Comune di Bolognola

Provincia di Macerata

P.R.G.

Piano Regolatore Generale

in adeguamento al P.P.A.R. e P.T.C.

aggiornato al __/__/____

Verifica di compatibilità idrogeologica per previsioni insediative in aree PAI a pericolosità moderata (AVD_P1) e media (AVD_P2)

(*Art. 13 – Coordinamento con la pianificazione urbanistica*)

Verifica di compatibilità idrogeologica per previsioni insediative

Dott. Geol. Riccardo Teloni

Ordine dei Geologi della Regione Marche n. 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Via Moglie, 48b - 62010 Pollenza (MC), C.F. TLNRCR85B24I156R
mail: riccardo.teloni@gmail.com, PEC: riccardo.teloni@epap.sicurezzapostale.it

Comune di Bolognola

P.R.G. – Piano Regolatore Generale

adeguato al P.P.A.R. e P.T.C.

Relazione della verifica di compatibilità idrogeologica

Verifica di compatibilità idrogeologica per previsioni insediative in aree PAI a pericolosità moderata (AVD_P1) e media (AVD_P2)

Il Tecnico

Dott. Geol. Riccardo Teloni

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

INDICE

INDICE **3**

1. PREMESSA **1**

1.1 Obiettivi 3

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO **5**

2.1 Contenuti del presente studio e analisi idrogeologica 6

3. UBICAZIONE E RIFERIMENTI TOPOGRAFICI **7**

4. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA **10**

4.1 Inquadramento geologico generale 10

4.2 Assetto geologico-stratigrafico 11

4.3 Assetto geomorfologico 12

4.3.1 Forme e depositi di versante dovuti alla gravità. *14*

4.3.2 Forme dovute al dilavamento e crionivali. *15*

4.4 Assetto idrologico e idrogeologico 15

5. ANALISI DELL'AREA **17**

5.1 Analisi a scala locale 19

5.2 Dati acquisiti e reperiti 30

5.3 Analisi delle criticità sulla base dei fenomeni evidenziati e verificatesi nel tempo 31

6. STUDIO DELLE PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO **35**

6.1 Pericolosità idrogeologica 35

6.2 Pericolosità sismica 38

6.2.1 Sismicità storica dell'area di studio *38*

6.2.2 Pericolosità sismica di base *41*

6.3 Opere di mitigazione del Rischio 49

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **54**

1. PREMESSA

L'elemento di primo piano negli studi di pianificazione di un territorio è la conoscenza approfondita delle sue caratteristiche geologiche, intese nella più ampia accezione del termine. Queste, determinando risorse e fragilità di un ambiente, forniscono il canovaccio per l'impostazione di un valido progetto urbanistico e l'individuazione di uno sviluppo razionale, teso alla valorizzazione delle caratteristiche ed al potenziamento del patrimonio paesistico locale.

Il territorio è comunque in continua modificazione, sia sotto la spinta dell'azione antropica che delle trasformazioni naturali. Di queste ultime, spesso ignorate e talora inevitabili, è oltremodo necessario riconoscerne gli elementi distintivi ed i segnali premonitori. In ragione di ciò, l'area in cui insiste la lottizzazione è stata studiata prendendo in considerazione un intorno ritenuto significativo, sufficientemente vasto per comprenderne l'evoluzione geologica e geomorfologica. Quindi sono stati riconosciuti e cartografati tutti i litotipi presenti, gli elementi strutturali, nonché le forme ed i processi morfogenetici in atto e/o potenziali.

Il Piano d'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (da qui PAI) è uno strumento di pianificazione e programmazione di azioni e norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo per la prevenzione del rischio idrogeologico. Tale considerazione risulta suffragata ulteriormente dal fatto che, in generale, la filosofia del PAI prevede "per le aree in cui l'attuale stato delle conoscenze evidenzia un livello di pericolosità elevata o molto elevata, il mantenimento dell'attuale edificato e una notevole limitazione alle previsioni edificatorie degli strumenti urbanistico-territoriali"

Il PAI, è uno strumento, sovraordinato al Piano Regolatore Generale, che analizzando il territorio nelle sue componenti fisiche, ha lo scopo di evidenziare, con obbiettività, le situazioni di pericolosità e rischio geologico presenti. La normativa di attuazione del Piano fissa prescrizioni definendo gli interventi ed attività che è possibile realizzare nelle aree a pericolosità molto elevata (P4), elevata (P3), media (P2) e moderata (P1).

Le eventuali modifiche al Piano possono essere, sostanzialmente, di due tipi: correzioni formali e modifiche di allegati tecnici, da un lato, e variazioni del numero, dei perimetri o delle classi di pericolosità di singole aree, dall'altro. Le prime sono deliberate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, le seconde invece con una procedura che ricalca quanto previsto per l'adozione ed approvazione dello stesso Piano.

Concludendo si è dell'avviso che la tutela del territorio fa parte dell'interesse collettivo, e che quindi questo debba realizzarsi in primis attraverso gli efficaci mezzi a disposizione del Consiglio Comunale: i Piani urbanistici."

Nella redazione della verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica richiesta dal PAI, rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici comunali vigenti con le effettive condizioni di dissesto del territorio, si deve tener conto che l'adeguamento non significa una semplice riproposizione dei dissesti riportati sulla cartografia del PAI, che tra l'altro spesso non coincidono con i dissesti effettivi, ma una analisi dello stato di fatto che può portare ad un quadro del dissesto diverso da quello proposto, con la conseguente necessità di modifica sia della cartografia del PAI, sia delle previsioni urbanistiche, cartografiche e normative, vigenti.

La suddetta verifica di compatibilità effettuata alla scala locale, ove porti alla conoscenza di un quadro diverso da quello prospettato dal PAI ed ottenga la condivisione tecnica della Regione, sarà trasposta nella banca dati dell'Autorità di Bacino e sostituirà il quadro conoscitivo del PAI mosaicando di volta in volta il quadro del dissesto aggiornato a livello comunale. A tal fine è fondamentale richiamare l'esigenza di verificare, durante la procedura di adeguamento dello strumento urbanistico, la coerenza dei dissesti in corrispondenza del confine amministrativo del territorio comunale, sia in termini di perimetrazione che di classificazione del dissesto, per consentire la mosaicatura in forma omogenea.

L'azione, attivabile su tutto il territorio soggetto a rischio idrogeologico, è finalizzata alla riduzione dell'erosione superficiale del suolo e del micro dissesto idrogeologico influenzato da attività antropiche. In fase attuativa saranno adottati i seguenti criteri:

- Individuazione delle aree ammissibili sulla base di una analisi territoriale del rischio di dissesto idrogeologico e di alluvioni e della relativa incidenza sul rischio delle aree candidate;
- Individuazione delle possibili tecniche da sostenere tenendo conto del Piano di Assetto Idrogeologico regionale (PAI) e degli altri strumenti di gestione e pianificazione del territorio;
- Giustificazione della delimitazione territoriale e delle tecniche da sostenere con una specifica analisi di dettaglio locale".

Nella compilazione del lavoro è stato tenuto conto anche delle indagini a carattere geologico, precedentemente sviluppate per lavori di edilizia pubblica e privata all'interno dell'area oggetto di investigazione.

In relazione alle indagini reperite e acquisite in campagna, lo studio descrive il quadro geologico generale della zona interessata, illustrando i caratteri geostrutturali generali, la successione litostratigrafica locale con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità, gli aspetti geomorfologici

della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva; inoltre fornisce lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

I risultati di queste analisi contribuiscono a formare il quadro di pericolosità/vocazionalità del territorio, consentendo di individuare e definire, attraverso l'identificazione di eventuali prescrizioni e limiti imposti al progetto dalle caratteristiche del suolo e sottosuolo, i criteri che dovranno guidare le successive fasi di attuazione delle trasformazioni previste.

Lo studio è articolato nelle seguenti fasi:

- reperimento dati esistenti;
- rilievo in situ delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area oggetto di variante e di un suo intorno significativo;
- elaborazione del modello geologico e geomorfologico del sito in studio e di un suo intorno significativo, necessario alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio;
- ricostruzione della successione stratigrafica attraverso il rilievo di affioramenti naturali o messi in luce dagli sbancamenti presenti all'intorno, l'esecuzione di scavi geognostici, nonché dal reperimento di indagini eseguite nelle zone immediatamente circostanti a quella oggetto di intervento;

1.1 Obiettivi

La finalità del presente studio consiste nell'effettuare un'analisi geologica di dettaglio, conforme alla normativa vigente che viene elencata e descritta nel Capitolo 2, al fine di stabilire una valutazione della congruenza della specifica previsione urbanistica, in rapporto al livello di pericolosità riscontrato (Fig. 1.1).

In sede di formazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti infatti non sono di norma consentite nuove previsioni insediative nelle aree a pericolosità moderata (AVD_P1) e media (AVD_P2); l'eventuale inserimento è condizionato all'esito positivo di una verifica di compatibilità idrogeologica, da effettuarsi prima dell'adozione dello strumento urbanistico.

Tale studio è stato condotto nei pressi dell'area (F-19-1365) classificata dal *Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale* (PAI) come a pericolosità media (AVD_P2), corrispondente all'area su cui insistono gli abitati di Villa di Mezzo (Villa Pepoli) e Villa Da Capo (Villa Malvezzi) – Bolognola (Fig. 1.2), ed esteso ad un intorno

significativo del versante, per verificare il livello di pericolosità riportato dal PAI e la compatibilità con la redazione del Piano Regolatore Generale del Comune di Bolognola.

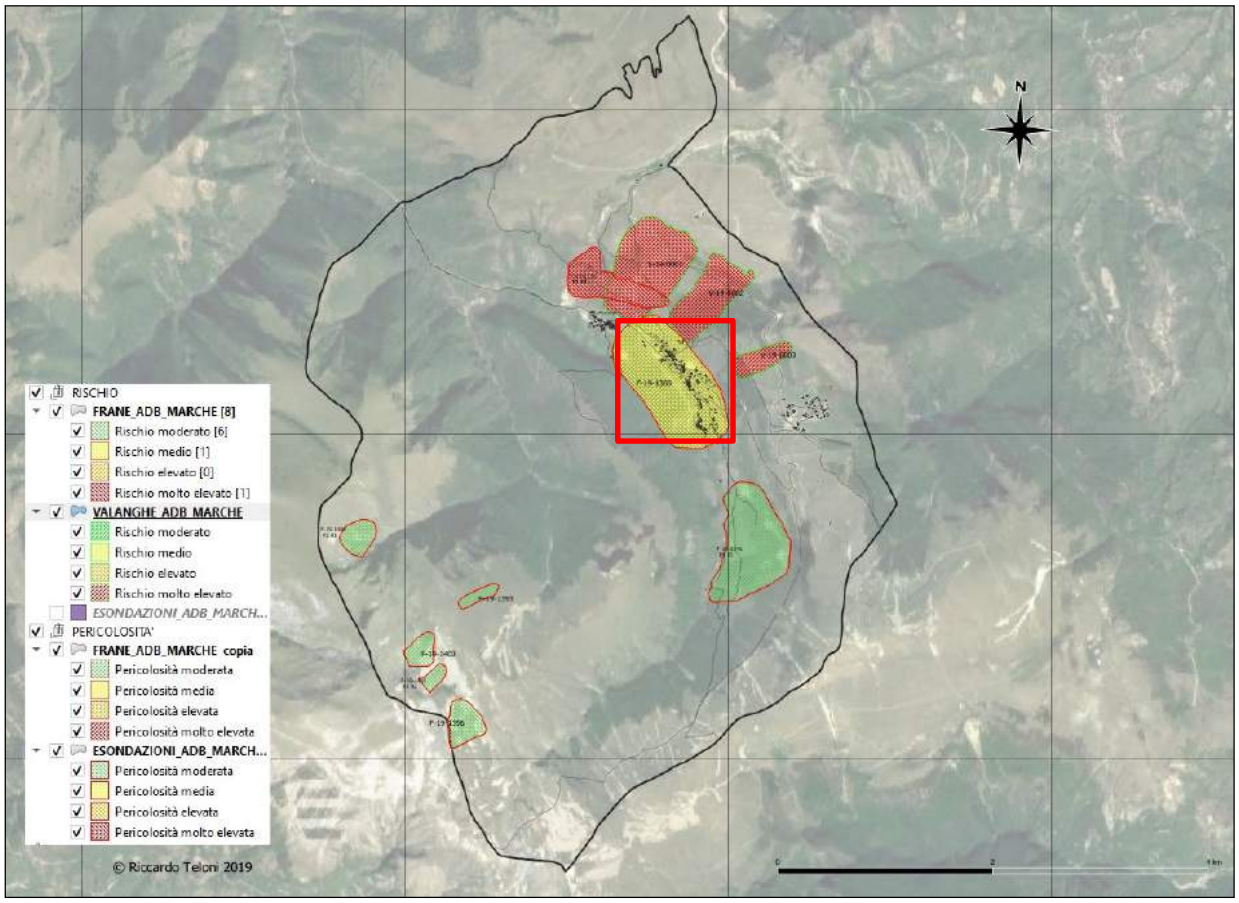


Figura 1.1 – Inquadramento aree classificate PAI soggette a fenomeni gravitativi. Il quadrato rosso individua l'area oggetto di questo studio (F-19-1365), classificata come pericolosità e rischio medio (P2-R2)

Il presente studio mira quindi ad una valutazione della pericolosità assegnata dal PAI alle aree oggetto di pianificazione urbanistica (PRG) in base a dati reperiti da letteratura e dati raccolti in campagna attraverso rilievi e misurazioni in situ, al fine di stabilire se la pericolosità rilevata possa in qualche modo inficiare i vantaggi di una pianificazione urbanistica, soprattutto dal punto di vista della sicurezza del patrimonio edilizio attuale (ristrutturazione) e/o futuro (nuove costruzioni) e quindi di vite umane.

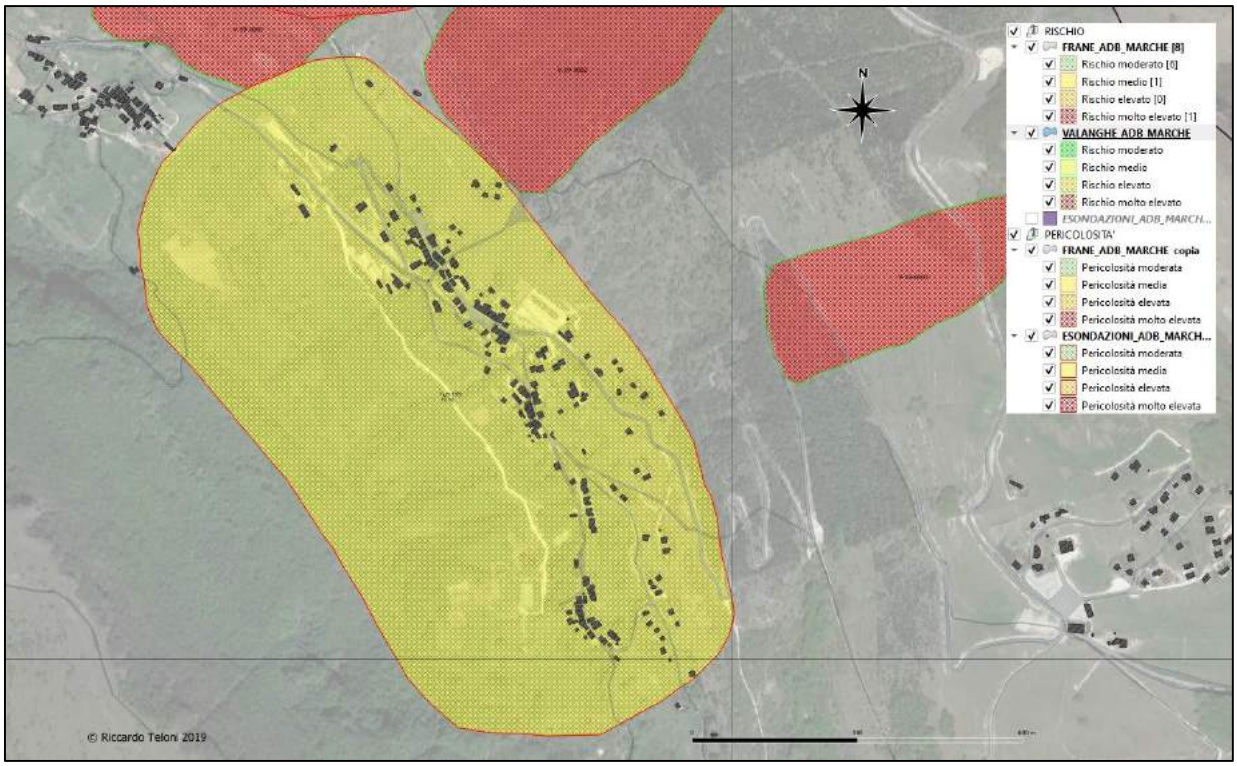


Figura 1.2 – Abitati di Villa di Mezzo (Pepoli) e Villa da Capo (Malvezzi) entrambi inclusi nell'area PAI (F-19-1365) classificata a pericolosità e rischio medio (P2, R2).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Come anticipato in premessa, il presente studio è finalizzato ad una analisi di compatibilità idrogeologica in aree a pericolosità moderata (AVD_P1) e media (AVD_P2) come nel caso dell'area (F-19-1365) su cui è ubicato l'abitato di Bolognola e nello specifico la porzione centrale e meridionale dell'agglomerato, nominati Villa di Mezzo (Villa Pepoli) e Villa da Capo (Villa Malvezzi), al fine di valutare la congruenza del livello di pericolosità riscontrato in relazione ad una specifica previsione urbanistica.

Lo studio è stato eseguito nel rispetto della normativa vigente in materia ed in particolare:

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- L.R. n. 34 del 5 agosto 1992: Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio.

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Allegato 1 - classificazione sismica del territorio italiano
- D.P.R. n. 380 del 06.06.2001: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 89: Parere sugli strumenti urbanistici.
- D.C.R. n. 116 del 21.01.2004: Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI).
- Decreto Legislativo 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i.: - Norme in materia ambientale.
- Decreto 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 2 febbraio 2009 n° 617 del C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Legge Regionale 23 novembre 2011 n. 22: Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico. – Art. 10, comma 4 – Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.
- Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17.01.2018).
- Particolare rilevanza assumono inoltre le disposizioni previste dalla Circolare LL.PP. n° 30483 del 02.09.88 (D.G.R. n. 116 del 21.01.2004), nonché quelle previste dalle Circolari della Regione Marche n° 14 e 15/90.

Come basi cartografiche sono state utilizzate la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, Foglio 325 - Sezione 325050 "Bolognola", nonché cartografia PAI, CARG in scala 1:10.000.

2.1 Contenuti del presente studio e analisi idrogeologica

Ai fini della redazione della redazione idro-geologica dell'abitato di Bolognola ricadente nell'area PAI (F-19-1365) sono stati condotti rilievi e misurazioni in campagna oltre al reperimento di dati pregressi ottenuti da precedenti indagini geologiche relative a lavori di edilizia privata e pubblica, e dati estrapolati da cartografie tematiche (es. CTR, CARG). Queste comprendono:

Cap. 3) Delineazione dell'area geografica oggetto dello studio idrogeologico, effettuata sulla base di analisi territoriali che individuano le aree soggette a potenziali fenomeni di dissesto idrogeologico e/o criticità già espresse nel medio-breve periodo.

Cap. 4) Studio dell'area con identificazione degli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici attraverso estrapolazioni da dati da cartografie tematiche, al fine di meglio studiare dissesti idrogeologici ed alluvioni.

Cap. 5) Analisi di dettaglio delle criticità associate a fenomeni franosi cartografati dal PAI, a scala locale ed identificazione degli interventi e delle azioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi.

Cap. 6) Studio delle pericolosità.

Cap. 7) Considerazioni conclusive.

Lo studio si è sviluppata nelle seguenti fasi:

1. Reperimento dati esistenti riguardanti il sito in esame;
2. Rilievi in situ e controlli geologici, geomorfologici ed idrogeologici;
3. Ricostruzione della successione stratigrafica attraverso il rilievo di affioramenti lungo tagli stradali e/o sbancamenti a seguito di opere edilizie nell'intorno, nonché dal reperimento di indagini quali saggi ispezionali eseguiti all'interno della stessa area di studio;
4. Caratterizzazione stratigrafica e geotecnica mediante il reperimento di specifiche indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche);
5. Stesura della relazione esplicativa e degli elaborati.

3. UBICAZIONE E RIFERIMENTI TOPOGRAFICI

Le aree oggetto di studio sono ubicate nella porzione centro-orientale del Comune di Bolognola, interessando la porzione centrale e meridionale degli abitati di Villa di Mezzo e Villa da Capo, corrispondenti alle zone più urbanizzate e con maggiore presenza di residenti, che si sviluppano lungo il versante meridionale di Monte Sassotetto (Fig. 3.1).

Come basi cartografiche sono state utilizzate la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, Foglio 325 - Sezione 325050 "Bolognola", nonché cartografia PAI, CARG in scala 1:10.000 (Fig. 3.2).

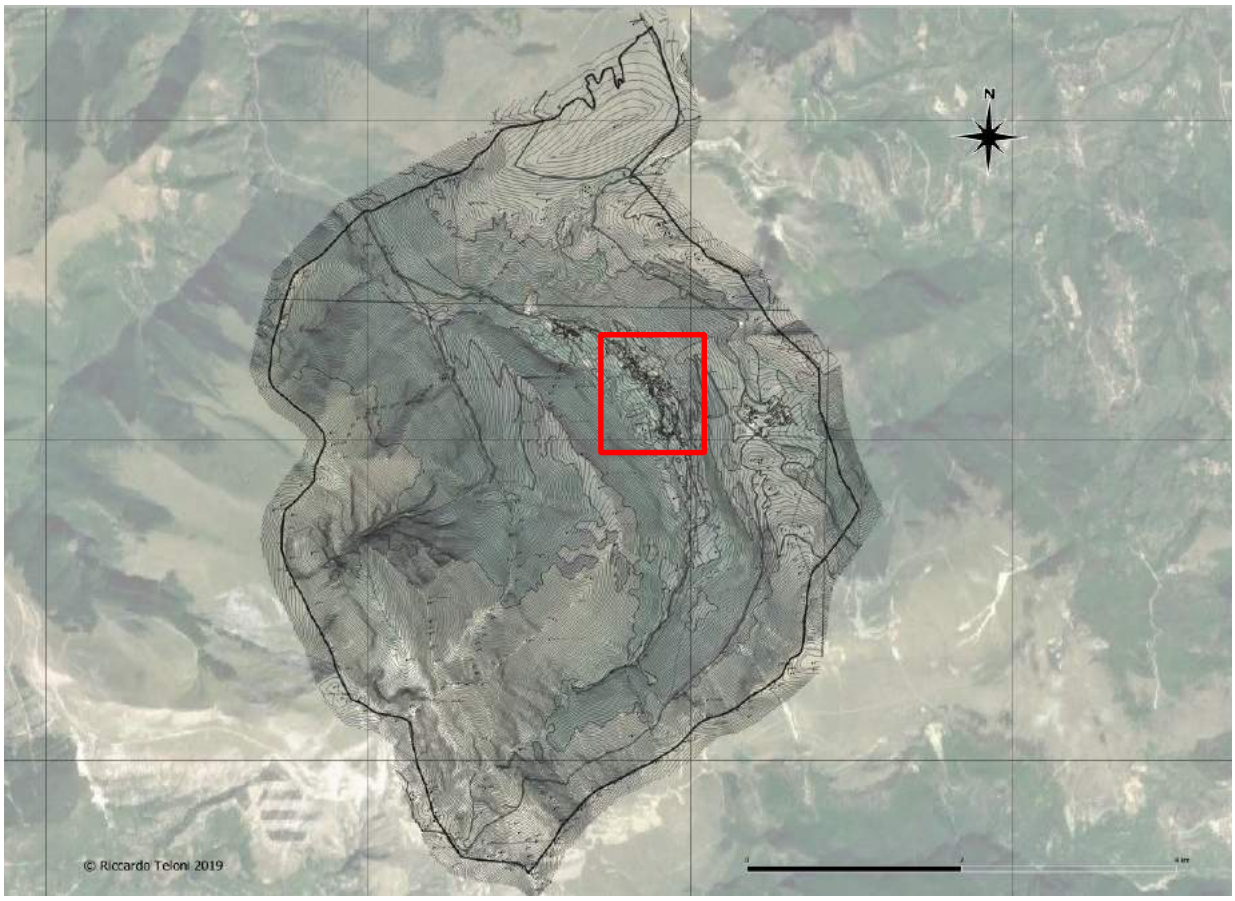


Figura 3.1 – Inquadramento geografico dell'area oggetto di studio (quadrato rosso), corrispondente agli abitati di Villa da Capo (Malvezzi) e Villa di Mezzo (Pepoli).

