia, riguardanti il territorio comunale di Grassobbio e di alcuni dei comuni limitrofi, nonché l'intero territorio provinciale. Sono stati effettuati anche rilevamenti geologici e sopralluoghi mirati soprattutto nelle aree più critiche del territorio comunale.

Il primo studio geologico di Grassobbio di cui si ha notizia denominato "*Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 e successive integrazioni*" è stato redatto nel gennaio 2004 dallo scrivente Dott. Geol. Sergio Ghilardi (Studio G.E.A) in collaborazione con il Dott. Geol. Enrico Mosconi; esso era composto da una cartografia tematica di base tuttora valida, da una cartografia di sintesi/rischio e di fattibilità geologica, oltre che da una relazione illustrativa.

La presente componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. rappresenta una nuova indagine del territorio di Grassobbio e si basa su nuovi criteri normativi, ma, trattandosi di un adeguamento secondo la L.R. 12/2005 e non di uno studio completo, mantiene in considerazione anche gli studi precedenti per quanto attiene alle cartografie tematiche e di base.

In particolare, il nuovo studio fa fede per tutto ciò che è la normativa d'uso del territorio (fattibilità, vincoli, pericolosità sismica locale, norme geologiche di piano, PGRA), mentre lo studio del 2004 è da utilizzare per quanto attiene alla cartografia tematica di base ed alla caratterizzazione generale del territorio.

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 dal



materiale tematico di base dello studio del 2004 (carte tematiche, relazione illustrativa escluse le norme, allegati, studi di approfondimento), e dal nuovo materiale del presente studio per tutto ciò che concerne la zonizzazione del rischio, della pericolosità sismica locale e della fattibilità geologica con relative norme, che entrano a far parte del Piano delle Regole del P.G.T.

La tabella seguente riassume la composizione finale del pacchetto completo del nuovo studio geologico:

COMPOSIZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO	
CARTOGRAFIE PRECEDENTI DA MANTENERE	REDATTORE
Tavola 1 – Corografia	Studio G.E.A. 2004
Tavola 2 – Carta geologica	Studio G.E.A. 2004
Tavola 3 – Carta geomorfologica	Studio G.E.A. 2004
Tavola 4 – Carta litologica/litotecnica	Studio G.E.A. 2004
Tavola 5 – Carta della permeabilità	Studio G.E.A. 2004
Tavola 6 – Carta idrologica	Studio G.E.A. 2004
Tavola 7 – Carta della soggiacenza	Studio G.E.A. 2004
Tavola 8 – Sezioni idrogeologiche	Studio G.E.A. 2004
Tavola 9 – Carta idrografica	Studio G.E.A. 2004
Tavola 10 – Carta dei valori produttivo paesistico–naturalistico dei suoli	Studio G.E.A. 2004
Relazione tecnica (solo parte generale ed illustrativa)	Studio G.E.A. 2004
Relazione sismica	Ing. Damiano Patelli per Studio G.E.A. 2010

NUOVE CARTOGRAFIE - AGGIORNATE	SCALA	REDATTORE
Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale	1:5000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 2 – Carta dei Vincoli	1:5000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 2A – Carta dei Vincoli	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 2B – Carta dei Vincoli	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 3B – Carta dei Vincoli	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 3 – Carta di Sintesi	1:5000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 4 – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:5000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 4A – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 4B – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 4C – Carta della Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano	1:2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018



Tavola 4m – Carta della Fattibilità Geologica - aggiornamento mosaico regionale	1:10000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 5 - Carta del dissesto con leggenda uniformata P.A.I.-P.G.R.A.	1.5000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 5A - Carta del dissesto con leggenda uniformata P.A.I.-P.G.R.A.	1.2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 5B - Carta del dissesto con leggenda uniformata P.A.I.-P.G.R.A.	1.2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Tavola 5C - Carta del dissesto con leggenda uniformata P.A.I.-P.G.R.A.	1.2000	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Relazione PGT	-	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018
Norme tecniche PGT	-	Studio G.E.A. 2010 - agg.2018

Composizione del pacchetto completo della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

N.B.: sono altresì da tenere in considerazione tutti gli eventuali studi di approfondimento, di qualsiasi Professionista, eseguiti nel corso degli anni, e che hanno contribuito alla ridefinizione delle classi di rischio e/o degli ambiti di fattibilità per determinate aree del territorio comunale.

1.3 Fasce fluviali del P.A.I.

Nel presente studio geologico la fasce fluviali del P.A.I. relative al Fiume Serio sono state riportate come indicato dal P.A.I. inoltre, in virtù dell'approvazione del **“Piano di Gestione del Rischio delle alluvioni nel distretto del Po (PGR) “** in conformità agli artt. 7 e 8 della Direttiva 2007/60/CE, dell'art. 7 del D.lgs. n. 49/2010, nonché dell'art. 4 del D.L.gs. n. 219/2010 le suddette fasce sono state sovrapposte alle mappe di rischio di esondazione proprie del PGR.



2 QUADRO DISSESTI

➤ **TAVOLA N. 5 – CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I. - P.G.R.A.**

2.1 Criteri di realizzazione della cartografia del dissesto

La Carta del Dissesto con Legenda Uniformata P.A.I. non è stata redatta in quanto il territorio comunale di Grassobbio è privo di fenomeni di dissesto.

Infatti, non sono presenti dissesti nel quadro dissesto P.A.I. sia originario che aggiornato; inoltre, a seguito delle osservazioni di terreno non si propone l'introduzione di nuovi dissesti.

Si precisa che il quadro dissesti con leggenda uniformata P.A.I. - P.G.R.A. è stata integrata con la d.g.r. 6738 del 19 giugno 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 25, Serie ordinaria, del 21 giugno 2017.



3 VINCOLI

➤ TAVOLA N. 2 – 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)*: non presenti nel territorio comunale di Grassobbio.
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (aree PS 267)*: non presenti nel territorio comunale di Grassobbio.
 - *Quadro del dissesto così come presente nel S.I.T. regionale e/o derivante dal presente studio, proposto in aggiornamento*: non presenti nel territorio comunale di Grassobbio.
- *Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868*: individua le fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle rogge dello studio del Reticolo Idrico Minore nel territorio comunale, definite in 10 m (e talora 5 m) dalle sponde esterne. Al momento, il vincolo di polizia idraulica non è riportato sulla Carta dei Vincoli in quanto provvisoriamente non disponibile; per l'individuazione di questo vincolo, pertanto, fa fede lo studio del Reticolo Idrico comunale vigente, che potrà essere riportato a scopo indicativo sulla carta una volta disponibile. In tutti i casi, si ricorda che 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.

