Comune di Gorno
(Provincia di Bergamo)

Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.

(l.r. 11 marzo 2005 n. 12 – d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616)

Aggiornamento dello Studio Geologico di supporto alla Variante n. 1 del Piano di Governo del Territorio

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Fino del Monte (Bg)
ottobre 2019

Dott. Geol. Amadio Poloni

Studio di Geologia Applicata
e Pianificazione Territoriale

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale

via Da Fin n. 26 – 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax 0346/73642 Cell. 3492574270
e.mail: amadio.poloni@gmail.com PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it
P. Iva: 03125040166 C. Fisc.: PLNMDA75P21Z133L OGL n. 1412 AP sez. A

INDICE

1 PREMESSA 3
2 ARICOLAZIONE DEL LAVORO 5
3 FASE DI ANALISI 5
3.1 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE D'INQUADRAMENTO 6
3.2 CARTA PAI-PGRA (Tavola G5) 6
3.3 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO (quadro normativo) 8
3.3.1 ANALISI DI 1° LIVELLO _ CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Tavola G1_A) 12
3.3.2 ANALISI DI 2° LIVELLO _ CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Tavola G1_B) 15
4 FASE DI SINTESI / VALUTAZIONE 39
4.1 CARTA DEI VINCOLI (Tavola G2) 39
4.2 CARTA DI SINTESI (Tavola G3) 41
5 FASE DI PROPOSTA 44
5.1 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA (Tavola G4) 44

Allegato

All. A _ Norme Geologiche di Piano

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

1 PREMESSA

Il presente studio è stato predisposto su incarico dell'**Amministrazione Comunale di Gorno** (Bg), a supporto della **Variante n. 1 al suo Piano di Governo del Territorio** (originariamente *adottato con deliberazione CC n. 20 del 06/11/2013, definitivamente approvato con deliberazione CC n. 8 del 06/05/2014 e pubblicato sul BURL n. 42 del 15/10/2014*), con lo scopo di aggiornare il quadro delle conoscenze geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'intero territorio comunale, così da renderle conformi alle direttive della *d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616* "*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374*".

Il Comune di Gorno è attualmente dotato di studio geologico ritenuto conforme alla l.r. 12/05 ed ai criteri attuativi della d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 (predisposto nel giugno 2010 dal Dott. Geol. Massimo Marella e dal Dott. Geol. Marco Carraro di Ecosphera), che a sua volta proponeva aggiornamenti allo studio geologico redatto nell'ottobre 1999 dal Dott. Geol. Ermanno Dolci (conformemente all'abrogata l.r. 41/97); studio, quest'ultimo, le cui cartografie di inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico, al pari della Relazione Illustrativa ivi allegata (limitatamente alle nozioni d'inquadramento ed analisi del territorio), devono comunque essere ritenute parte integrante della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio comunale.

In considerazione degli elaborati cartografici esistenti ed in ottemperanza alle normative vigenti in materia, con il presente studio si propone l'aggiornamento / elaborazione delle seguenti cartografie:

- **Tavola G1-A: Carta della Pericolosità Sismica Locale di 1° livello**;
- **Tavola G1-B: Carta della Pericolosità Sismica Locale di 2° livello**;
- **Tavola G2: Carta dei Vincoli;**
- **Tavola G3: Carta di Sintesi;**
- **Tavola G4: Carta di Fattibilità Geologica;**
- **Tavola G5: Carta PAI-PGRA.**

La fase di sintesi, valutazione e proposta, si è conclusa con l'aggiornamento delle Norme Geologiche di Piano, di cui all'Allegato A alla presente.

Si specifica che queste ultime, unitamente alla **Carta dei Vincoli** (Tavola G2), alla **Carta di Sintesi** (Tavola G3) ed alla **Carta di Fattibilità Geologica** (Tavola G4), costituiscono parte integrante del **Piano delle Regole**, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d della l.r. 12/05.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

E' bene sottolineare che questo lavoro non propone modifiche al quadro del dissesto PAI, bensì il recepimento dello studio geologico di dettaglio predisposto su incarico della ditta Pontenossa S.p.A. dal Dott. Geol. Sergio Santambrogio con studio professionale in Ardesio (Bg), dal titolo "*Modifiche al PAI-PGRA a seguito della costruzione del nuovo alveo del torrente Rogno e delle sistemazioni idrauliche degli impluvi tributari nei comuni di Gorno, Premolo e Ponte Nossa"* (gennaio 2018), che ha avuto parere favorevole da parte di Regione Lombardia in data 17/12/2018 (protocollo Regionale n. Z1.2018.0031180 e protocollo del Comune di Premolo, Ente capofila della procedura di variante che ha coinvolto anche i comuni di Gorno e Ponte Nossa, n. 4213 del 18/12/2018).

Recepimento sintetizzato, in ottemperanza alla d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017 "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po, così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po*", con la predisposizione della nuova Carta PAI-PGRA, che tiene per l'appunto conto di tutti gli elementi che derivano dal recepimento dei contenuti del PAI e dell'ambito RSCM (reticolo secondario collinare e montano) del PGRA.

Evidentemente, la presente non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici, né esime l'Amministrazione ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale, ma, essendo uno strumento a supporto della programmazione, deve raccogliere i principali parametri geologici dell'area esaminata e, osservandoli nella loro globalità e nelle loro interrelazioni, evidenziare le vocazioni e le limitazioni d'uso del territorio, per poter predisporre, in linea generale, i provvedimenti di salvaguardia e di valorizzazione dei beni ambientali. I dati forniti, dovranno dunque essere recepiti e trasferiti in scelte esecutive dal Progettista del P.G.T, che adatterà le sue unità areali di lavoro, alle delimitazioni geologiche.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

2 ARICOLAZIONE DEL LAVORO

Come anticipato il presente studio, elaborato secondo i dettami della d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 *"Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374"*, si è sviluppato secondo le seguenti fasi metodologiche:

A. **Fase di analisi** (ricerca bibliografica, rilievi geologici e geomorfologici di inquadramento ed approfondimento del territorio comunale, analisi della pericolosità sismica locale di 1° e 2° livello, oltre che predisposizione della carta PAI-PGRA, con recepimento delle relative perimetrazioni sovraordinate);
B. **Fase di sintesi / valutazione**, definita tramite l'aggiornamento della Carta dei Vincoli e della Carta di Sintesi;
C. **Fase di proposta**, definita attraverso la rivisitazione della Carta di Fattibilità Geologica e delle Norme Geologiche di Piano di cui all'Allegato A.

3 FASE DI ANALISI

Nella prima fase di analisi, si è provveduto alla raccolta ed alla valutazione dei dati geologici disponibili a livello comunale (*cfr. Studi Geologici redatti a supporto della Pianificazione Urbanistica*) e di quelli derivanti da studi di dettaglio e dalla pianificazione sovraordinata; tra i primi si ricordano:

- *Studio geologico comunale (Dott. Geol. Ermanno Dolci; ottobre 1999 / ottobre 2002 / luglio 2008);*
- *Aggiornamento / Integrazione studio geologico comunale (Ecosphera; giugno 2010);*
- *Studio del reticolo idrico (Ecosphera; gennaio 2013);*

Tra quelli derivanti dalla pianificazione sovraordinata si ricordano invece:

- *Quadro del dissesto derivante dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI;*
- *Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), di cui alla d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017.*

Lo studio di dettaglio recepito nei suoi tratti di competenza è come premesso invece:

- *Modifiche al PAI-PGRA a seguito della costruzione del nuovo alveo del torrente Rogno e delle sistemazioni idrauliche degli impluvi tributari nei comuni di Gorno, Premolo e Ponte Nossa (Dott. Geol. Sergio Santambrogio; gennaio 2018).*

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Contestualmente, si è dato corso al rilevamento geologico e geomorfologico dell'intero territorio comunale, così da permettere allo scrivente di approfondire le conoscenze di tutti gli elementi geologici evidenziati negli elaborati grafici appena citati e di valutarne eventuali criticità.

Acquisite le necessarie conoscenze del territorio comunale, si è eseguito l'aggiornamento della **Carta di Pericolosità Sismica Locale** (cfr. **Tavola G1-A**) e si sono effettuate le analisi semi-quantitative degli effetti di amplificazione attesi negli scenari ivi perimetrati, fornendo la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione Fa (**approfondimento sismico di 2° livello, sintetizzato nella Tavola G1-B**), che come già anticipato vanno ad integrare le **carte tematiche d'inquadramento** esistenti.

3.1 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE D'INQUADRAMENTO

Per le cartografie di inquadramento si rimanda alle tavole di inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico / idrologico, meteo-climatico e geologico tecnico, allegate allo studio geologico comunale predisposto nell'ottobre 1999 dal Dott. Geol. Ermanno Dolci, oltre che allo studio del reticolo idrico predisposto nel gennaio 2013 dai colleghi di Ecosphera; nel particolare:

- *Tavole 02, 03, 04, 05a e 05b dello Studio geologico comunale (Dr. Ermanno Dolci; ottobre 1999);*
- *Studio del reticolo idrico (Ecosphera; gennaio 2013).*

3.2 CARTA PAI-PGRA (Tavola G5)

Come già accennato, questo lavoro non propone modifiche al quadro del dissesto PAI a suo tempo aggiornato dai colleghi di Ecosphera e/o varianti alle perimetrazioni delle aree allagabili di cui al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (cfr. PGRA), ma il solo recepimento dello studio geologico di dettaglio predisposto su incarico della ditta Pontenossa S.p.A. dal Dott. Geol. Sergio Santambrogio con studio professionale in Ardesio (Bg), dal titolo "*Modifiche al PAI-PGRA a seguito della costruzione del nuovo alveo del torrente Rogno e delle sistemazioni idrauliche degli impluvi tributari nei comuni di Gorno, Premolo e Ponte Nossa"* (gennaio 2018), che ha avuto parere favorevole da parte di Regione Lombardia in data 17/12/2018 (protocollo Regionale n. Z1.2018.0031180 e protocollo del Comune di Premolo, Ente capofila della procedura di variante che ha coinvolto anche i comuni di Gorno e Ponte Nossa, n. 4213 del 18/12/2018).

Il tutto ha portato, in ottemperanza alla d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017 "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po, così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal*

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po", alla predisposizione della conseguente **Carta PAI-PGRA** (*cfr.* ***Tavola G5***), la quale, prodotta alla scala dello strumento urbanistico ed utilizzandone la medesima base cartografica, tiene per l'appunto conto di tutti gli elementi che derivano dal recepimento dei contenuti del PAI e dell'ambito RSCM (reticolo secondario collinare e montano) del PGRA.

Per quanto riguarda il quadro del dissesto così come presente nel GEOPortale regionale, derivante dall'aggiornamento a suo tempo effettuato ai sensi dell'*art. 18 delle N.d.A. del PAI,* si riconoscono gli ambiti:

- "***Fa – area di frana attiva***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 2 delle relative N.d.A.;
- "***Fq – area di frana quiescente***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 3 delle relative N.d.A.;
- "***Fs – area di frana stabilizzata***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 4 delle relative N.d.A.;
- "***Ee – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità molto elevata***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 5 delle relative N.d.A.;
- "***Eb – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità elevata***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 6 delle relative N.d.A.;
- "***Em – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità media o moderata***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 6bis delle relative N.d.A.;
- "***Cn – area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta***", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 9 delle relative N.d.A..

Nel territorio comunale non sono invece presenti ambiti ascritti ad "***aree di conoide attivo non protette - Ca***" ed "***aree di conoide attivo parzialmente protette - Cp***" di cui all'art. 9 commi 7 e 8 delle relative N.d.A..

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), ha invece come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree "allagabili", individuate le "Aree a Rischio Significativo (ARS)" e impostate misure per ridurre il rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili, suddivise per ambiti territoriali, sono contenute nelle mappe di pericolosità, mentre la classificazione del grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti è rappresentata nelle mappe di rischio; entrambe, pubblicate sul GEOPortale di Regione Lombardia, Servizi di mappa Direttiva Alluvioni.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Nella fattispecie, si sottolinea che le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale RSCM comunale, corrispondono alle aree già classificate come Ee, Eb e Cn del PAI e di conseguenza ne mantengono la normativa già in essere, ai sensi dell'articolo 9, commi da 5 a 9 delle relative N.d.A..

Nello specifico:

- nelle aree interessate da **alluvioni frequenti** (aree **P3/H**), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 5 per le aree Ee (area a pericolosità molto elevata) del PAI;
- nelle aree interessate da **alluvioni poco frequenti** (aree **P2/M**), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 6 per le aree Eb (area a pericolosità elevata) del PAI;
- nelle aree interessate da **alluvioni rare** (aree **P1/L**), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 6bis per le aree Em (area a pericolosità media o moderata) del PAI.

3.3 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO (quadro normativo)

Con l'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 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, poi recepita da Regione Lombardia con d.g.r. 7 novembre 2003 n. 7/14964, successivamente modificata dalla d.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129, sono state individuate le zone sismiche sul territorio nazionale e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni in ciascuna di esse.

La macrozonazione sismica di riferimento comprende tutto il territorio nazionale, suddiviso in quattro "zone" con sismicità di base decrescente dalla "zona 1" alla "zona 4", così definite (vedi tabella n. 1):

Zona	Valori di ag
1	0,35g
2	0,25g
3	**0,15g**
4	0,05g

Tabella n. 1: macrozonazione sismica nazionale con, in grassetto, la zona sismica 3 di riferimento

dove ag è il valore dell'accelerazione orizzontale massima espresso come frazione della gravità (g).