Figura 3.2 – Limite dell'abitato di Bolognola lungo la S.P. 47, ed ingresso agli abitati di Villa da Capo (Malvezzi) e Villa di Mezzo (Pepoli), area oggetto di questo studio.

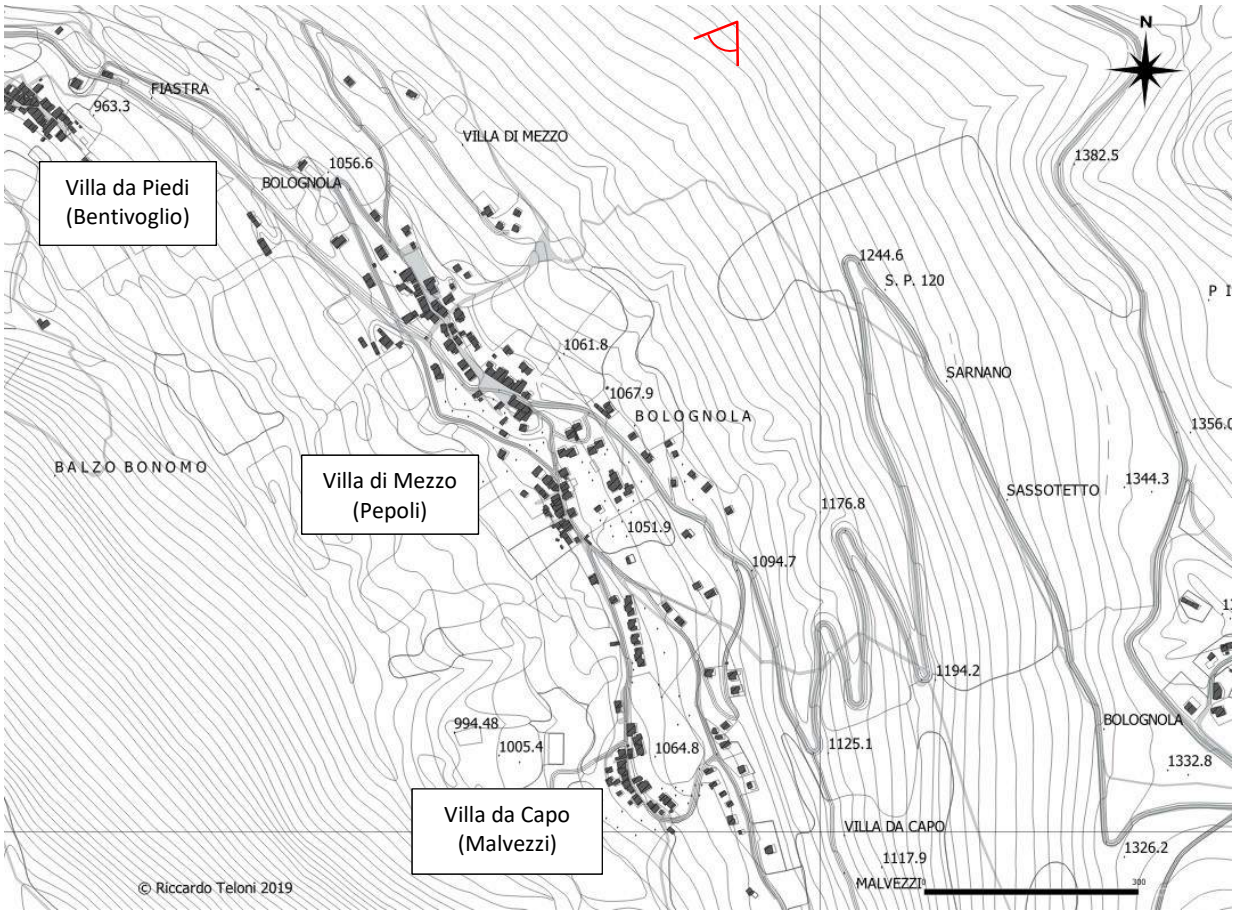


Figura 3.3 – Stralcio di CTR – Sezione 325050 dell'abitato di Bolognola e nello specifico di Villa da Capo e Villa di Mezzo, area oggetto di questo studio. In rosso punto foto di Fig. 3.3 (sotto).

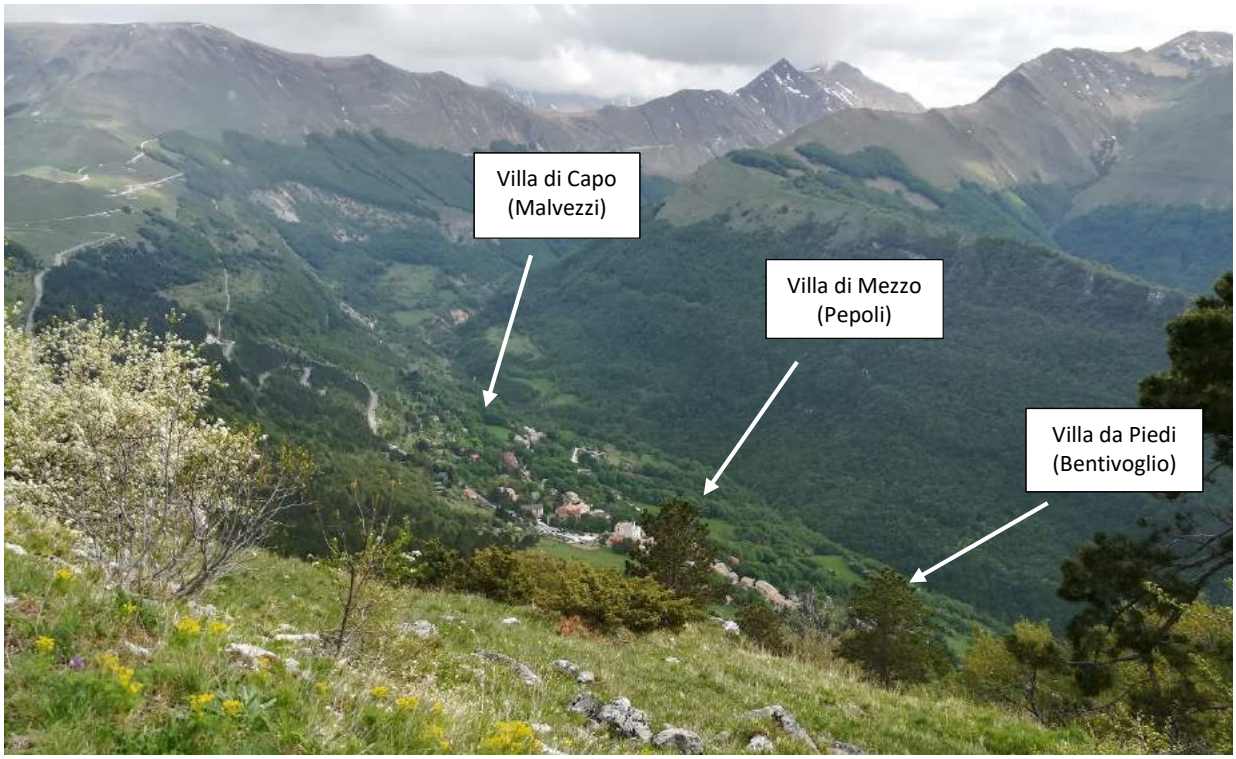


Figura 3.4 – Abitato di Bolognola visto dal versante sud-ovest del Monte Sassottetto, lungo sentiero escursionistico.

4. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

4.1 Inquadramento geologico generale

L'area in esame rientra nella porzione centro-settentrionale dei Monti Sibillini, i quali costituiscono la parte più meridionale dell'Appennino Umbro-Marchigiano.

La catena degli Appennini rappresenta una struttura neogenica costituita da rocce sedimentarie di origine neritico-pelagica, di età compresa tra il Trias superiore ed il Pliocene. I termini sedimentari affioranti nell'area di studio sono quindi costituiti da calcari micritici, scaglie e marne-calcaree a testimoniare l'evoluzione tettonica dell'area e di conseguenza dei diversi ambienti di sedimentazione che si sono succeduti. Infatti, sovrascorrimenti e pieghe, legate alle spinte tettoniche e quindi alla progressiva migrazione del sistema catena-avanfossa appenninico, hanno contribuito all'attuale assetto geologico-strutturale dell'area coinvolgendo in affioramento la copertura sedimentaria costituita da:

- una unità calcarea di piattaforma del Trias sup. – Lias inf. con alla base di depositi calcareo-micritici biancastri, privi di strutture sedimentarie, in strati spessi o molto spessi, e rappresentati dalla Formazione del Calcare Massiccio;
- una successione pelagica ed emipelagica (Lias medio-Miocene p.p.) ben stratificata, costituita da calcari, calcari silicei, calcarei marnosi e marne con spessori variabili tra 1700 e 1200 m, in relazione alla presenza di sequenze giurassiche complete, condensate e composte controllate da faglie sinsedimentarie organizzate secondo due principali set a direzione N-S ed E-W che dislocano la piattaforma giurassica in *seamouth* (Pierantoni et al., 1997)
- una copertura Quaternaria (Pliocene superiore -Pleistocene p.p.) costituita generalmente da depositi detritici di versante, legati a processi di alterazione, disfacimento e trasporto del substrato litoide presente nell'area. In questo caso i depositi sono prevalentemente di versante mentre sono rari quelli fluviali o associati alle dinamiche erosive e di deposizione del sistema idrografico poco sviluppato.

Per quanto riguarda la successione giurassica affiorante nell'area al di sopra del Calcare massiccio, siamo in presenza di una situazione intermedia tra una «successione completa» ed una «successione condensata», e quindi di una «successione composta» (Centamore et al., 1971). Questa è generalmente ubicata nelle zone di passaggio tra paleorilievi (luogo di sedimentazione condensata) e bacini (aree a più forte sedimentazione). La successione completa presenta caratteri

abbastanza uniformi in termini di litofacies e spessori (non meno di 400 m), mentre la successione condensata mostra sensibili variazioni litologiche e spessori esigui (compresi tra 30 e 50 m).

4.2 Assetto geologico-stratigrafico

L'assetto geologico-stratigrafico locale viene di seguito riassunto attraverso una descrizione delle unità stratigrafiche affioranti, corredata dalle relative caratteristiche litotecniche principali utili ad inquadrare l'area dal punto di vista idrogeologicico e quindi della stabilità. A questa finalità si propone di differenziare il substrato geologico dai terreni di copertura:

Substrato geologico: *Calcare Massiccio, Gruppo del Bugarone, Corniola, Calcari a Posidonia, Calcari diasprini, Calcari a Saccocoma ed Aptici e Maiolica*

- Calcare Massiccio: calcari biancastri, in grosse bancate di spessore metrico, rappresentati da biomicriti, biocruditi, biointraspariti, intraspariti, ospariti e lamine stromatolitiche.
- Gruppo del Bugarone: calcari e calcari marnosi nodulari. Da letteratura in tale unità sono distinguibili quattro membri che dal basso verso l'alto sono: a) calcari stratificati grigi, b) calcari nodulari con marne verdi, c) calcari nodulari nocciola, d) calcari nodulari ad Aptici.
- Corniola: calcari micritici grigio-nocciola con selce bruna o nerastra in liste e noduli con sottili intercalazioni pelitiche grigio-verdastre, particolarmente abbondanti nella parte superiore, e con frequenti livelli calcareo-detritici, a granulometria variabile da fine a grossolana.
- Marne del Serrone: alternanza di calcareniti grigiastre, e calcari marnosi grigio verdastri e marne argillose verdastre.
- Rosso Ammonitico: alternanze di marne argillose fogliettate e di calcari e calcari marnosi nodulari, talora finemente bioclastici.
- Calcari a Posidonia: calcari micritici, calcari micritici marnosi talora nodulari, calcari micritici con fine detrito clastico e bioclastico in quantità variabile, in alternanza, soprattutto verso la base, con sottili livelli marnoso argillosi verdastri.
- Calcari diasprini: "membro selcifero" calcari micriti con selce verdastra in liste e noduli, micriti verdastre silicizza te, dall'aspetto granulare per l'alto contenuto in silice diffusa, selce policroma, con intercalazioni di calcareniti, di calciruditi e di calcari nodulari.
- Calcari a Saccocoma ed Aptici: calcari micritici spesso laminati, in strati da sottili a medi, talora amalgamati e con abbondanti liste di selce. Verso l'alto prevalgono calcari rosa con selce (Aptici e Saccocoma).

- Maiolica: calcari micritici bianchi a fratturazione concoide in strati medio-spessi associati a liste e noduli di selce nera e con sottili intercalazioni pelitiche che ne segnano il passaggio con la sovra stante formazione delle marne a Fucoidi.

Terreni di copertura: *depositi di falda detritica*

- Depositi di falda detritica: ciottoli, ghiaie e sabbie in percentuale variabile, ad elementi calcarei a spigoli vivi.

Gran parte del centro abitato di Bolognola insiste su un detrito di falda di natura calcarea originatosi per accumulo dal versante orientale. Questo tipo di deposito detritico situato al piede di pareti o versanti molto ripidi, è in genere costituito da clasti eterometrici, privi di materiale fine interposto. La causa principale dell'accumulo del detrito di falda è la caduta per gravità di frammenti e blocchi, prodotti dalla disgregazione di pareti, e quindi del substrato litoide sub-affiorante, che si assestano secondo un angolo di riposo variabile con la forma e le dimensioni del materiale. Il detrito può essere stato anche rielaborato da fenomeni di gelo-disgelo e dal ruscellamento delle acque superficiali, come si interpreta per la situazione oggetto di studio.

4.3 Assetto geomorfologico

Per la definizione dell'inquadramento geomorfologico dell'area in esame, oltre al reperimento di cartografie disponibili dal sito della Regione Marche (Progetto CARG) è stato effettuato un rilievo di campagna atto a confermare la veridicità dei dati reperiti e documentare l'eventuale presenza di fenomeni di instabilità non cartografati, perché talvolta di difficile individuazione attraverso analisi su ortofotocarte o di immagini satellitari.

La topografia presenta, un andamento tipico dei territori montani della catena dei Sibillini, con ripidi versanti e creste marcate. I piccoli centri abitati presenti nel Comune, dal capoluogo Bolognola, a Villa da Capo, Villa di Mezzo e Villa da Piedi si sviluppano quasi in contiguità, lungo un versante con marcata pendenza, verso Sud-Ovest, inciso marcatamente dal Torrente Fiastrone, la cui valle presenta il tipico profilo a "V", legato alla marcata erosione sul fondo delle acque particolarmente turbolente per via dell'elevata pendenza che caratterizza questo tratto di fiume. Infatti, la valle del Fiastrone è una delle strette valli che insieme a quelle dell'Ambro, Tenna ed Aso solcano a pettine con direzione ovest-est il versante orientale dei Monti Sibillini. Il fondovalle, cioè l'ambiente naturale compreso tra i versanti dove confluiscono e defluiscono preferenzialmente le acque correnti superficiali, è di ampiezza variabile lungo la porzione prossimale del Fiastrone. Per gran parte del corso è praticamente quasi privo di depositi

terrazzati, solo in qualche punto si hanno accumuli detritici, ed è qui che sorgono i tre insediamenti abitativi di Bolognola, dove gli abitanti del luogo praticano la loro attività agro-silvo-pastorale.

In quest'area i versanti di montagna sono interessati da diversi fenomeni gravitativi tra cui: a) fenomeni di deformazione lenta superficiale (soliflusso, reptazione, deformazioni plastiche; b) fenomeni franosi s.s. (crolli-ribaltamenti, scorrimenti rotazionali e traslazionali, colamenti); c) fenomeni di deformazione profonda (DGPV).

Si possono osservare anche grossi movimenti inquadrati nella tettonica gravitativa e tettonica insieme come la paleofrana o accumulo di frana in lento movimento, come quella cartografata lungo la prima parte della strada che sale verso il Rifugio del Fargno, e che coinvolge prevalentemente anche porzioni del substrato litoide.

I lineamenti geomorfologici del territorio comunale di Bolognola sopra decritti risentono in maniera sostanziale della litologia e reologia superficiale (depositi), della morfologia e pendenze (versanti), e della tettonica (faglie, sovrascorrimenti). La diversa natura dei litotipi, si riflette interamente sulle forme morfologiche rilevate, a testimonianza di una risposta differenziata all'azione di modellamento degli agenti esogeni (erosione selettiva).

Sulla sommità dello stesso versante si trovano le cime del Monte Sassotetto e del Monte Valvasseto che arrivano alla quota di circa 1600 m s.l.m. Nella parte sommitale del versante affiora direttamente il substrato calcareo della formazione Umbro-Marchigiana, mentre nella zona basale si rilevano falde di detrito di spessore variabile, ma comunque consistente, dove poggiano i centri abitati.

L'andamento morfologico è caratterizzato da pendii decisamente acclivi, con pendenze medie del 35÷40%. Tale situazione morfologica caratterizza l'intero territorio comunale, dove troviamo pendii acclivi, accumuli di detrito, creste montuose e marcate incisioni vallive.

Il substrato geologico è costituito prevalentemente da depositi calcarei e subordinatamente da depositi marnosi. Tra gli agenti del modellamento, il ruolo preponderante e svolto dalla gravità e dall'acqua anche se, specie negli ultimi secoli, le attività antropiche hanno svolto un ruolo fondamentale nel contribuito anch'esse a modificare sensibilmente il paesaggio, con fenomeni di disboscamento.

Da ultimo, ma non in subordine, anche le condizioni climatiche rivestono un ruolo importante, soprattutto in relazione alle evidenti mutazioni climatiche degli ultimi decenni (regime delle piogge, regime delle temperature ecc.).

4.3.1 Forme e depositi di versante dovuti alla gravità.

I movimenti di versante avvengono a causa di fenomeni in grado di modificare le forze interne ed esterne agenti sul terreno. I fattori si possono dividere in condizionanti o scatenanti. I primi sono la forma del rilievo, la natura e la struttura del terreno, i secondi sono fattori esterni che influenzano la stabilità. Tra i fattori condizionanti troviamo quindi la geometria del rilievo, la litologia, la struttura geologica e l'assetto strutturale, le proprietà meccaniche e il grado di alterazione dei materiali ed infine la presenza di vegetazione.

Tra i fattori scatenanti troviamo le precipitazioni e i cambiamenti delle condizioni idrologiche, la variazione dei carichi statici o dinamici, la variazione della geometria dei pendii, l'erosione e l'azione climatica. La rottura del materiale secondo una data superficie indica che lungo quella superficie gli sforzi agenti, che tendono a far muovere la massa, sono maggiori degli sforzi reagenti, che invece tendono a bloccarla. Di conseguenza è possibile suddividere le cause delle frane in fattori che aumentano gli sforzi agenti e fattori che diminuiscono quelli reagenti.

Le forme gravitative "vere e proprie" riconosciute nella macrozona in esame comprendono alcune delle composizioni di cui alla classificazione del *Varnes* (1978) successivamente integrata da *Cruden* (1996), con netta predominanza degli scorrimenti, crolli e ribaltamenti, con rari colamenti e soliflussi ed assenza di frane complesse. Il tutto in relazione alla presenza nel territorio di topografie articolate e pendenti, pareti rocciose o altre fattispecie su formazioni della successione calcarea e calcareo-marnosa. Nelle morfologie gravitative si annoverano pertanto tutti i fenomeni di movimento o caduta di materiale sciolto (o roccioso) dovuti alla rottura dell'equilibrio statico preesistente, ovvero all'effetto della forza di gravità che, agendo su di esso, supera le forze opposte di resistenza del terreno.

Si rimarca che nell'area in esame si rilevano prevalentemente "frane per scorrimento" e rari colamenti. Si definiscono colamenti (*flows*) quelle frane in cui la deformazione del materiale è continua lungo tutta la massa in movimento. Le frane per scorrimento (*slides*) si dividono in base alle caratteristiche geometriche della superficie di scorrimento in movimenti per scivolamento planare o rotazionale:

- nel movimento planare avvengono principalmente su delle superfici discontinue già inclinate (superfici di strato in successione sedimentaria, di fratturazione ecc.) e prevalentemente si verificano su pendii a frana poggio
- nel movimento rotazionale si verificano lungo superfici curve, concave verso l'alto, in materiali coerenti o pseudocoerenti, quando si supera la resistenza al taglio degli stessi materiali. Poiché il substrato nel territorio comunale di Bolognola e costituito prevalentemente da formazioni Calcaree della Successione Umbro-Marchigiana, è naturale

intuire come le forme gravitative descritte si riscontrino proprio sugli accumuli di detrito che ricoprono la base dei versanti e nelle zone con strati a franapoggio.

Le principali forme gravitative di scorrimento riscontrate nel territorio, sono situate nell'accumulo della falda di detrito, dove sono posizionati i centri abitati.

4.3.2 Forme dovute al dilavamento e crionivali.

Tra le principali forme fluvio-torrentizie connesse all'azione del dilavamento e scorrimento superficiale dell'acque discerniamo i "solchi di ruscellamento concentrato", le azioni di erosione su "alvei in approfondimento", gli orli di scarpata di erosione fluviale". Simili forme interessano il Fiume Fiastrone ed il Torrente Fiastrone.

Tra le forme Crionivali si rilevano solamente orli di nicchia di nivazione e canaloni di valanga nella zona sovrastante i centri abitati.

Dall'osservazione puntuale dei due corsi d'acqua principali presenti nel territorio comunale (Fiume Fiastrone e Torrente Fiastrone, affluente del primo) e relativi tributari principali, emerge una fase di approfondimento dell'erosione in alveo.

L'entità dell'erosione è di difficile quantificazione, specie nei tempi previsti ed a questa scala del rilievo; sarebbe infatti necessaria una misura puntuale e decennale delle sezioni dei corsi di acqua.

4.4 Assetto idrologico e idrogeologico

Il sistema idrografico all'interno del territorio del Comune di Bolognola è rappresentato dalla presenza del Fiume Fiastrone e dal suo affluente Torrente Fiastrone, che raccolgono le acque superficiali, a loro volta convogliate da impluvi e canaloni che solcano i versanti di montagna, e le trasportano verso l'invaso artificiale del Lago di Fiastra, posizionato più a nord, a circa 5 km dalla confluenza dei due corsi d'acqua. A valle dell'invaso, il Fiume Fiastrone continua il suo percorso attraversando i comuni di Sarnano, Cessapalombo e Camporotondo di Fiastrone prima di confluire nel Fiume Chienti in prossimità di Belforte del Chienti.

Le acque che alimentano il Fiume non sono solo di origine meteorica ma ha il suo principale apporto da una sorgente ipogea, la Fonte del Fargno, che ha origine ad una quota di 1810 m s.l.m., e che sgorga nell'alto impluvio in prossimità della forcella omonima incisa tra la mole di Monte Rotondo a nord-ovest e quella di pizzo Tre Vescovi ad est. Oltrepassato il tratto dell'abitato di Bolognola, detto anche valle di Bolognola, il Fiume Fiastrone più a valle viene alimentato dalle acque della valle dell'Acquasanta, posta dietro il monte Rotondo, e infine del

Rio Sacro, prima di arrivare alla frazione di San Lorenzo (Fiastra) dove le acque fluviali vengono raccolte nell'invaso di Fiastra.

