



COMUNE DI MONTE ISOLA

PROVINCIA DI BRESCIA

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

ai sensi del art. 57 della L.R. 12/2005 e della D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO PRECEDENTE REALIZZATO SECONDO

LA L.R. n. 41 del 24/11/1997 e della DGR n. 7/6645 del 24/11/2001

E INTEGRAZIONE PER LE NUOVE NORMATIVE SISMICHE

RELAZIONE FINALE

Commessa: 1160						
2	10/07/2013	REVISIONE	F. Serra G. Piraneo	F. Serra	F. Serra	
1	02/04/2013	EMISSIONE	F. Serra G. Piraneo	F. Serra	F. Serra	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	



Dr. Geol. Francesco SERRA – STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA e SERVIZI per l'AMBIENTE –

Sede legale: via Dante Alighieri, 6 – 26027 Rivolta d'Adda (CR). Uff. : Via Amati 2,

Tel.: 0363.79065; Fax: 0363.707620; Cell.: 348-2268926; E-mail : geoserra@serrafra.191.it

CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190

INDICE GENERALE

1	PREMESSA	5
1.1	<i>Struttura della relazione.....</i>	7
2	CARTA GEOLOGICA	10
2.1	<i>Cenni metodologici.....</i>	10
2.2	<i>Descrizione delle unità cartografate.....</i>	11
2.3	<i>Considerazioni generali</i>	13
3	ANALISI GEOMORFOLOGICA.....	14
3.1	<i>Cenni metodologici.....</i>	14
3.2	<i>Descrizione dei principali processi cartografati.....</i>	15
3.3	<i>Analisi di dettaglio geomorfologica</i>	18
3.3.1	<i>Definizione dei rischi e scenari conseguenti nelle zone di dissesto</i>	19
3.3.2	<i>Dissesti lungo pareti rocciose verticali.....</i>	20
3.3.3	<i>Rischi e scenari nelle aree di conoide</i>	22
3.4	<i>Considerazioni generali</i>	25
4	CARTA IDROGEOLOGICA	26
4.1	<i>Cenni di idrografia</i>	26
4.2	<i>Cenni di idrogeologia.....</i>	26
5	CARTA DEGLI ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI	34
5.1	<i>Generalità e metodologie utilizzate.....</i>	34
5.2	<i>Criteri di identificazione delle unità</i>	34
5.3	<i>Descrizione delle unità litologico-tecniche</i>	35
5.4	<i>Considerazioni generali</i>	37
6	ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE ED INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DI MONTE ISOLA ..	38
7	DESCRIZIONE DELLA SISMICITÀ	43
8	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	47
9	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO PER IL COMUNE DI MONTE ISOLA	49
9.1	<i>Risposta sismica locale</i>	49
10	ANALISI DI 1° LIVELLO	51
11	ANALISI DI 2° LIVELLO	53
11.1	<i>Individuazione delle aree campione: ubicazione e caratteristiche</i>	55

11.2	Area campione 3	58
11.3	Area campione 2	63
11.4	Stima degli effetti litologici	63
11.5	Analisi dei dati e considerazioni.....	64
12	INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI 3° LIVELLO	67
13	CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI	69
14	CARTA DEI VINCOLI.....	71
14.1	Generalità.....	71
15	CARTA DI SINTESI.....	73
15.1	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti.....	74
15.2	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.....	75
15.3	Aree con scadenti caratteristiche geotecniche.....	76
15.4	Interventi in aree di dissesto.....	76
16	CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	78
16.1	Generalità.....	78
16.2	Criteri metodologici utilizzati per la redazione della carta.....	79
16.3	Classi di fattibilità geologica e norme geologiche di piano	82
16.3.1	ARTICOLO 1: classi di fattibilità geologica e norme geologiche relative.....	82
15.3.1	ARTICOLO 2: Ulteriori prescrizioni generali –Normativa antisismica.....	87
15.3.2	ARTICOLO 3: Ulteriori prescrizioni generali – Carta del dissesto con legenda uniformata al PAI	88

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO A - BIBLIOGRAFIA

ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ALLEGATO C – SCHEDE FRANE

ALLEGATO D - SCHEDE VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO PER CONOIDI E
FRANE

ALLEGATO E – INDAGINI GEOFISICHE

CARTOGRAFIE DI ANALISI E TEMATICHE

TAVOLA 1 – CARTA GEOLOGICA (scala 1:10.000)

TAVOLA 2 – CARTA GEOMORFOLOGICA (scala 1:10.000)

TAVOLA 3 – CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1:10.000)