- *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 Grassobbio, in particolare in via Matteotti, si riscontra la presenza di una sola captazione pubblica idropotabile la cui area di salvaguardia è stata ripermetrata con criterio temporale a seguito dello studio idrogeologico (“Richiesta di riduzione zona di rispetto”) eseguito da ECOSPHERA – Dott. Geol. Marco Carraro nel Maggio 2003; nel territorio comunale di Seriate, in adiacenza a Grassobbio, sono collocate due captazioni pubbliche idropotabili, le cui aree di salvaguardia sono state perimetrare con criterio geometrico e ricadono parzialmente all’interno del territorio comunale di Grassobbio. 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.
- *Geositi:* nel territorio di Grassobbio non è stato individuato/proposto alcun geosito di particolare interesse.



4 SINTESI DEGLI ELEMENTI GEOLOGICI

➤ TAVOLA N. 3 – 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 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 con altre tipologie di problematiche:* problematiche legate ad attività estrattive in corso o dismesse e ad altre tipologie di fenomeni o criticità.

In Grassobbio le aree critiche più significative sono senz'altro quelle di tipo idraulico, legate alla presenza del Fiume Serio.

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 dal punto di vista idraulico*
 - ✓ **Aree P.A.I. Elaborato 8 (fasce fluviali ex P.S.F.F.)**
 - Aree ricadenti in fascia fluviale A (fluvA): aree adiacenti all'alveo del Serio ricadenti in fascia fluviale A secondo la perimetrazione P.A.I.
 - Aree ricadenti in fascia fluviale B (fluvB): aree prossime al Serio ricadenti in fascia fluviale B secondo la perimetrazione P.A.I.
 - Aree ricadenti in fascia fluviale C (fluvC): aree prossime al Serio ricadenti in fascia fluviale C secondo la perimetrazione P.A.I.
- *Aree con altre tipologie di problematiche*
 - Aree estrattive (estr): aree in cui sono in corso attività estrattive (cave). Queste aree sono considerate critiche in quanto possono presentare problemi di vario tipo: presenza di terreni rimaneggiati e/o di riporto, maggiore vulnerabilità della falda per la rimozione del suolo di



copertura e/o per messa a giorno della falda stessa, instabilità delle pareti di scavo e via discorrendo.

- Aree estrattive (ex-estr): aree in cui sono ormai dismesse attività estrattive (cave). Queste aree sono considerate critiche in quanto possono presentare problemi di vario tipo: presenza di terreni rimaneggiati e/o di riporto, maggiore vulnerabilità della falda per la rimozione del suolo di copertura e/o per messa a giorno della falda stessa, instabilità delle pareti di scavo e via discorrendo.
- Aree presenti nel P.G.R.A. interessata da alluvioni rare (pgraL): aree prossimali al Serio ricadenti nelle aree allagabili secondo il Piano di Gestione Rischio Alluvioni, potenzialmente interessate da alluvioni rare, significative per il possibile verificarsi di rari fenomeni di ristagno e deflusso difficoltoso delle acque superficiali.



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 tre tavole in scala 1:2000, più una tavola in scala 1:5000 su base aerofotogrammetrica.

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 - aggiornamento del mosaico regionale, vengono riportate anche la zonizzazione sismica di primo livello (ambiti PSL) e l'analisi sismica di secondo livello, così come individuate nella Carta della Pericolosità Sismica Locale.



5.2 Individuazione delle classi di fattibilità sul territorio

La distribuzione delle classi di fattibilità geologica sul territorio comunale di Grassobbio 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 la maggior parte del territorio comunale, incluso quasi tutto il centro storico.

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, porzioni importanti, ma non preponderanti, del territorio comunale. Inoltre, essa funge generalmente da fascia di sicurezza fra le classi 2 e 4. Ricadono in classe 3 le aree estrattive, la fascia fluviale C e le aree di transizione all'ambito fluviale. Tutte queste zone si trovano tra il centro urbano principale ed il Fiume Serio, a parte un'area estrattiva posta presso il confine occidentale del territorio.

Le problematiche riscontrate sono di varia tipologia, riconducibili principalmente a motivazioni idrauliche e di altro tipo già ampiamente descritte nel capitolo relativo alla cartografia di sintesi.



La classe di fattibilità 4 (rossa) ha una distribuzione piuttosto modesta sul territorio. In particolare, la classe 4 con le sue varie suddivisioni occupa solamente le fasce fluviali A e B. Si tratta di ambiti confinati esclusivamente all'alveo attivo del Fiume Serio ed alle sue immediate pertinenze.

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 un aggiornamento rispetto alla fattibilità dello studio del 2010. In particolare, si possono fare le seguenti considerazioni di carattere generale:

1. La classe di fattibilità 1 non è stata mai utilizzata, inserendo piuttosto le classi 2 o 3 a seconda del livello di criticità. Si ritiene infatti che la classe 1 sia poco cautelativa nel contesto di Grassobbio.
2. Le fasce di classe di fattibilità 3 legate al reticolo idrografico sono state eliminate. Infatti, il Reticolo Idrico è ora di pertinenza della Carta dei Vincoli e possiede un proprio vincolo di polizia idraulica (fasce di rispetto dei corsi d'acqua), che è indipendente dalla fattibilità geologica, anche se vigente a tutti gli effetti.
3. Le aree di classe di fattibilità 3 e 4 legate alle aree di salvaguardia di captazioni idropotabili sono state eliminate, sulla scorta dei nuovi criteri normativi della L.R. 12/2005. Le zone di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni idropotabili hanno propri vincoli sulla base dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006, a tutti gli effetti vigenti, ma essi sono riportati nella Carta dei Vincoli e non più nella cartografia di fattibilità.



4. Si è ritenuto opportuno portare in classe di fattibilità 2 una serie di aree precedentemente inserite in classe di fattibilità 3 come “fascia dei paleoalvei”. Infatti, si ritiene che, anche alla luce delle nuove metodologie di realizzazione degli studi geologici, queste aree abbiano più che altro una valenza geomorfologica, ma non determinino criticità tali da utilizzare la classe di fattibilità 3. È stata invece introdotta in prossimità del Serio un’area di classe 3 di “interessata da alluvioni rare”, con duplice valenza ecologica e geologica.
5. Le basi cartografiche sono cambiate rispetto allo studio precedente, con inevitabile necessità di introdurre adattamenti alle perimetrazioni anche per questioni topografiche.