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Per effetto della d.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129, **il territorio di Gorno (Bg)** è passato dalla precedente "zona 4" all'attuale "**ZONA 3**" (**sismicità medio-bassa**) e pertanto le prescrizioni tecniche antisismiche saranno da applicare a tutti gli edifici. Tali prescrizioni valgono per ogni classe di fattibilità geologica di Piano, come di seguito definite, e sono suddivise in funzione del livello di approfondimento raggiunto durante la redazione del presente studio.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 2018 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, è regolata dal D.M. 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le cotruzioni*" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 42 del 20/02/2018.

I criteri per la predisposizione dell'analisi del rischio sismico nel Piano di Governo del Territorio, sono definiti dall'Allegato 5 alla *d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616* "*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374*".

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale.

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali), possono infatti influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali; **quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità**.

Gli **effetti di sito** interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso ambito:

- gli effetti di amplificazione topografica (Z3), che si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

irregolarità topografiche in generale (cfr. creste dei rilievi e cigli di scarpata); tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità delle creste del rilievo, a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Se l'irregolarità topografica è rappresentata dal substrato roccioso (bedrock), si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi, l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto.

- gli effetti di amplificazione litologica (Z4), che invece si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Gli **effetti di instabilità** interessano invece tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente tale nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tra questi:

- versanti in equilibrio precario (Z1) (in materiale sciolto o in roccia), che possono dare origine a riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionale e/o traslazionali e colamenti), per cui il sistema rappresenta un fattore d'innesco del movimento, sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo, sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.
- aree caratterizzate da contatti stratigrafici e/o tettonici tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5), che possono dare origine a movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali, che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.
- terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, che possono dare origine a cedimenti o liquefazioni (Z2);
- siti interessati da carsismo sotterraneo, che possono dare origine a fenomeni di subsidenza.

Come accennato, tre sono i livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente previsti dalla suddetta metodologia.

Nella fattispecie il **1° livello** prevede il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (carte tematiche di

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

inquadramento), sia di dati esistenti (indagini geognostiche predisposte al supporto di singoli progetti edilizi).

Questo livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la redazione della **Carta di Pericolosità Sismica Locale** (cfr. PSL), nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale e lineare delle diverse situazioni tipo (vedi tabella n. 1 illustrata in seguito), in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale).

Le aree a pericolosità sismica locale individuate (cfr. Z1, Z2, Z3, Z4 e/o Z5 di cui alla tabella n. 2 illustrata in seguito), devono essere riportate con appositi retini "trasparenti", anche nella carta di fattibilità descritta in seguito (cfr. Tavola G4).

Il **2° livello** prevede invece la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di PSL, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, dunque anche per il comune di Gorno, negli scenari di PSL suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 di cui alla tabella n. 2 illustrata in seguito), interferenti con l'urbanizzato o che non siano considerate inedificabili.

Nel particolare l'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale, forniti dal Politecnico di Milano).

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della tabella n. 2 illustrata in seguito), non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, così come specificato in seguito.

Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5 di cui alla tabella n. 2 di seguito illustrata), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzione a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione potrà essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Il **3° livello** si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c di cui alla tabella n. 2 di seguito illustrata), cedimenti e/o liquefazioni (Z2) e per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e topografiche Z4 di cui alla tabella n. 2 di seguito illustrata), che sono caratterizzate da un valore di Fa

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

superiore al valore soglia corrispondente, così come ricavato dall'applicazione del 2° livello.

I risultati delle analisi di 3° livello, le cui metodologie di calcolo sono dettagliatamente illustrate nell'allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374*", saranno utilizzati in fase di progettazione, al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

3.3.1 ANALISI DI 1° LIVELLO _ CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Tavola G1_A)

Risultando precedentemente ascritto alla "zona 4" di sismicità, il Comune di Gorno era già stato a suo tempo oggetto d'analisi sismica locale di 1° livello, sintetizzata nella relativa "*Tav 01 – Carta della Pericolosità Sismica Locale*" (*Ecosphera; giugno 2010*).

Dai rilievi conoscitivi dell'intero territorio comunale, ma anche e soprattutto dai risultati delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche condotte negli ultimi anni dallo scrivente ma anche da altri autori, sono comunque emerse inesattezze e significative criticità; da qui, la rivisitazione sintetizzata nella Tavola G1-A.

In primo luogo, l'ampia ed approfondita coltre eluvio colluviale e regolitica localmente instabile adagiata sul substrato roccioso di riferimento, che nella fattispecie caratterizza gran parte dell'abitato di Gorno capoluogo compreso tra Fondo Ripa / Riso ed i soprastanti abitati di via Ceruti, Erdeno, Villassio, Sant'Antonio e Cavagnoli, in sinistra idrografica del torrente Riso, poi le ampie aree alluvionali e di conoide circostanti il torrente stesso ed infine i numerosi cumuli derivanti non solo dalle antiche lavorazioni metallurgiche, ma anche di quello in fase di coltivazione lungo la valle Rogno (posta al confine con il territorio di Premolo e Ponte Nossa); questo, fermo restando le aree in dissesto di cui alla precedente Carta PAI-PGRA.

Nello specifico, oltre alle cartografie di inquadramento generale (*Dott. Geol. Ermanno Dolci; ottobre 1999*), si è tenuto conto delle indagini di dettaglio condotte a supporto delle seguenti pratiche edilizie:

- *Relazione sulle condizioni di stabilità del versante compreso fra via Prealpina e via dei Campari (Dott. Ing. A. Frassoni; gennaio 2008);*
- *Relazione sulle condizioni di stabilità del versante sottostante la chiesa parrocchiale ed il cimitero (Dott. Ing. A. Frassoni; febbraio 2008);*
- *Indagine geologico-geotecnica di supporto alla realizzazione di un nuovo parcheggio interrato in via Madonna (Dott. Geol. Sergio Ghilardi; gennaio 2009);*

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- *Relazione geologica di supporto all'intervento di sistemazione di un tratto di via Sant'Antonio (Dott. Geol. Marco Maggi; 09/12/2011);*
- *Relazione Geotecnica di supporto agli interventi di consolidamento di un tratto di via Piane e Plicosa Basello – loc. Porchera (Dott. Ing. A. Frassoni; 28/07/2015);*
- *Relazione geologica di supporto al progetto definitivo-esecutivo degli interventi di consolidamento di via Fondo Ripa (Dott. Geol. Marco Maggi; aprile 2016);*
- *Relazione Geotecnica di supporto agli interventi di consolidamento di un tratto di via Ceruti (Dott. Ing. A. Frassoni; 04/01/2018);*
- *Relazione geologica di supporto all'intervento di rinforzo strutturale delle fondazioni di un condominio di via dei Campari (Dott. Geol. Poloni Amadio; 26/09/2018);*
- *Relazione geologica di supporto alla messa in sicurezza ed allargamento di via Madonna (Dott. Geol. Poloni Amadio; 30/11/2018);*
- *Relazione geologica di supporto alla realizzazione di un'autorimessa interrata in via del Cornello (Dott. Geol. Poloni Amadio; 30/01/2019).*

Studi e rilievi che come detto hanno portato alla parziale rivisitazione dell'elaborato, qui condensato nella ***Tavola G1-A – Carta della Pericolosità Sismica Locale* (*1° livello*)**.

Compilata in scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale, detta cartografia costituisce il I° livello di approfondimento della componente sismica territoriale, permettendo di individuare zone omogenee per effetti sismici locali di sito e dovuti ad instabilità.

La tabella n. 2 di seguito illustrata, sintetizza i possibili **Scenari di Pericolosità Sismica Locale** descritti in precedenza, i quali hanno costituito riferimento per l'elaborazione della carta di PSL in questione.

Tra gli effetti di instabilità (*cfr. scenari Z1*), si sono riportati tutti i perimetri segnalati nella predetta Carta PAI-PGRA; tra questi è senz'altro da segnalare la frana attiva "Z1a", che sta coinvolgendo il cimitero comunale e parte della parrocchia.

Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (cfr. scenario Z2a), sono come detto le vecchie discariche minerarie e quella in fasi di coltivazione lungo la valle Rogno, mentre le aree suscettibili di amplificazioni litologiche e geometriche (Z4), oltre che dalla carta geologica comunale (*Dott. E. Dolci; ottobre 1999*), sono state dedotte dai rilievi e dalle indagini geognostiche contenute negli studi di dettaglio citati in precedenza.

Infine, per quanto riguarda gli elementi lineari, si sono individuate le linee di cresta rocciosa e/o cocuzzoli dei rilievi montuosi (cfr. Z3b) e le zone di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche marcatamente differenti (cfr. Z5); tra queste ultime, si evidenziano i settori in cui i materiali di riporto Z2a e le coltri eluvio colluviali e regolitiche di cui allo scenario Z4d (vedi tabella n. 2), vengono a contatto con il substrato roccioso di riferimento.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Non si sono riscontrate invece zone di scarpata di cui allo scenario Z3a (vedi tabella n. 2).

Sigla	*SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE*	*EFFETTI*
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella n. 2: scenari di pericolosità sismica locale

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

3.3.2 ANALISI DI 2° LIVELLO _ CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Tavola G1_B)

Come accennato, il **2° livello** di approfondimento è obbligatorio in fase di pianificazione, per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, dunque anche per il comune di Gorno, e si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (cfr. scenari Z3 e Z4), di cui alla precedente Tavola G1_A.

La procedura consiste in un approccio semi-quantitativo, servito a fornire la stima della risposta sismica dei terreni in termini di *Fattore di amplificazione* (**Fa**). Tale fattore è stato stimato in funzione degli intervalli di periodo 0,1–0,5 s e 0,5–1,5 s, che sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più frequenti sul territorio regionale; nella fattispecie, il primo intervallo si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre il secondo si riferisce a strutture più alte e flessibili.

Il tutto, stimato attraverso le due schede morfologiche e le sei schede litologiche contenute nell'allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374*".

Il fattore di amplificazione Fa ottenuto dalle suddette schede (cfr. Fa calcolato), deve poi essere confrontato con i valori Fa di soglia comunale forniti dal Politecnico di Milano, consentendo l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale (cfr. NTC2018), risulta sufficiente (Fa calcolato inferiore a Fa di soglia comunale), od insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale), così come illustrato nell'allegata **Tavola G1_B** e dettagliatamente descritto in seguito.

3.3.2.1 EFFETTI MORFOLOGICI

Come accennato, in prima analisi per questi scenari di amplificazione locale si sono rilevate esclusivamente morfologie di cresta rocciosa e/o cucuzzolo Z3b (vedi Tavola G1_A).

Per gli effetti morfologici, la procedura di 2° livello fornisce valori di Fa per il solo intervallo 0,1-0,5 s; questa limitazione è causata dall'impego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno, che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0,5-1,5 s.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

3.3.2.1.1 Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo (scenario Z3b)

La procedura in questione, è valida per zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), caratterizzate da pendii con inclinazioni ≥ 10°, larghezza alla base scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche e che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), mentre il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una Vs maggiore od uguale ad 800 m/s (vedi scheda regionale illustrata in seguito).

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni (vedi scheda regionale):

- **cresta appuntita**, con rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L);
- **cresta arrotondata**, con rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) paragonabile alla larghezza alla base (L), ovvero pari ad almeno 1/3 della larghezza alla base, con zona di cresta pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10°.

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si devono determinare i seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo ***L***;
- larghezza in cresta del rilievo ***l***;
- dislivello altimetrico massimo ***H*** e dislivello altimetrico minimo ***h*** dei versanti;
- coefficiente di forma ***H/L***.

L'analisi morfologica è stata condotta sulla base cartografica di riferimento, in scala 1:5000.

Determinati i parametri morfologici di ciascuna linea di cresta preventivamente individuata, attraverso la scheda di valutazione di cui all'allegato 5 della d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 si è scelta, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo L (solo per quelle appuntite), la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s, in base al valore del coefficiente di forma ***H/L*** (vedi scheda illustrata in seguito).