TAVOLA 4 – CARTA DEGLI ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI (1: 5.000)

CARTOGRAFIE DI SINTESI E DI FATTIBILITÀ :

TAVOLA 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (scala 1:5.000)

TAVOLA 6 – CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI (SCALA
10.000)

TAVOLA 7 – CARTA DEI VINCOLI (scala 1:5.000)

TAVOLA 8 – CARTA DI SINTESI (scala 1:5.000)

TAVOLA 9 – CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO (scala 1: 5.000)

1 PREMESSA

Con determinazione dirigenziale n. 11 del 28.06.2010 il responsabile del Settore Gestione del Territorio del comune di Monte Isola ha affidato allo scrivente l'aggiornamento dello studio geologico comunale sulla base di quanto previsto nella nuova legge regionale per il Governo del Territorio, L.R. 12/05 e D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Sempre incaricato dallo stesso comune, lo scrivente aveva redatto lo studio geologico comunale a supporto del PRG (consegnato nel febbraio 2003) e redatto ai sensi della legge regionale 41/97.

L'entrata in vigore delle L.R. 12/05 ha comportato infatti la ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici nell'ambito della pianificazione urbanistica comunale.

Il presente studio è stato aggiornato a tutto quanto previsto dalla DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374 (*“Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12” approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n.8/1566”*).

Questo aggiornamento integra, modifica e sostituisce quanto già presentato nelle precedenti versioni dello studio geologico.

La D.G.R. n. 8/ 7374 del 2008, come già la precedente D.G.R. n. 8/1566 del 2005 introduce una “nuovo” livello conoscitivo del territorio, la componente sismica, attraverso l'individuazione di aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico.

Si vuole raggiungere l'obiettivo di valutare gli effetti di amplificazione locale generati dalle locali condizioni geologiche-geomorfologiche in caso di terremoti; i risultati di queste analisi devono essere considerati nelle scelte urbanistiche di pianificazione, nell'ottica di una riduzione del rischio.

Per questi motivi, nell'ambito della predisposizione del Piano di Governo del Territorio del comune di Monte Isola si è reso necessario riprendere e completare lo studio geologico approvato relativamente alla *“componente sismica e delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità”* oltre che realizzare la *Carta del dissesto con leggenda uniformata a quella del PAI*, in modo da renderlo conforme alla nuova normativa.

In particolare con queste normative viene introdotto un “nuovo” livello conoscitivo del territorio, la componente sismica, attraverso l’individuazione di aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico. Si vuole raggiungere l’obiettivo di valutare gli effetti di amplificazione generati dalle locali condizioni geologiche-geomorfologiche in caso di terremoti; i risultati di queste analisi devono essere considerati nelle scelte urbanistiche di pianificazione, nell’ottica di una riduzione del rischio.

L’occasione di questo incarico è servita anche per un attento controllo di quanto a suo tempo analizzato e cartografato così da fornire una revisione critica di quanto allora consegnato ed un ulteriore approfondimento di tutte le tematiche di interesse.

In conformità con la normativa vigente si è inoltre proceduto ad una riedizione delle Carte di Sintesi e di Fattibilità in modo da inserire quegli elementi di novità o di modifica riportati negli strumenti di pianificazione sovraordinata, tenendo conto anche di eventuali modifiche dell’assetto geomorfologico del territorio avvenute in seguito ad eventi naturali e delle nuove informazioni geologiche idrogeologiche e geotecniche che in questi anni si sono aggiunte alle informazioni precedentemente raccolte.

A questo proposito in particolare, oltre alla ricca bibliografia utilizzata nello studio precedente, riportata nell’allegato A, si sono considerati fra l’altro gli studi eseguiti dallo scrivente nel territorio comunale.

Nel presente studio viene recepito lo studio geologico presentato nel 2003 ai sensi della l.r. 41/97 allora vigente, nelle sue parti riguardanti, la geologia, l’idrogeologia, la geomorfologia e la geotecnica, utilizzando quanto ancora valido, ed integrandolo con le nuove informazioni disponibili alla luce dell’attuale strumento costituito dallo studio geologico ai sensi della L. 12/05.

Tale quadro conoscitivo costituisce la base di partenza anche per le analisi riportate nella presente parte dello studio.