Da un punto di vista idro-geologico, l'andamento degli acquiferi sotterranei in questa porzione di territorio dei Monti Sibillini è di difficile determinazione, in quanto, i complessi più permeabili assumono caratteri idrogeologici variabili e discontinui in relazione allo stress tettonico che hanno subito. A questo riguardo si fa riferimento all'elaborato "*Studio idrogeologico per l'identificazione e la caratterizzazione degli acquiferi che alimentano le sorgenti dei corsi d'acqua perenni dei Monti Sibillini, esteso all'intera area del parco nazionale*" redatto da Carlo Boni e Marco Petitta (2007) del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". In questo studio si conclude che i complessi idrogeologici che normalmente si comportano da aquiclude (il Complesso Calcareo-Silico-Marnoso e il Complesso delle Marne a Fucoidi detto anche "*Acquifero Basale*"), sono spesso dislocati da faglie con rigetti superiori al loro spessore. Risulta, quindi, che il versante orientale della catena dei Monti Sibillini è sede di un sistema indefinito di acquiferi, in parte sovrapposti ed in parte in connessione idraulica, che alimentano sorgenti irregolarmente distribuite, talora oltre il limite idraulico orientale, spesso per via di una diffusa circolazione subalvea. In tale situazione non è possibile identificare acquiferi indipendenti, ma solo un grande acquifero indifferenziato, che si estende con continuità dalle pendici meridionali del M. Vettore fino a Pizzo di Chioggia ed alimenta le sorgenti distribuite lungo il corso dei Fiumi Fiastrone, Tennacola, Ambro, Tenna, Aso e T. Fluvione. Nello stesso studio si determina che l'*Acquifero Basale* eroga una portata media delle emergenze naturali di 3240 l/s, ha un'area di alimentazione di 106,8 km2 ed un valore di *Infiltrazione Efficace* media di circa 960 mm/anno. Il gradiente idraulico calcolato varia da 50 ad 85‰.

Per quanto riguarda gli acquiferi più superficiali, e quindi all'interno della coltre rappresentata dai depositi detritici, questi possono definirsi di limitata estensione e di locale presenza stagionale, proprio per l'eterogenea distribuzione di questi terreni e l'assenza di un sistema idrografico ben sviluppato caratterizzato da pressoché rari depositi terrazzati. I depositi di versante presenti nell'area dell'abitato di Bolognola hanno uno spessore contenuto, nell'ordine dei 15-25 metri, che non riescono a garantire la presenza di una falda perenne. Tuttavia, stagioni particolarmente piovose e soprattutto nevose possono favorire la presenza di eventuali falde sospese e di conseguenza percolazioni superficiali che potrebbero contribuire a potenziali fenomeni di instabilità superficiale, oggetto quindi di monitoraggio.

5. ANALISI DELL'AREA

La verifica della compatibilità idro-geomorfologica dell'area (F-19-1365) cartografata dal PAI della Regione Marche come a pericolosità media (AVD_P2), corrispondente alla porzione del medio-basso versante sud-ovest del Monte Valvasseto, e su cui insistono gli abitati di Villa di Mezzo (Villa Pepoli) e da Capo (Villa Malvezzi), è basata su uno studio condotto attraverso rilievo geologico di campagna all'interno della zona di indagine (Fig. 5.1), corrispondente appunto con i limiti dettati dalla cartografia PAI. Oltre ad un sopralluogo generale dell'area, si è deciso di concentrare il rilievo nella porzione nord-est, in prossimità della linea rappresentante la rottura di pendio, e quindi della zona dove a livello topografico viene riportato un brusco cambio di pendenze. Infatti, in quest'area, se presenti, si dovrebbero individuare eventuali rotture morfologiche (nicchie di distacco, trincee, ecc.), con andamento perpendicolare al pendio.

Oltre ai rilievi in situ, sono stati acquisiti dati geognostici con le relative colonnine descrittive (All.1) che permettono la caratterizzazione dell'area da un punto di vista stratigrafico, e di mappare di conseguenza la distribuzione degli spessori della coltre detritica, nonché provare ad individuare una eventuale superficie di scollamento. In aggiunta ai dati geognostici, sono state reperite anche indagini geofisiche che rappresenterebbero dati complementari a quelli geognostici.

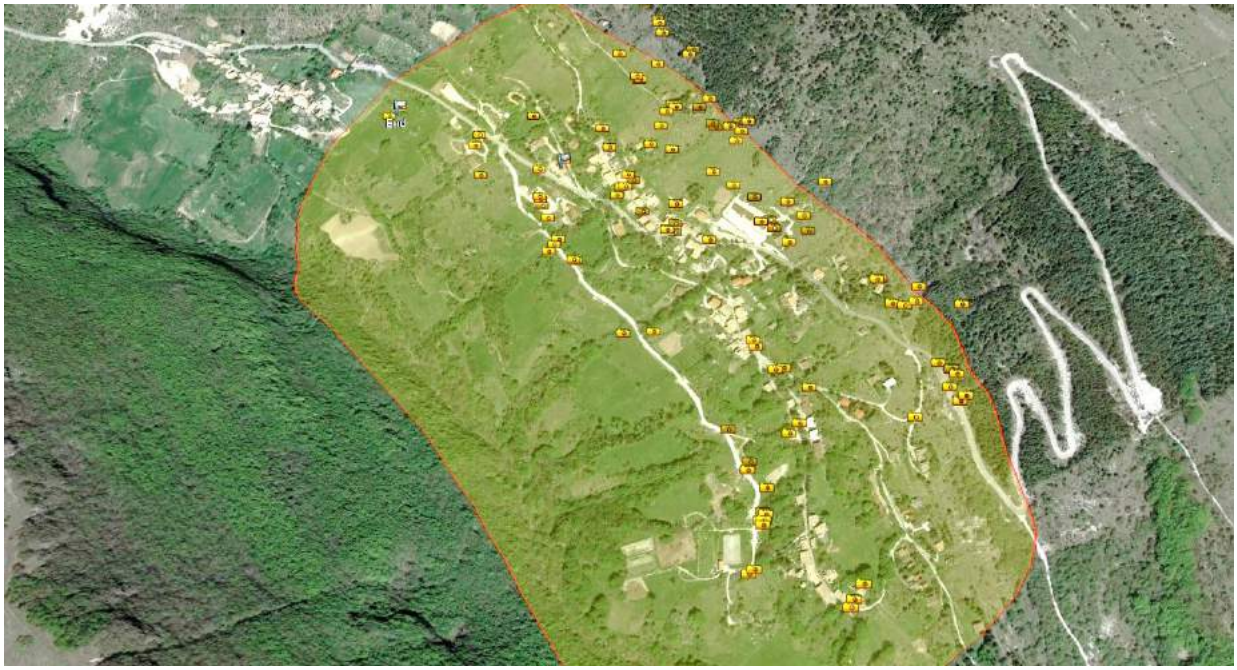


Figura 5.1 – Mappa delle stazioni di misura georeferenziate (coordinate GPX), rappresentate dai simboli gialli, nella porzione medio-alta del versante interessato da potenziali fenomeni di instabilità.

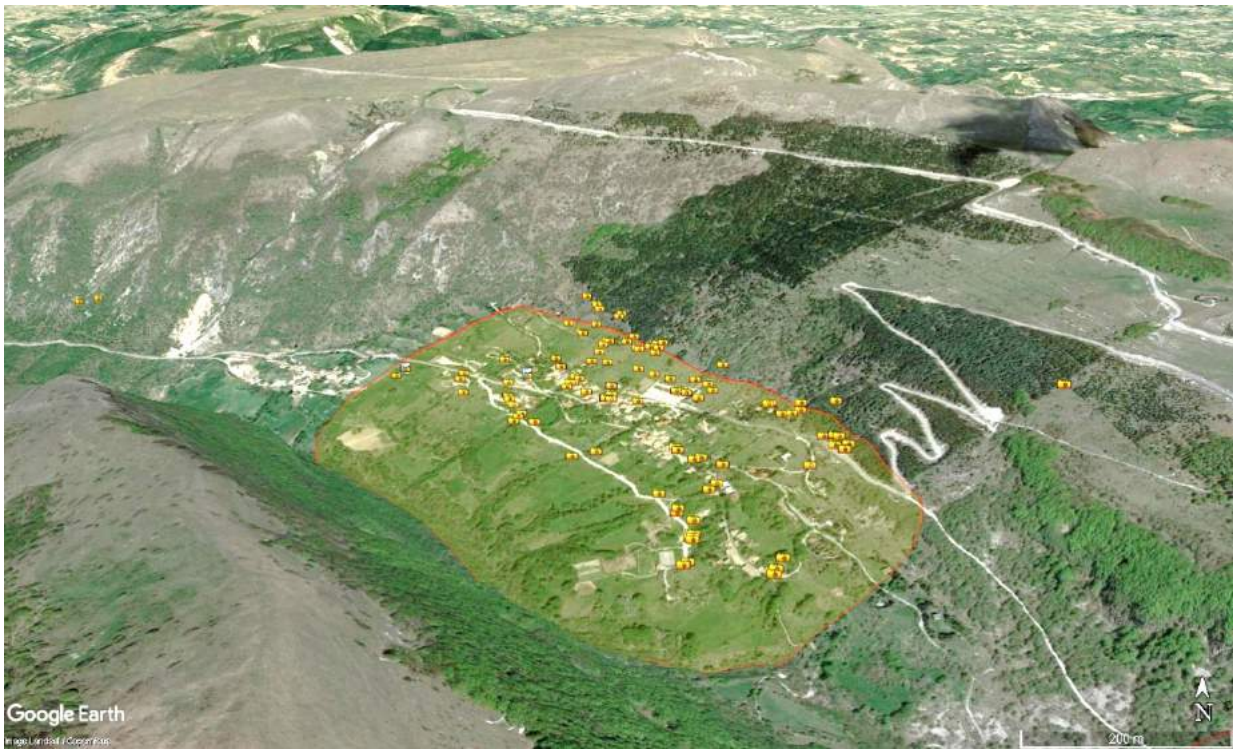


Figura 5.2 – Vista da sud dell'area oggetto di studio in 3D. In giallo in trasparenza l'area PAI (F-19-1365).

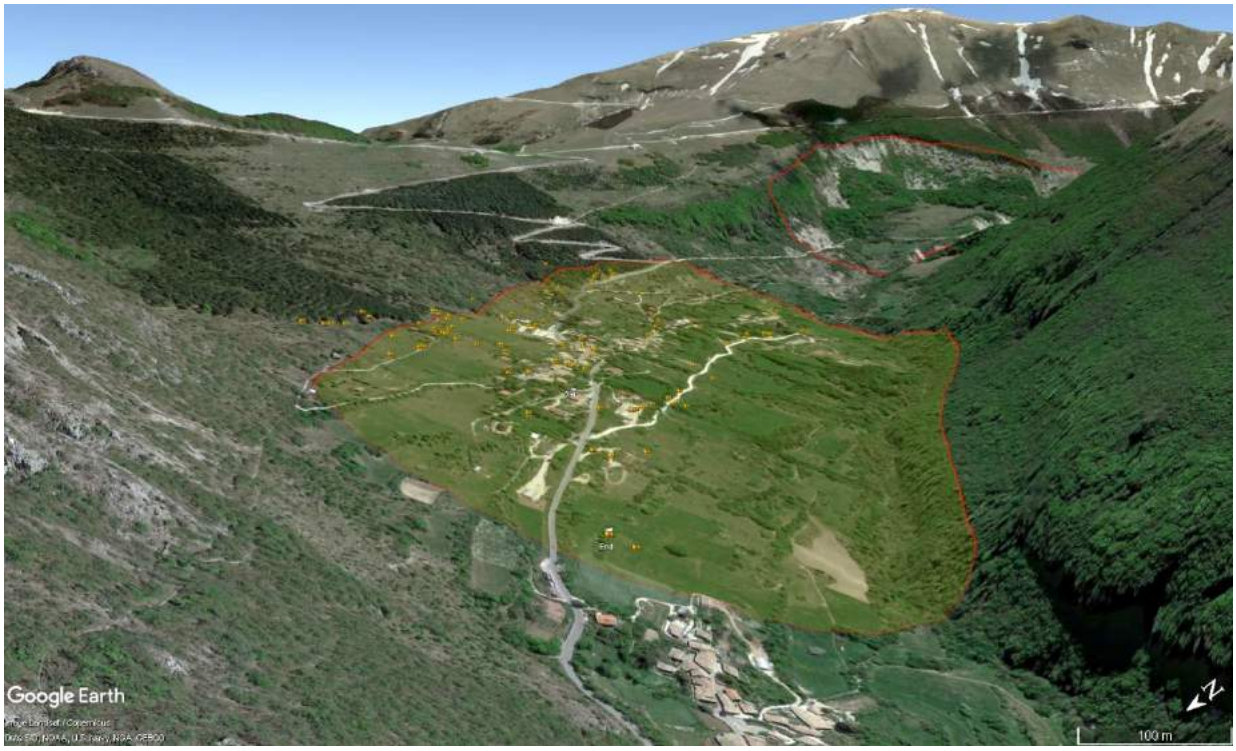


Figura 5.3 – Vista da nord-ovest verso sud dell'area oggetto di studio in 3D. In giallo in trasparenza l'area PAI (F-19-1365) ed i simboli rappresentano le stazioni di misura effettuate durante il rilevamento geologico di campagna.

5.1 Analisi a scala locale

Il movimento franoso F-19-1365 cartografato dal PAI viene riportato anche dal Progetto IFFI (IDFrana: 0430407600) con una tipologia di movimento classificata come a scivolamento o rotazionale/traslativo. Nel catalogo IFFI (https://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartografia-on-line/) è inoltre possibile reperire informazioni riguardo lo stato (attivo, quiescente, inattivo) dei fenomeni franosi, che nel caso oggetto di studio risulta classificato come attivo/riattivato/sospeso. Lo stesso catalogo riporta che l'area cartografata come frana ricopre una superficie di 0,798 km^2 e risulta essere stata individuata sulla base di rilevamenti sul terreno e fotointerpretazioni (https://idrogeo.isprambiente.it/app/).

Il rilievo di campagna, effettuato sull'intera area di interesse (Figg. 5.1, 5.2, 5.3), ha permesso di individuare una serie di conoidi di deiezione, ovvero corpi sedimentari costituiti da un accumulo di sedimenti clastici (alluvionali, o *alluvium*) con forma caratteristica a ventaglio, legati sia a processi idrologici che crionivali. La loro estensione areale è piuttosto eterogenea, ma generalmente di dimensioni modeste, ad eccezione di una i cui depositi arrivano proprio al bordo dell'abitato Villa di Mezzo (Villa Pepoli). La conoide di deiezione in questione rappresenta il prodotto del disfacimento e trasporto a valle del substrato litoide a monte, associato ad un canale o corso d'acqua a regime torrentizio, ai piedi del versante, dove le pendenze ne permettono la deposizione. Infatti, la sedimentazione del materiale in carico al corso d'acqua avviene quando la corrente fluviale rallenta e si espande improvvisamente per una brusca diminuzione della pendenza topografica e per il venir meno del confinamento laterale (Fig. 5.4).

Lo spessore di questi accumuli di detrito varia a seconda della loro attività più o meno continua durante il tempo. Ciò ci permette di affermare che la conoide più estesa ha avuto un'attività più lunga rispetto alle altre, con un canale che potenzialmente raccoglieva e trasportava più detrito rispetto agli altri. La granulometria del detrito è generalmente mediamente grossolana, con ghiaie mediamente spigolose e poco arrotondate, a testimonianza di un trasporto locale, e tale assunzione, oltre che da indagini geognostiche reperite, viene confermata dall'angolo piuttosto alto della conoide; infatti, questa pendenza è legata all'angolo di attrito interno (o di riposo) associato alla granulometria del materiale.

Lo stato di questi corpi sedimentari può definirsi *inattivo*, in quanto al momento dell'osservazione, e quindi del rilevamento di quest'area, non sono stati osservati depositi recenti, e quindi non si sono verificati flussi detritici (*debris flows*) nell'ultimo ciclo stagionale. Questa classificazione considera infatti attivo (*active*) un fenomeno attualmente in azione, riattivato (*re-activated*) un fenomeno nuovamente attivo dopo un periodo di inattività, e sospeso (*suspended*) un fenomeno che non si verifica attualmente, ma che si è verificato nell'ultimo ciclo stagionale.

Per quanto riguarda la zona a monte dell'abitato di Bolognola non sono quindi stati registrati eventuali segni di movimento e/o riattivazione di fenomeni legati alla gravità nell'ultima stagione invernale/estiva.

A confermare tale ipotesi è l'assenza di materiale di recente deposizione, in quanto tutta l'area risulta abbondantemente vegetata (Figg. 5.5, 5.6) e ricoperta da suolo per uno spessore di circa 2-5 cm (Figg. 5.7). Queste superfici sono state infatti parzialmente rimodellate dall'attività agricola che ha caratterizzato i primi anni del 1900, fino a circa 50 anni, prima dell'avvio del generale spopolamento che ha interessato le aree interne montane. Tuttavia, ciò non esclude completamente la possibilità di eventuali riattivazioni dei canali distributori del detrito accumulato a monte, nonostante la presenza di un fitto bosco, associato a lavori di rimboschimento che hanno interessato il versante in questione a seguito di fenomeni valanghivi verificatisi negli anni 1930 e 1934, e che coinvolsero la porzione dell'abitato di Villa di Mezzo (Pepoli) e Villa da Piedi (Bentivoglio), comportando la perdita di 19 vite umane ciascuna.

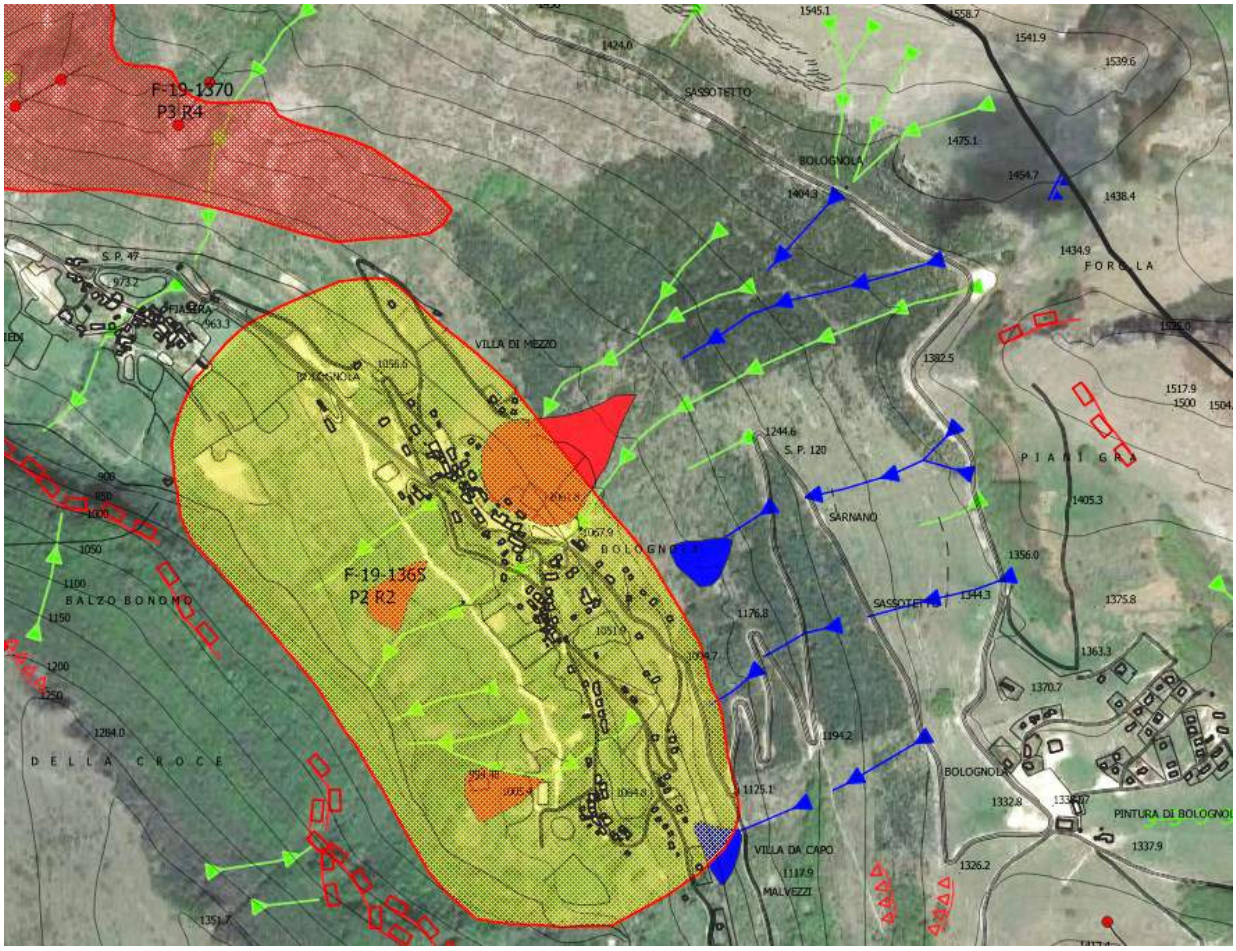


Figura 5.4 – Cartografia PAI della Regione Marche su base satellitare (da Google Earth – scala 1:10.000). Le linee con frecce di direzione di colore verde rappresentano i solchi di ruscellamento concentrato, mentre le frecce di direzione di colore blu rappresentano canaloni di valanga classificati come inattivi. I poligoni rossi rappresentano le conoidi di deiezione di detrito, mentre i poligoni blu rappresentano i coni di valanga.

Figura 5.5 – Conoide di deiezione alla base di un solco di ruscellamento concentrato che si sviluppa lungo il versante del Monte Valvasseto, tra la località di Pintura e Monte Sassotetto.

Figura 5.6 - Conoide di deiezione verso valle, sopra la chiesa di San Michele Arcangelo.

Per quanto riguarda invece i depositi di versante che ricoprono gran parte dell'area oggetto di studio si può dire che anche questi derivano dal disfacimento del substrato litoide ma, a differenza dei depositi delle conoidi di deiezione, questi sedimenti subiscono poco trasporto e mantengono quindi degli spigoli vivi (Figg. 5.7, 5.8, 5.9). Come per i depositi delle conoidi di deiezione, questi materiali sono ricoperti da un giovane suolo di colore marrone brunastro, in genere dello spessore di 2-10 cm, la cui formazione (pedogenesi) è frutto di lunghi processi che prevedono, in generale, la trasformazione dei composti inorganici (minerali e rocce) e dei composti organici (piante e animali morti o sostanze da loro rilasciate, come foglie ed escrementi) presenti nella zona, la loro deposizione e la successiva formazione di nuovi minerali e nuove molecole organiche.

Figura 5.7 – Scavo per la posa in opera di un palo del telefono che mostra la porzione superficiale del detrito di versante caratterizzato da ghiaie eterometriche (1-3 cm) a spigoli vivi in matrice limoso-sabbiosa, ricoperto da uno spessore di 2-10 cm di suolo che presenta un colore scuro, ospitante le radici della vegetazione.

Figura 5.8 – Particolare del detrito di versante nella porzione settentrionale di Villa di Mezzo, caratterizzato da un basso grado di trasporto. Infatti, il deposito è grano-sostenuto (assenza di matrice), con clasti calcarei eterometrici (5-10 cm) a spigoli vivi, che derivano da un disfacimento del substrato litodeo non particolamente avanzato.

Figura 5.9 – Particolare del detrito di versante nella porzione centrale dell'area oggetto di studio, tra Villa di Mezzo e Villa da Capo. Il deposito in questa zona è caratterizzato da clasti calcarei eterometrici (2-5 cm) a spigoli vivi, grano-sostenuti o con poca matrice sabbiosa, a confermare un disfacimento del substrato litodeo più avanzato. In quest'area lo spessore dei depositi è più alto, a testimonianza di una maggiore attività delle acque meteoriche.

Per quanto riguarda la porzione centrale dell'area cartografata dal PAI come frana, corrispondente all'abitato di Villa di Mezzo (Pepoli), il rilievo geologico non ha documentato recenti evidenze di instabilità di carattere idrogeologico. Tuttavia, sono state osservate situazioni che potrebbero rappresentare delle criticità idrogeologiche e idrauliche (Fig. 5.10). Una di queste sicuramente corrisponde al sentiero-mulattiera che scende lungo la linea di massima pendenza del versante oggetto di studio, e che incrocia via Maurizi, la via principale del borgo di Villa di Mezzo che collega la via Loreto (o S.P. 47) a Piazza Marchetti Filippo (Figg. 5.11, 5.12). La mulattiera in questione coincide con un solco di ruscellamento concentrato, il quale in passato doveva rappresentare un vero e proprio canalone in cui i detriti venivano trasportati da monte a valle, attraverso flussi detritici (*debris flows*) o addirittura slavine (Fig. 5.13).