<u>Il valore di Fa determinato è stato approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta (***l***); lungo i versanti tale valore dovrà essere scalato in modo lineare fino al valore unitario, alla base di ciascun versante.</u>

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

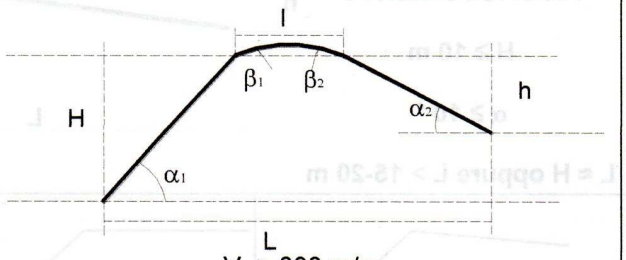
EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b

CRITERI DI RICONOSCIMENTO

CRESTA
$\alpha_1 \geq 10°$ e $\alpha_2 \geq 10°$
$h \geq 1/3\ H$

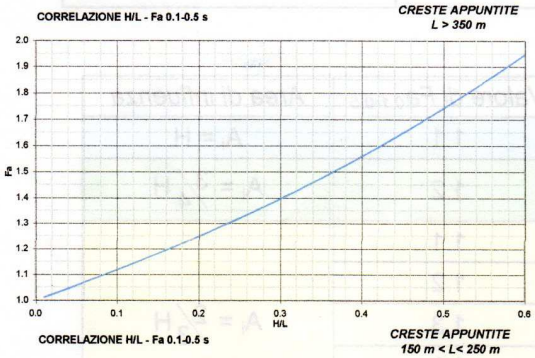
CRESTA ARROTONDATA
$\beta_1 < 10°$ e $\beta_2 < 10°$
$l \geq 1/3\ L$

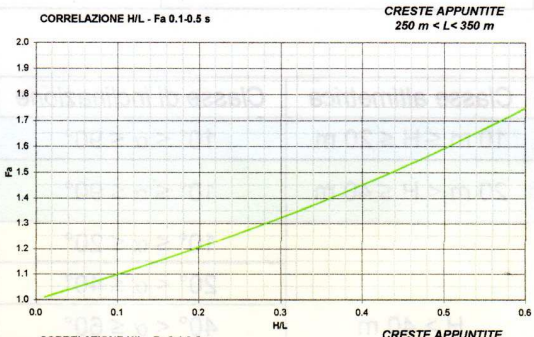
CRESTA APPUNTITA
$l < 1/3\ L$

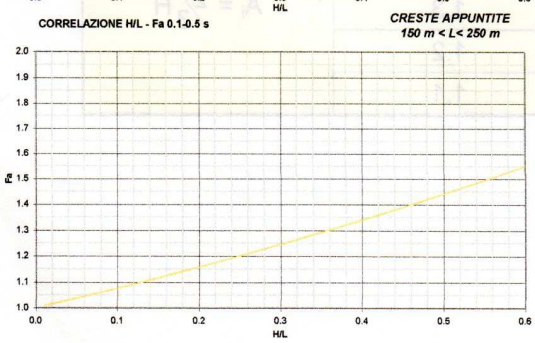


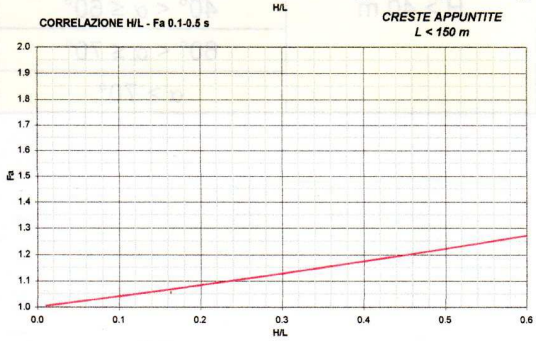
$V_s \geq 800$ m/s

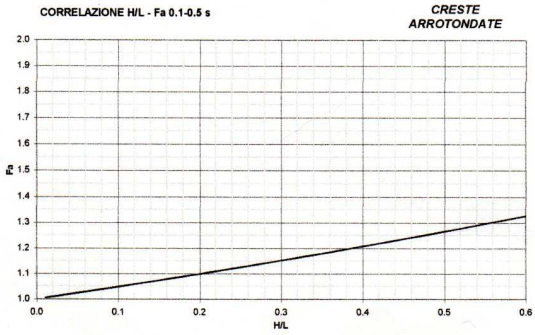
	L > 350	250 < L <350	150 < L < 250	L < 150
Creste Appuntite	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
Creste Arrotondate	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			











Scheda regionale predisposta al fine di valutare gli effetti morfologici Z3b

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

I valori di **Fa** così ottenuti sono stati confrontati con i valori di **St** delle Norme Tecniche per le Costruzioni (valori soglia oltre i quali gli spettri proposti dalla normativa risultano insufficienti a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito; vedi tabella n. 3), così da valutare l'effettivo grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica nazionale vigente (cfr. NTC2018); questo, considerando una variabilità di + 0,1 che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuta dalla procedura semplificata.

CATEGORIA TOPOGRAFICA	*Caratteristiche della superficie topografica*	*Ubicazione dell'opera o dell'intervento*	*Coefficiente di amplificazione topografico S_T*
T1	Superficie pianeggiante; pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$	Qualsiasi	**1,0**
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$	In corrispondenza della sommità del pendio	**1,2**
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° < i < 30°$	In corrispondenza della cresta del rilievo	**1,2**
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$	In corrispondenza della cresta del rilievo	**1,4**

Tabella n. 3: categorie topografiche e relativi valori soglia St di cui alle NTC2018

In conseguenza di tali verifiche, si possono presentare due situazioni:

- **valore di Fa calcolato per mezzo della scheda di riferimento, inferiore al valore St di soglia corrispondente**: la normativa nazionale vigente sarà da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si potrà applicare lo spettro previsto dalla stessa normativa;
- **valore di Fa calcolato per mezzo della scheda di riferimento, superiore al valore St di soglia corrispondente**: la normativa nazionale è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi in fase di progettazione edilizia sarà necessario effettuare analisi di 3° livello.

---ooo---

I risultati delle analisi morfologiche condotte sulle linee di cresta precedentemente individuate, sono riassunte in seguito, oltre che sintetizzate nell'allegata Tavola G1_B.

Nello specifico, sulla tavola grafica appositi simboli e sigle identificative rappresentano le zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo esaminate (cfr. A ÷ P) e le relative sezioni di verifica (in magenta), con il rispettivo valore di Fa calcolato; la tabella proposta, sintetizza invece i parametri morfologici di ciascuna linea di cresta esaminata (l-L ed h-H), la tipologia individuata (cresta arrotondata od appuntita), la curva presa a riferimento nella rispettiva scheda di valutazione (blu, verde, gialla, rossa o nera), il relativo fattore di forma H/L ed il conseguente valore di **Fa calcolato**. A concludere, nella stessa tabella è riportato il risultato

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

del confronto tra il valore di Fa calcolato ed il rispettivo valore di soglia St, di cui alla normativa nazionale vigente (cfr. NTC2018).

Da dette verifiche è emerso che nella maggior parte delle zone suscettibili di amplificazione sismica Z3b (amplificazioni morfologiche di cresta), la normativa nazionale è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione topografica, e quindi in fase di progettazione edilizia (per i casi ritenuti ammissibili), sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello); questo, ad eccezione delle linee di cresta identificate con le sigle C1, M1, N1 e P1 di cui alla Tavola G1_B, in cui la normativa nazionale di riferimento è risultata sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica T4 (St = 1,4).

Per tutti gli ambiti caratterizzati da scenari Z3b (limitatamente ai casi consentiti), le analisi di 3° livello saranno comunque necessarie anche nel caso in cui si prevedano costruzioni alte (tra i 5 ed i 15 piani) e flessibili, aventi periodo proprio compreso tra 0,5-1,5 s.

APPROFONDIMENTI ASSOCIATI ALL'AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA

SEZIONE	l - L (m)	h - H (m)	MORFOLOGIA DI CRESTA	CURVA	H/L	$Fa_{0,1\div0,5\,s}$	FATTORE TOPOGRAFICO		VALIDITA' DELLA NORMATIVA NAZIONALE VIGENTE (NTC2018)
							categoria	S_T	$Fa_{0,1\div0,5\,s}$
A1	15 / 600	100 / 250	appuntita	blu	0,42	1,6 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
B1	55 / 538	104 / 134	appuntita	blu	0,249	1,3 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
C1	130 / 374	55 / 110	arrotondata	nera	0,294	1,1 + 0,1	T4	1,4	ADEGUATA
C2	110 / 610	80 / 130	appuntita	blu	0,213	1,2 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
C3	63 / 872	107 / 172	appuntita	blu	0,197	1,2 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
D1	67 / 379	69 / 119	appuntita	blu	0,315	1,4 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
E1	46 / 303	55 / 75	appuntita	verde	0,248	1,2 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
F1	93 / 412	75 / 147	appuntita	blu	0,357	1,4 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
G1	30 / 469	55 / 155	appuntita	blu	0,33	1,4 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
H1	12 / 545	100 / 205	appuntita	blu	0,376	1,5 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
I1	30 / 435	92 / 135	appuntita	blu	0,31	1,4 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
L1	34 / 573	81 / 215	appuntita	blu	0,375	1,5 + 0,1	T3	1,2	NON ADEGUATA
M1	24 / 122	40 / 65	appuntita	rossa	0,533	1,2 + 0,1	T4	1,4	ADEGUATA
N1	25 / 190	62 / 72	appuntita	gialla	0,379	1,3 + 0,1	T4	1,4	ADEGUATA
O1	25 / 267	70 / 110	appuntita	verde	0,412	1,4 + 0,1	T4	1,4	NON ADEGUATA
P1	20 / 265	80 / 90	appuntita	verde	0,34	1,3 + 0,1	T4	1,4	ADEGUATA

Tabella n. 4: risultati degli approfondimenti associati all'amplificazione morfologica Z3b

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

3.3.2.2 EFFETTI LITOLOGICI

3.3.2.2.1 Metodologia

In questo caso la procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle velocità delle onde sismiche di taglio Vs con la profondità fino a valori pari o superiori ad 800 m/s (cfr. bedrock sismico di riferimento);
- spessore e velocità di ciascuno strato.

Individuata la litologia prevalente presente in situ, si sceglie la scheda litologica regionale di riferimento; attualmente, sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie prevalentemente sabbiose.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità e poi scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale (per mezzo della matrice della scheda di valutazione prescelta), la curva più appropriata (indicata con il numero ed il colore di riferimento), che permetterà di determinare il valore di Fa negli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T.

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 delle velocità Vs è uguale o superiore ad 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

ove h_i e Vs_i sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Si specifica che il valore di Vs dello strato superficiale riportato nelle schede regionali, è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo e qualora lo strato superficiale abbia uno spessore inferiore a m 4 si utilizzerà, per la scelta della curva più appropriata, lo strato

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

superficiale equivalente, a cui si assegnerà una velocità Vs calcolata come media pesata del valore di Vs degli strati superficiali la cui somma supera i 4 m di spessore.

Il valore di Fa calcolato per mezzo delle schede regionali di cui all'allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 (al quale per maggiori dettagli integralmente si rimanda), dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale (considerando una variabilità di + 0,1 che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto), ed utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito, dall'applicazione della normativa sismica vigente (cfr. NTC2018).

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto dalle schede di valutazione, con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (cfr. B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5s (vedi tabelle n. 5 e 6 di seguito illustrate).

CATEGORIA	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori ad 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

Tabella n. 5: categorie dei sottosuoli di fondazione (NTC2018)

comune	VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO 0,1-0,5 s					VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO 0,5-1,5 s				
GORNO										
zona sismica	Categoria di sottosuolo					Categoria di sottosuolo				
3	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
		1,4	1,9	2,2	2		1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella n. 6: valori soglia del Comune di Gorno (Bg)

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Si possono presentare quindi due situazioni:

- **il valore di Fa calcolato è inferiore al valore soglia corrispondente**: la normativa sismica nazionale è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si potrà applicare lo spettro previsto dalla norma stessa;
- **il valore di Fa calcolato è superiore al valore soglia corrispondente**: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi sarà necessario, in fase di progettazione edilizia, effettuare analisi più approfondite (3° livello), oppure utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

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

Nel caso il valore di Vs dello strato superficiale risulta pari o superiore ad 800 m/s non si applica la procedura semplificata per la valutazione del Fa in quanto l'amplificazione litologica attesa è nulla (Fa = 1.0).

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambe i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

3.3.2.2.2 Indagini geofisiche con tecnica sismica MASW

Al fine di determinare le sismo-stratigrafie di velocità delle onde di taglio Vs da cui ricavare i parametri Vs30 indispensabili per l'analisi sismica di 2° livello, si è tenuto conto dei risultati emersi da n. 4 prospezioni geofisiche con tecnica sismica MASW (*Multichannel Spectral Analysis of Surface Waves*), condotte dallo scrivente in via dei Campari, via Madonna, via del Cornello ed in località Riso (cfr. M1 ÷ M4; vedi Tavola G1_B).

Con il termine Vs30 si intende la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio e viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

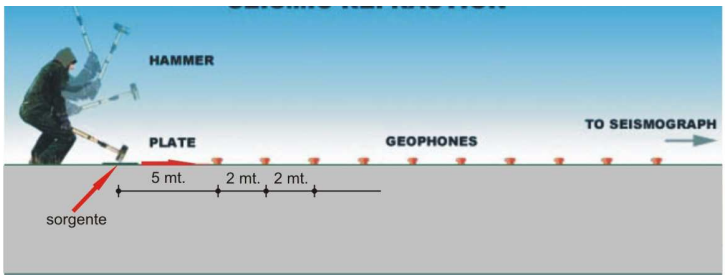
dove :

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo;
V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $g < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo;
N = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo.

Ai sensi dell'allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616, **la scelta dei dati geofisici utilizzati per la valutazione sismica di secondo livello del territorio comunale è di attendibilità alta.**

Il metodo MASW è una tecnica d'indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni), posti sulla superficie del suolo.

La prova consiste nel produrre una sollecitazione sulla superficie del terreno mediante una mazza battente e nel registrare le vibrazioni prodotte con l'uso di geofoni ubicati lungo un allineamento, a distanze note e prefissate.



Esempio di stendimento sismico per indagine MASW

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione
E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Modi di vibrazione
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Le indagini qui prese a riferimento sono state eseguita per mezzo della strumentazione di seguito elencata:

- Acquisitore digitale multi – canale, del tipo GEA24 della ditta P.A.S.I. S.r.l..
- Ricevitori (n. 12 geofoni da 4.5 Hz) capaci di misurare il campo di moto nella direzione verticale.
- Sorgente sismica impulsiva costituita da mazza di 8 kg.