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 57 comuni in zona 2, 1025 comuni in zona 3 e 445 comuni in zona 4 (la classificazione è stata fatta in base alla Delibera regionale 2129 dell'11 luglio 2014).

In tempi più recenti, la classificazione sismica del territorio lombardo è stata oggetto di una nuova revisione, in base alla quale tutti i comuni bergamaschi, ivi incluso Grassobbio, sono stati riclassificati nella zona sismica 3.



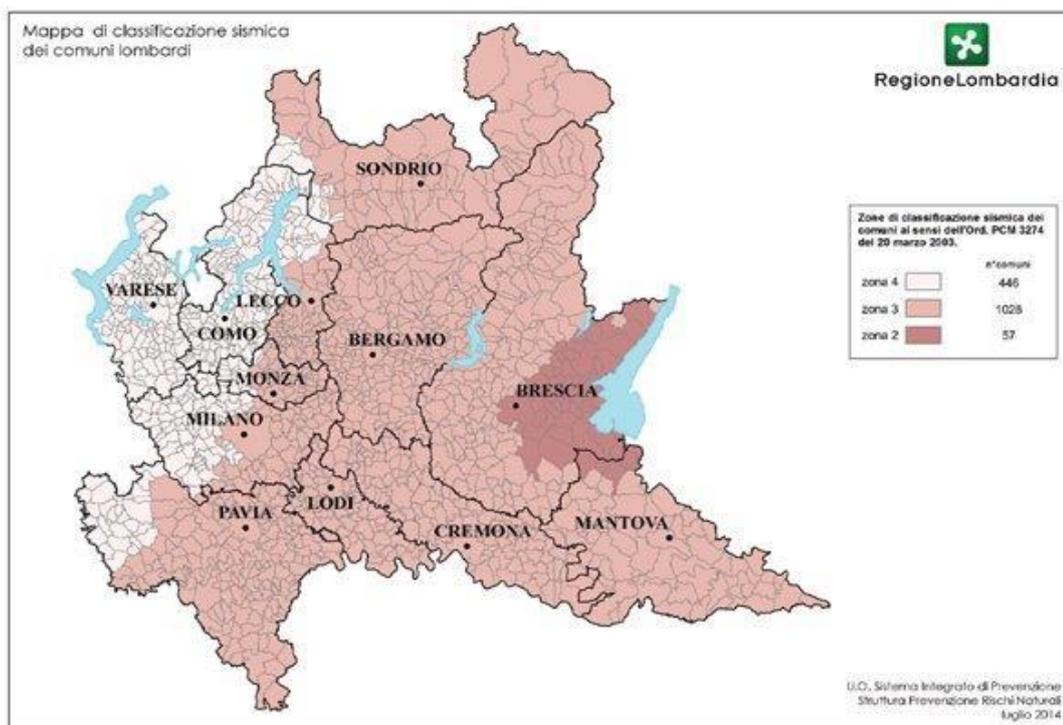


Figura 1 - classificazione sismica secondo D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129 (tutta la bergamasca si trova in zona sismica 3, ivi Grassobbio)

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**.

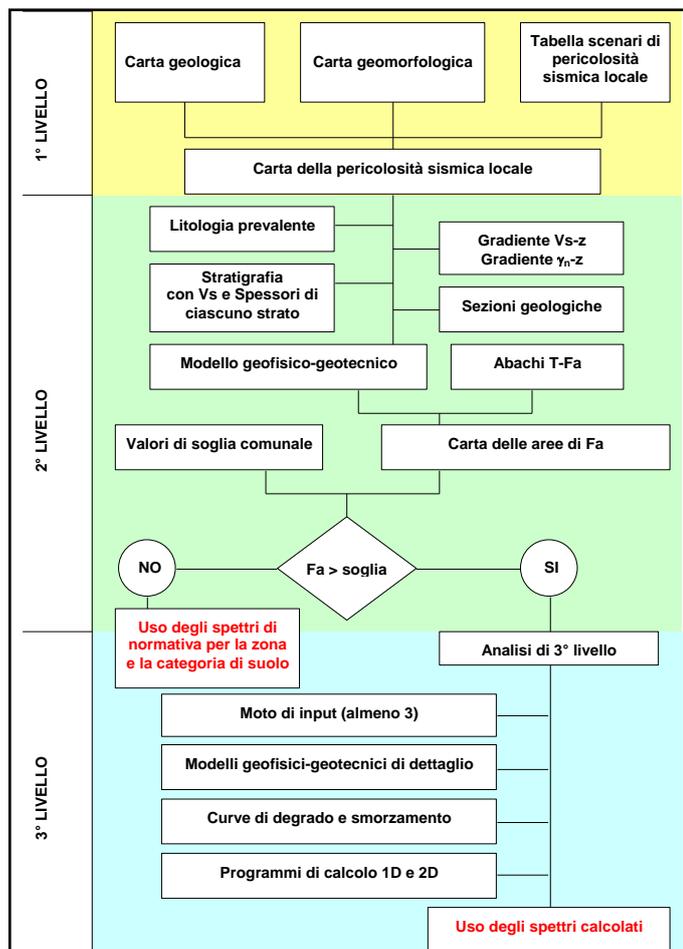


Figura 2 - Diagramma dei percorsi di definizione dei tre livelli di approfondimento sismico (Criteri attuativi L.R. 12/05 – Regione Lombardia)

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 Grassobbio sono riportati nella tabella seguente.

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
GORLAGO	1.7	2.4	4.3	3.1
GORLE	1.7	2.4	4.3	3.1
GORNO	1.7	2.4	4.2	3.1
GRASSOBBIO	1.7	2.4	4.3	3.1
GROMO	1.7	2.4	4.1	3.0
GRONE	1.7	2.4	4.2	3.1
GRUMELLO DEL MONTE	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 Grassobbio



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
GORLAGO	1.5	1.9	2.3	2.0
GORLE	1.5	1.9	2.3	2.0
GORNO	1.4	1.9	2.2	2.0
GRASSOBBIO	1.5	1.9	2.3	2.0
GROMO	1.4	1.8	2.2	1.9
GRONE	1.4	1.9	2.2	2.0
GRUMELLO DEL MONTE	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 Grassobbio

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.