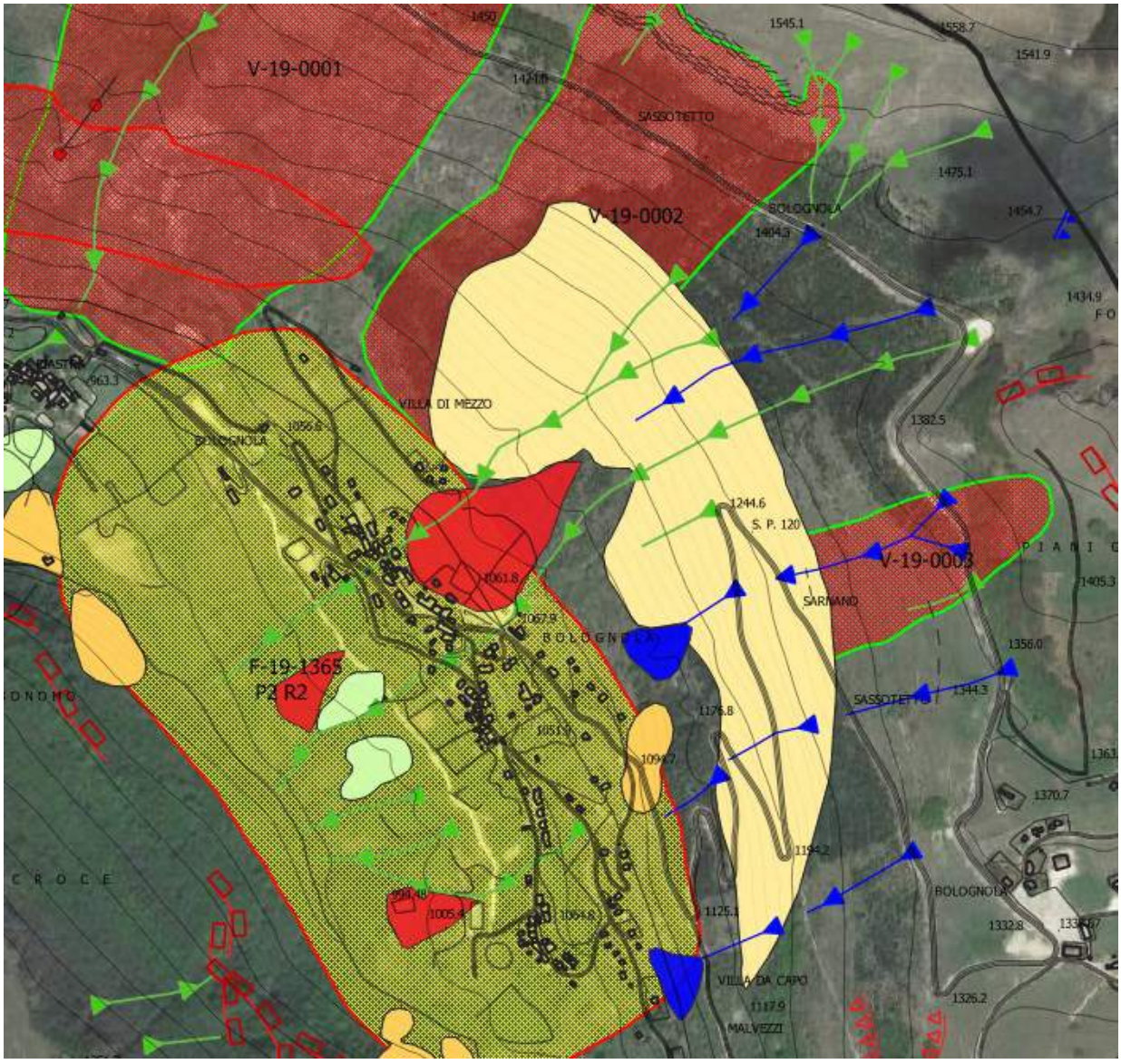


Figura 5.10 – Carta con la distribuzione dei caratteri geomorfologici principali con l'area PAI (1:10.000).

Figura 5.11 – Strada-mulattiera costruita nel canale di deiezione del versante a nord dell'abitato di Bolognola.

Figura 5.12 – Particolare del solco-mulattiera che scende dal versante di M. Sassotetto in raccordo con via Maurizi.

Il solco originariamente doveva attraversare l'intero borgo, per poi continuare a valle prima di confluire nel Fiume Fiastrone. Questo passaggio è tuttora evidente in quanto a valle di Via Maurizi, lungo la traiettoria della mulattiera, c'è una scalinata che collega il borgo con la sottostante Via Loreto (Figg. 5.13, 5.14). Ai piedi della scalinata è presente una fonte pubblica con lavatoio denominata Fonte Catenaccio o di Ca Risone (Fig. 5.15), la quale confermerebbe la presenza di una falda superficiale confinata all'interno del detrito di versante.

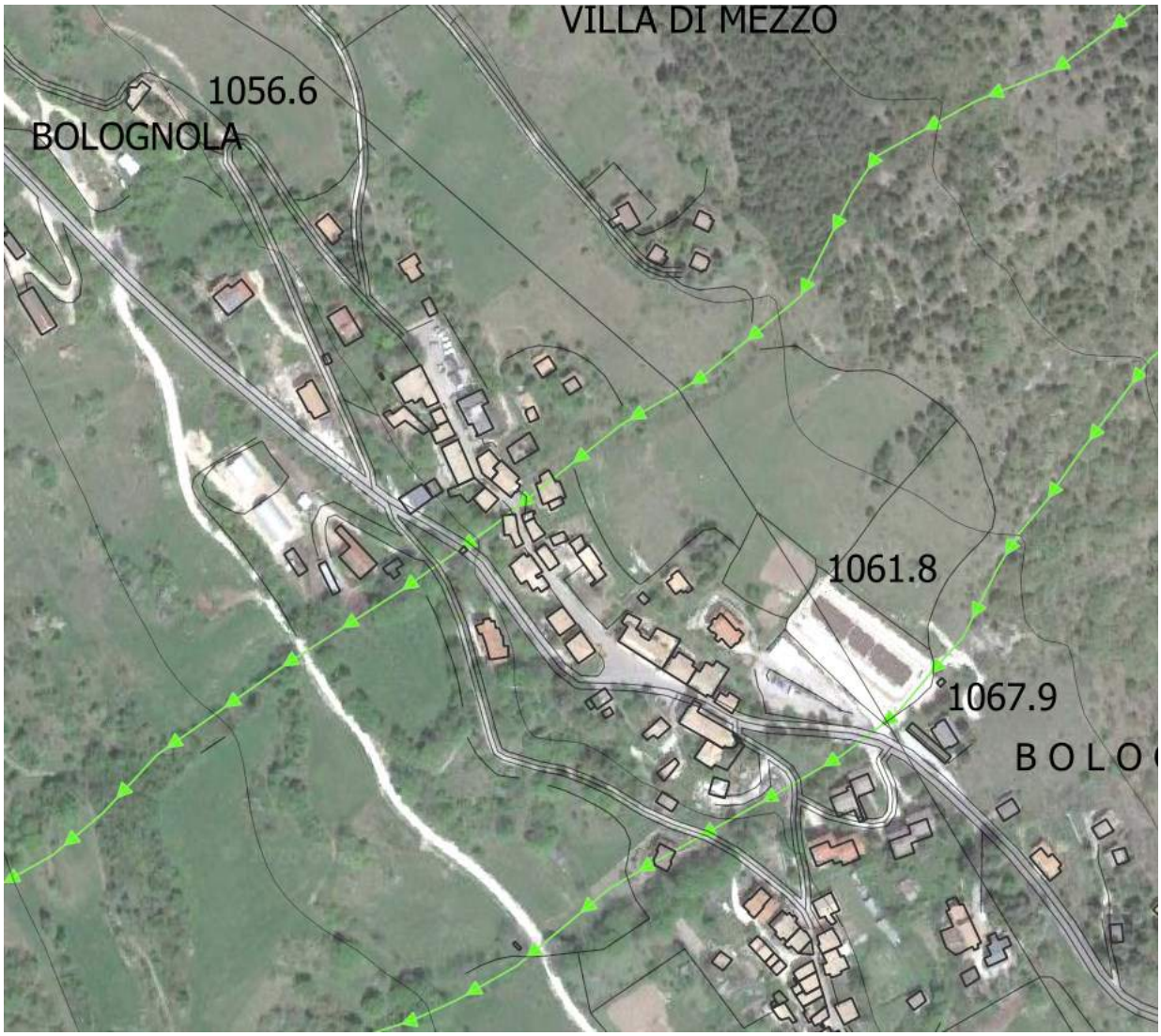


Figura 5.13 – Base satellitare con la proiezione dei principali elementi idro-geomorfologici locali.

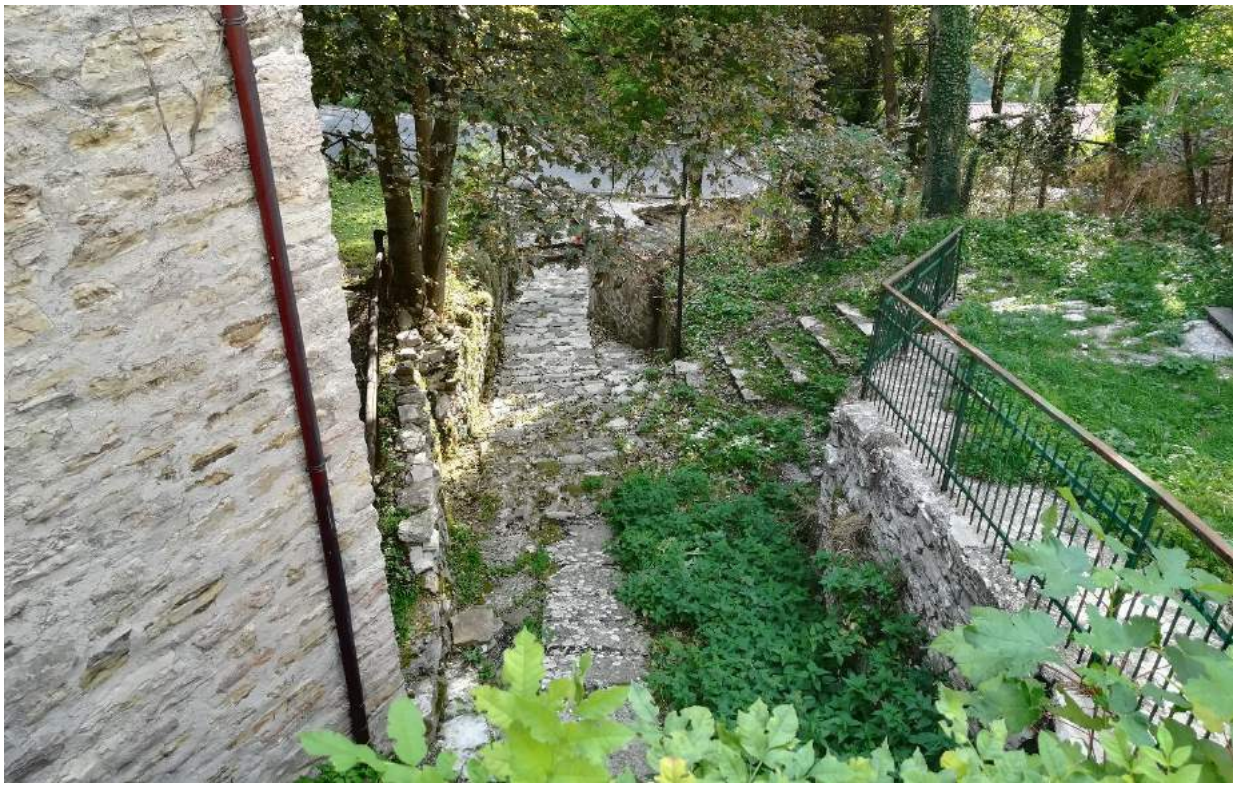


Figura 5.14 – Particolare della scalinata che collega via Maurizi (centro di Villa di Mezzo) e via Loreto o Strada Provinciale 47

Figura 5.15 - Particolare della scalinata a valle che si raccorda con via Loreto o Strada Provinciale 47.

Figura 5.16 - Sbocco di uno dei canali che si sviluppano lungo il versante a nord dell'abitato di Bolognola. In questo caso il canale, su cui è stata predisposta una strada-mulattiera, arriva direttamente nel borgo.

Figura 5.17 – Ai piedi della scalinata è presente una fonte pubblica con lavatoio denominata Fonte Catenaccio o di Ca Risone.

La criticità idraulica potrebbe essere rappresentata dall'attuale confluenza tra la mulattiera (nonché solco di ruscellamento concentrato) e la via principale del borgo, controllata unicamente da una caditoia della larghezza di 20 cm (Fig. 5.18), al momento intasata di fango e residui vegetali, presumibilmente trasportati dal temporanei ruscelli d'acqua che si formerebbero in concomitanza di intensi fenomeni meteorici. L'intensa impermeabilizzazione dell'area e la mancata manutenzione ordinaria dei sistemi fognari potrebbero rendere questa zona particolarmente vulnerabile a fenomeni di allagamento, specie nella concatenazione di differenti fenomeni atmosferici quali intense precipitazioni seguite da rapido scioglimento delle nevi, particolarmente nel periodo primaverile e fenomeni di instabilità ad essi legati.

Figura 5.18 – Zona di raccordo tra la mulattiera-solco di ruscellamento concentrato (vedi Tavola 3 – Carta Geomorfologica) con il centro del borgo di Villa di Mezzo, via Maurizi. A convogliare le eventuali acque di ruscellamento sarebbe la caditoia riportata in foto.

5.2 Dati acquisiti e reperiti

I dati reperiti da studi geologici pregressi relativi a lavori di edilizia privata e pubblica mostrano che la coltre di detrito che caratterizza l'area in questione non è uniforme, con lo spessore di questi sedimenti che cambia lateralmente in maniera piuttosto significativa, da Villa di Mezzo a Villa da Capo. Nello specifico, i sondaggi reperiti permettono di ricostruire l'andamento dello spessore dei depositi di versante che potrebbero contribuire all'instabilità dell'area. Il maggior accumulo si trova al centro dell'area PAI, dove si misurano fino a 15-18 metri di spessore, mentre la coltre va diminuendo sia a nord che a valle dell'abitato, fino ad un minimo di circa 8 metri.

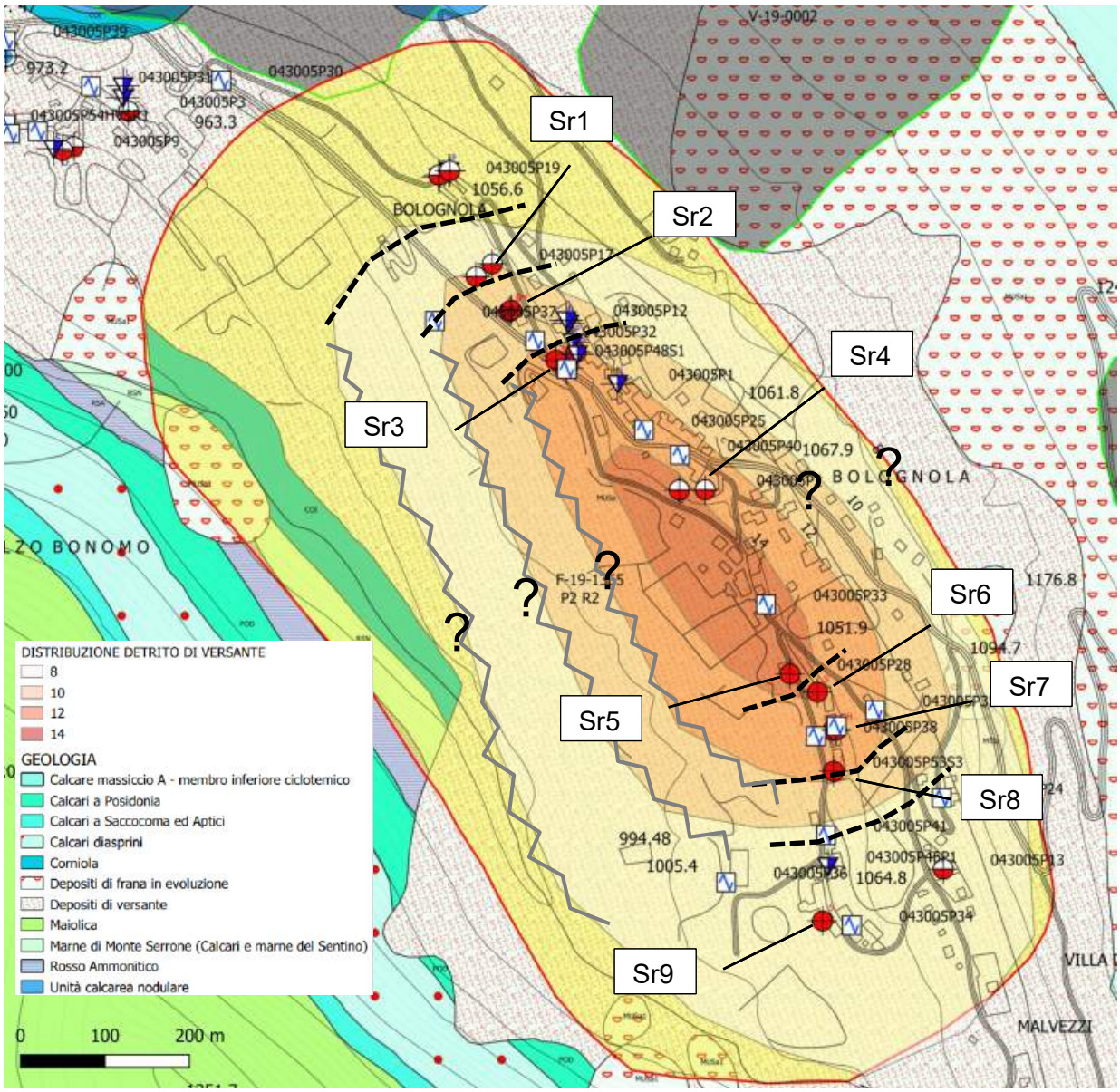


Figura 5.19 – Carta della distribuzione dello spessore del detrito di versante ricostruita attraverso sondaggi geognostici reperiti da precedenti studi. I dati ci danno indicazioni riguardo la distribuzione laterale ma non ci forniscono informazioni delle zone a monte ed a valle dell'area cartografata come instabile. In allegato (All.1) le colonne stratigrafiche riassuntive.

Naturalmente i dati geognostici reperiti sono distribuiti in corrispondenza degli edifici dell'abitato e non sono quindi presenti sondaggi a monte ed a valle dell'abitato, i quali invece avrebbero potuto fornire importanti informazioni sulla distribuzione degli spessori della coltre detritica lungo la linea di massima pendenza, proprio laddove si concentrerebbero eventuali segnali associati a fenomeni di instabilità.

Al fine di una corretta ed attendibile analisi dell'area oggetto di interesse sarebbe necessario integrare i dati fin qui reperiti con nuovi sondaggi da effettuare sia nella porzione a monte che in quella a valle in modo da mappare estensivamente la distribuzione della coltre superficiale e valutare la possibilità dell'innesco di fenomeni gravitativi di versante. A questo riguardo la ricostruzione post-sisma potrebbe fornire nuovi dati relativi agli studi atti a studiare il sottosuolo ed a valutarne le sue caratteristiche. Tuttavia, questi dati si andrebbero a concentrare sulla stessa direzione delle abitazioni e rimarrebbero incertezze riguardo la distribuzione del detrito di versante lungo la massima pendenza del versante.

5.3 Analisi delle criticità sulla base dei fenomeni evidenziati e verificatesi nel tempo

Le osservazioni ed i dati acquisiti in campagna sono stati integrati e supportati da una raccolta di informazioni ottenute sia dal personale dell'Ufficio Tecnico che dalla popolazione residente all'interno dell'area classificata a dissesto PAI. Il coinvolgimento attivo dei soggetti del territorio ha permesso quindi di poter usufruire di un elenco storico degli eventi idrogeologici che hanno interessato l'area di investigazione. Ne è derivato che alcune delle criticità presentante in questo studio non hanno trovato riscontro nella memoria umana, perciò sono da ricondurre agli anni immediatamente conseguenti i due fenomeni valanghivi del 1930 e del 1934.

La documentazione fotografica riportata nel "Piano Economico dei Beni Silvo-Pastorali" (Fig. 5.20), datato 1958-59, che mostra l'area immediatamente a monte dell'abitato di Villa di Mezzo e Villa da Capo (Figg. 5.20-5.21), evidenzia situazioni di instabilità idrogeologica e geomorfologica 50 anni dopo i due eventi valanghivi, in uno scenario decisamente diverso da quello attuale. L'attività prevalente è quella agricola, con campi coltivati sottratti al bosco, e con ancora i segni delle conseguenze lasciate dalle slavine (Fig. 5.20). E' evidente come la parte disboscata e comunque denudata dalle valanghe sia stata soggetta ad intensa erosione con fenomeni franosi diffusi, conseguenze principali della perdita di suolo. I solchi di ruscellamento sono molto incisi e profondi, sino a formare dei veri e propri sistemi *braided*. Uno di questi coincide con la mulattiera che arriva in via Maurizi (Fig. 5.16) e dove presumibilmente fango e detriti venivano trasportati in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi.

MODELLO 1

Provincia di MACERATA Comune di BOLOGNOLA

PIANO ECONOMICO DEI BENI SILVO - PASTORALI

1958-59 - 1997-98

RELAZIONE

VALIDITA' DEL PRESENTE PIANO ECONOMICO/:

CLASSE ECONOMICA "A"= Ceduo per "usi civici"= Turno anni 40 (quaranta) dal 1958-'59 al 1997-'98.=

CLASSE ECONOMICA "B" per "usi industriali":
1) Alto fusto:Validità del Piano anni 15 (1959_'73.)=
2) Ceduo : Periodo di attesa anni 10 (1958-'59=-'67-'68)
Inizio del taglio:1968-'69.=

REVISIONE DEL PRESENTE PIANO (dopo DIECI anni)
anno 1968-1969.

Il Compilatore

COLLEGIO DOTTORI AGRONOMI DELLA PROV. MACERATA - ORDINE
Dott. MICHELANGELI Mario Iscr. N. 10

Figura 5.20 – Frontespizio della relazione del "Piano Economico dei Beni Silvo-Pastorali" del Comune di Bolognola (1958-59) dove sono raccolte importanti informazioni da cui è possibile ricostruire l'ambiente di Bolognola degli anni '60.

Figura 5.21 – Foto che raffigura le tre frazioni di Bolognola, circondate da estevi coltivi che monopolizzano la vallata di Bolognola.

Figura 5.22 – Panoramica che raffigura il versante sud-ovest del Monte Valvasseto (a sud) e Sassotetto (a nord) con le frazioni di Villa di Mezzo (Pepoli) e Villa da Capo (Malvezzi). E' evidente lo scenario brullo post-valanga con i primi terrazzamenti per i lavori di rinboschimento al fine di rimodellare il versante decisamente interessato da fenomeni di erosione diffusa.

Nelle criticità riconosciute si può riscontrare anche il ruolo della componente geologica del sito che come discusso nell'analisi delle caratteristiche ambientali (Capitolo 4) può essere sottoposto ad un particolare stress legato ai cambiamenti climatici. Infatti, 1) il trend delle precipitazioni può comportare una variazione delle modalità di sollecitazione dei versanti da parte degli eventi meteorologici; 2) l'aumento dei fenomeni estremi di tipo meteorico può causare un incremento degli eventi di frana del tipo colate rapide di fango/detrito (*debris flow*), unitamente a fenomeni di erosione del suolo quale conseguenza dell'aumento delle temperature e dell'indice di aridità; 3) i fenomeni franosi rapidi, in questo scenario, devono essere sempre più caratterizzati da nuove procedure da affiancare alla perimetrazione di tipo essenzialmente geomorfologia, utilizzando indicatori e parametri geotecnici e geo-meccanici con nuovi sistemi di allerta; 4) per i fenomeni franosi lenti la diminuzione dei totali annui delle precipitazioni suggerisce che le frane attivate da piogge abbondanti e prolungate possano andar incontro in futuro a periodi di quiescenza; 5) l'incremento dei fenomeni di precipitazione ad elevata intensità potrebbe causare nelle fasce montane appenniniche, come nel caso dell'area del presente studio, un incremento dei fenomeni di piena improvvisa (*flash-floods*), mentre 6) la riduzione delle precipitazioni medie annue sembrerebbe condurre ad una generale diminuzione delle portate medie dei corsi d'acqua e quindi della necessità di trattenere la risorsa acqua per i periodi di siccità, specie in queste zone montane.