L'elaborazione dei dati è stata garantita dall'utilizzo del software ***EasyMASW*** prodotto dalla ***GeoStru S.a.s.***. L'elaborazione dei dati di campagna si compone delle seguenti fasi:

- Pulizia da fenomeni di disturbo sul segnale utile, dovuto a sorgenti ambientali non controllabili.
- Assemblaggio di array virtuali, per ovviare alla limitazione del numero di geofoni disponibili in campagna.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- Analisi spettrale, mediante FFT, del sismogramma ottenuto, condotta mediante l'utilizzo di vari parametri matematici, che consentono di adattarsi alle esigenze dell'utente.
- Estrazione (manuale od automatica), della curva di dispersione sperimentale e sua visualizzazione nel dominio della frequenza o della lunghezza d'onda.
- Generazione di una curva di dispersione, basata su modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della velocità delle onde P, della densità del terreno.
- Inversione del modello sintetico in modalità interattiva o automatica (inversione basata sulle velocità delle onde S o sugli spessori degli strati).
- A seguito dell'interpretazione eseguita, viene fornito anche il valore della Vs30 del sito, consentendone la classificazione secondo le normative tecniche attualmente in corso, in materia di progettazione antisismica.

Le schede e le immagini proposte in seguito riprendono i caratteri salienti delle sismostratigrafie utilizzate per le valutazioni di 2° livello ed i relativi andamenti delle velocità Vs con le profondità, dai quali si sono ricavate le specifiche categorie di sottosuolo, così come specificato dalle NTC2018 (vedi tabella n. 5).

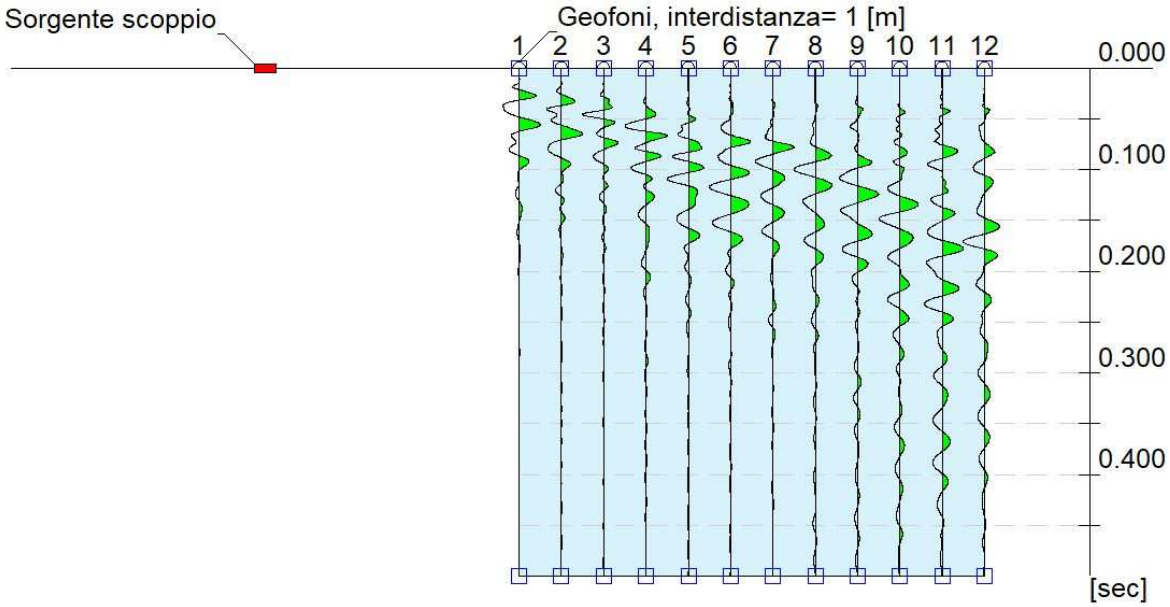
In tutte le indagini qui prese a riferimento è stato intercettato il bedrock sismico di riferimento a profondità inferiori a 30 m dalle relative quote di piano campagna (conformemente a tutte le indagini geognostiche contenute nelle relazioni predisposte a supporto degli interventi edilizi citati in precedenza), mentre la categoria degli stessi sottosuoli è sempre stata attribuita alla categoria "E".

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del bedrock sismico non superiore a 30 m.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

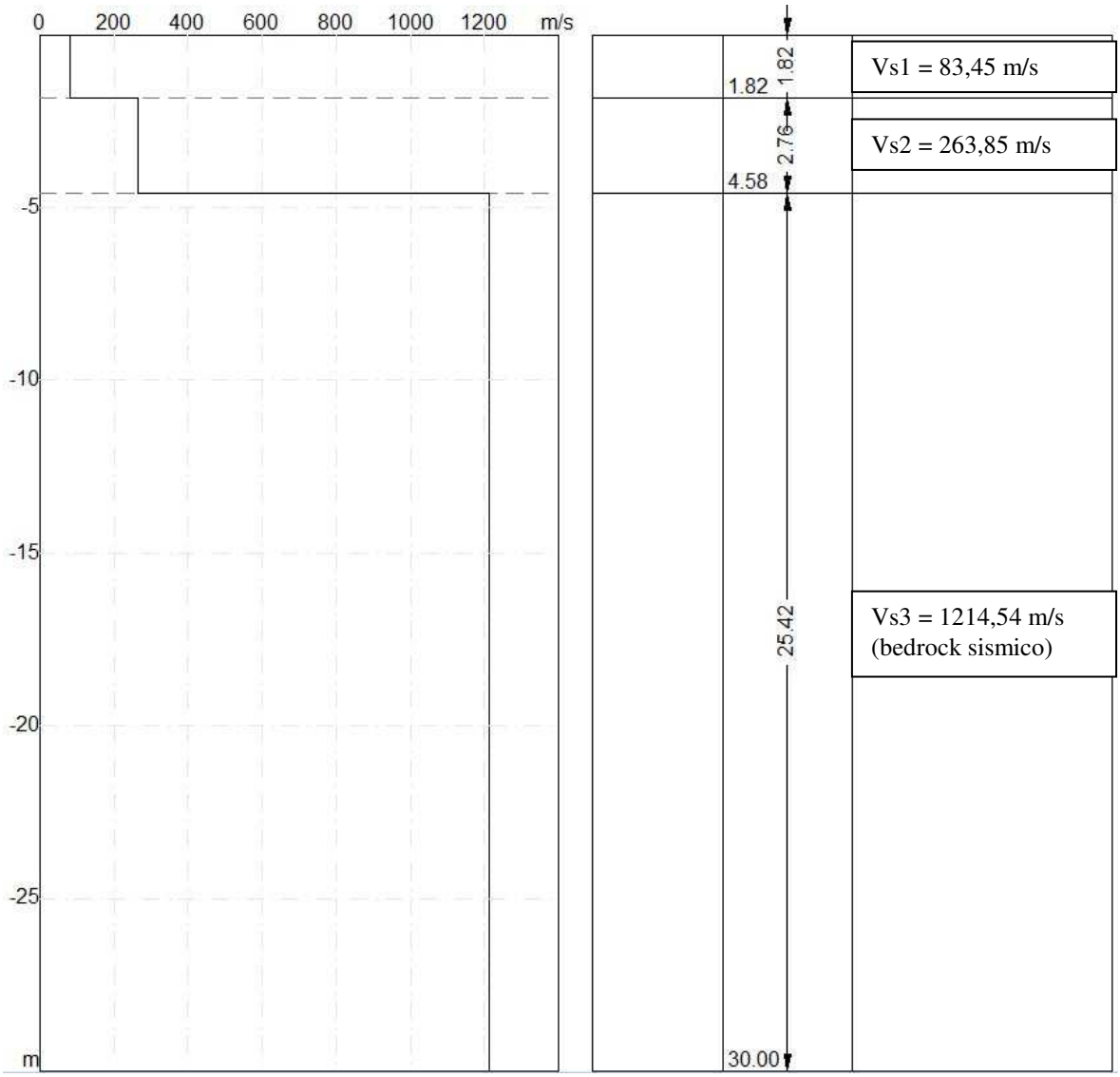
INDAGINE M1 (via dei Campari)

Stendimento geofisico eseguito presso un condominio di via dei Campari



Indagine M1: sismogramma dell'area in esame (interdistanza geofoni = 1 m)

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com



Indagine M1: sismostratigrafia delle onde Vs

Nel caso specifico si sono registrati tre principali sismostrati, mentre il bedrock sismico è stato intercettato alla profondità di m 4,58 da p.c.; il calcolo della velocità media dei terreni di copertura deve dunque tener conto della sola porzione compresa tra p.c. e m 4,58 di profondità. **Dallo sviluppo dell'equazione descritta in precedenza si è determinato un valore di $V_{s4,58}$ pari a 141,88 m/s, dunque associabile ad un suolo di tipo E.**

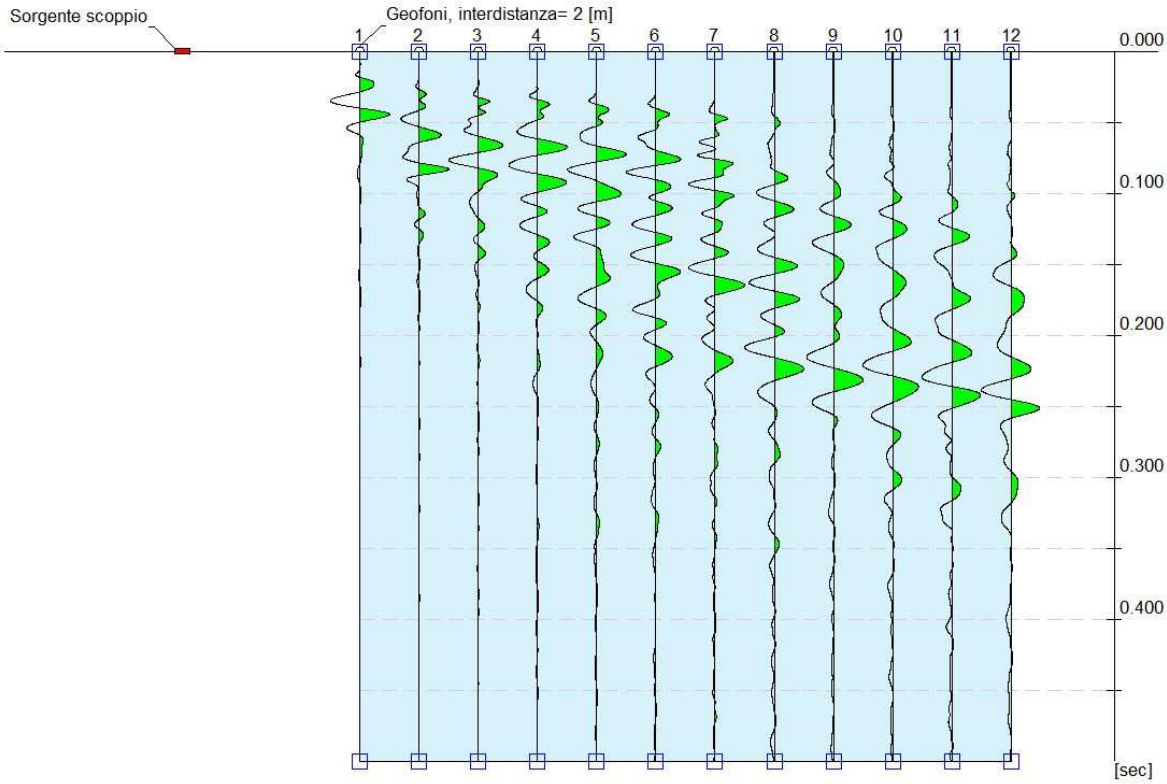
Vs,eq (H=4.58)	141.88 [m/s]
Categoria del suolo	E

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del bedrock sismico non superiore a 30 m.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