Il comune di Grassobbio ricade in zona sismica 3, perciò è stato applicato il 2° livello di approfondimento, con la zonizzazione del territorio, la realizzazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale e una serie di indagini geofisiche (MASW e ReMi)



in vari punti del territorio.

In seguito all'analisi sismica di primo livello, nel territorio di Grassobbio è stato individuato un solo ambito di amplificazione sismica locale:

- **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 e fluvioglaciali, dunque l'intero territorio comunale. Questi ambiti sono attribuibili alla classe di pericolosità sismica H2.

Come già accennato, gli ambiti di amplificazione sismica sono cartografati nella Tavola 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale (in scala 1:5.000). Essi sono anche stati sovrapposti, mediante retinature trasparenti, alla Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano.

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

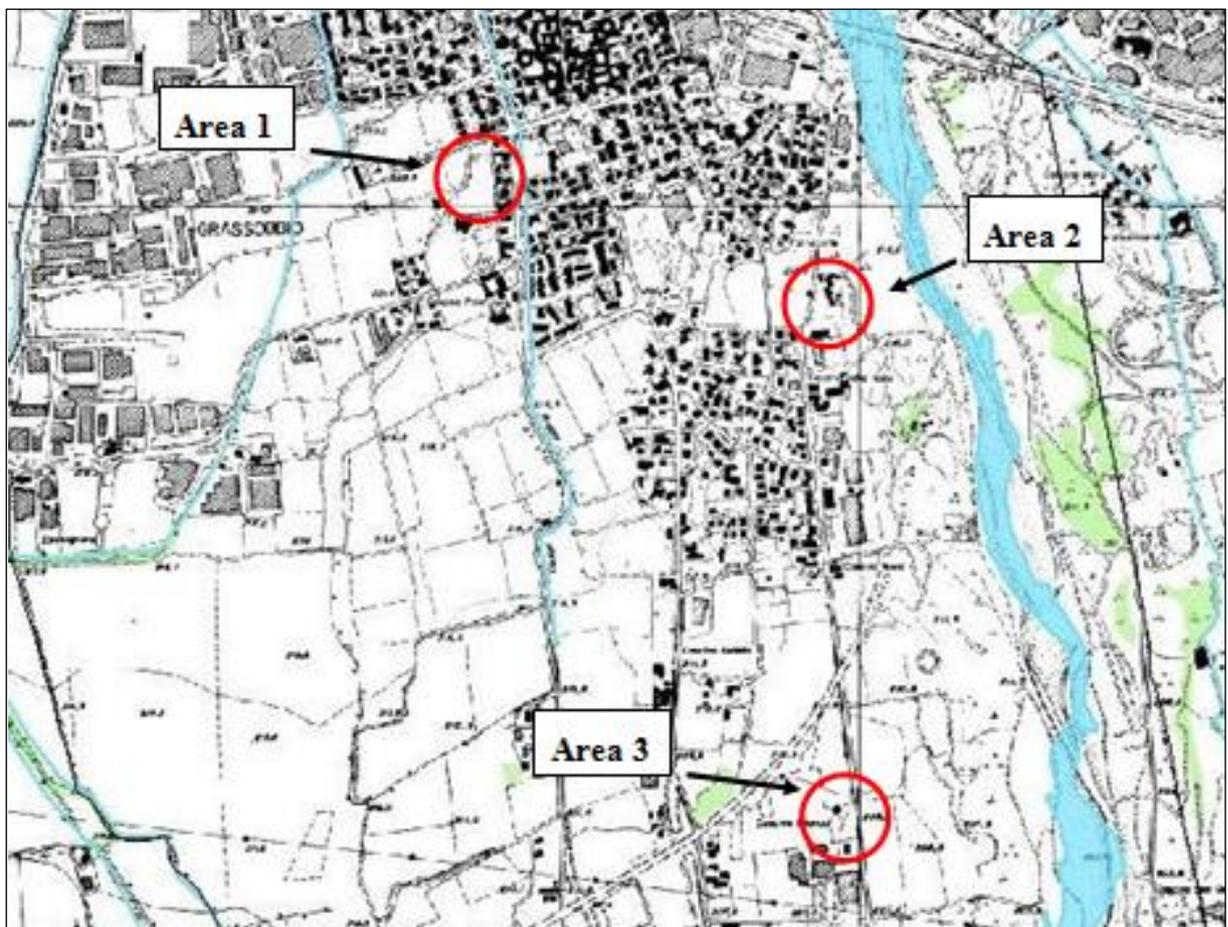


7.2 Analisi sismica di 2° livello

7.2.1 Amplificazione litologica

Per l'analisi sismica di 2° livello nell'ambito di amplificazione litologica Z4a, sono state eseguite n. 3 prove ReMi-MASW in tre punti diversi del comune, considerate rappresentative di tutto il territorio.

L'ubicazione è riportata nel seguente stralcio:



Le prove geofisiche, realizzate ed elaborate dall'Ing. Damiano Patelli di Gaverina Terme, sono riassunte nella relazione sismica allegata, alla quale si rimanda per la trattazione tecnica delle metodologie e dei risultati.