Le trasformazioni antropiche del territorio ed il consumo di suolo sembrerebbero risultare, insieme agli eventi meteorici ed alle sollecitazioni sismiche, la principale causa scatenante dei fenomeni franosi; rispetto a ciò, la restrizione nello sviluppo edilizio ed urbano delle zone suscettibili da frana (PAI), l'introduzione di norme specifiche ancora più restrittive, la protezione del patrimonio urbano esistente con interventi fisici di mitigazione (PPAR) e soprattutto l'introduzione di incentivi per interrompere l'abbandono della pratica agricola sui versanti, sembrano essere le uniche risposte valide ad una politica di mitigazione del rischio idrogeologico.

6. STUDIO DELLE PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO

Per pericolosità geologica, si intende quella relativa a processi erosivi, franosi, alluvioni e legata esclusivamente alla natura litologica del terreno. Il rischio viene invece definito come "valutazione dell'intensità del fenomeno" dove per fenomeno si intende tutta la tipologia dei processi visti in precedenza.

6.1 Pericolosità idrogeologica

La descrizione dei caratteri ambientali dell'intera area rappresenta l'oggetto di questo studio, volto ad individuare, analizzare e verificare la compatibilità idrogeologica di un territorio volto ad ospitare una pianificazione urbanistica futura. In base alle caratteristiche sopra riportate, insieme a quelle geologiche e geomorfologiche (litologia e assetto strutturale dell'area), ne deriva che l'intero territorio potrebbe essere soggetto a potenziali criticità, legate prevalentemente alla perdita di suolo (Fig. 6.1), e quindi della componente vivente del terreno. E' molto importante studiare quindi e tenere in considerazione il ruolo del suolo durante l'individuazione delle aree destinate ad ospitare successive fasi di urbanizzazione. Infatti, la tutela del suolo è il primo passo per una riduzione dei dissesti idrogeologici in quanto oltre a rappresentare il cosiddetto strato vivente, ha un ruolo di protezione del substrato e quindi di preservazione dagli agenti atmosferici. La riduzione della perdita di suolo è essenziale, considerando inoltre che il suo ciclo di formazione ed evoluzione richiede tempi estremamente variabili, dalle decine di migliaia di anni a pochi mesi. D'altra parte è importante studiare la grande variabilità dei fattori della pedogenesi che comportano una forte differenziazione dei suoli nel tempo e nello spazio, in modo da meglio individuare le più adatte tipologie di intervento in relazione al sito caratterizzato da criticità idrogeologica.

Attualmente, come si è visto sia dalla cartografia esistente del PAI (Fig. 1.1) e dalla ricostruzione dell'assetto idrologico ed idraulico, il sito oggetto di pianificazione territoriale ai fini urbanistici, risulta ricadere all'interno di un'area classificata P2/R2, nonostante non siano stati riscontrati evidenti processi morfogenici dovuti alla gravità (movimenti di versante) al momento del rilievo. Stando all'articolo 13 delle NTA del PAI, nelle aree P2/R2 sono comunque consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto del D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nel rispetto delle vigenti normative tecniche.

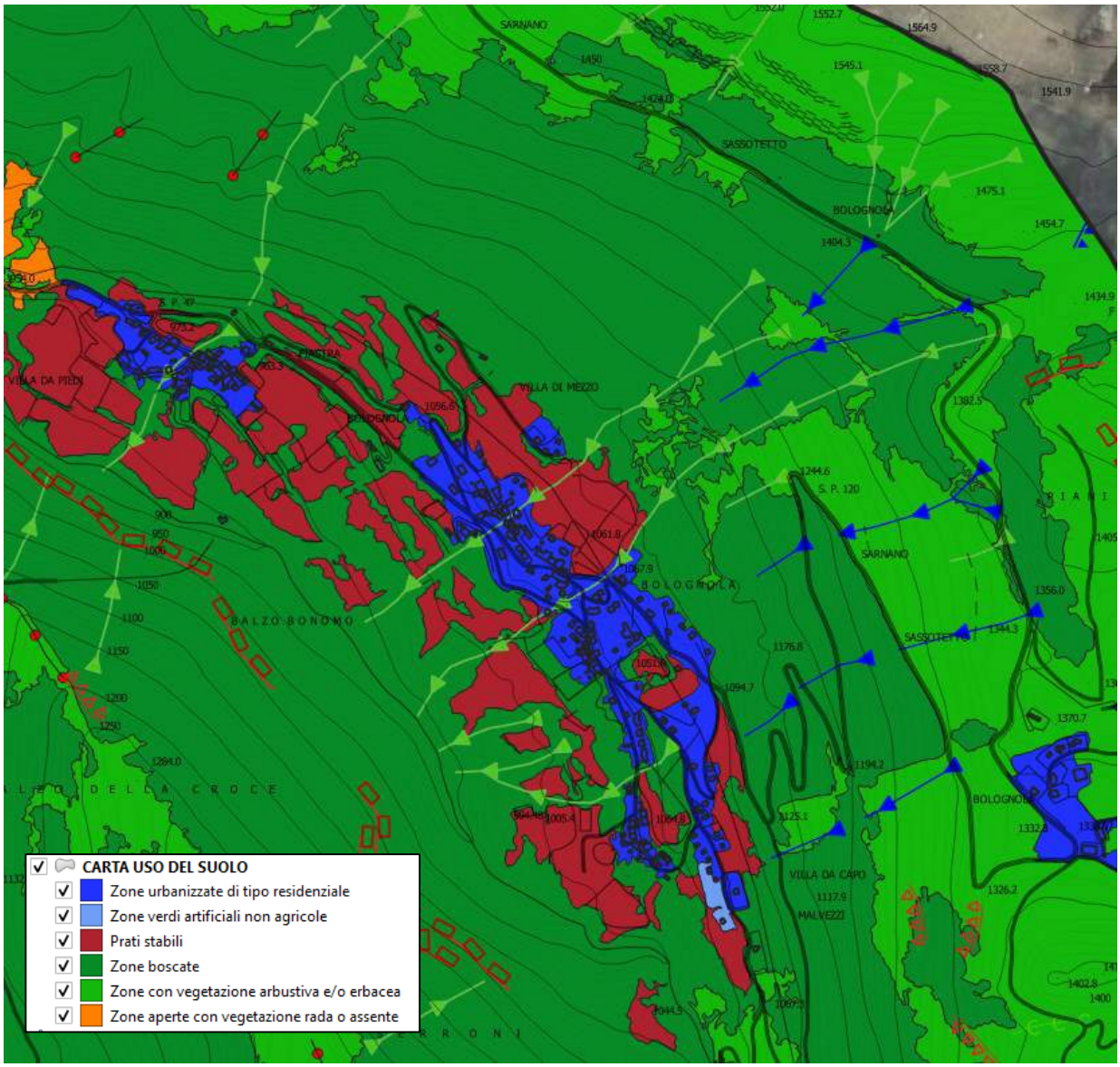


Figura 6.1 – Carta dell'uso del suolo che mostra le diverse attività presenti sul territorio di Bolognola.

Di diversa importanza, nonostante non rientrino direttamente nelle aree destinate a pianificazione urbanistica, sono le zone classificate dal PAI come R4 (Fig. 6.2). Dai sopralluoghi e soprattutto dalle testimonianze dei residenti, nonché dei tecnici del Comune, è emerso che a seguito della sequenza sismica del 2016, il movimento franoso, identificato dal PAI F-19-1370P3 a rischio R4, ha subito una riattivazione con potenziale rischio per frazione Villa da Piedi. In particolare, sono state rilevate degli sfondamenti ad alcune reti fermaneve e alcune barriere paramassi già realizzate con precedenti finanziamenti.

Di conseguenza, si rende necessario la programmazione di interventi in via prioritaria per mitigare il rischio frana per fenomeni di scivolamento rotazionale/traslativo della F-19-1370P3 in località Villa Da Piedi, ed il rischio valanga V-19-0001, V-19-0002 e V-19-0003, lungo il versante sud-ovest del Monte Sassotetto (Tab. 6.1). Per quanto riguarda il potenziale innesco di

valanghe, occorre integrare e potenziare gli interventi già realizzati in passato con ulteriori reti fermaneve per garantire la messa in sicurezza di tutto l'abitato.

E' stato inoltre rilevato dai tecnici del Comune di Bolognola, in località "Villa da Piedi", presso una struttura temporea agricola, la riattivazione di un evento franoso, probabilmente associato anche alle conseguenze dell'eccezionale ondata di maltempo durante la stagione invernale 2016-17, che ha interessato la zona di Bolognola.

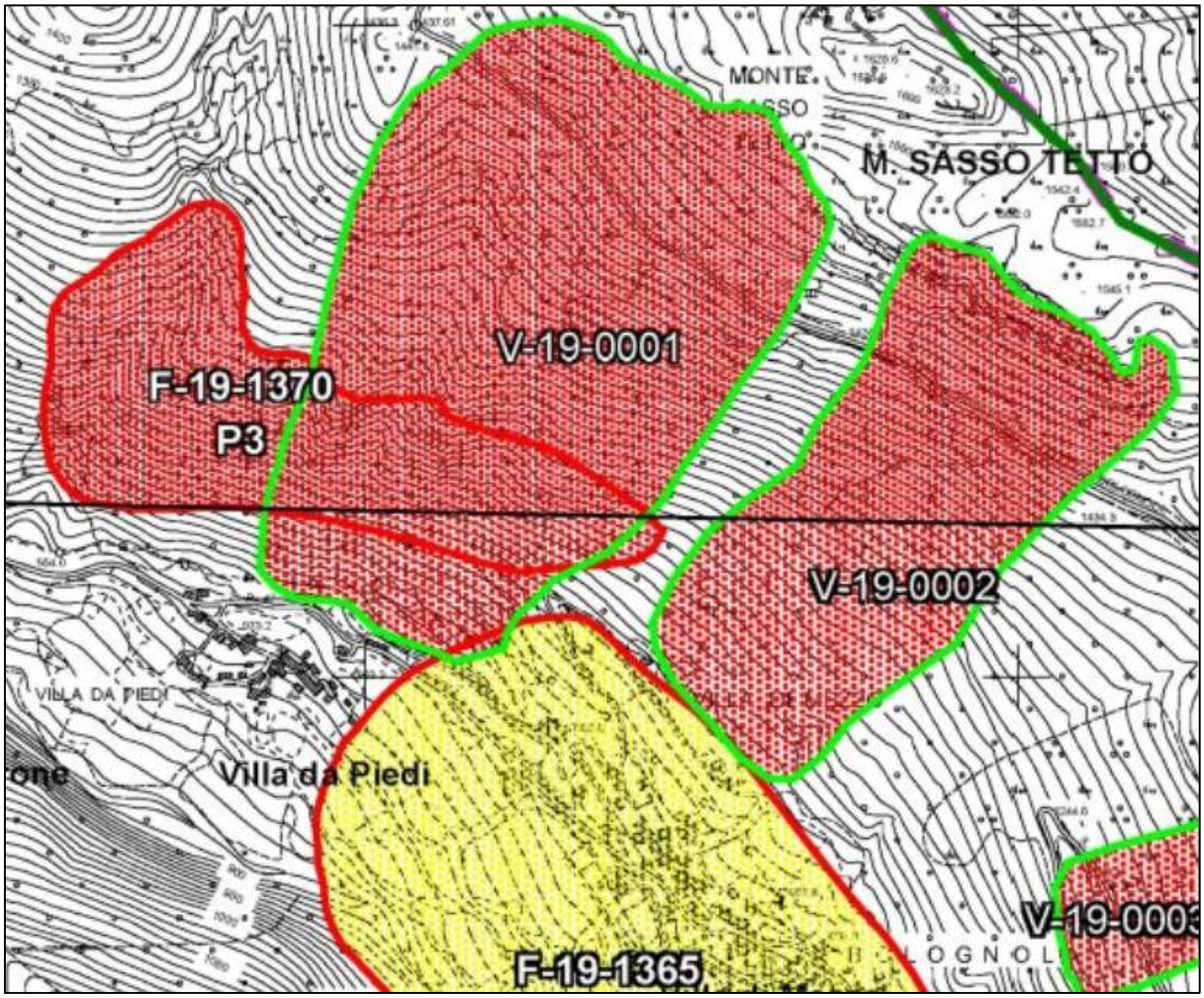


Figura 6.2 – Stralcio CTR 325050 le aree PAI (Tavole Ri-71, Ri-64 – Scala 1:10.000).

CODICE ID. FENOMENI	LIVELLO RISCHIO-PERICOLOSITÀ	TAVOLE DI RIFERIMENTO
V-19-0001	R4	RI64c - RI71d
V-19-0002	R4	RI64c - RI71d
V-19-0003	R4	RI71d
F-19-1365	R2 - P2	RI71d
F-19-1370	R4 - P3	RI64c

Tabella 6.1 – Elenco di aree cartografate dal PAI come R2-R3-R4 con relative tavole di riferimento.

6.2 Pericolosità sismica

Il territorio del Comune di Bolognola si colloca in un'area particolarmente attiva dal punto di vista sismico, in quanto ricade all'interno del comprensorio dell'Appennino Centrale, caratterizzato dalla presenza di faglie in grado di generare terremoti distruttivi. Per questo studio si analizza la sismicità storica dell'area di studio insieme alla sismicità di base determinata sulla base delle N.T.C. 2018.

6.2.1 Sismicità storica dell'area di studio

Ai fini della caratterizzazione macrosismica dell'area di studio sono stati consultati gli Studi di Microzonazione Sismica di III livello (da *Relazione Illustrativa Microzonazione Sismica III livello* – Dott. Geol. Leonardo Nolasco).

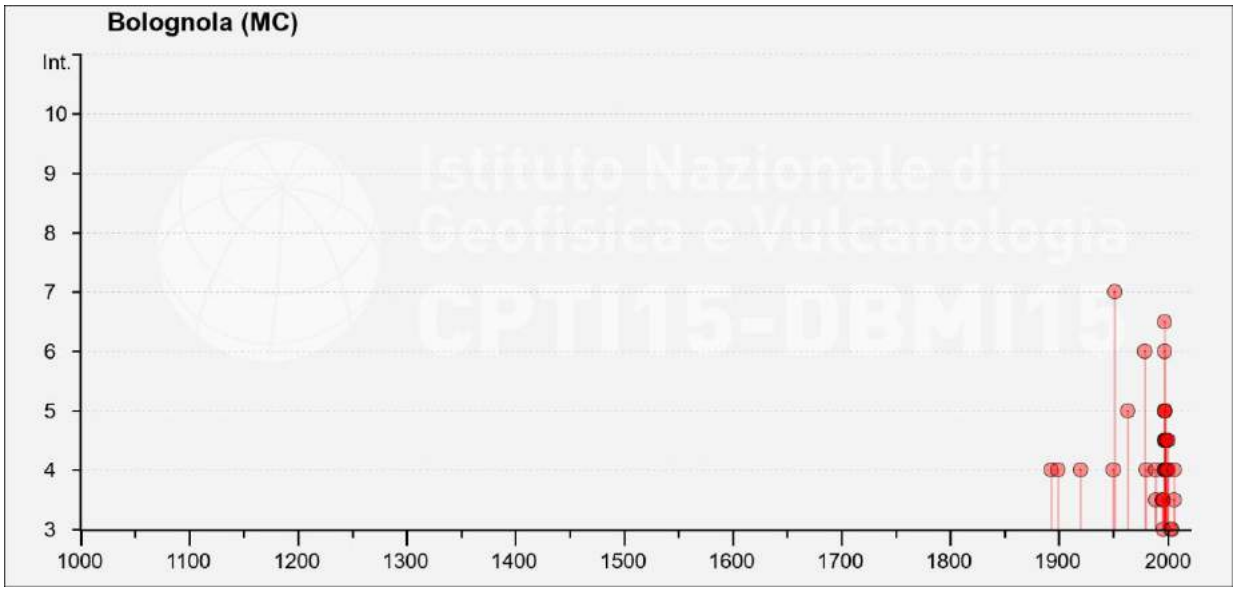
Per questo studio è stato anche consultato il Database Macrosismico Italiano versione DBMI15, (http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15 - Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15). Il Database Macrosismico Italiano fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Di seguito vengono elencati i terremoti più significativi in termini di magnitudo momento. Per ciascun terremoto viene riportata la magnitudo momento (Mw), l'intensità epicentrale x 10 scala MCS (I0) e il numero di Macroseismic Data Points (nMDP).

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0	
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano	
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	
Seismic history of	Bolognola
PlaceID	IT_51575
Coordinates (lat, lon)	42.993, 13.228
Municipality (ISTAT 2015)	Bolognola
Province	Macerata
Region	Marche
No. of reported earthquakes	43

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1893 08 02 00 59	Valnerina	84	5-6	4.55
2	1898 08 25 16 37 46.00	Valnerina	67	7	5.03
4	1899 02 07 12 35 30.00	Appennino umbro-marchigiano	49	4	4.04
NF	1899 06 22 13 20	Corridonia	30	5	4.08
NF	1910 06 29 13 52	Valnerina	58	7	4.93
4	1920 02 10 23 57	Monti Sibillini	18	5	4.3
F	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5.67
NF	1948 01 10	Loro Piceno	21	4-5	3.93
4	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
7	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5.25
5	1963 01 25 05 27	Monti Sibillini	30	5	4.31
6	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 02 28 21 04 40.00	Valnerina	146	6	4.97
3-4	1989 09 11 02 46 23.93	Marche meridionali	60	5	4.04
4	1989 12 22 06 48 13.91	Valle Umbra	114	5	4.44
3-4	1995 12 30 15 22 08.73	Fermano	106	5	4.19
3	1996 01 01 12 21 41.54	Maceratese	91	5-6	4.2
3-4	1996 01 22 18 37 44.36	Fermano	76	5	3.96
3-4	1996 10 20 19 06 55.57	Appennino laziale-abruzzese	100	5	4.36
4-5	1997 09 07 23 28 05.79	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.19
4	1997 09 09 16 54 47.50	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	3.78
4	1997 09 10 06 46 50.78	Appennino umbro-marchigiano	47	5	3.85
6-7	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
6	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997 10 03 08 55 22.07	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5	1997 10 06 23 24 53.29	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
5	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5.62
4	1997 10 23 08 58 43.96	Appennino umbro-marchigiano	56		3.86

5	1997 11 09 19 07 33.27	Valnerina	180		4.87
4-5	1998 02 07 00 59 44.54	Appennino umbro-marchigiano	62		4.41
4	1998 02 16 13 45 19.00	Valnerina	33		3.75
4-5	1998 03 21 16 45 09.21	Appennino umbro-marchigiano	141		5
5	1998 03 26 16 26 17.03	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
4-5	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
4	1998 06 02 23 11 23.00	Appennino umbro-marchigiano	83		4.25
4	1999 10 10 15 35 51.91	Alto Reatino	79	4-5	4.21
4-5	1999 11 29 03 20 33.86	Monti della Laga	62	5-6	4.15
4-5	2000 09 02 05 17 02.41	Appennino umbro-marchigiano	115	5	4.4
4	2000 10 24 07 52 23.70	Monti Sibillini	65	5	4.11
3	2003 05 25 17 15 13.95	Ascolano	88	4-5	3.81
3	2004 12 09 02 44 25.29	Teramano	213	5	4.09
4	2006 04 10 19 03 36.67	Maceratese	211	5	4.06
3-4	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4.21

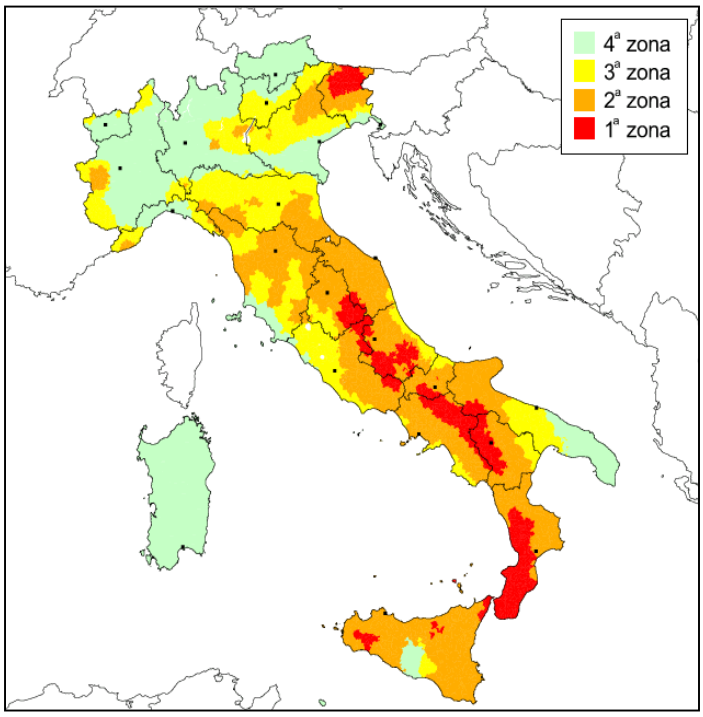


6.2.2 *Pericolosità sismica di base*

La pericolosità sismica di base è definita come la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti).

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e sulle elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della "probabilità" che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n.105 dell'8 maggio

2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (D.lgs 112/98 e DPR 380/01 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle 4 zone. Le aree nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale sono a severità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) (Fig. 6.3).

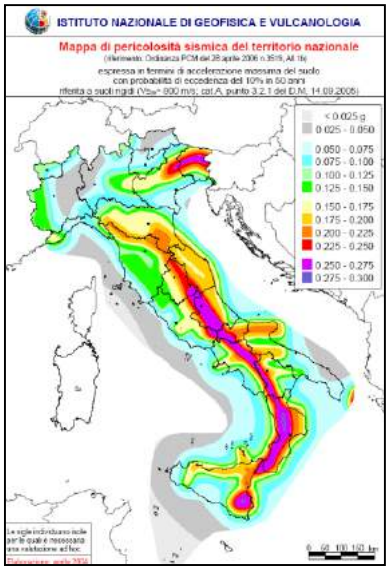


Zona	a_g (g)	a_g (g)
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Figura 6.3 - Zone sismiche del territorio italiano (2003)

Le novità normative introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza, nelle recenti Norme Tecniche

delle Costruzioni, emanate con D.M. 14 gennaio 2008 dal Ministro delle Infrastrutture, con l'intesa e il contributo del Dipartimento.



Il Decreto del 2008 risulta essere un importante punto di arrivo della normativa sismica italiana, in quanto vengono introdotti i fenomeni amplificativi dovuti alle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e topografiche di un sito, applicando quanto dettato a livello generale dagli Eurocodici 7 e 8, tra cui l'introduzione obbligatoria del Modello Geologico, della pericolosità e vulnerabilità del sito, oltre che della caratterizzazione e modellazione geotecnica (Fig. 6.4).

Figura 6.4 - Mappa di pericolosità

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 e dal suo ultimo aggiornamento (D.M. 17/01/2018). L'ordinanza del PCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n. 1046 del 29.07.2003, classifica il Comune di Bolognola nella Zona 2 (Fig. 6.5).