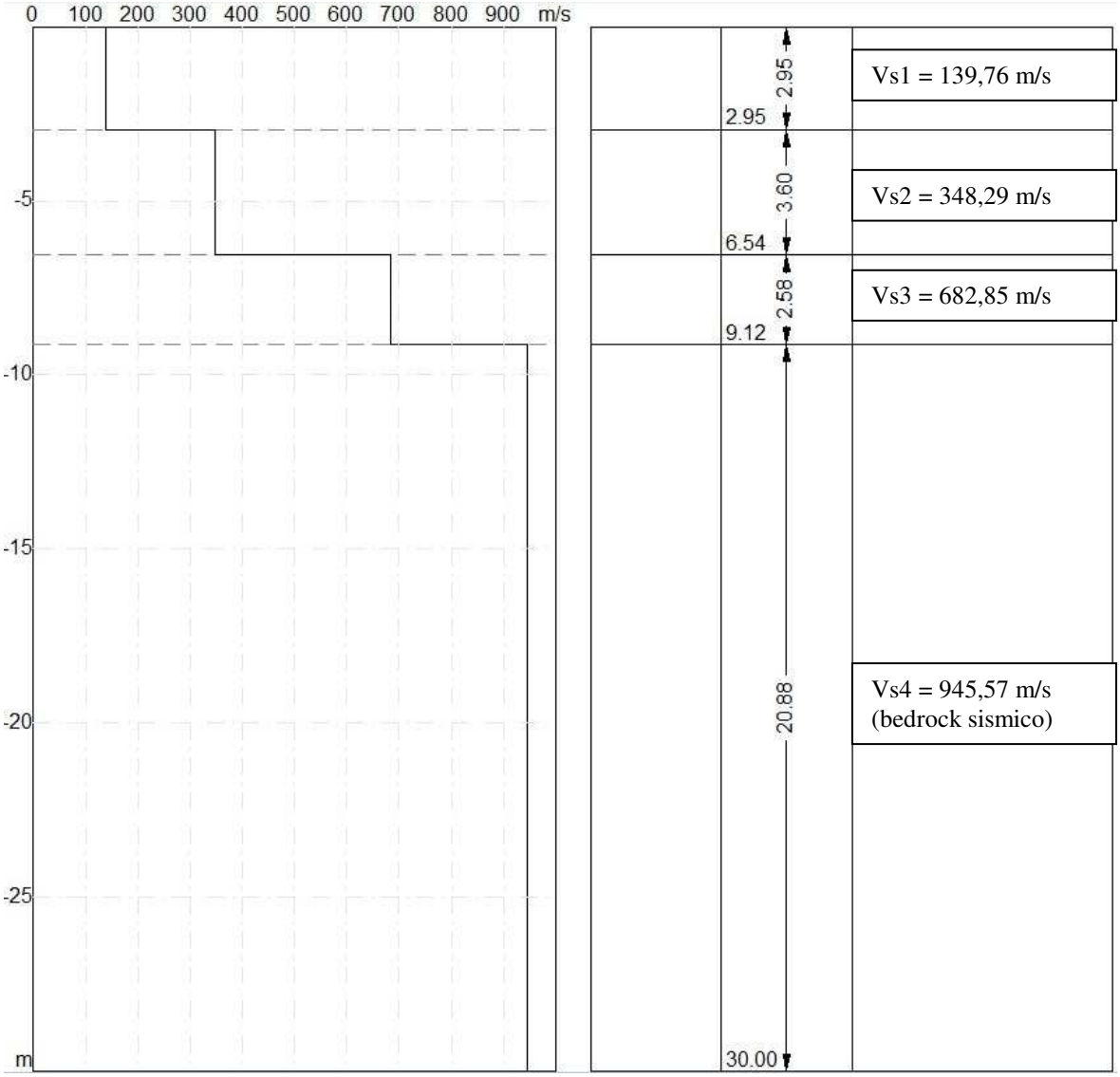
INDAGINE M2 (via Madonna)

Stendimento geofisico eseguito in fregio a via Madonna



Indagine M2: sismogramma dell'area in esame (interdistanza geofoni = 2 m)

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com



Indagine M2: sismostratigrafia delle onde Vs

Nel caso specifico si sono registrati quattro principali sismostrati, mentre il bedrock sismico è stato intercettato alla profondità di m 9,12 da p.c.; l calcolo della velocità media dei terreni di copertura deve dunque tener conto della sola porzione compresa tra p.c. e m 9,12 di profondità. **Dallo sviluppo dell'equazione descritta in precedenza si è determinato un valore di $V_{s9,12}$ pari a 259,29 m/s, dunque associabile ad un suolo di tipo E.**

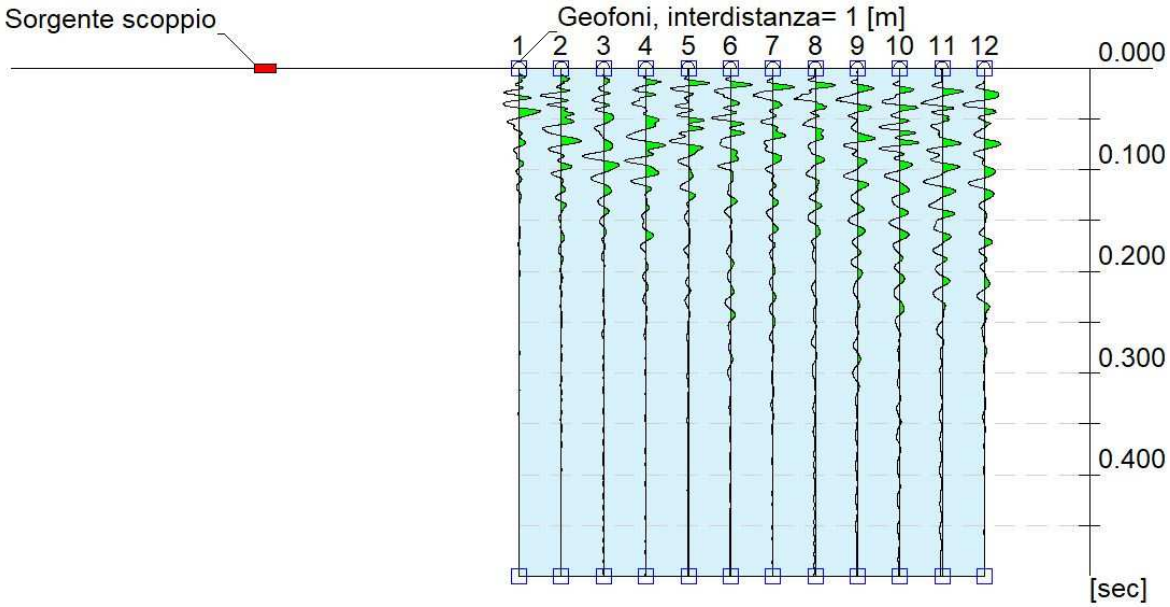
Vs,eq (H=9.12)	259.29 [m/s]
Categoria del suolo	E

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del bedrock sismico non superiore a 30 m.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

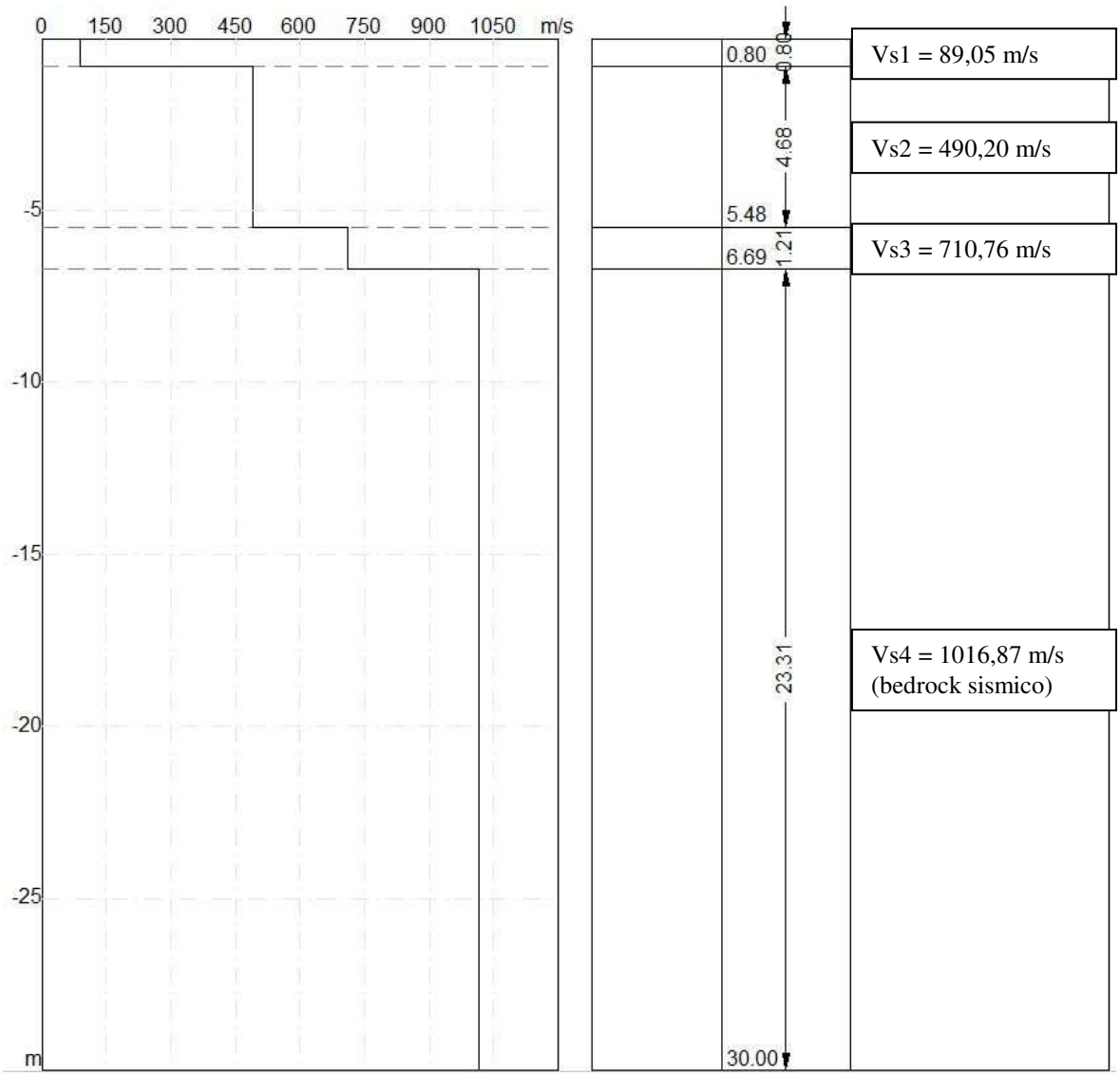
INDAGINE M3 (via del Cornello)

Stendimento geofisico eseguito presso un'abitazione di via del Cornello



Indagine M3: sismogramma dell'area in esame (interdistanza geofoni = 1 m)

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com



Indagine M3: sismostratigrafia delle onde Vs

Nel caso specifico si sono registrati quattro principali sismostrati, mentre il bedrock sismico è stato intercettato alla profondità di m 6,69 da p.c.; il calcolo della velocità media dei terreni di copertura deve dunque tener conto della sola porzione compresa tra p.c. e m 6,69 di profondità. **Dallo sviluppo dell'equazione descritta in precedenza si è determinato un valore di $V_{s6,69}$ pari a 330,60 m/s, dunque associabile ad un suolo di tipo E.**

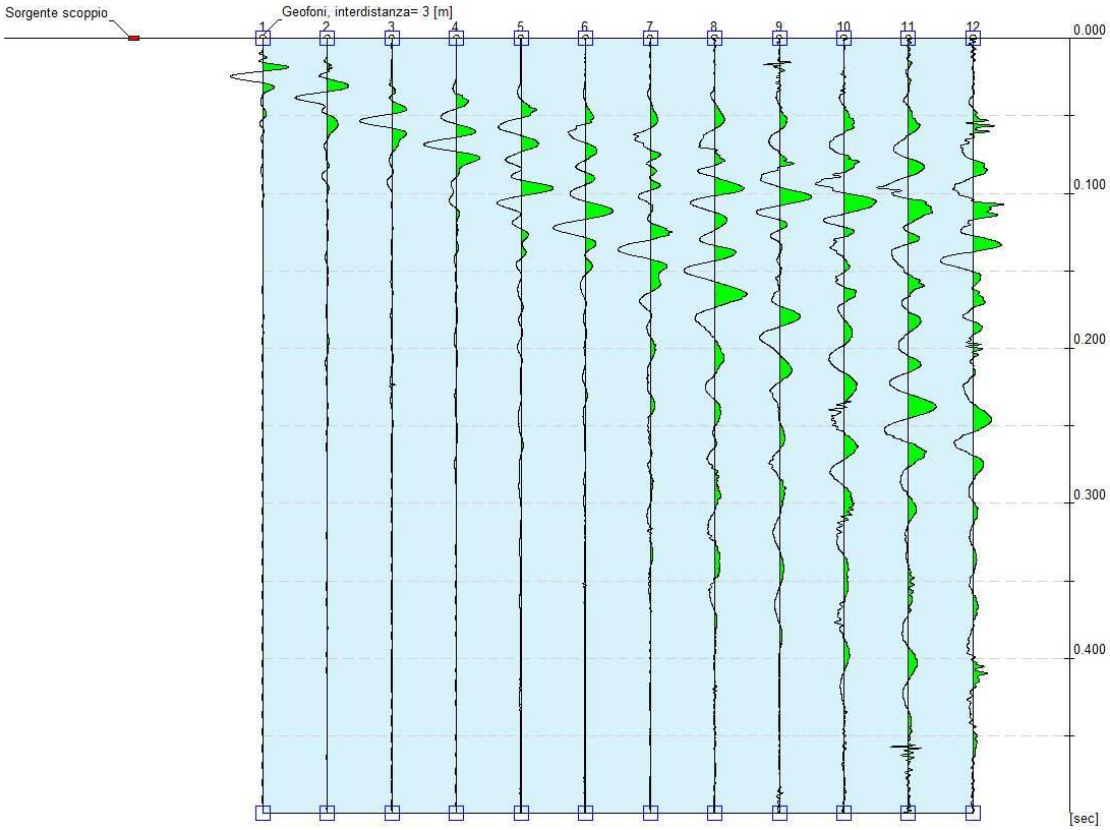
Vs,eq (H=6.69)	330.60 [m/s]
Categoria del suolo	E

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del bedrock sismico non superiore a 30 m.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