Lo studio geologico è da considerarsi completo in riferimento alla DGR n. 8/7374 del 28 maggio 2008 e verrà approvato in tutte le sue parti così costituite:

- **Dai capitoli riguardanti, gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici di base con la relativa cartografia:**
 - **1 : carta geologica**
 - **2 : carta geomorfologica**

- **3 : carta idrogeologica**
- **4 : carta degli elementi litologici e geotecnici**
- **Dai capitoli relativamente agli aspetti di sintesi e di proposta con la relativa cartografia:**
 - **5 : carta della pericolosità sismica locale**
 - **6 : carta del dissesto con leggenda uniformata a quella del PAI**
 - **7 : carta dei vincoli**
 - **8 : carta di sintesi**
 - **9 : carta di fattibilità delle azioni di piano**

Si sottolinea che trattandosi di un lavoro teso a delineare gli effetti della componente geologica sulla pianificazione comunale, tutti gli elementi raccolti hanno questa specifica vocazione.

Pertanto gli elaborati hanno una funzione di supporto alla pianificazione generale e definiscono le linee fondamentali dell'assetto territoriale e non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.

In particolare le informazioni raccolte non possono venire utilizzate per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale, dove andranno effettuati appositi rilevamenti ed indagini sia geologiche che geotecniche, idrauliche e sismiche.

1.1 Struttura della relazione

La struttura della relazione segue le indicazioni riportate nella normativa di riferimento e risulta divisa in tre parti:

- la prima parte, definita **Fase di Analisi**, tratta sia gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici, rivisti ed aggiornati, del territorio comunale (Tavole n. 1, 2, 3, 4) sia gli aspetti sismici generali dello stesso con l'obiettivo di fornire una stima delle condizioni geologico-geomorfologiche in grado di modificare la pericolosità sismica di base (Tav. 5 - *Carta della pericolosità sismica locale*) secondo le nuove normativa vigenti;

- la seconda parte, definita **Fase di Sintesi/Valutazione**, aggiorna quanto riportato nella relazione e nelle tavole allegate allo studio geologico comunale redatto nel 2003 e tratta le limitazioni d'uso derivanti da normative sovraordinate (*Carta dei Vincoli*) fino ad individuare le aree del territorio potenzialmente pericolose/vulnerabili da un punto di vista geologico-geotecnico ed idraulico-idrogeologico (*Carta di Sintesi*); inoltre è stata redatta la *Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI*.

- la terza parte (**Fase di proposta**), stabilisce per ciascun ambito omogeneo caratterizzato da una pericolosità geologica e geotecnica e da una vulnerabilità idraulica e idrogeologica, una determinata classe di fattibilità (*Carta di fattibilità delle azioni di piano*) con le relative norme geologiche di attuazione (prescrizioni ed approfondimenti da effettuare) fornendo indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio (norme geologiche di piano).

Per le carte di inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico si è utilizzata la base cartografica CTR nonché per la “carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI” (quest’ultima redatta alla scala 1: 10.000 ma stampata in scala 1:5.000), mentre si è utilizzato il supporto aerofotogrammetrico in scala 1:5.000, per le carte di Pericolosità sismica locale, dei Vincoli, di Sintesi e della Fattibilità Geologica.

FASE DI ANALISI

- Studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica -

2 CARTA GEOLOGICA

2.1 Cenni metodologici

Il primo elemento di studio importante è quello di inquadrare il territorio in esame dal punto di vista geologico strutturale; non si tratta di una suddivisione formale e scolastica, ma di una prima indispensabile osservazione del territorio, che modella ed indirizza ogni altro e successivo problema tecnico-ambientale.

Quanto riportato in questo capitolo è necessariamente per buona parte tratto dalla letteratura esistente; non sono mancati studi e rilievi specifici (si veda anche documentazione fotografica) che hanno interessato tutto il territorio comunale di Monte Isola. Si sono inoltre utilizzati gli studi ed in particolare i rilievi geomeccanici realizzati dallo scrivente nell'ambito di interventi per la messa in sicurezza dei versanti rocciosi lungo i versanti meridionale ed orientale dell'isola.

Visto il carattere eminentemente applicativo del presente studio si è preferito non entrare nelle tematiche di attribuzioni alle unità attualmente oggetto di molteplici discussioni scientifiche ed accademiche (sia per quanto riguarda le formazioni rocciose, ma soprattutto per quanto concerne i depositi sciolti Quaternari).

Ci si è infatti basati sulla suddivisione più classica perché maggiormente utile alla rapida comprensione della situazione geologica dell'area e del tutto compatibile con le esigenze in oggetto e con le successive elaborazioni progettuali.

Il territorio di Monte Isola è compreso geologicamente nel settore orientale delle Prealpi Lombarde. Il substrato roccioso è costituito da rocce carbonatiche di età giurassica. Tali rocce sono ricoperte da coltri, anche abbastanza spesse, di depositi di copertura (morenici, fluvio-glaciali e detritici).