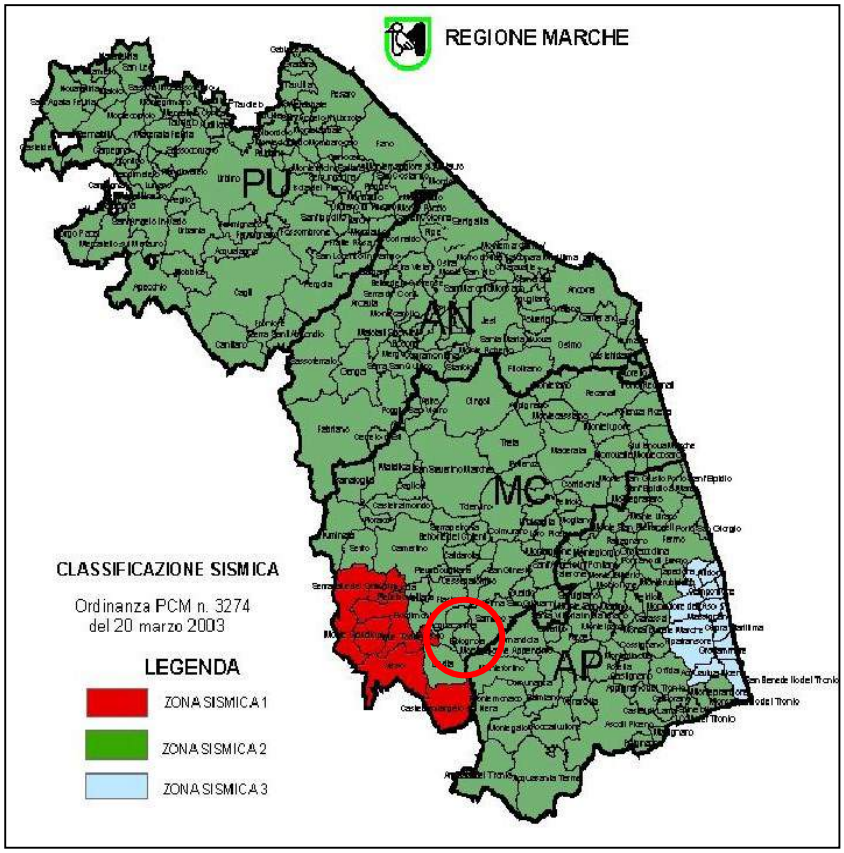


Figura 6.5 – Zonazione sismica Regione Marche (2003)

I valori della pericolosità sismica di base del territorio di BOLOGNOLA (Fig. 6.6), espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi (Vs >800 m/s, cat. A), risultano compresi tra *0.200g-0.225g*.

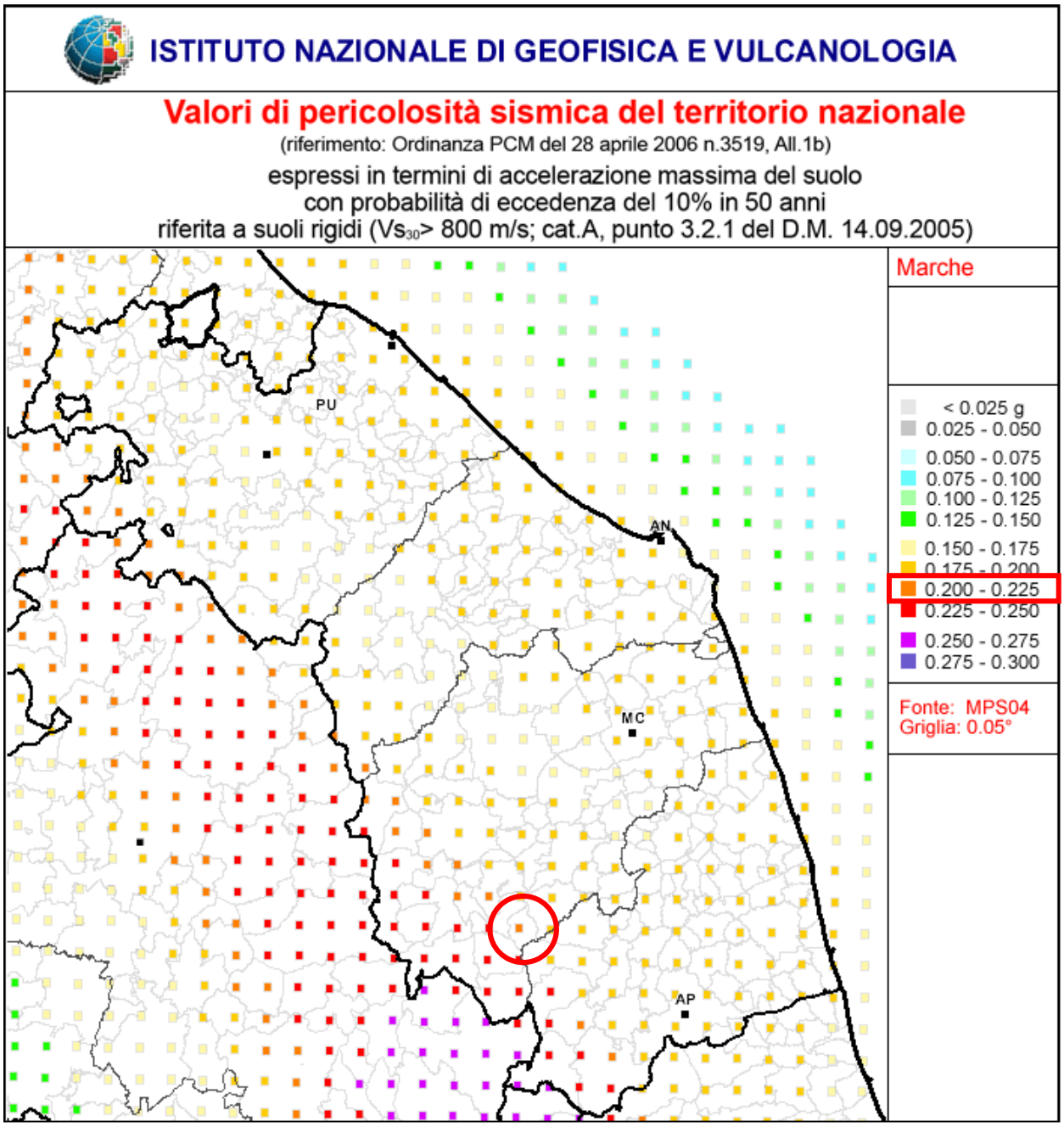
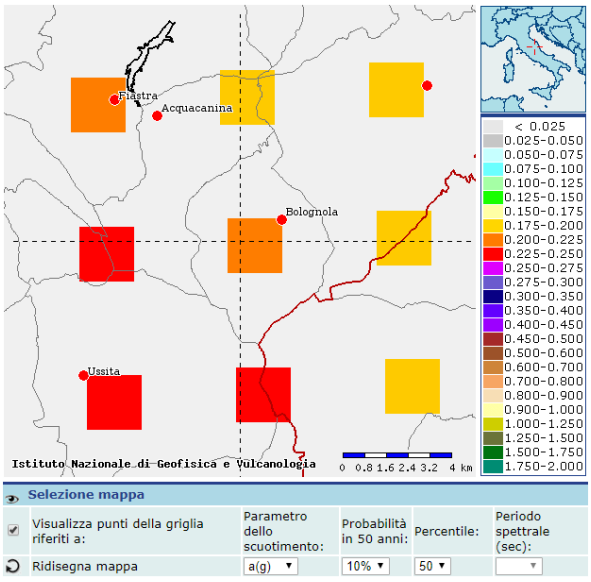
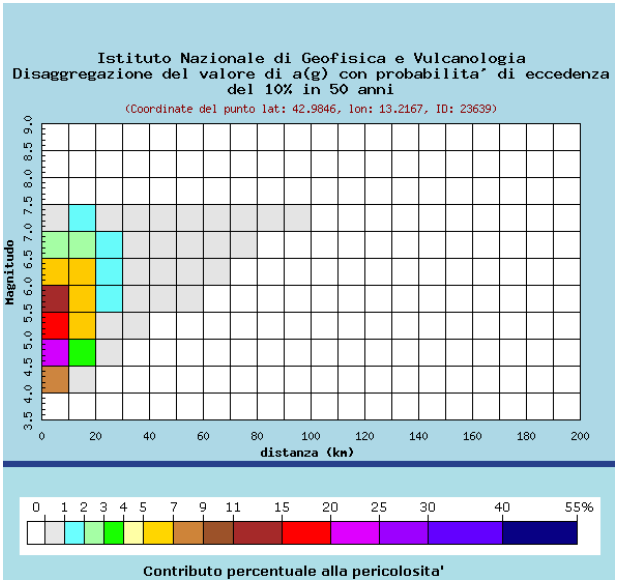


Figura 6.6 – Classificazione sismica OPCM n. 3519/2006 - http://zonesismiche.mi.ingv.it/)

Dati disagregazione per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)



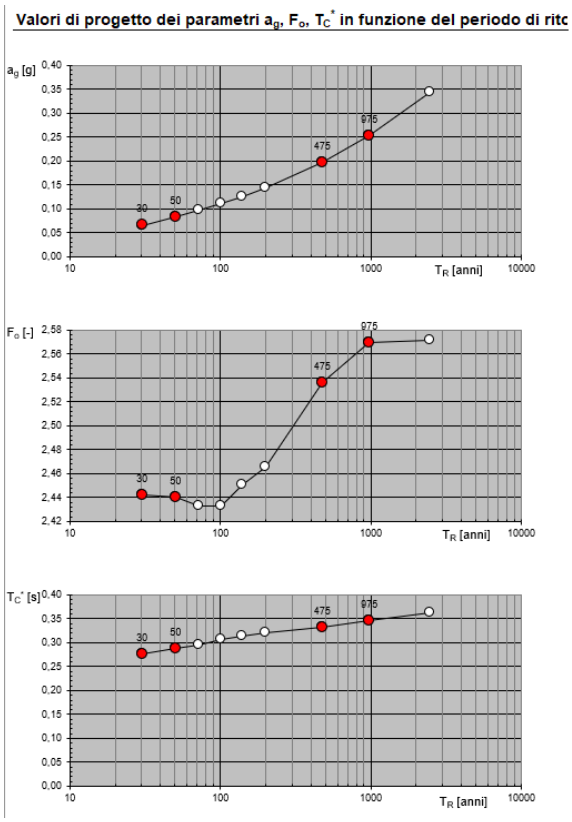


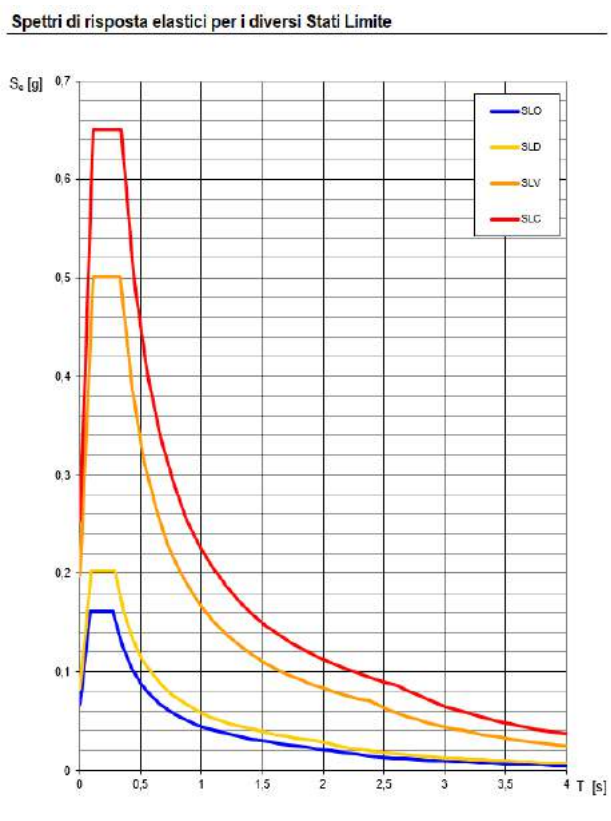
Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.9846, lon: 13.2167, ID: 23639)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	8.220	20.200	16.900	12.000	6.820	2.450	0.917	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.552	3.050	5.320	6.420	5.470	2.260	1.130	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.024	0.510	1.510	1.960	1.040	0.691	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.006	0.236	0.653	0.461	0.383	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.156	0.200	0.206	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.071	0.098	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.041	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.016	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.470	9.310	0.909

Spettri di risposta di riferimento

Per quanto concerne gli spettri di risposta di riferimento è stato utilizzato il foglio di calcolo rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici, Spettri-NTCver.1.0.3, per la stima dei parametri ag, F0 e TC* per i diversi tempi di ritorno (TR) e per i diversi Stati Limite (SL).





SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,066	2,442	0,275
SLD	50	0,083	2,440	0,288
SLV	475	0,197	2,536	0,332
SLC	975	0,253	2,569	0,346

Valori dei parametri ag, F0 e TC* per i diversi tempi di ritorno (TR) e per i diversi Stati Limite (SL)

Registrazioni accelerometriche (http://itaca.mi.ingv.it/)

Per quanto concerne le registrazioni accelerometriche è stato consultato il sito http://itaca.mi.ingv.it/. Il progetto ITACA 2.2 contiene 32271 accelerogrammi a tre componenti generati da 1524 terremoti di magnitudo maggiore di 3 nel periodo compreso tra il 1972 e il 2016.

I dati presenti nel database citato sono stati registrati da diversi dipartimenti e istituti di seguito elencati:

- National Accelerometric Network (RAN), gestito dal Dipartimento della Protezione Civile italiana - Presidenza del Consiglio dei Ministri (DPC),
- Rete Sismica Nazionale, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e regionale,
- reti internazionali gestite da diversi fornitori.

Il portale ITACA consente di interrogare i dati relativi ai singoli terremoti e relativi alle stazioni e di selezionare e scaricare gli accelerogrammi e gli spettri di risposta al momento della registrazione dell'utente. I metadati relativi agli eventi sismici e alle stazioni di registrazione sono rivisti su base annuale.

Nel comune di Bolognola è presente una stazione di misura della rete di cui sopra. Di seguito vengono forniti i dati essenziali relativi a suddetta stazione.

Station Name	*T1256*		**Station Code**	T1256	
Network	IV - Italian National Seismic Network [INGV]				
Type					
Lat	43.00631	**Long**	13.22604	**Projection**	GEOWGS84
Elev [m.a.s.l.]	1536	**Install. Date**	2016-10-30	**Removal date**	
Macros. records					

Location

Address	Strada Provinciale 120, 62035 Bolognola MC, Italy
Nation	Italy
Region	Marche
Province	Provincia di Macerata
Municipality	Bolognola

Housing

Sensor Id	Housing type	Location	Installation
00			

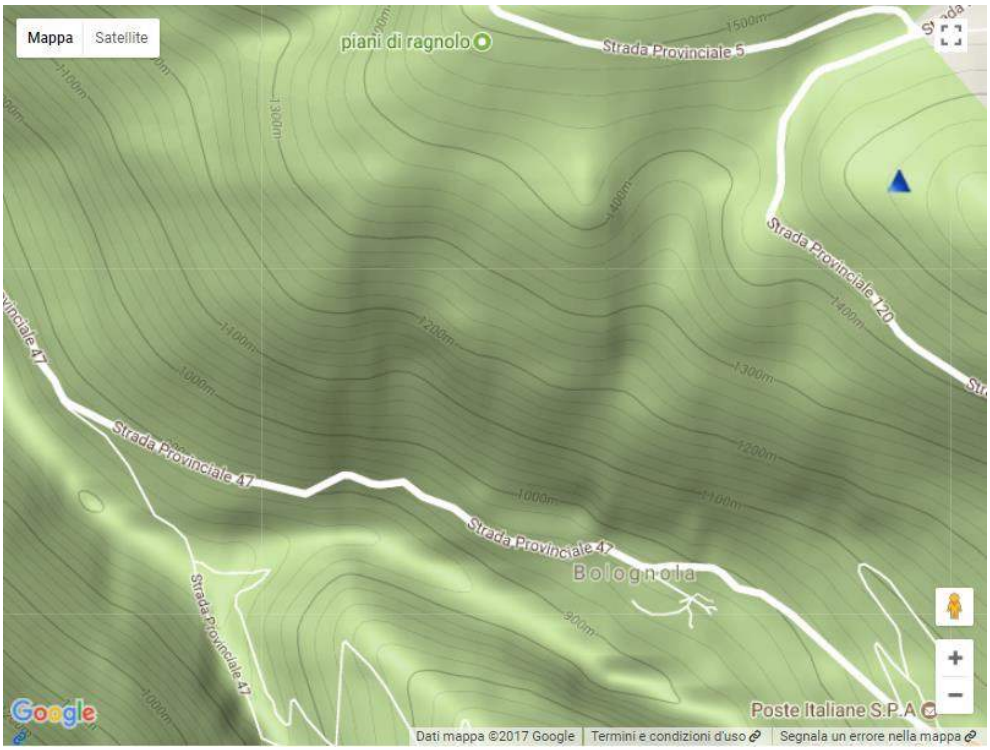
Notes

Site Class

EC8 Code	A*		
V_{s30} m/sec			
Estimation		**Quality**	Low

Morphology

Morphology	
Topography	T1 - Flat surface, isolated slopes and cliffs with average slope angle i<=15°
Map	**Scale**



Di seguito vengono elencati gli eventi presenti nel database con informazioni relative alla data dell'evento, Mw e Ml, distanza epicentrale, PGA, PGV e PGD.

Date	M_W	M_L	Processing	R epi. [km]	PGA [cm/s^2]	PGV [cm/s]	PGD [cm]
2016-11-03 00:35:01	4.7	4.8	manually processed	14.602	67.676	3.030	0.239
2016-11-01 07:56:39	4.8	4.7	manually processed	7.676	55.876	2.408	0.307
2016-10-30 07:34:47		4.0	manually processed	11.697	18.559	0.689	0.038
2016-11-14 19:49:52		3.9	manually processed	9.399	15.769	0.639	0.050
2016-10-27 08:21:47	4.3	4.4	manually processed	18.197	13.697	0.539	0.067
2016-10-30 11:21:09	4.0	4.2	manually processed	14.435	10.140	0.237	0.016
2016-11-07 18:56:16	3.8	4.0	manually processed	14.603	9.583	0.315	0.026
2016-11-14 01:33:43		4.1	manually processed	17.361	8.107	0.258	0.027
2016-11-27 21:41:14	3.9	3.9	manually processed	13.003	7.358	0.254	0.022
2016-10-30 13:34:54	4.1	4.5	manually processed	22.757	4.927	0.213	0.020
2016-12-11 12:54:52		4.3	manually processed	14.339	3.783	0.139	0.019
2016-10-31 03:27:40	4.0	4.2	manually processed	29.541	3.154	0.101	0.009
2016-10-30 10:19:26	3.7	4.1	manually processed	22.730	2.990	0.114	0.009
2016-10-31 07:05:45	4.0	4.1	manually processed	20.313	2.782	0.125	0.013
2016-11-12 14:43:33	4.1	4.2	manually processed	31.994	1.969	0.068	0.007
2016-11-29 16:14:02	4.4	4.4	manually processed	53.176	1.890	0.066	0.006
2016-10-30 11:58:17	4.0	4.0	manually processed	22.661	1.794	0.049	0.005
2016-11-02 19:37:52	3.7	4.1	manually processed	19.745	1.458	0.074	0.012
2016-10-30 07:13:06		4.2	manually processed	34.772	1.330	0.042	0.004
2016-10-30 18:21:09	4.0	4.0	manually processed	25.643	1.198	0.053	0.009
2016-10-30 06:44:27		4.4	bad quality record	20.379			

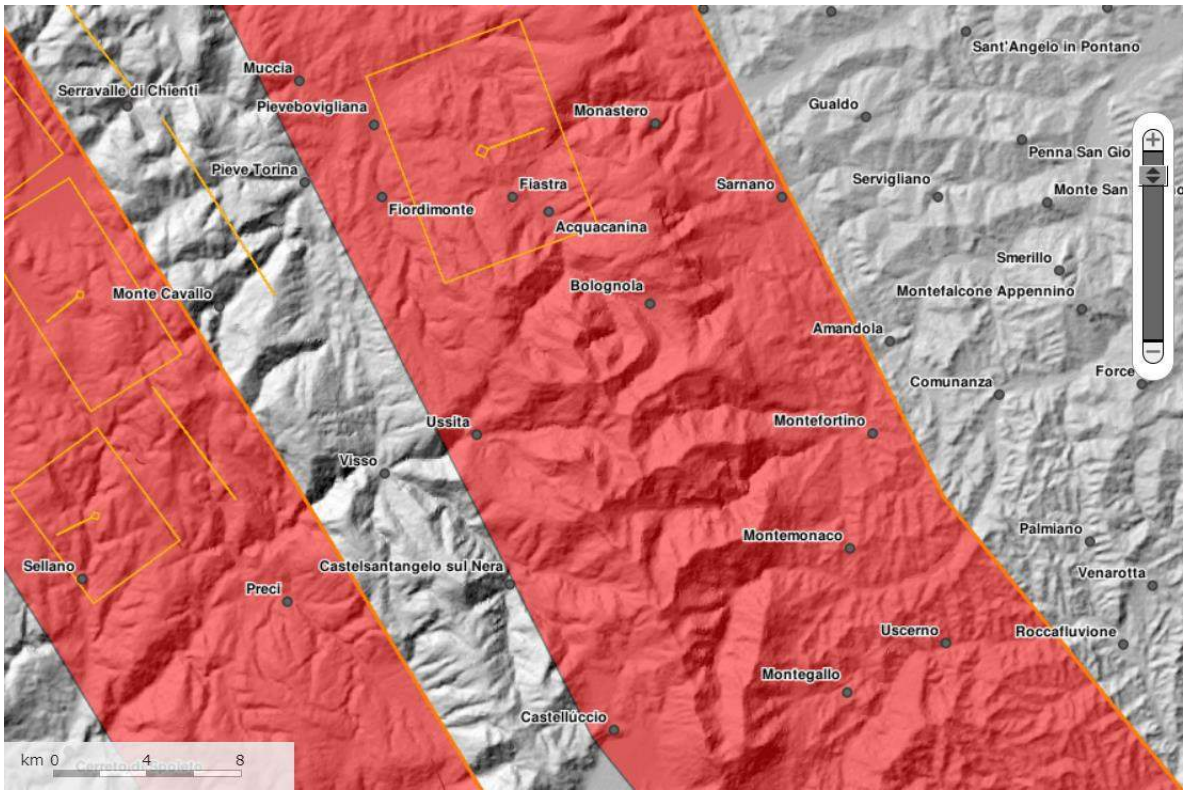
Faglie sismogenetiche (http://diss.rm.ingv.it/diss/).

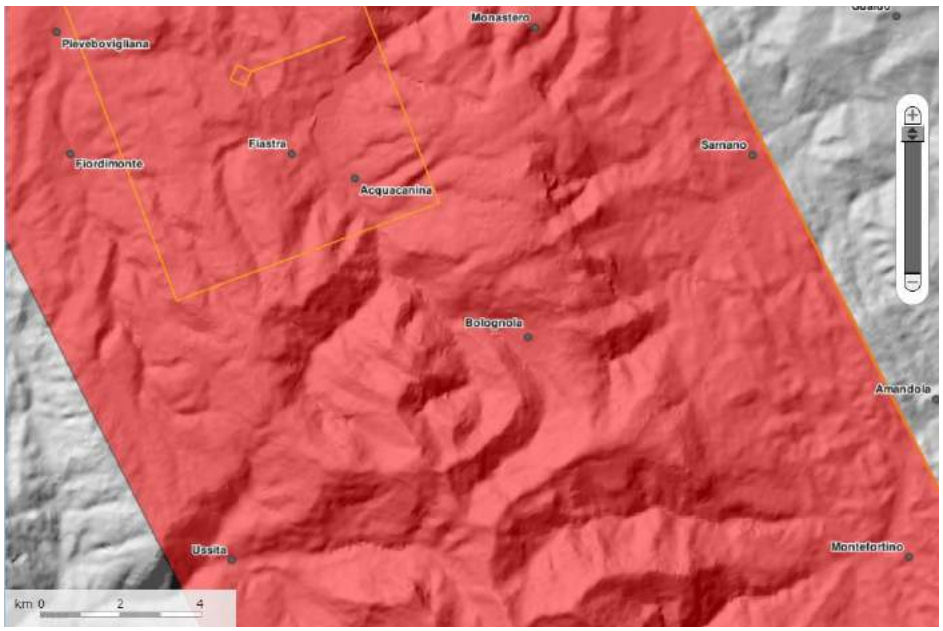
Per quanto riguarda le faglie sismogenetiche è stato consultato il sito http://diss.rm.ingv.it/diss/ che riporta il database delle faglie sismogenetiche realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

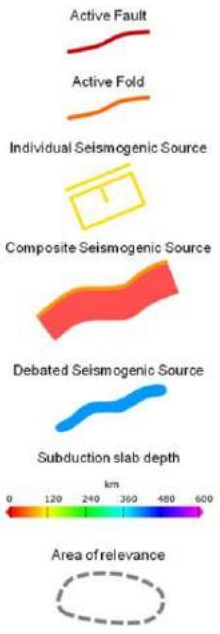
Dalla cartografia si osserva che il comune in oggetto ricade all'interno di un'area sismogenetica "*composite seismogenetic source*" denominata "Bore-Montefeltro-FabrianoLaga".