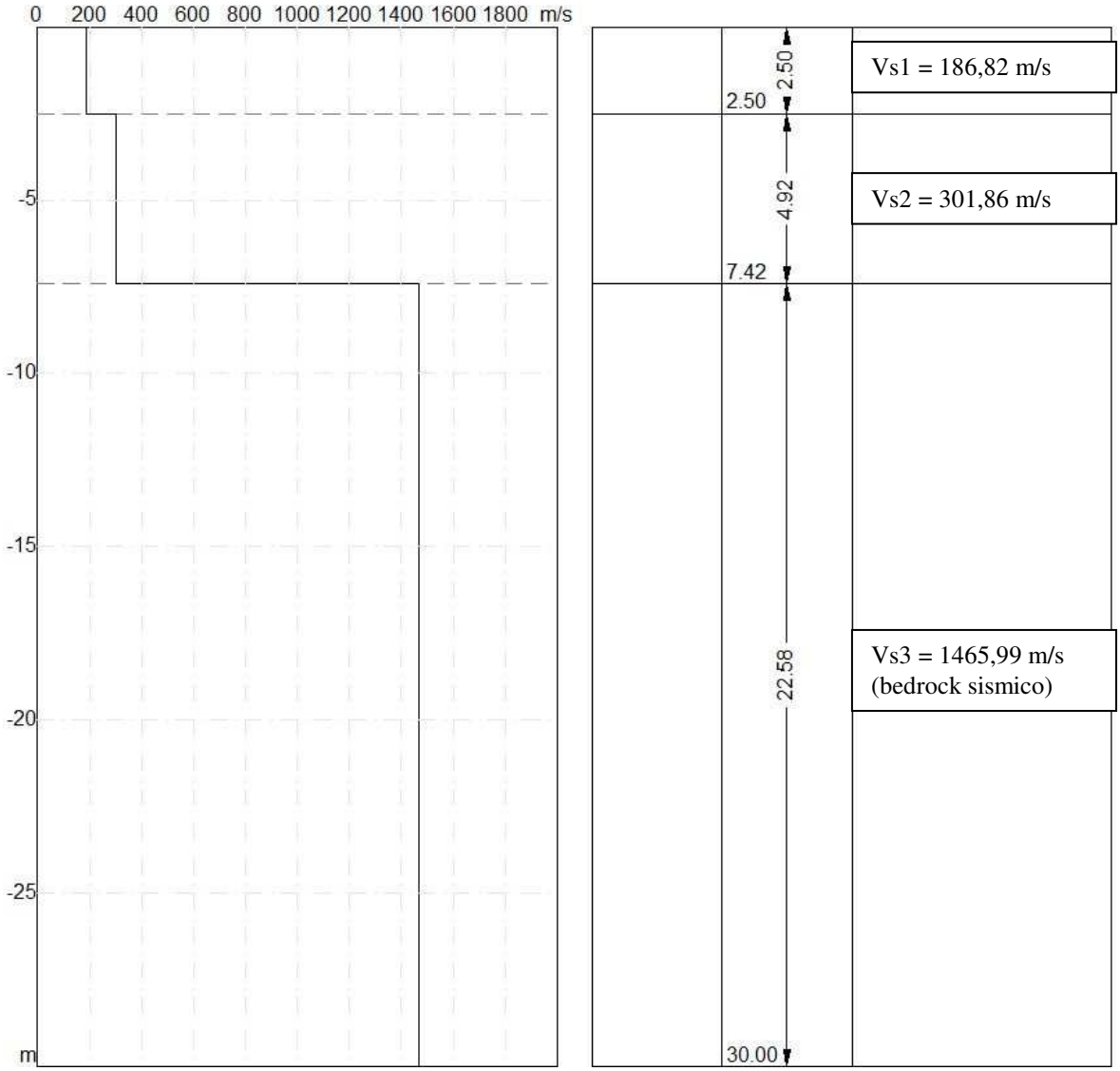
INDAGINE M4 (località Riso di Gorno)

Stendimento geofisico eseguito presso Riso di Gorno



Indagine M4: sismogramma dell'area in esame (interdistanza geofoni = 3 m)

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com



Indagine M4: sismostratigrafia delle onde Vs

Nel caso specifico si sono registrati tre principali sismostrati, mentre il bedrock sismico è stato intercettato alla profondità di m 7,42 da p.c.; il calcolo della velocità media dei terreni di copertura deve dunque tener conto della sola porzione compresa tra p.c. e m 7,42 di profondità. **Dallo sviluppo dell'equazione descritta in precedenza si è determinato un valore di $V_{s7,42}$ pari a 250,01 m/s, dunque associabile ad un suolo di tipo E.**

Vs,eq (H=7,42)	250,01 [m/s]
Categoria del suolo	E

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del bedrock sismico non superiore a 30 m.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

3.3.2.2.3 Valutazione dei possibili fenomeni di amplificazione litologica ed affinamento delle categorie di sottosuolo da adottare nelle verifiche strutturali

Determinata la categoria sismica dei terreni di copertura suscettibili di amplificazioni litologiche Z4 (cfr. CATEGORIA E) e l'andamento delle velocità delle onde sismiche di taglio Vs con la profondità fino a valori pari o superiori ad 800 m/s (cfr. bedrock sismico di riferimento), oltre che i relativi spessori, si sono definite le più opportune schede litologiche regionali di riferimento (vedi tabella n. 7) e calcolati, per ciascun ambito M1 ÷ M4 precedentemente investigato, i rispettivi Fattori di Amplificazione Fa (come anticipato, per entrambe per i periodi 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s; vedi tabella n. 7 a Tavola G1_B).

Valori di Fa che, confrontati con i rispettivi valori di soglia comunale Fas ($Fas_{0,1-0,5\ s}$ = 2 / $Fas_{0,5-1,5\ s}$ = 3,1 di cui alla precedente tabella n. 6; vedi tabella n. 7), sono sempre risultati inferiori (vedi tabella n. 7) e dunque la normativa sismica nazionale è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica dei siti, attribuendo la "CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E" e di conseguenza in fase di progettazione strutturale si potrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico, pari ad Ss = 1,6.

APPROFONDIMENTI ASSOCIATI ALL'AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

SCHEDA	LOCALITA'	Vs (m/s)	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SCHEDA LITOLOGICA	CURVA	PERIODO DI SITO T (s)	$Fa_{0,1-0,5\ s}$	$Fa_{0,5-1,5\ s}$	$Fas_{0,1-0,5\ s}$	$Fas_{0,5-1,5\ s}$	VALIDITA' DELLA NORMATIVA NAZIONALE VIGENTE (NTC2018)	
											$Fa_{0,1-0,5\ s}$	$Fa_{0,5-1,5\ s}$
M1	via Del Campari	$Vs_{6,58}$ = 141,88	E	limoso argillosa 1	rossa	0,095	1,35	1,03	2	3,1	ADEGUATA	ADEGUATA
M2	via Madonna	$Vs_{9,12}$ = 259,29	E	limoso argillosa 1	verde	0,097	1,25	1,02	2	3,1	ADEGUATA	ADEGUATA
M3	via Del Cornello	$Vs_{6,69}$ = 330,60	E	limoso argillosa 1	blu	0,06	1,05	1,00	2	3,1	ADEGUATA	ADEGUATA
M4	Riso	$Vs_{7,42}$ = 250,01	E	sabbiosa	rossa	0,113	1,50	1,05	2	3,1	ADEGUATA	ADEGUATA

Tabella n. 7: risultati degli approfondimenti associati all'amplificazione litologica Z4

Questo, fermo restando:

- **la possibilità di effettuare ulteriori e più dettagliati / localizzati approfondimenti al supporto di ogni singolo progetto edilizio;**
- **che ai terreni di spessore pari od inferiore a m 3, dovrà essere attribuita la "categoria di sottosuolo A" di cui alla normativa nazionale vigente in materia (cfr. NTC2018).**

A seguire, vengono illustrate le schede di valutazione di ciascuno dei quattro ambiti investigati.

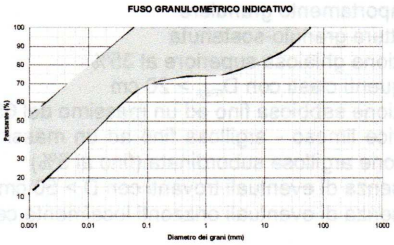
Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

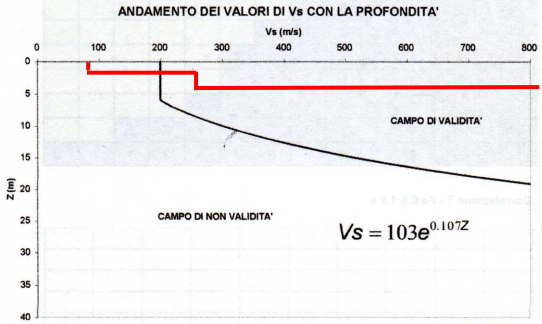
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1

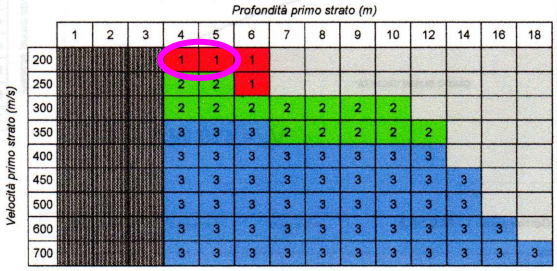
PARAMETRI INDICATIVI

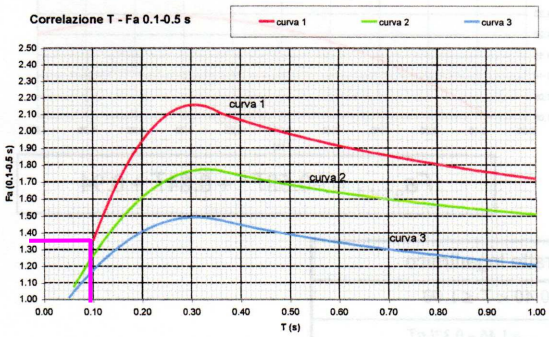
GRANULOMETRIA:
Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

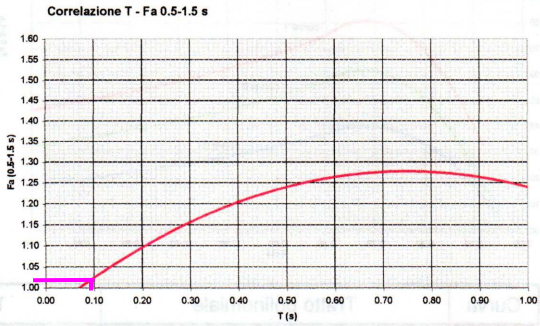
NOTE:
Comportamento coesivo
Struttura matrice-sostenuta
Frazione limosa superiore al 40%
Presenza di clasti immersi con D_{max} < 2-3 cm
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%
Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%
Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani











$$Fa_{0.5-1.5} = -0.6T^2 + 0.9T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -18.7T^2 + 11.5T + 0.39$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.72 - 0.38LnT$
2	$0.06 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

Indagine M1: scheda litologica limoso argillosa tipo 1

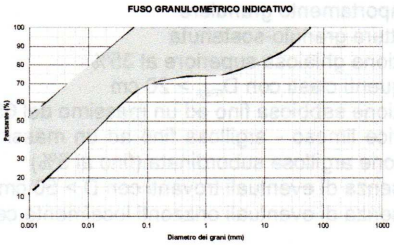
Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

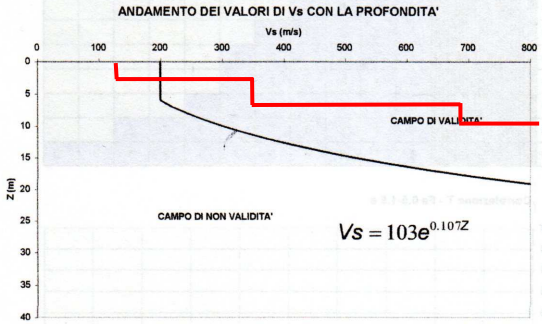
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1

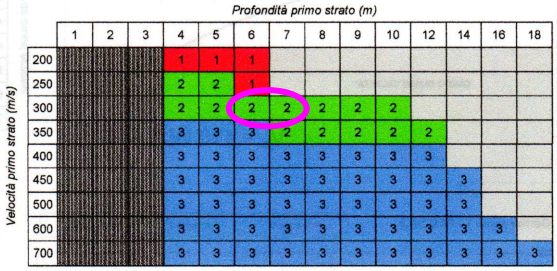
PARAMETRI INDICATIVI

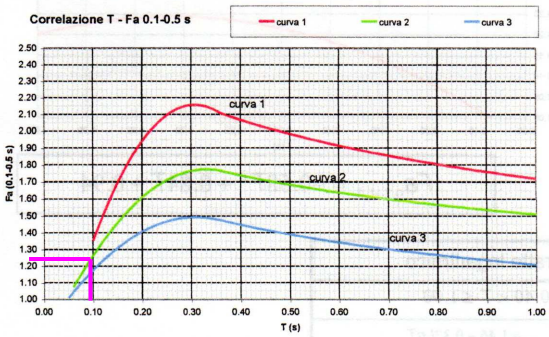
GRANULOMETRIA:
Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

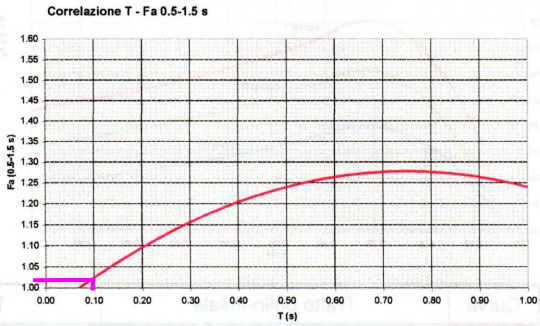
NOTE:
Comportamento coesivo
Struttura matrice-sostenuta
Frazione limosa superiore al 40%
Presenza di clasti immersi con D_{max} < 2-3 cm
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%
Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%
Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani











$$Fa_{0.5-1.5} = -0.6T^2 + 0.9T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -18.7T^2 + 11.5T + 0.39$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.72 - 0.38LnT$
2	$0.06 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