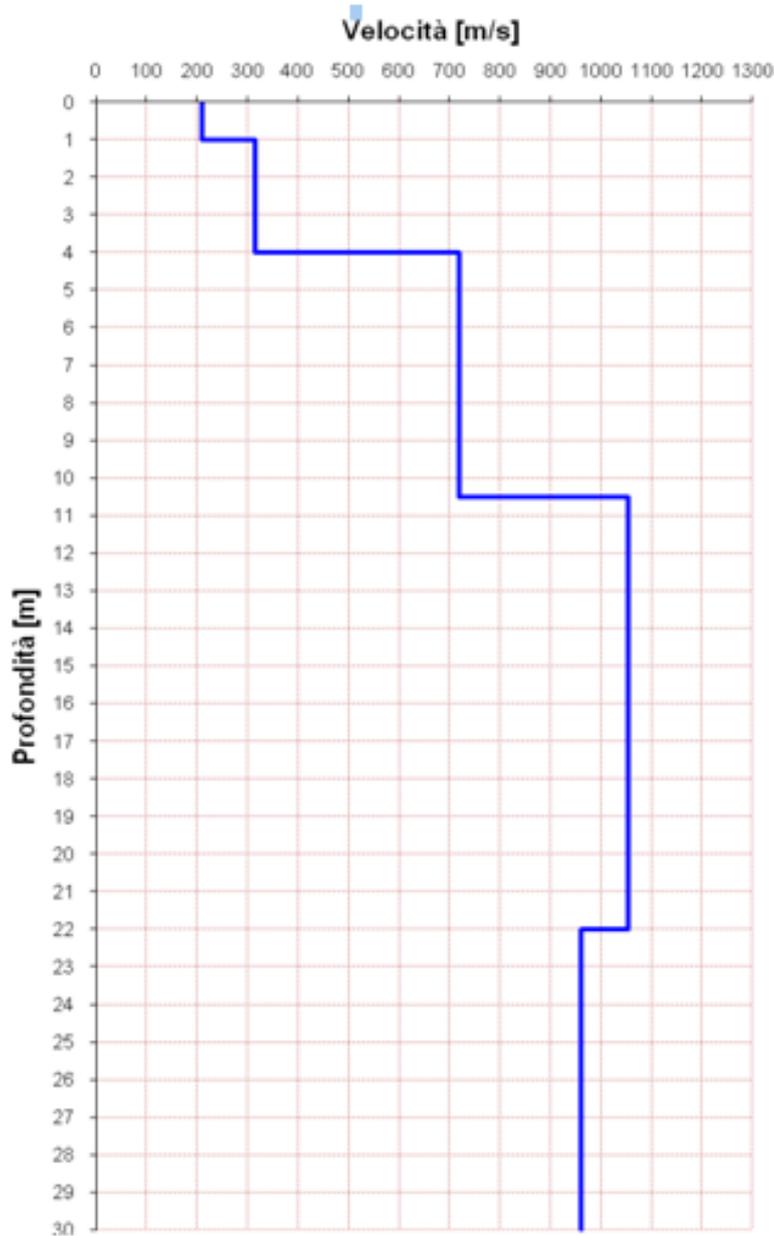
Di seguito si riportano in stralcio i profili delle VS ricavati dalle indagini e il relativo valore di V_{S30} , oltre alle ubicazioni sul territorio delle linee sismiche nelle tre aree studiate.



AREA 1 – “BOCCIODROMO”



Profilo di velocità delle onde di taglio (V_s) .



Prof. [m]	V_s [m/s]
1	210
2	315
3	
4	
5	720
6	
7	
8	
9	
10	
10.5	1055
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	960
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
$V_{s30} = 705 \text{ m/s}$	

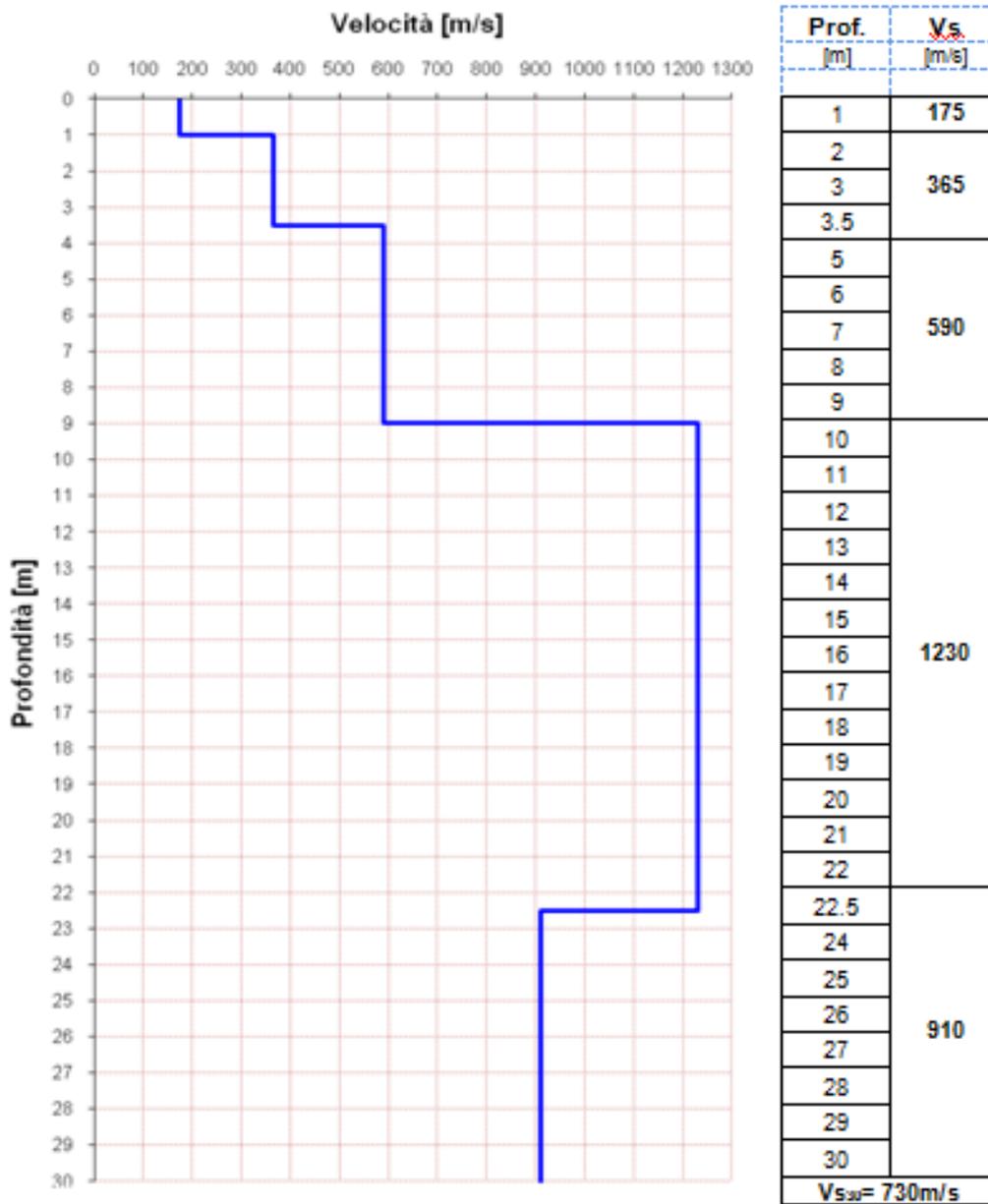
$V_{s30} = 705,00 \text{ m/s}$
Suolo di tipo "B"



AREA 2 – “LUNGO SERIO”



Profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).