Inoltre emerge che a nord del comune di Bolognola è presente una sorgente sismogenetica singola "*Individual seismogenetic source"* denominata "Sarnano".

Di seguito viene indicata l'ubicazione di suddette aree sismogenetiche e le informazioni essenziali desunte dal database citato.







6.3 Opere di mitigazione del Rischio

Ancor prima di iniziare i lavori per la redazione del nuovo PRG, il Comune di Bolognola si è attivato per presentare all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (ABDAC) gli interventi eseguiti dallo stesso Comune nel corso del tempo, finalizzati alla mitigazione del rischio idrogeologico che interessa il territorio comunale.

Gli interventi in tutto il territorio (Fig. 6.7) hanno riguardato la:

- realizzazione di un bosco di conifera ricompreso tra il versante sud ovest del Monte Sassotetto e il nucleo urbano frazione Villa di Mezzo alla fine degli anni '40 con funzione di fermaneve, intervento di natura storico-naturalistica;
- realizzazione di muraglioni in pietra mediante gabbionate all'inizio degli anni '50 con funzione di barriere paramassi;
- realizzazione di n.2 boschi distinti di conifera ricompresi tra il versante ovest di monte Valvasseto e i nuclei urbani delle frazioni Villa di Mezzo e Villa da Capo con funzione di fermaneve;
- realizzazione di reti fermaneve a protezione dell'area compresa tra il versante sud ovest di Monte Sassotetto e la frazione Villa da Piedi risalenti al 2005; va peraltro evidenziato (come riportato nella mappa) che sia all'interno che all'esterno delle aree oggetto di rimboschimento sono dislocati molteplici muraglioni in muratura del tipo a gabbionate con funzione paramassi;
- messa in opera di fasciatura di ancoraggio al versante, mediante cavi in acciaio, di speroni rocciosi a rischio distacco localizzati al di sopra della frazione Villa da Piedi;

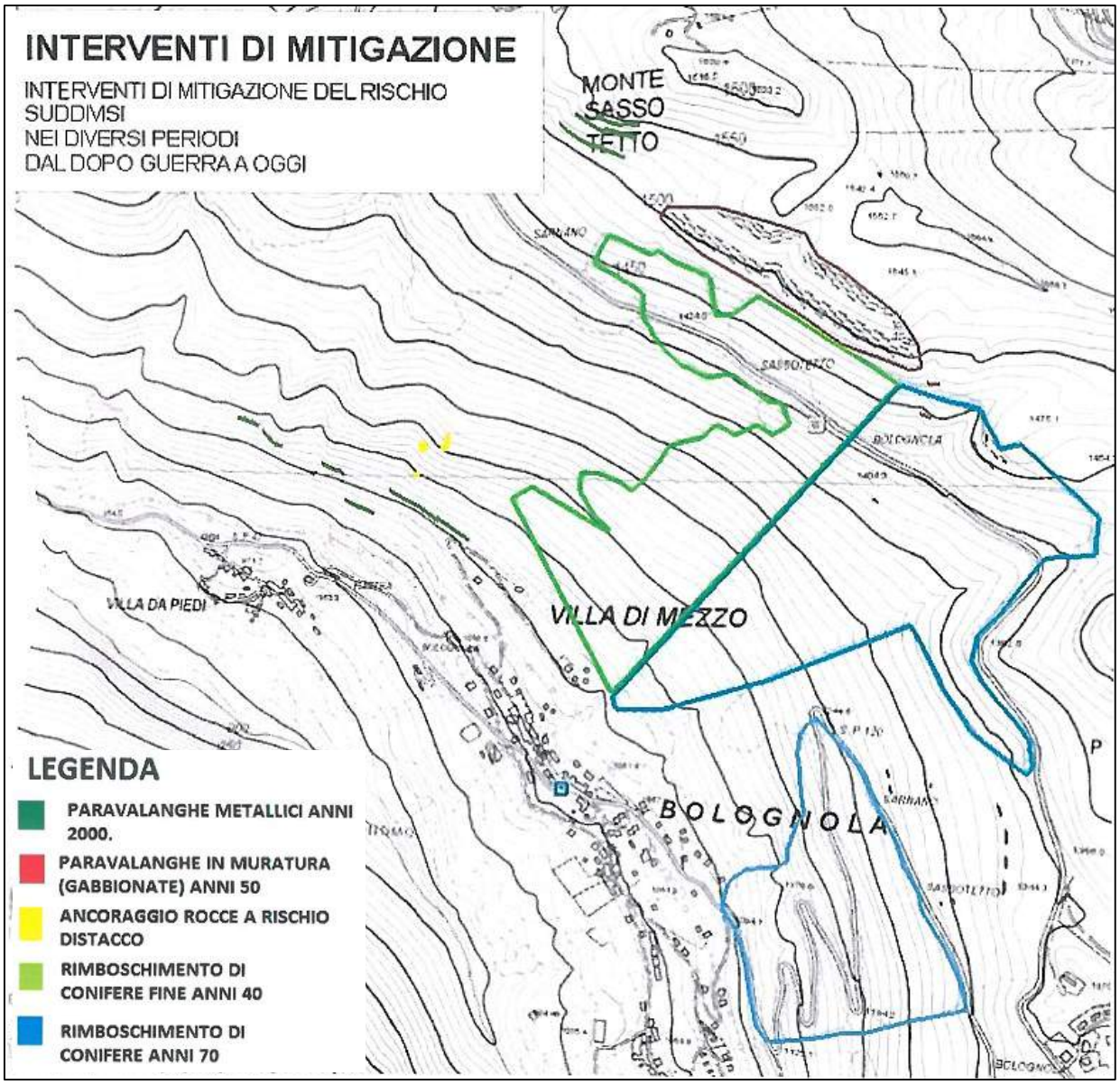


Figura 6.7 – Interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico effettuati dal dopoguerra ad oggi.

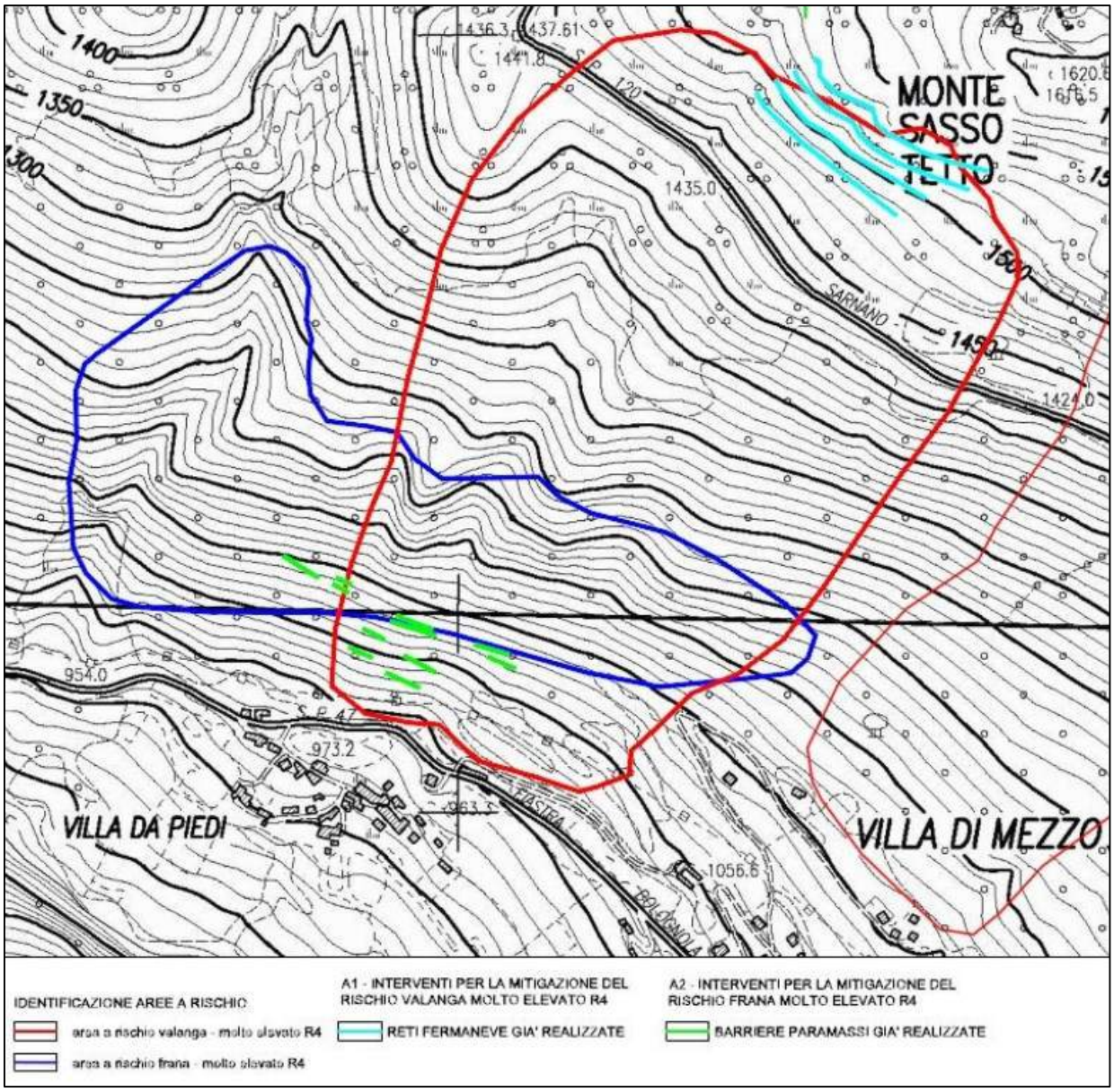


Figura 6.8 – Interventi realizzati per la mitigazione del rischio idrogeologico nell'area di interesse della frazione di Villa da Piedi, a valle del Monte Sassotetto.

Inoltre, lo stesso Comune ha di fatto segnalato un progetto di intervento in fase preliminare, approvato dalla Regione Marche in data 18/05/2019 a seguito di CIR, che al fine di un efficace azione di consolidamento del dissesto riscontrato nella località Villa da Piedi, dove insiste un'area classificata come R4, in cui propone la realizzazione dei seguenti interventi, suddivisi sulla base del tipo di rischio evidenziatosi (Fig. 6.9):

- rilevamento puntuale dello stato di suddivisione delle masse rocciose in precario equilibrio;
- disgaggio dei massi instabili già individuati in fase di sopralluogo e di quelli che in seguito o in concomitanza alla pulizia della vegetazione, dovessero risultare visibilmente allentati e quindi pericolosi per le lavorazioni successive;
- realizzazione del rafforzamento corticale dei due ammassi rocciosi ubicati al di sopra delle barriere paramassi esistenti attraverso un intervento combinato con rete metallica in funi d'acciaio ed ancoraggi ad iniezione in barra d'acciaio speciale ad altissima resistenza, del tipo GEWI a filettatura continua con resistenza di 85/105 k., del diametro di 24 mm;
- fornitura e posa in opera di nuove barriere paramassi analoghe a quelle esistenti e in adiacenza;
- fornitura e posa in opera di nuove reti fermaneve paramassi analoghe a quelle esistenti e posizionate sia al di sotto della strada Provinciale 120, sia al di sopra di quelle esistenti.

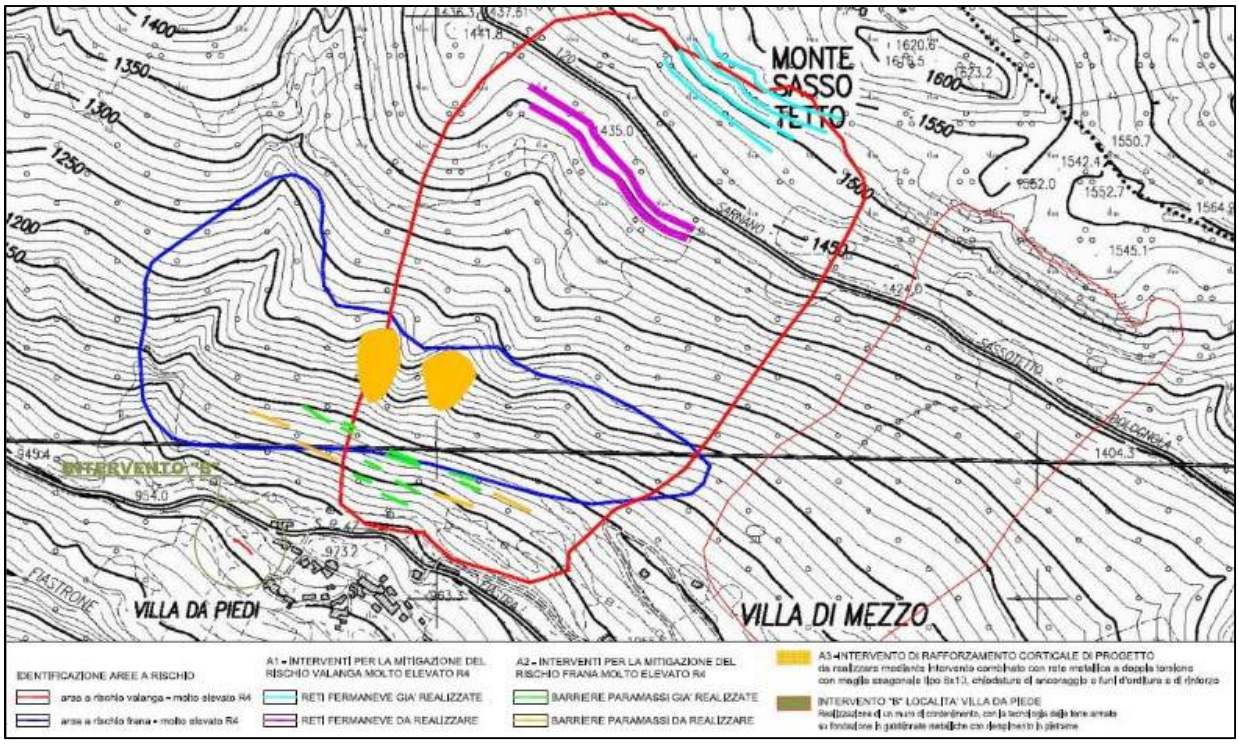


Figura 6.9 – Interventi inerenti la realizzazione di un muro di contenimento, con la tecnologia delle terre armate, su fondazione in gabbionate metalliche con riempimento in pietrame, per il contenimento del fronte in frana individuato.

Per quanto riguarda il movimento franoso manifestatosi in prossimità della frazione di Villa da Piedi, in corrispondenza di una struttura provvisoria a destinazione agricola, il Comune di Bolognola ha predisposto un progetto per la realizzazione di un muro di contenimento, con la tecnologia delle terre armate, su fondazione in gabbionate metalliche con riempimento in pietrame, per il contenimento del fronte in frana individuato (Fig. 6.10).

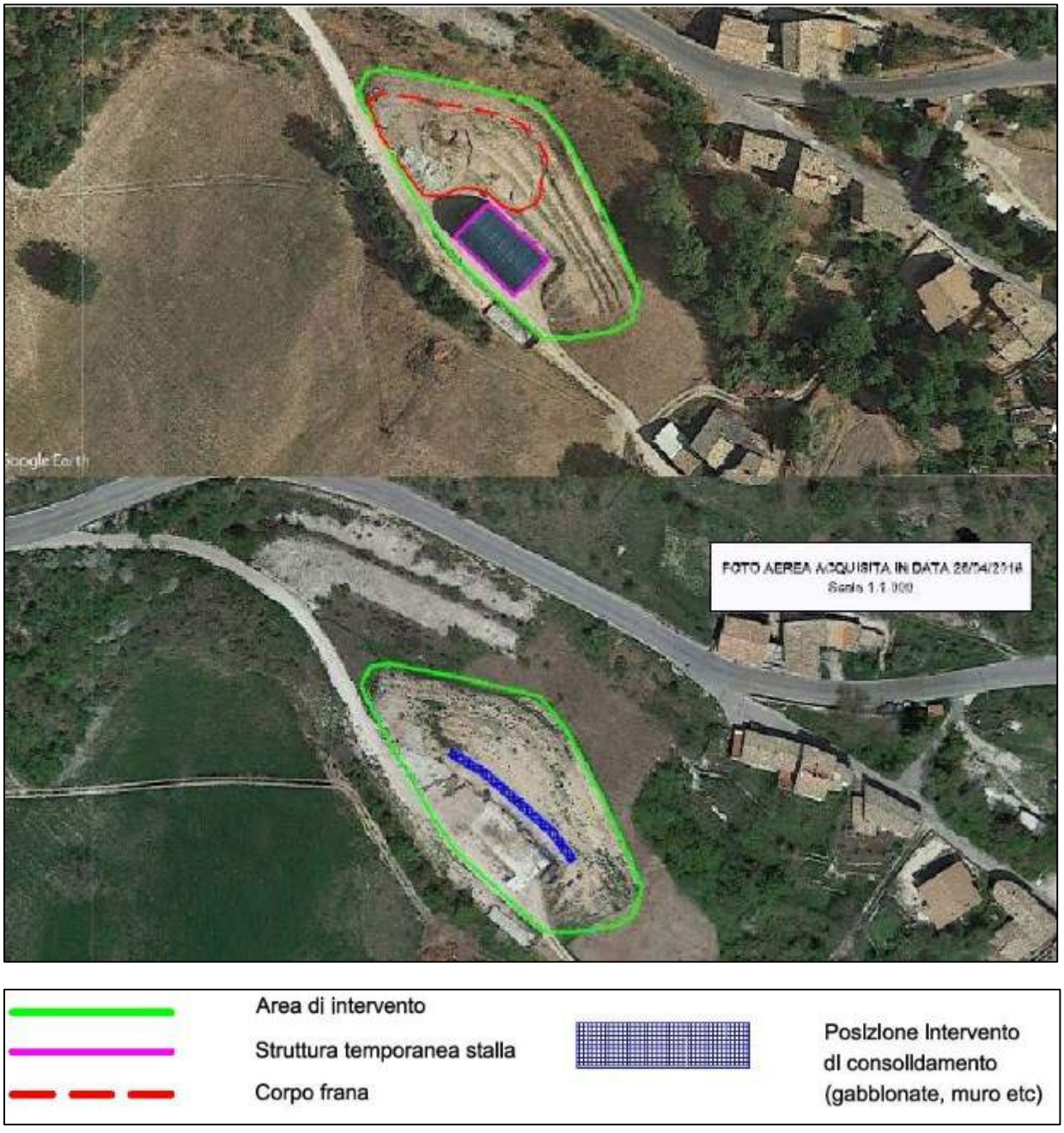


Figura 6.10 – Interventi inerenti la realizzazione di un muro di contenimento con la tecnologia delle terre armate, su fondazione in gabbionate metalliche con riempimento in pietrame, per il contenimento del fronte in frana individuato in loalità Villa da Piedi.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In relazione agli studi eseguiti si può globalmente esprimere un parere favorevole alla redazione di strumenti di pianificazione urbanistica all'interno dell'area (F-19-1365) classificata a pericolosità media (AVD_P2), corrispondente alla zona su cui si individuano gli abitati di Villa di Mezzo (Villa Pepoli) e Villa Da Capo (Villa Malvezzi), purché si tenga particolare attenzione alle caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche locali. Infatti, gli studi, seppur di carattere compilativo (non sono state eseguite né nuove indagini geognostiche né geofisiche) non hanno evidenziato eventuali segni di recente attivazione e quindi il movimento franoso (se presente) potrebbe essere considerato come inattivo, o quiescente.

La definizione dello stato di attività dei fenomeni gravitativi risente profondamente dell'approccio metodologico utilizzato nella fase di rilevamento dei caratteri cinematici propri di ogni frana, in quanto ogni metodo fornisce indicazioni di differente dettaglio ed affidabilità. E' evidente che i dati derivanti da un'appropriata strumentazione geotecnica risultano più precisi e offrono maggiori garanzie su caratterizzazione, localizzazione ed entità dei movimenti di una frana quindi sul suo stato di attività, rispetto a quelli ricavati da un'analisi morfologica effettuata attraverso la fotointerpretazione o il rilevamento di superficie.

A conclusione di ciò sarebbe opportuno approfondire gli studi con l'esecuzione di nuove indagini geognostiche e geofisiche che andrebbero ad integrare le informazioni già acquisite in questo lavoro. Si suggerisce perciò la messa in progetto di almeno due sondaggi geognostici, posizionati rispettivamente a monte ed a valle dell'area oggetto di studio, con il sondaggio a valle che dovrebbe essere predisposto con inclinometro, in modo da predisporre un piano di monitoraggio a corredo. A supporto delle indagini geognostiche si suggerisce inoltre l'esecuzione di almeno due prospezioni geofisiche (es. rifrazione) con andamento monte-valle, lungo la linea di massima pendenza, capaci di individuare eventuali superfici di scollamento, o comunque determinare l'andamento dello spessore dei depositi di versante in relazione al sottostante substrato litoide. Ciò garantirebbe la possibilità di fornire risposte esaustive e dettagliate riguardo la geologia dell'area ma soprattutto riguardo la presenza o meno di fenomeni di instabilità che potrebbero riattivarsi o attivarsi per la prima volta.

Riguardo le caratteristiche idrogeologiche, non si evidenziano interferenze di sorta con le acque sotterranee in quanto, quelle dell'acquifero basale sono ad una distanza tale da non risentire di eventuali pratiche agricole o silvo-pastorale nelle immediate vicinanze, mentre potrebbero verificarsi locali fenomeni di contaminazione delle acque superficiali, che hanno un andamento stagionale, essendo queste confinante nei depositi di versante.

Relativamente alle acque superficiali, sarà necessario prestare la massima attenzione per una corretta regimazione delle acque meteoriche e di risulta. Si suggerisce la predisposizione ed un nuovo dimensionamento della rete fognaria locale, specie laddove saranno previste opere di demolizione e ricostruzione legate alla ricostruzione post-sisma. La presenza di una serie di solchi e canali che si raccordano direttamente con le vie del centro potrebbe determinare catastrofici fenomeni di allagamento del centro urbano con eventuale trasporto di materiale detritico derivante dal versante a monte. A questo riguardo, oltre alle opere ordinarie per il mantenimento del corretto funzionamento del sistema fognario urbano si suggerisce la predisposizione di un nuovo condotto che riesca a far defluire ed allontanare le acque che l'attuale sistema a caditoie non sarebbe in grado di sopportare, perché probabilmente sottodimensionato e interrato, specie in concomitanza di particolari eventi meteorici, come dettagliatamente descritto in questo elaborato.

In assenza di ulteriori indagini, i singoli interventi esecutivi previsti dovranno essere preceduti da uno studio particolareggiato basato sulle specifiche caratteristiche progettuali in ottemperanza con l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni (D.M.17.01.2018).