Indagine M2: scheda litologica limoso argillosa tipo 1

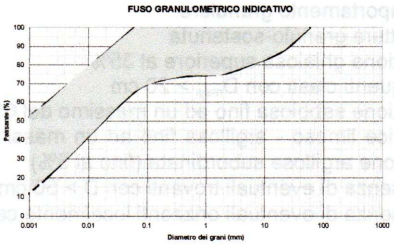
Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

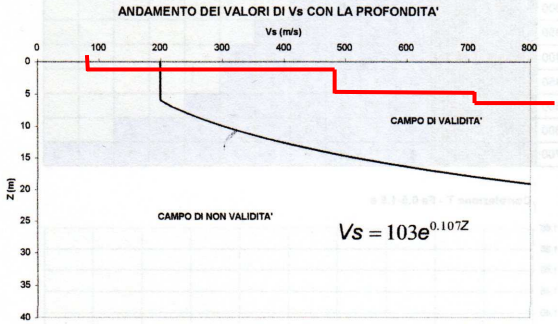
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1

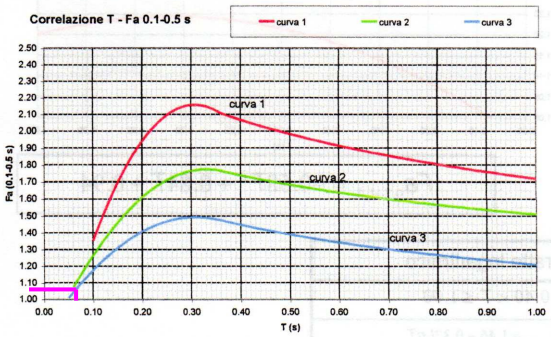
PARAMETRI INDICATIVI

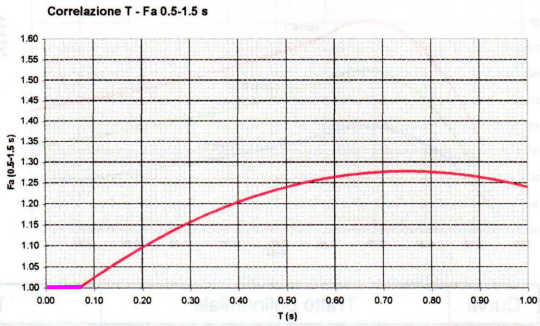
GRANULOMETRIA:
Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

NOTE:
Comportamento coesivo
Struttura matrice-sostenuta
Frazione limosa superiore al 40%
Presenza di clasti immersi con D_{max} < 2-3 cm
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%
Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%
Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani









$$Fa_{0.5-1.5} = -0.6T^2 + 0.9T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -18.7T^2 + 11.5T + 0.39$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.72 - 0.38LnT$
2	$0.06 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \le 0.35$	$0.35 < T \le 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

Indagine M3: scheda litologica limoso argillosa tipo 1

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

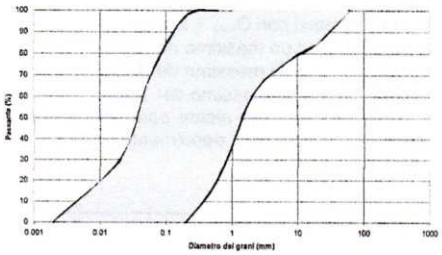
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

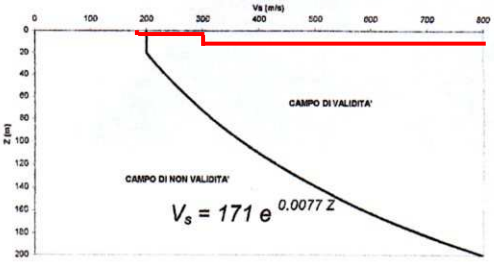
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



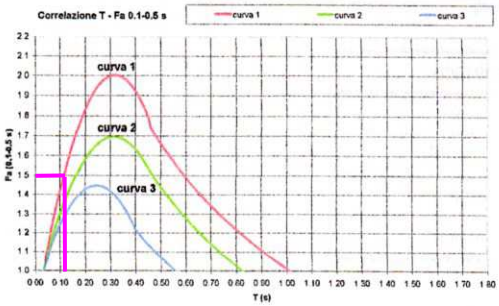
Profondità primo strato (m)

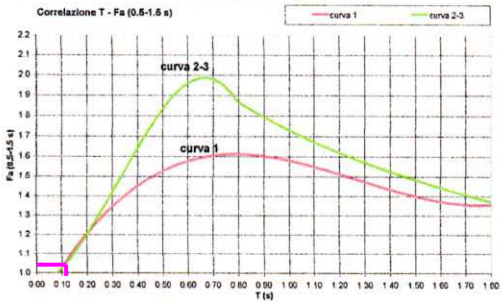
Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3												
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA					
400		3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA		
600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	
700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s

Vs < 300 m/s	0
Vs > 500 m/s	5 - 12 m





Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \le T \le 0.50$	$0.50 < T \le 1.00$	$T > 1.00$
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -12.21\ T^2 + 7.79\ T + 0.76$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$
2	$0.03 \le T \le 0.45$	$0.45 < T \le 0.80$	$T > 0.80$
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -8.65\ T^2 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$
3	$0.03 \le T \le 0.40$	$0.50 < T \le 0.55$	$T > 0.55$
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -9.68\ T^2 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$

Curva			
1		$0.08 \le T \le 1.80$	
		$Fa_{0.5\text{-}1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.81$	
2	3	$0.08 \le T < 0.80$	$0.80 \le T \le 1.80$
		$Fa_{0.5\text{-}1.5} = -6.11\ T^3 + 5.79\ T^2 + 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.5\text{-}1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Indagine M4: scheda litologica sabbiosa

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

4 FASE DI SINTESI / VALUTAZIONE

La fase di sintesi / valutazione è definita tramite:

- la **Carta dei Vincoli**, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico;
- la **Carta di Sintesi**, che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.

Nella fattispecie, entrambe le cartografie rappresentano l'intero territorio comunale e sono state aggiornate alla scala dello strumento urbanistico (1:5000), utilizzandone la medesima base cartografica.

4.1 CARTA DEI VINCOLI (Tavola G2)

Nella Carta dei Vincoli sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore all'atto della compilazione del presente lavoro; limitazioni dal contenuto prettamente geologico, con particolare riferimento a:

1. **vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89** (*cfr. Parte 2 – Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata*), ed in particolare:

- Quadro del dissesto PAI vigente, come presente nel GEOPortale regionale, derivante dall'aggiornamento effettuato ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI e così come riportato nella Carta PAI_PGRA precedentemente descritta (cfr. Tavola G5). Come già detto entro le perimetrazioni PAI sono in vigore le specifiche norme, di cui all'art. 9 delle relative N.d.A., approvate in via definitiva con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità do Bacino del fiume Po n. 18 del 26/05/2001 e s.m.i..
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), di cui alla d.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017 "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po, così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po*".

2. **vincoli di polizia idraulica** disposti ai sensi della *d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i.*, in cui sono riportati i reticoli idrici e le relative fasce di rispetto, così come definito dallo Studio del Reticolo Idrico vigente (*Ecosphera; gennaio 2013*).

3. **aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;** sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto delle sorgenti captate allo scopo idropotabile, ai sensi

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

del D.Lgs. 258/2000, art. 5 comma 4. Nel particolare, per l'individuazione delle **zone di rispetto** delle sorgenti captate, è stato impiegato il criterio geometrico, definito come una porzione di cerchio con raggio non inferiore ai 200 metri, con centro nel punto di captazione. La **zona di tutela assoluta** è invece costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa è estesa a non meno di metri 10 di raggio dal punto di captazione e deve essere adeguatamente protetta.

La disciplina per gli interventi all'interno delle aree di tutela assoluta e delle aree di rispetto delle captazioni è stabilita dalla d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693 "*Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21 del d.lgs. 152/99 e successive modificazioni*" e dal D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 art. 94 "*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*"

Nel particolare, il d.Lgs. 152/2006 art. 94 commi 3 e 4 disciplina quanto segue:

- *La **zona di tutela assoluta** è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa, in caso si acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.*

- *La **zona di rispetto** di una captazione è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata … (omissis). In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*
  - *dispersione di fanghi ed acque reflue (anche se depurate);*
  - *accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
  - *spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
  - *dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;*
  - *aree cimiteriali;*
  - *apertura di cave che possano essere in connessione con la falda;*
  - *apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali – quantitative della risorsa idrica;*

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- *gestione di rifiuti;*
- *stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- *centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- *pozzi perdenti;*
- *pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.*

Per gli insediamenti o le attività preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, devono essere adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

La Regione, con la d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693, disciplina le seguenti attività all'interno della zona di rispetto:

- fognature (collettori di acque bianche, nere, miste e opere d'arte connesse, pubbliche e private);
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione;

Per ulteriori dettagli si vedano le normative di riferimento.

4.2 CARTA DI SINTESI (Tavola G3)

Questa carta è stata ricavata dal confronto delle carte tematiche d'inquadramento, dagli approfondimenti geologici eseguiti dallo scrivente e dalla Carta dei Vincoli precedentemente descritta. Dalla sovrapposizione dei dati e dal loro confronto critico, si sono ottenuti numerosi quadri di caratterizzazione geoambientale del territorio; questi quadri, forniscono dati sulla pericolosità geologica del luogo. Nel particolare, sono stati distinti quattro ambiti di pericolosità e vulnerabilità, ciascuno dei quali è dominato dal prevalere di un fattore di pericolo geologico. Ciascun ambito è suddiviso in ulteriori classi che dettagliano il tipo di fenomeno riscontrato sul territorio. La sovrapposizione di più classi determina dei poligoni misti per pericolosità, determinata da più fattori limitanti.

Questa carta, completamente rivista rispetto a quella precedente, ha un significato sia qualitativo che quantitativo, difatti le classi così definite, costituiscono le classi d'ingresso nella tabella di seguito illustrata (cfr. Tabella n. 1 contenuta nei criteri d'attuazione della l.r. 12/05); tale tabella consente, in uscita, di ricavare le classi di fattibilità, rappresentate poi nella Tavola G4 di seguito illustrata. Gli ambiti individuati nella Carta di Sintesi e le relative classi, sono:

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

1) AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI

In questa categoria sono comprese sia aree dove i fenomeni di instabilità dei pendii si sono già manifestati e sono delimitati in base ad evidenze sul terreno e/o a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dagli stessi fenomeni.

- classe 1a: aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all'estensione della falda di detrito ed alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici;
- classe 1b: aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (aree sorgenti e di accumulo);
- classe 1c: aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali);
- classe 1d: aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali);
- classe 1e: aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso);
- classe 1f: aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprensive di aree di distacco e di accumulo);
- classe 1g: aree in erosione accelerata (ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli);
- classe 1h: aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide;
- classe 1i: aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza;
- classe 1l: aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in o per roccia debole e stimata o calcolata area di influenza;
- classe 1m: aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno, valutate o calcolate in base alla pendenza ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni e relativo percorso;
- classe 1n: aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno;
- classe 1o: aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni fini (limi e argille), su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo;
- classe 1p: aree interessate da valanghe già avvenute;
- classe 1q: aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali;
- classe 1r: aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti;
- classe 1s: aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate;
- classe 1t: aree significativamente acclivi e/o prossime a scarpate decisamente tali;
- classe 1u: aree ad elevata acclività (> 20° terreni e > 30° per rocce),

2) AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Oltre che le aree in cui si possono sviluppare importanti circolazioni idriche sotterranee, in questo ambito sono comprese le principali risorse idropotabili del comune; questi ultimi elementi, sono stati tratti dalla Carta dei Vincoli.

- classe 2a: aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero;

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- classe 2b: aree con emergenze idriche diffuse (sorgenti);
- classe 2c: aree a bassa soggiacenza della falda acquifera o con presenza di falde sospese;
- classe 2d: aree interessate da carsismo profondo (inghiottitoi e doline).

3) AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

Comprendono fattori di pericolosità legati ai corsi d'acqua. In questa classe rientrano sia le aree di pertinenza dei corsi d'acqua, sia le situazioni di pericolosità ad esse associate.

- classe 3a: aree di pertinenza fluviale o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido;
- classe 3b: aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche;
- classe 3c: aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti;
- classe 3d: aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è stato possibile definire un tempo di ritorno;
- classe 3e: aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni efficaci ed efficienti, dei quali sia stato verificato il corretto dimensionamento;
- classe 3f: aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa;
- classe 3g: aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi;
- classe 3h: aree potenzialmente interessate da ruscellamenti superficiali.

4) AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Questi ambiti comprendono fattori di pericolosità legati a scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni e delle rocce o per l'intrinseca composizione e struttura degli stessi o per la presenza di cospicui ristagni d'acqua.

- classe 4a: aree di possibile ristagno d'acqua, torbose e paludose;
- classe 4b: aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;
- classe 4c: aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali;
- classe 4c: aree con riporti di materiale, aree colmate.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

5 FASE DI PROPOSTA

La fase di proposta è definita attraverso la redazione della **Carta di Fattibilità Geologica** e delle **Norme Geologiche di Piano** (cfr. Allegato A). Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

5.1 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA (Tavola G4)

La Carta di Fattibilità è una carta di pericolosità composta da quattro classi con grado di pericolosità crescente, che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio. Essa deve essere utilizzata congiuntamente alle **Norme Geologiche di Piano** (allegate in coda alla presente), che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di emergenza); queste ultime, andranno integralmente riportate nel **Piano delle Regole** che compone il PGT.