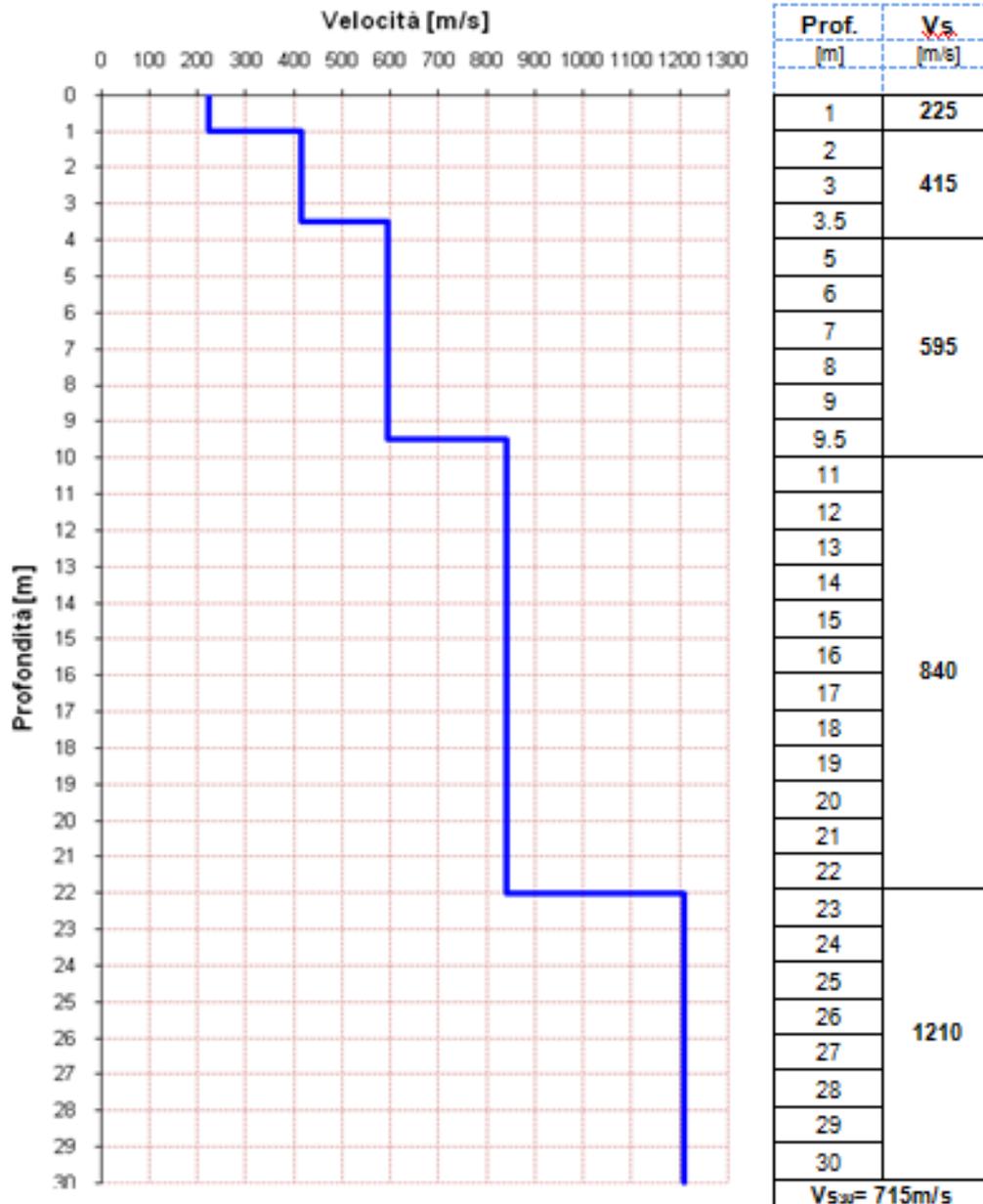
**$V_{s30} = 730,00 \text{ m/s}$
Suolo di tipo "B"**



AREA 3 – “CAPANNELLE”



Profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).



**$V_{s30} = 715,00 \text{ m/s}$
Suolo di tipo "B"**



7.2.1.1 Verifica del fattore di amplificazione (Fa)

È stato verificato il valore di amplificazione in sito, utilizzando la procedura descritta nei *Criteri attuativi della L.R. 12/2005*.

Mediante il 2° livello di approfondimento quindi 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

In base ai dati ricavati dalle indagini indirette (ReMi) sono stati calcolati il valore delle V_{s30} e il periodo proprio (T) per ogni colonna stratigrafica analizzata.

Il valore delle V_{s30} è stato calcolato utilizzando la seguente equazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\left(\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}} \right)}$$

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.



Sempre in base ai dati ricavati dalle indagini indirette (ReMi), si è associata ad ogni ambito di interesse la relativa scheda litologica di valutazione di riferimento, verificandone la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità.

Le schede litologiche associate sono risultate le seguenti:

Località	Tipologia scheda
Bocciodromo	Ghiaiosa
Lungo Serio	Ghiaiosa
Capannelle	Ghiaiosa

È stato successivamente valutato lo spessore del primo strato per l'intervallo di periodo 0.1 – 0.5 s.

È stato così possibile calcolare il valore di Fa per gli intervalli di periodi 0.1 – 0.5 s e 0.5 – 1.5 s, individuando così i valori soglia del fattore di amplificazione in funzione della categoria di suolo e per i due intervalli di periodi.