954.0

S. P. 47

973.2

FIASTRONE

FIASTRA

963.3

VILLA DA PIEDI

VILLA DI MEZZO

1056.6

BOLOGNOLA

1244.6

S. P. 120

SARNANO

900

950

1000

1050

1061.8

1067.9

B O L O G N O L A

1100

B A L Z O B O N O M O

1150

1176.8

1051.9

1094.7

1194.2

994.48

1005.4

1064.8

1125.1

VILLA DA CAPO

1117.9

MALVEZZI

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 1: CTR Sezione 325030 - Bolognola

EDIFICATO

CTR

- 010101
- 010102
- 020102
- 031201
- 031401
- 050103
- 050103M
- 050105
- 050105M
- 050106
- 050302
- 060601
- 062101
- 064101
- 064501
- 065101
- 065101_I

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

F-19-1370
P3 R4

V-19-0001

V-19-0002

954.0

S. P. 47

973.2

FIASTRA

963.3

FIASTRONE

VILLA DA PIEDI

VILLA DI MEZZO

1056.6

BOLOGNOLA

1244.6

S. P. 120

V-19-0003

SARNANO

900

950

1000

1050

1100 BALZO BONOMO

1150

1061.8

1067.9

BOLOGNOLA

F-19-1365
P2 R2

1051.9

1094.7

1176.8

1194.2

994.48

1005.4

1064.8

1125.1

VILLA DA CAPO

1117.9

MALVEZZI

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 2: PAI Regione Marche

EDIFICATO

FRANE - PAI

- Rischio moderato
- Rischio medio
- Rischio elevato
- Rischio molto elevato

VALANGHE - PAI

- Rischio moderato
- Rischio medio
- Rischio elevato
- Rischio molto elevato

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 3: Carta geologica - CARG

- Faglia certa
- Faglia incerta
- Faglia inversa incerta
- Sovrascorrimento incerto
- Asse di piega asimmetrica
- Stratificazione diritta
- Stratificazione orizzontale diritta
- Stratificazione rovesciata

- Depositi di versante
- Depositi alluvionali attuali
- Depositi alluvionali terrazzati
- Depositi di frana in evoluzione
- Depositi eluvio-colluviali
- Scaglia rossa
- Membro intermedio
- Membro inferiore
- Scaglia bianca
- Marne a Fucoidi
- Maiolica
- Unità calcarea nod.
- Rosso Ammonitico
- Calcari diasprini
- Corniola
- Calcare massiccio

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 4: Carta geomorfologica

- SOLCO DI RUSCELLAMENTO CONCENTRATO
- CANALONE DI VALANGA
- CRESTA DI DEGRADAZIONE
- ORLO DI SCARPATA DI DEGRADAZIONE
- ORLO DI SCARPATA

FORME DI ACCUMULO E RELATIVI DEPOSITI

- CONO DI DETRITO
- CONO DI VALANGA

- ROCCE PREVALENTEMENTE CALCAREE
- ROCCE MARNOSE, MARN.-PELITICHE E PELITICHE
- GIACITURA
- PICCOLA FRANA O GRUPPO DI FRANE

DEPOSITI SUPERFICIALI

- CORPO DI FRANA DI SCORRIMENTO
- DETRITO DI VERSANTE
- CORPO DI FRANA DI CROLLO
- CORPO DI FRANA DI COLAMENTO
- FALDA DI DETRITO
- SUPERFICIE DISSESTATA DA SOLIFLUSSO

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

954.0
S. P. 47
973.2
FONTE DI VILLA DA PIEDI
FIASTRONE
FIASTRA
963.3
850
VILLA DA PIEDI
VILLA DI MEZZO
1056.6
BOLOGNOLA
1244.6
S. P. 120
900
950
1000
900
FONTE DEL CANTENACCIO
1061.8
SARNANO
1067.9
1050
950
B O L O G N O L A
1100
B A L Z O B O N O M O
1150
1176.8
1051.9
FONTE DEL PIANO
1094.7
1194.2
FONTE DI VILLA DA CAPO
994.48
1005.4
1064.8
1125.1
1000
VILLA DA CAPO
1117.9
MALVEZZI
FONTE DI PIANISTORA

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 5: Carta idrogeologica

EDIFICATO

CARTA IDROGEOLOGICA DEI MONTI SIBILLINI - BOLOGNOLA

AREA DI ALIMENTAZIONE DELL'AQUIFERO BASALE DEI MONTI SIBILLINI ORIENTALI
(C. MASSICCIO, CORNIOLA E LOCALMENTE MAIOLICA E SCAGLIA CALCAREA)

FONTI

ISOPIEZE

RICARICA

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 6: Carta delle indagini

- S - SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
- SS - SONDAGGIO A ACAROTAGGIO CONTINUO CHE INTERCETTA IL SUBSTRATO
- DH - PROVA SISMICA IN FORO DOWNHOLE
- T - TRINCEA / POZZETTO ESPLORATIVO
- SP - SONDAGGIO CON PIEZOMETRO
- DL - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LEGGERA
- DP - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE
- HVSR - MISURA DI MICROTREMORE A STAZIONE SINGOLA
- MASW

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

TAVOLA 7: Carta della pericolosità idrogeologica

CONO DI DETRITO

SCENARI DI PERICOLOSITA IDRO-GEOMORFOLOGICA

P1 - DEFORMAZIONI PLASTICHE E/O SOLIFLUSSI - ATTIVI

P2 - FRANE DI TIPO COLAMENTO - ATTIVE

P3 - FRANE DI SCORRIMENTO ROTO-TRASLATIVO, DEFORM. PROFONDE E FRANE DI CROLLO

DISTRIBUZIONE DETRITO DI VERSANTE

8 (m)

10 (m)

12 (m)

14 (m)

SOLCO DI RUSCELLAMENTO CONCENTRATO

CANALONE DI VALANGA

FRANE - PAI

Pericolosità moderata

Pericolosità media

Pericolosità elevata

Pericolosità molto elevata

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

F-19-1370

954.0

S. P. 47

973.2

FIASTRONE

FIASTRA

963.3

VILLA DA PIEDI

VILLA DI MEZZO

1056.6

BOLOGNOLA

900

950

1000

1050

1100

BALZO BONOMO

1244.6

S. P. 120

SARNANO

1061.8

1067.9

BOLOGNOLA

F-19-1365

1051.9

1176.8

1094.7

1194.2

994.48

1005.4

1064.8

1125.1

VILLA DA CAPO

1117.9

MALVEZZI

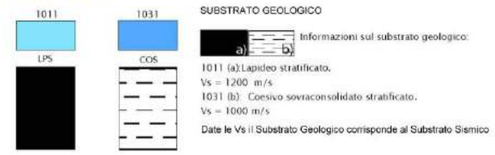
Provincia di Macerata

Comune di Bolognola

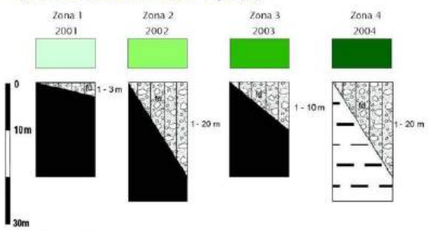
TAVOLA 8: Carta della pericolosità sismica

Legenda

Zone stabili



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (codice identificativo Tipo_z)



Litologia dei terreni di copertura

Depositi in falda detritica (fd):
fd. Ciottoli, ghiaie e sabbie in percentuale variabile, ad elementi calcarei a spigoli vivi, da sciolti a ben addensati.
Vs = 150 - 900 m/s

MOPS - STAB
- Substrato lapideo
- Substarto coesivo sovraconsolidato
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4

MOPS - INSTAB
- Zona 2099
- Zona 2

- Falda detrica
- AREA MS3

Dott. Geol. Riccardo Teloni
Ordine dei Geologi delle Marche n° 943

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Riccardo TELONI
Geologo Specialista
N. 943
ALBO SEZIONE A

Scala 1:5000

0 100 200 300 m

ALLEGATO 1

INDAGINI GEOGNOSTICHE REPERITE

Sr1

Committente: Comune di Bolognola (Mc)

Località: Bolognola (Mc)

Scala 1:10 Data inizio/fine: 30/08/2005 Sigla: Sc1

Attrezzatura: escavatore meccanico Quota dal p.c.(m):

Lunghezza perforazione (m): 2.2

Spessore (m)	Prof.	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	Vane test (kg/cmq)	Pocket (kg/cmq)	Falda
				Terreno vegetale			
				Detrito di falda: matrice limosa bruna includente frequenti clasti e scaglie di formazione, le dimensioni dei trovi variano da 5 mm a 10 cm con presenza di trovanti.			
				Formazione			

A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr2

Committente: COMUNE DI BOLOGNOLA	Sondaggio: S1-DH
Riferimento: BOLOGNOLA - DOWN HOLE	Data: 13/09/2017-15/09/2017
Coordinate: Lat: 42,994755 N Long: 13,225557 E	Quota: 1040 s.l.m.
Perforazione: Aste e carotiere semplice. Rivestimento 127 mm fino a fondo foro	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.	S.P.T. N	A r s	Prel. % 0 --- 100	Cass.	RQD % 0 --- 100
1		1,6	Terra rossa limosa e argillosa con livelli ricchi in ghiaia calcarea. Da 0,80 limo argilloso molto consistente (Pk>5), poco umido, plastico.						
2			Ghiaia calcarea alternata a blocchi decimetrici di calcare litoide. La ghiaia ha Ø medio 5/8 cm, Ø massimo >10 cm, localmente è debolmente limosa e sabbiosa. Il calcare è micritico, color bianco con noduli di selce nera. Calcare compatto tra 2,90-3,00 e tra 4,50-4,75. Presenza di livelli con abbondante limo color grigio verdastro tra 8,00-8,10 e tra 9,40-9,90. Tra 6,00 e 10,50 la dimensione media della ghiaia diminuisce progressivamente.	50/5cm	Rif			1	
3									
4									
5									
6								2	
7									
8									
9									
10		10,5		50/8cm	Rif				
11			Calcare litoide color bianco, micritico, con presenza di selce nera. Il calcare si presenta come alternanze di banchi compatti e banchi fratturati a granulometria ghiaiosa grossolana. I banchi fratturati ghiaiosi si individuano tra: 10,60-11,80 12,40-13,00 13,50-13,90 14,00-14,80 15,00-17,00 I banchi di calcare compatto si individuano tra: 10,50-10,60 11,80-12,40 13,00-13,50 13,90-14,00 14,80-15,00 con presenza di selce nera 17,00-18,00						
12									
13								3	
14									
15									
16									
17								4	
18		18,0							

A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Committente: COMUNE DI BOLOGNOLA	Sondaggio: S1-DH
Riferimento: BOLOGNOLA - DOWN HOLE	Data: 13/09/2017-15/09/2017
Coordinate: Lat: 42,994755 N Long: 13,225557 E	Quota: 1040 s.l.m.
Perforazione: Aste e carotiere semplice. Rivestimento 127 mm fino a fondo foro	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA

NOTE:

Nel corso del carotaggio non sono stati mai incontrati livelli campionabili.
Tutte le SPT sono state eseguite con punta chiusa data la litologia ghiaiosa.
Non è stata mai rilevata la presenza di acqua nel foro.
In accordo con i referenti del Centro MS per la Macroarea Marche 1, la perforazione è stata interrotta a 18,00 metri dopo aver perforato circa 7,50 m di calcare litoide.
La tubazione Dowh Hole è stata chiusa in superficie con tappo a pressione con lucchetto, la chiave del lucchetto è stata data al tecnico comunale.
La cementazione è stata eseguita in data 15/09/2017.
In superficie è stato posizionato un pozzetto a raso di tipo carrabile.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	14/09/17	15/09/17								
Ora	8:00	8:00								
Livello dell'acqua (m)	assente	assente								
Prof. perforazione(m)	6,00	15,00								
Prof. rivestimento(m)	6,00	15,00								

FABIO LATTANZI
Geologo
C.da Montedoro, 29 - 62010
Urbisaglia (MC) - Cell. 348-55.32.805

COMMITTENTE: Amm.ne Comunale di Bolognola
CANTIERE: S.P. 47 - Via Loreto, 6-8
LOCALITA': Bolognola (MC)
DATA: 29/03/2019

~~ALLEGATO N.9~~
Sr3

SONDAGGIO 1

Quota dal p.c.: 0.0

Sistema di perforazione: carotaggio continuo carotiere da 110 mm

C Campione indisturbato
C Campione disturbato

SCALA (m)	PROFONDITA' DAL P.C.(m)	SCHEMA STRATIGRAF.	SPESSORE STRATI (m)	DESCRIZIONE GEOLITOLOGICA	CAMPIONI	PENETROM. TASCABILE Kg/cm²	VANE TESTER Kg/cm²	FALDA (m)	PIEZOMETRO	N. COLPI S.P.T.
	0.50	A	0.50	**TERRENO VEGETALE**						
1		B2	1.50	**DEPOSITI DI VERSANTE** Breccia eterometrica con clasti calcarei e silicei centimetrici immersa in matrice sabbioso-limosa-argillosa, talora presenza di trovanti decimetrici alternata a livelli di limo-argilloso talora sabbioso: da -0.50 a -2.00 da -3.30 a -4.00 da -7.00 a -7.60 da -9.80 a -10.00 da 10.30 a -10.50 livelli di limo-argilloso-sabbioso di colore variabile dal marrone, al verde-grigio con all'interno talora molta breccia calcarea centimetrica sparsa a volte anche di dimensioni dm di consistenza da plastici a compatti		4.0-4.5				
2	2.00					3.0-4.0				
3		B1	1.30			3.0-4.0				
4	3.30	B2	0.70							
5	4.00	B1	3.00							
6										
7	7.00	B2	0.60							
8	7.60	B1	2.20							
9										
10	9.80	B2	0.20							
	10.00	B1	0.30							
	10.30	B2	0.20							
	10.50									
11		C1	3.90	**FORMAZIONE DELLA CORNIOLA** Calcari micritici grigi, nocciola o rosati talora dolomitizzati, con noduli di selce nera si alternano livelli compatti talora fratturati e livelli brecciosi: da -11.0 a -14.40 da -16.00 a -16.40 livelli fratturati brecciosi all'interno si ritrovano diverse fratture beanti di dimensioni più che decimetriche						
12										
13										
14	14.40									
15		C2	1.60							
16	16.00									
	16.40	C1	0.40							
17		C2								
18			FINE							
19										
20										
21										

NOTE:

FABIO LATTANZI
Geologo
C.da Montedoro, 29 - 62010
Urbisaglia (MC) - Cell. 348-55.32.805

COMMITTENTE: Amm.ne Comunale di Bolognola
CANTIERE: Via Maurizi, 21-23
LOCALITA': Bolognola (MC)
DATA: 16/11/2018

ALLEGATO N.9

Sr4

SONDAGGIO R

Quota dal p.c.: 0.0

Sistema di perforazione: carotaggio continuo carotiere da 110 mm

C Campione indisturbato
C Campione disturbato

SCALA (m)	PROFONDITA' DAL P.C.(m)	SCHEMA STRATIGRAF.	SPESSORE STRATI (m)	DESCRIZIONE GEOLITOLOGICA	CAMPIONI	PENETROM. TASCABILE Kg/cm²	VANE TESTER Kg/cm²	FALDA (m)	PIEZOMETRO	N. COLPI S.P.T.
1	1.60	A	1.60	**Pavimentazione + riporto**						
2	2.70	B3	1.10	**DEPOSITI DI VERSANTE** Breccia eterometrica con clasti calcarei e silicei centimetrici immersa in matrice sabbioso-limosa-argillosa, consistenza sciolta, talora presenza di trovanti decimetrici:						
3	3.10	B2	0.40							
4	4.00	B1	0.80							
5		B2	3.60	da -2.70 a -3.10 da -4.00 a -7.60 livelli di limo-argilloso di colore variabile dal marrone, all'avana al grigio con all'interno talora breccino centimetrico sparso a volte anche di dimensioni dm di consistenza da plastici a compatti		4.5-5.0 2.5-3.0				
6						>5				
7	7.60					>5				
8	8.30	C1	0.60	**FORMAZIONE DELLA CORNIOLA** Calcari micritici grigi, nocciola o rosati talora dolomitizzati anche fratturati alternati a livelli brecciosi da -7.60 a -8.30 da -9.00 a -9.20 livelli brecciosi						
9	9.00	C2	0.70							
	9.20	C1	0.20							
10	10.0	C2	FINE							
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

NOTE: infiltrazione idrica a -5.00

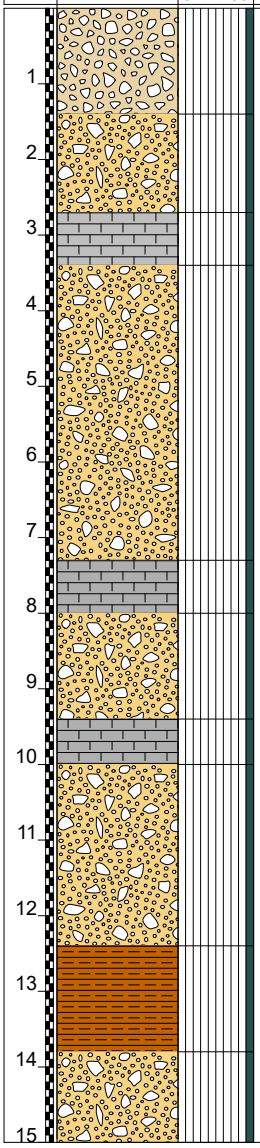
A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr5

Committente:	Sondaggio: S1
Riferimento: Casa Sacchetti	Data: 05/05/2017
Coordinate: 42.990967 13.229697	Quota:
Perforazione: Aste e carotiere	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA



metri batt.	S.P.T.	N	prof. m	DESCRIZIONE
			1,4	0,00-0,20: Soletta stradale; 0,20-1,40: Massicciata stradale costituita da stabilizzato ghiaioso.
			2,7	Ghiaietto a spigoli vivi con matrice limosa.
	50-10cm	Rif	3,4	Calcare litoide fratturato.
			7,3	3,40-4,00: Ghiaietto con abbondante matrice limosa; 4,00-4,70: Detrito ghiaioso a spigoli vivi; 4,70-5,00: Calcare con pezzame grossolano; 5,00-7,30: Ghiaietto con abbondante matrice limosa.
	50-12cm	Rif		
			8,0	Calcare grigio frantumato nel corso della perforazione.
			9,4	Ghiaietto a spigoli vivi con poca matrice limosa.
			10,0	Calcare marnoso rosato.
			12,4	Ghiaietto eterogeneo da fine a grossolano a spigoli vivi con matrice limosa.
			13,8	Terra rossa con pochi inclusi litoidi.
			15,0	Ghiaietto bianco eterogeneo e eterometrico.

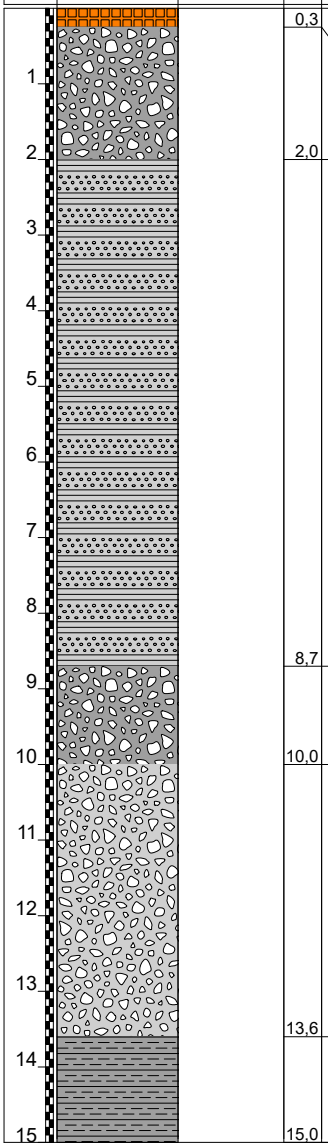
A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr6

Committente: Comune di Bolognola	Sondaggio: S2
Riferimento: Case del Comune	Data: 19/06/2017
Coordinate: 42.990747 13.230181	Quota:
Perforazione: aste e carotiere	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA



prof. m	DESCRIZIONE
0,3	Massetto e asfalto
2,0	Ghiaia calcarea a spigoli vivi eterogenea e eterometrica con matrice limosa
8,7	Limo da debolmente ghiaioso a con ghiaia. La ghiaia è minuta, calcarea a spigoli vivi eterogenea e eterometrica.
10,0	Alternanza di Ghiaia calcarea a spigoli vivi eterogenea e eterometrica con matrice limosa e Limo da debolmente ghiaioso a con ghiaia
13,6	Ghiaia calcarea a spigoli vivi eterogenea e eterometrica con poca matrice limosa
15,0	Argilla grigia da dura a litoide con inclusi di ghiaietto

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
"Case del Comune"
Comune di Bolognola (MC),
SONDAGGIO S2

AsA
di Leonardo Nolasco
Via Emilio Cecchi 7
00137 Roma

Sondaggio S2 - Posizione

Cassetta C1 m. 0.00-5.00

Cassetta C2 m. 5.00-10.00

Cassetta C3 m. 10.00-15.00

A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr7

Committente: Comune di Bolognola	Sondaggio: S1
Riferimento: Case del Comune	Data: 25/05/2017
Coordinate: 355737 - 4761266	Quota:1048 slm
Perforazione: aste e carotiere	

SCALA 1 :150

STRATIGRAFIA

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass.
1		1,3	Terreno vegetale misto a ghiaietto		
2			Calcare bianco con fratture causate dalla perforazione		1
3					
4		4,0			
5			Ghiaietto calcareo a spigoli vivi misto a limo		
6					
7		7,0			
		7,5	Cavità		2
8		8,5	Calcare compatto		
9			Brecciole calcaree miste ad argilla e limo		
10					
11					3
12		12,5			
13			Argilla grigia da molto consistenta a dura		
14					
15					
16					
17					4
18					
19					
20		20,0			
21			Argilla grigia da dura a litoide con inclusi di ghiaietto		
22					
23					5
24					
25					
26					
27					6
28					
29					
30		30,0			

A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr8

Committente: Comune di Bolognola	Sondaggio: S3
Riferimento: Case del Comune	Data: 20/06/2017
Coordinate: 42.989924, 13.230381	Quota:
Perforazione: aste e carotiere	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Prel. % 0 --- 100	Cass.
1		1,5	Terreno di riporto e sottofondo stradale		
2 3 4		4,8	Ghiaia calcarea a spigoli vivi con presenza di matrice limosa		1
5 6 7		7,0	Ghiaietto calcareo a spigoli vivi con abbondante matrice limosa in aumento verso il basso. La ghiaia si presenta minuta.		2
8 9 10 11		11,7	Alternanza di ghiaia calcarea a spigoli vivi con presenza di matrice limosa e Ghiaietto calcareo minuto a spigoli vivi con abbondante matrice limosa in aumento verso il basso.		
12		12,3	Ghiaia fine in abbondante matrice fine avana.		3
13 14 15		15,0	Argilla grigia da molto consistente a dura.		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
"Case del Comune"
Comune di Bolognola (MC),
SONDAGGIO S3

AsA
di Leonardo Nolasco
Via Emilio Cecchi 7
00137 Roma

Sondaggio S3 - Posizione

Cassetta C1 m. 0.00-5.00

Cassetta C2 m. 5.00-10.00

Cassetta C3 m. 10.00-15.00

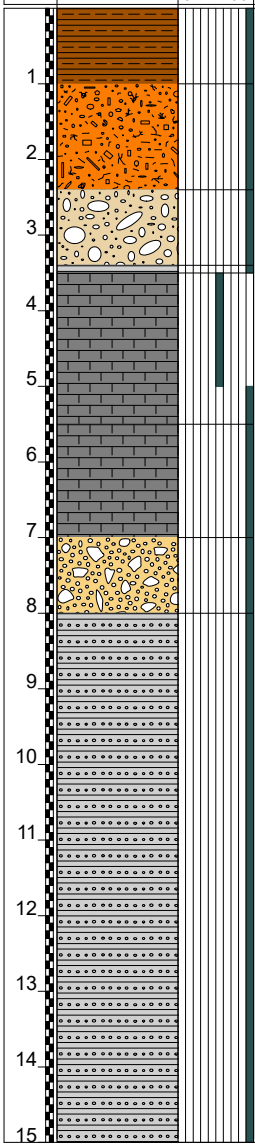
A.S.A.
ACQUA SUOLO AMBIENTE
consulenze studi ricerche
Dott. Geol. Leonardo Nolasco

Sr9

Committente:	Sondaggio: S1
Riferimento: Casa Salvi	Data: 08/05/2017
Coordinate: 42.988337 13.230257	Quota:
Perforazione: Aste e carotiere	

SCALA 1 :100

STRATIGRAFIA



metri batt.	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	N	prof. m	DESCRIZIONE
				1,0	Terreno vegetale a granulometria limosa e argillosa.
				2,4	Terreno di riporto con presenza di ghiaia e sabbia.
		16-19-24	43	3,4	Sabbia grossolana con ghiaia.
				3,5	Argilla con ghiaia.
				5,5	Roccia calcarea con presenza di selce, recupero scarso.
		50-12cm	Rif	7,0	Calcare fratturato con matrice limosa.
				8,0	Breccia calcarea grossolana.
				15,0	Argilla con ghiaia grossolana.