Sulla sponda occidentale del lago d'Iseo all'altezza di Monte Isola, si osserva la presenza di un sistema di pieghe ad asse WSW - ESE, interessante prevalentemente formazioni giurassiche.

All'altezza di Tavernola Bergamasca, sulla sponda occidentale è presente un ampio piegamento sinclinalico, che può essere riscontrato, seppur molto attenuato anche all'interno del territorio comunale in studio. Sia sulla sponda occidentale, che su quella orientale si osserva la presenza di sovrascorrimenti di unità triassiche su unità più recenti. Il territorio di Monte Isola è congruente con il quadro strutturale generale, essendo presente un piccolo "klippen", che costituisce la sommità del rilievo isolano. Tale klippen porta a contatto unità triassiche con unità giurassiche.

La tavola 1 'Carta geologica' della presente relazione riassume e sintetizza tutte le informazioni geologiche strutturali e geomorfologiche relative al sito in oggetto e ad un suo significativo intorno.

2.2 Descrizione delle unità cartografate.

Di seguito vengono dettagliatamente descritte le unità cartografate nella carta geologica.

Si rimanda per ulteriori dettagli alla documentazione fotografica, ai capitoli seguenti ed alla letteratura geologica specializzata.

Sono stati suddivise le seguenti formazioni affioranti dalla più recente.

DEPOSITI SUPERFICIALI

1. Depositi legati alle acque superficiali

lc - DEPOSITI LACUSTRI IN PLAGHE, FRAMMISTI A TERRENI DI RIPORTO E COLLUVIO: *Si tratta di depositi a prevalente granulometria fine, distribuiti discontinuamente lungo le rive dell'isola. I depositi tipicamente lacustri sono spesso rimaneggiati e frammisti a terreni di riporto messi in posto al fine di edificare, creare moli od attracchi e proteggere le sponde.*

cdd- DEPOSITI ALLUVIONALI DELLE AREE DI CONOIDE: *Prevalentemente costituiti da depositi sabbiosi, con matrice fine più o meno abbondante. Presenza di ghiaia e ciottoli poco arrotondati.*

2. Depositi legati alla gravità

dv – DEPOSITI DI VERSANTE : *sono costituiti da ciottoli e ghiaie, talora con scarsa matrice sabbioso limosa. I clasti sono angolosi e sono costituiti essenzialmente da calcare. In molte aree tali depositi presentano un coltre superficiale sciolta al di sotto della quale i depositi sono cementati.*

Presentano in genere scarsa copertura di suolo vegetale.

Questi depositi sono distribuiti prevalentemente sul fianco meridionale ed orientale dell'isola, ove sono presenti ripide pareti calcaree da cui si origina il detrito.

dd – DEPOSITI DETRITICI: *Prevalentemente costituiti da sabbie e ghiaie immerse in matrice limosa, con elementi lapidei del substrato roccioso più o meno alterati. I clasti sono prevalentemente angolosi e di natura calcarea, anche se si possono riscontrare in misura minore clasti subarrotondati di origine cristallina. Questi depositi sono costituiti da accumuli eluvio colluviali, di frana e di versante rimaneggiati.*

Sono disposti in plaghe di forma e spessore molto irregolare e spesso sono coalescenti con altri depositi, in particolare quelli glaciali. Presentano una copertura di suolo abbastanza sviluppato.

Tali depositi sono distribuiti su tutto il territorio comunale, prevalentemente a valle di orli di terrazzi morfologici, ove la pendenza favorisce il processo di colluviamento e di rimaneggiamento.

3. Depositi glaciali e fluvioglaciali

gl1 – DEPOSITI GLACIALI E FLUVIOGLACIALI RECENTI (WURM) : *Prevalentemente costituiti da ghiaie e sabbie a cui si associano ciottoli e talora massi. E' presente una discontinua matrice limosa. I clasti sono da subarrotondati a subangolosi. Prevalgono i clasti di natura calcarea. Aspetto caotico dei depositi, che occasionalmente possono essere debolmente cementati.*

gl2 – DEPOSITI GLACIALI E FLUVIOGLACIALI ANTICHI: *Costituiti da depositi prevalentemente ghiaioso sabbiosi in genere immersi in matrice limosa. Clasti poligenici subarrotondati. L'età relativa più antica rispetto ai depositi precedenti è in genere testimoniata dalla presenza di una maggior matrice limosa e di un maggior grado di alterazione dei clasti.*