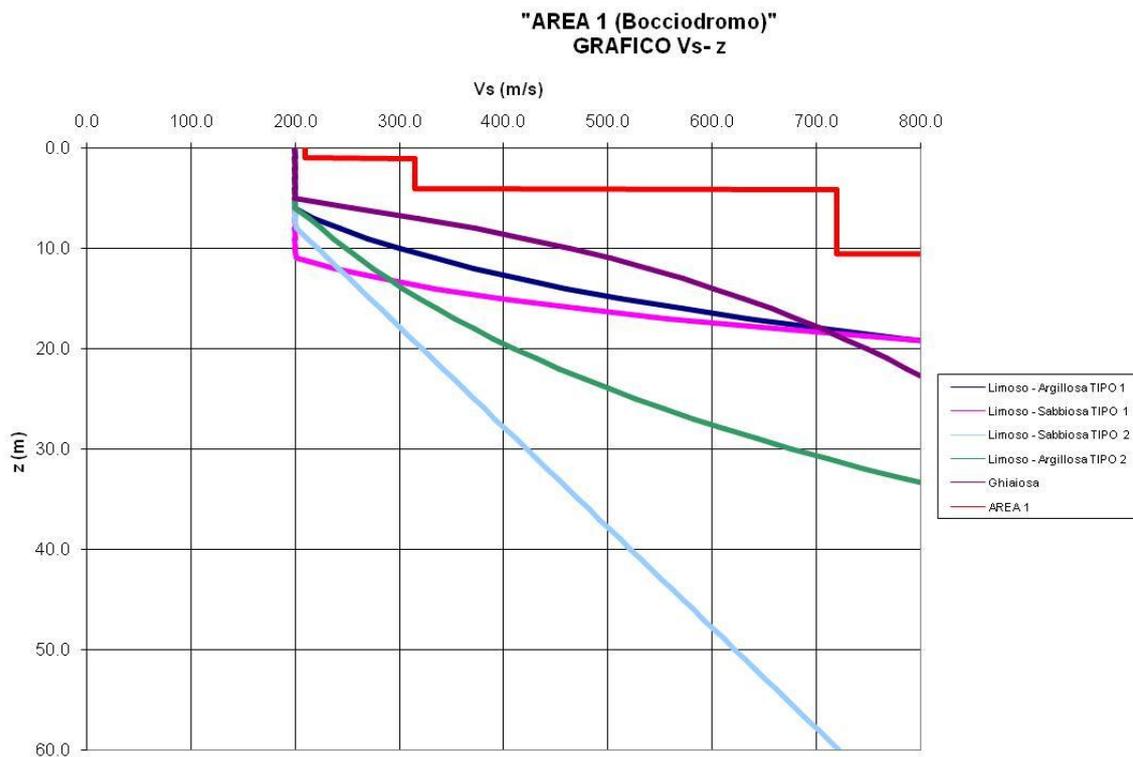
Tali valori sono stati confrontati con il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia, che rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito

Di seguito si allegano i calcoli relativi, che consentono di individuare le aree a diversa pericolosità sismica (H1 o H2) ed in modo particolare quelle in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a caratterizzare da un punto di vista sismico il territorio.



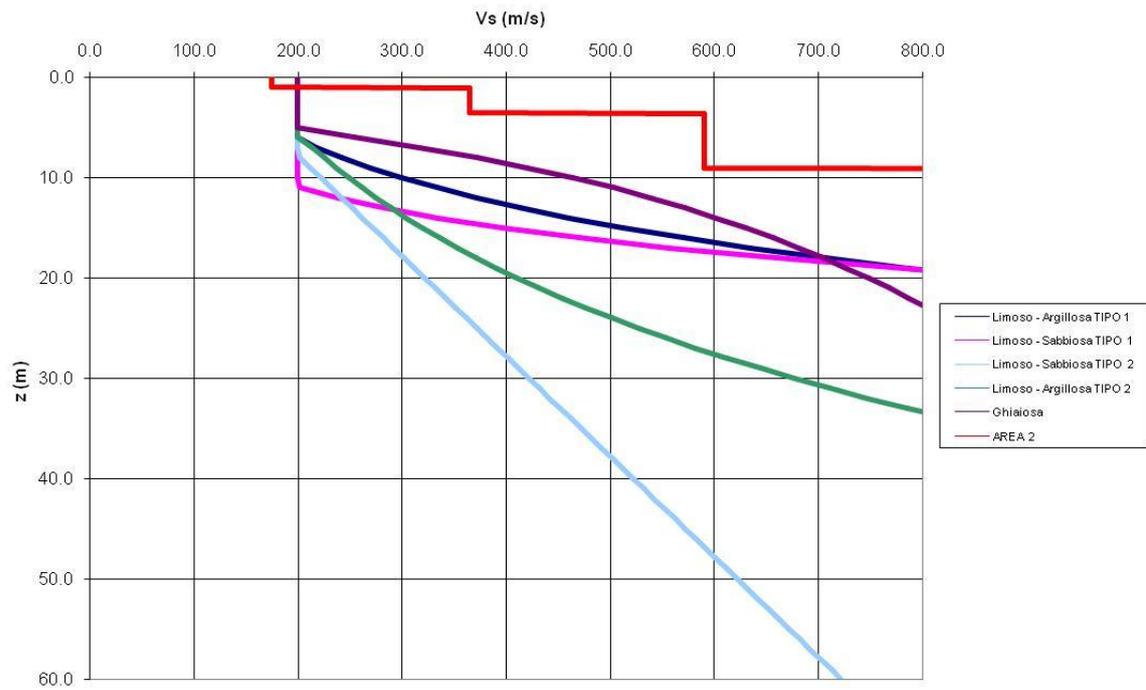
Associazione scheda litologica

“BOCCIODROMO”



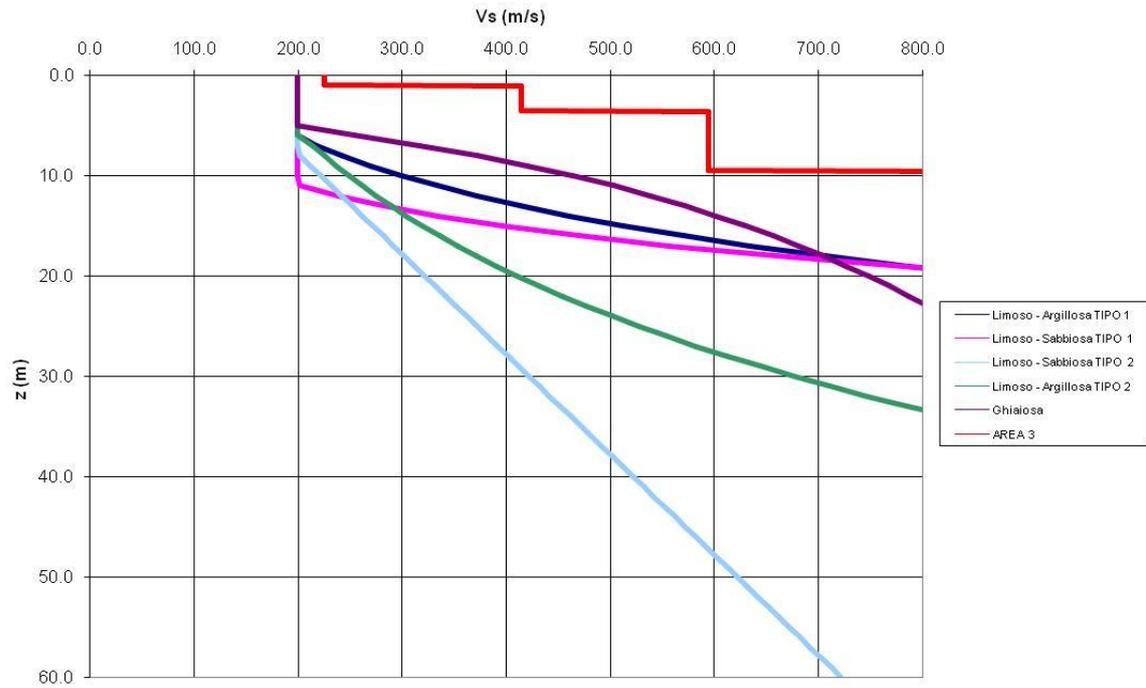
"LUNGO SERIO"