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi:

- nella prima fase, a ciascun poligono della Carta di Sintesi, in base al/i fattore/i di pericolosità/vulnerabilità presente/i viene attribuita una classe di fattibilità (valore di ingresso), seguendo le prescrizioni della tabella di seguito illustrata (*cfr. tabella n. 1 contenuta nei criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio*).

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	
Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo). Da definire in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	***4***
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	***4***
Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	***4***
Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	***4***
Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	***4***
Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprensive di aree di distacco ed accumulo)	***4***
Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	***4***
Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide	***4****
Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	***4***

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	***3***
Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	***3***
Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	***4****
Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)	***3***
Aree interessate da valanghe già avvenute	***4***
Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	***4***
Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti	***3***
Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	***3***

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	
Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero	***3***
Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti, aree con emergenza della falda)	***4***
Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	***3***
Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	***4***
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:	
Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	***4***
Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche;	***3***
Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	***4***
Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è stato possibile definire un tempo di ritorno	***4***
Aree soggette ad esondazioni lacuali	***3***
Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni correttamente progettati e realizzati ed in buono stato di manutenzione, dei quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo l'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	***3***
Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	***4***
Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	***3***
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	
aree di possibile ristagno, torbose e paludose	***3***

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante	***3***
aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali (indicare le ampiezze)	***3***
aree con riporti di materiale, aree colmate	***3***

- in un secondo momento vi è la possibilità di aumento e/o diminuzione del valore assegnato in ingresso (ad eccezione di quelle segnalate con * o perimetrate nella Carta del dissesto con legenda uniformata PAI), in base a valutazioni e/o approfondimenti tecnici per lo specifico ambito.

Le porzioni di territorio esterne ai poligoni individuati mediante le procedure precedentemente descritte, corrispondono a quelle aree per le quali non sono state individuate limitazioni alla modifica dell'uso dei terreni dal punto di vista geologico (classe 1).

Al mosaico della fattibilità, sono infine state sovrapposte le aree suscettibili di amplificazione sismica locale, desunte dalla Carta di PSL di 1° livello (*cfr. Tavola G1_A*) ed i relativi adempimenti (già ampiamente descritti nei paragrafi 3.3, 3.3.1 e 3.3.2, ai quali integralmente si rimanda).

Va da sé che per la valutazione delle condizioni di pericolosità / vulnerabilità individuate, la Carta di Fattibilità Geologica dovrà essere sempre consultata di concerto con le altre cartografie di sintesi e valutazione che compongono il Piano delle Regole (cfr. Carta dei Vincoli e Carta di Sintesi); nella Carta dei Vincoli sono infatti riportati una serie di vincoli geologici che non compaiono sulla Carta di Fattibilità Geologica, ma che, sommandosi alle prescrizioni della fattibilità, potrebbero risultare ben più restrittive. E' il caso dei vincoli di Polizia Idraulica, delle aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili e, soprattutto, degli ambiti di dissesto perimetrati secondo la legenda uniformata PAI-PGRA.

Per ciascun ambito d'intervento, indipendentemente dalla classe di fattibilità assegnata a ciascun poligono e dagli studi di approfondimento indicati nelle specifiche classi di fattibilità, devono essere applicate anche le disposizioni previste dalle ***Norme Tecniche per le Costruzioni*** di cui alla normativa nazionale vigente (cfr. NTC2018).

Prodotto alla stessa scala dello strumento urbanistico (1:5000) e per mezzo della medesima base cartografica, questo elaborato, rappresentativo dell'intero territorio comunale, ha subito una profonda rivisitazione che, seppur mantenendo le classi di pericolosità a suo tempo assegnate alle aree gravate dagli elementi di dissesto PAI ed a nessuna declassazione rispetto a quanto indicato nella tabella appena illustrata, ha portato al significativo incremento delle aree ascritte alla più invalidante classe 4; fatto, questo, principalmente dovuto ad una maggiore definizione dell'assetto morfologico del territorio comunale, talvolta significativamente acclive e degradato o apparso potenzialmente tale, oltre che sovente inciso da alvei in evidente erosione accelerata o solcati da ruscellamenti disordinati.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

A questa categoria sono state inoltre assegnate le numerose discariche derivanti dalle vecchie lavorazioni metallurgiche, oltre che l'ampio rilevato della discarica controllata lungo la valle Rogno (posta al confine con il territorio comunale di Premolo), ancora in coltivazione e composta da scorie sabbiose provenienti dalla lavorazione dei "fumi" di acciaieria, ed alla cui base sono stoccati vecchi depositi di fanghi rossi elettrolitici, che in tutti i casi presentano elevati tenori di metalli pesanti ed inquinanti, che in alcun modo si prestano ad eventuali sviluppi urbanistici.

Di seguito, si riporta il significato generale di ognuna delle quattro classi di fattibilità e gli ambiti territoriali di riferimento:

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni: si tratta di quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali dovrà essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale vigente.

Nel territorio comunale non si è rilevata la presenza di aree che, alla luce dell'attuale normativa, abbiano caratteristiche tali da essere inserite in classe 1.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni: in questa classe sono comprese quelle aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti d'indagine ed accorgimenti tecnico - costruttivi finalizzati al singolo progetto edilizio (*cfr. strutture di fondazione, opere di consolidamento dei fronti di scavo, sistemi di drenaggio, sistemi di smaltimento delle acque meteoriche pluviali e di dilavamento ecc.*), ma senza l'esecuzione di particolari opere di difesa del comparto; questo, fermo restando quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale vigente in materia.

In questa classe rientrano i terreni posti tutt'attorno alla località Plicosa – Basello e parte degli abitati di Cavagnoli e Sant'Antonio (vedi Tavola G4).

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: si tratta delle aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante accurati approfondimenti di indagine geologico – tecnica (*cfr. campagne geognostiche, prove in sito e/o di laboratorio ecc.*) e/o mediante specifici studi tematici (*idrogeologici, idraulici, ambientali ecc.*), da estendersi a livello di intero comparto (dunque anche al significativo intorno dell'area di progetto) e che potrebbero richiedere interventi di bonifica e/o opere di difesa (anche per l'esistente), se non l'attivazione di adeguati sistemi di monitoraggio, che permettano di controllare l'evoluzione dei fenomeni in atto od indotti dall'intervento.

Questa classe, rappresentativa di buona parte dell'abitato del territorio comunale, marcatamente acclive e sovente dotato di scadenti proprietà geotecniche ed idrogeologiche

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

del sottosuolo, vuole essere un preciso segnale di attenzione per l'Amministrazione e la Popolazione, in quanto espressione di una struttura geologica poco favorevole alla realizzazione od allo sviluppo urbanistico; in tutti i casi, si dovrà dunque prevedere interventi edilizi adeguatamente strutturati e ad impatto geologico contenuto; questo, fermo restando quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui alla normativa nazionale vigente in materia.

Per il dettagliato riconoscimento degli elementi di criticità riscontrati a livello di pianificazione e la conseguente definizione dei necessari approfondimenti d'indagine che consentiranno di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili (potranno dunque essere previsti dei coefficienti riduttivi delle volumetrie massime contenute nel Piano delle Regole), le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica, si dovrà fare preciso riferimento a quanto indicato nella Carta dei Vincoli e nella Carta di Sintesi.

Come accennato, oltre alle limitazioni derivanti dalla fattibilità, per gli interventi ricadenti nelle seguenti categorie (vedi Tavola G2), si dovrà tenere conto che:

- Nelle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti, delimitate ai sensi del D.Lgs. 11/05/1999 n. 152, integrato dal D.Lgs 18/08/2000 n. 258 art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla d.g.r. 10/04/2003 n. 7/12693 all. 1 cap. 2, sarà necessaria l'adozione di misure atte alla salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi della d.g.r. 10/04/2003 n. 7/12693 e del D.Lgs. 152/2006 art. 94.

- Nelle aree soggette a Normativa P.A.I. per forme di dissesto:

    - "Eb – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità elevata", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 6 delle relative N.d.A.;
    - "Em – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità media o moderata", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 6bis delle relative N.d.A.;
    - "Fq – area di frana quiescente", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 3 delle relative N.d.A.;
    - "Fs – area di frana stabilizzata", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 4 delle relative N.d.A.;
    - "Cn – area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 9 delle relative N.d.A..

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- Parimenti, nelle aree allagabili di cui al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), dell'ambito RSCM (Reticolo secondario collinare e montano):

    - "P2/M – area interessata da alluvioni poco frequenti", varranno le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 6 delle N.d.A. del P.A.I. per le aree Eb;
    - "P1/L – area interessata da alluvioni rare" varranno le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 6bis delle N.d.A. del P.A.I. per le aree Em.

- Nelle zone soggette ai vincoli di polizia idraulica disposti dalla d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i., si rimanda allo Studio del Reticolo Idrico ed al relativo regolamento comunale di Polizia Idraulica.

Questo, fermo restando quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui alla normativa nazionale vigente in materia ed all'obbligatorietà, per tutti gli interventi ricadenti in zone suscettibili di instabilità Z1, cedimenti Z2a ed amplificazioni topografiche Z3b di cui alla carta di PSL, di eseguire approfondimenti sismici di 3° livello, così come illustrato nel precedente paragrafo 3.3.

Per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5), non sarà necessaria la valutazione quantitativa, in quanto è da escludere la costruzione su entrambe i litotipi. In fase progettuale tale limitazione potrà essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni: si tratta di aree che per l'alta pericolosità/vulnerabilità riscontrata, comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso. In esse deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'*art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05,* senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo; sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente ed attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio riscontrato. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

Fermo restando gli studi di approfondimento di cui sopra, nelle zone in classe 4 di fattibilità è altresì ammissibile, a determinate condizioni, la realizzazione di infrastrutture viarie, di reti tecnologiche, di volumi tecnici, di opere di bonifica, consolidamento e messa in sicurezza dei siti.

Nelle situazioni più gravi di pericolo è necessario prevedere il trasferimento dei nuclei abitativi e/o la predisposizione di idonei piani di protezione civile, con l'attivazione di adeguati sistemi di monitoraggio.

Per il dettagliato riconoscimento degli elementi di criticità riscontrati a livello di pianificazione e la conseguente definizione dei necessari approfondimenti d'indagine, si dovrà fare preciso riferimento a quanto indicato nella Carta dei Vincoli e nella Carta di Sintesi.

Come in precedenza, oltre alle limitazioni derivanti dalla Fattibilità, per gli interventi ricadenti nelle seguenti categorie (limitatamente ai casi consentiti), si dovrà tenere conto che (vedi Tavola G2):

- Nelle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti, delimitate ai sensi del D.Lgs. 11/05/1999 n. 152, integrato dal D.Lgs 18/08/2000 n. 258 art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla d.g.r. 10/04/2003 n. 7/12693 all. 1 cap. 2, sarà necessaria l'adozione di misure atte alla salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi della d.g.r. 10/04/2003 n. 7/12693 e del D.Lgs. 152/2006 art. 94.

- Nelle aree soggette a Normativa P.A.I. per forme di dissesto:

    - "Ee – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità molto elevata", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 5 delle relative N.d.A.;
    - "Fa – area di frana attiva", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 2 delle relative N.d.A.;
    - "Fq – area di frana quiescente", si dovranno applicare le limitazioni previste dall'art. 9 comma 3 delle relative N.d.A..

Evidentemente, per le aree classificate ai fini del dissesto con legenda uniformata P.A.I. come "*Eb – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità elevata*", "*Em – area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità media o moderata*" ed "*Fs – area di frana stabilizzata*", ma inserite in un contesto tale che si è ritenuto opportuno prevederne l'inserimento in classe 4, prevarranno le norme più restrittive della classe 4.

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com

- Nelle aree allagabili di cui al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), dell'ambito RSCM (Reticolo secondario collinare e montano):

    - "P3/H – area interessata da alluvioni frequenti", valgono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9 comma 5 delle N.d.A. del P.A.I. per le aree Ee;

Anche in questo caso, per le aree allagabili di cui alla carta PAI _ PGRA classificate come "*P2/M – area interessata da alluvioni poco frequenti*" e "*P1/L – area interessata da alluvioni rare*", ma inserite in un contesto tale che si è ritenuto opportuno prevederne l'inserimento in classe 4, prevarranno le norme più restrittive della classe 4.

- Nelle zone soggette ai vincoli di polizia idraulica disposti dalla d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i., si rimanda allo Studio del Reticolo Idrico ed al relativo regolamento comunale di Polizia Idraulica.

Questo, fermo restando quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui alla normativa nazionale vigente in materia ed all'obbligatorietà, per tutti gli interventi ritenuti ammissibili e ricadenti in zone suscettibili di instabilità Z1, cedimenti Z2a ed amplificazioni topografiche Z3b di cui alla carta di PSL, di eseguire approfondimenti sismici di 3° livello, così come illustrato nel precedente paragrafo 3.3.

Per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5), non sarà necessaria la valutazione quantitativa, in quanto è da escludere la costruzione su entrambe i litotipi. Limitatamente ai casi consentiti, in fase progettuale tale limitazione potrà essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Fino del Monte (Bg), ottobre 2019

Dott. Geol. Amadio Poloni

Dott. Geol. Amadio Poloni
Studio di Geologia Applicata e Pianificazione Territoriale
via Da Fin n. 26 - 24020 Fino del Monte (Bg) Tel. e Fax: 0346/73642 Cell.: 3492574270
PEC: amadio.poloni@epap.sicurezzapostale.it e-mail: amadio.poloni@gmail.com