**"AREA 2 (Lungo Serio)"
GRAFICO Vs - z**



"CAPANNELLE"

**"AREA 3 (Capannelle)"
GRAFICO Vs - z**



Riassunto calcoli riferiti alla scheda litologica

Località	Tipologia scheda
Bocciodromo	Ghiaiosa
Lungo Serio	Ghiaiosa
Capannelle	Ghiaiosa

Località	Vs30 [m/s]	Tipo suolo	T _{sito} [s]	T _{0,1-0,5}		T _{0,5-1,5}	
				Fa Calcolato	Fa soglia	Fa Calcolato	Fa soglia
Bocciodromo	705,00	"B"	0,08	1,1	1,5	1,0	1,7
Lungo Serio	730,00	"B"	0,07	1,1	1,5	1,0	1,7
Capannelle	715,00	"B"	0,07	1,1	1,5	1,0	1,7

Dove:

V_{s30} = velocità onde di taglio

T_{sito} = periodo proprio del sito T

$T_{0,1-0,5}$ = periodo riferito a strutture basse e rigide

$T_{0,5-1,5}$ = periodo riferito a strutture alte e flessibili

Fa = fattore di amplificazione



7.2.1.2 Risultati dell'analisi – prescrizioni

Dai risultati dell'analisi condotta, si ricava che tutte le aree studiate presentano un valore di Fa inferiore al valore di soglia della normativa nazionale corrispondente. Per tali aree, la normativa è da considerarsi quindi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito, e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.



8 CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Grassobbio è stato redatto il presente Adeguamento 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.

Lo studio si compone della presente Relazione Tecnica 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.

La geologia del comune di Grassobbio si riflette inevitabilmente sui caratteri morfologici, idrologici e idrogeologici del suo territorio.

In generale, si tratta di un territorio pianeggiante, che racchiude in sé i caratteri tipici dell'alta pianura bergamasca, con morfologie di origine prevalentemente fluviale (terrazzi alluvionali/fluvioglaciali, paleoalvei, barre e meandri).

La geologia è caratterizzata, in particolare, dalla presenza di depositi alluvionali recenti ed attuali in corrispondenza e prossimità dell'alveo del Fiume Serio, e da depositi fluvioglaciali del Livello Fondamentale della Pianura in corrispondenza di tutto il territorio comunale.

Grassobbio è un territorio privo di veri e propri dissesti, dato anche il contesto pianeggiante, lontano dai rilievi collinari prealpini e senza significative scarpate o rotture di pendenza elevate. Le problematiche maggiori sono di tipo idraulico esondativo, individuate dalle fasce fluviali del P.A.I. lungo il Serio.

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 riportate nella Carta dei Vincoli hanno valore indicativo; lo studio del Reticolo Idrico Minore comunale fa testo per qualsiasi valutazione specifica. Per quanto attiene ai corsi d'acqua, si ritiene necessario adottare adeguate politiche di tutela e di manutenzione di tutti i corsi d'acqua, verificando attentamente lo stato degli alvei, dei tombotti e delle rogge e prevedendo interventi di pulizia periodica. Tali interventi hanno una doppia valenza idraulica ed ecologica.

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 perimetrare. 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 e quelle ricadenti nelle classi 3 meno critiche.

Significativa dovrà peraltro essere l'attuazione di politiche di valorizzazione (o eventuale recupero) di aree caratterizzate da un elevato valore paesaggistico e naturalistico, ad esempio le aree prossimali al Fiume Serio e le aree di transizione all'ambito fluviale, benché in Grassobbio non siano stati individuati veri e propri geositi.

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, 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, 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 presente documento rappresentano dunque un riferimento legislativo utile per una rapida ed efficace



Prat. 15_050

Comune di Grassobbio (Bergamo)

consultazione, ma devono sempre essere verificati con gli strumenti legislativi originali.

Ranica, Gennaio 2018

Dott. Geol. Sergio Ghilardi



9 BIBLIOGRAFIA

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

1. Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 e successive integrazioni (Studio G.E.A., gennaio 2010)
2. Calcolo delle fasce di esondabilità con $Tr = 200$ e 500 anni per il tratto di F. Serio compreso nel territorio comunale di Grassobbio (Studio G.E.A., ottobre 2000)
3. Calcolo delle fasce di esondabilità con $Tr = 200$ e 500 anni per il tratto di F. Serio compreso tra il depuratore e il limite Sud del territorio comunale di Grassobbio (Studio G.E.A., luglio 2002)
4. Relazione tecnica di compatibilità idraulica tra il profilo di corrente del Fiume Serio e gli scarichi degli scolmatori a servizio della fognatura comunale del Comune di Grassobbio (Studio G.E.A., ottobre 2003)
5. Richiesta di riduzione zona di rispetto (per il pozzo di Via Matteotti) (ECOSPHERA – Dott. Geol. Marco Carraro, maggio 2003)
6. Carta Geologica della Provincia di Bergamo e relative Note Illustrative (Provincia di Bergamo, 2000)
7. Mosaico informatizzato degli studi geologici comunali della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
8. Inventario dei Fenomeni Franosi (GeoIFFI) della Regione Lombardia, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
9. Applicativo Studi Geologici Comunali e Quadro Dissesti P.A.I. Aggiornato, consultabile su www.cartografia.regione.lombardia.it
10. 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.)

11. Cartografia Geoambientale della Regione Lombardia

12. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Bergamo, 2001)

13. Atlante dei Dissesti P.A.I. e delle Fasce Fluviali, consultabile su www.adbpo.it