SUBSTRATO ROCCIOSO

CM – FORMAZIONE DEL 'CALCARE DI MOLTRASIO' : *Calcare micritici di colore da grigio scuro a nerastro, con selce in liste o noduli; localmente con interstrati marnosi. Patina di alterazione di colore nocciola. Stratificazione generalmente evidente con strati decimetrici; variabile da sottile a spessa, piano parallela. Affiorano ampiamente nel settore orientale ed in parte in quello meridionale dell'area. **Lias inferiore, Sinemuriano***

DC – FORMAZIONE DELLA 'DOLOMIA A CHONCODON' : *Costituita da banchi di calcare e calcare dolomitico compatto talora oolitico, di colore variabile da grigio a nocciola. In alcuni punti la dolomitizzazione irregolare porta ad obliterare le strutture sedimentarie. E' una roccia compatta, scheggiata, a stratificazione da ben distinta a massiva. Tale formazione affiora limitatamente nella parte sommitale del rilievo isolano. **Trias superiore, Retico.***

2.3 Considerazioni generali

Con l'illustrazione delle unità geologico-formazionali sopra descritte risulta più immediato comprendere l'assetto geologico che interessa l'area in esame.

I lati orientale e meridionale dell'isola sono occupati da acclivi pareti in cui affiorano i calcari stratificati appartenenti al Calcare di Moltrasio. La stratificazione immerge verso i quadranti sud-occidentali e nord-occidentali ad angolo variabile tra 20° e 40°.

La sommità dell'isola è costituita da un klippen che porta a contatto la Dolomia a Conchodon con i sottostanti Calcari di Moltrasio. La natura tettonica del contatto è testimoniata, oltre che da evidenze strutturali, dalla invertita polarità stratigrafica del contatto. Infatti gli strati della Dolomia a Conchodon sono soprastanti ai più recenti sedimenti appartenenti alla formazione dei Calcari di Moltrasio. Inoltre l'assetto della stratificazione nella Dolomia a Conchodon è discordante rispetto alla sottostante formazione di Moltrasio. Gli strati immergono infatti verso Est con inclinazioni variabili tra 10° e 20°.

La porzione meridionale dell'isola e parte di quella orientale è occupata da estese placche di depositi di versante, originatisi dalle pareti calcaree, talora subverticali.

La aree urbanizzate o comunque maggiormente antropizzate sono invece generalmente ubicate in corrispondenza dei depositi quaternari, costituiti in prevalenza da depositi glaciali (morene) o fluvio-glaciali. Tali depositi sono diffusamente distribuiti sugli estesi terrazzi morfologici che costituiscono il versante occidentale dell'isola.

L'attribuzione di un determinato ambito territoriale a uno o all'altro deposito quaternario non è sempre oggettivamente semplice, proprio perché per loro natura questi depositi sono in continua evoluzione e rimaneggiamento e possono essere classificati diversamente a secondo dell'agente che si considera prioritario nell'assunzione dell'attuale aspetto. Si è generalmente privilegiato l'aspetto geomorfologico più pertinente alla comprensione dell'assetto territoriale generale ai fini urbanistici.

3 ANALISI GEOMORFOLOGICA

3.1 Cenni metodologici

Per la redazione della '*Carta geomorfologica*' (tavola 2), ci si è basati sulle informazioni ricavate da fotointerpretazione e da rilevamenti sul terreno. Tali informazioni sono state integrate e confrontate con quanto riportato nella Carta Inventario dei Dissesti in scala 1: 10.000, redatta dalla Regione Lombardia.

Per il territorio in esame la cartografia PAI, in particolare l'allegato 4, elaborato 2, non segnala aree in dissesto; ma, come meglio descritto nel capitolo 6, nel corso del presente studio è stata redatta la carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (Tavola 6) in ottemperanza alle prescrizioni normative a riguardo.

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame sono collegate direttamente alla sua storia ed assetto geologico: l'esistenza di una situazione di passaggio fra gli elementi rivieraschi, i terrazzi glaciali e le scarpate ed i livelli morenici di varia età con gli affioramenti rocciosi triassico-giurassici, segnano con evidenza le diverse condizioni morfologiche del versante e le problematiche conseguenti.

Già ad un'osservazione preliminare del territorio di Monte Isola spicca la sua conformazione marcatamente asimmetrica. Si distingue infatti nettamente la conformazione geomorfologica del versante orientale, ove si raggiungono pendenze elevate, che sfiorano il 100%, con pareti subverticali e prevalente roccia subaffiorante. Il versante occidentale è invece caratterizzato da ampi terrazzi morfologici a bassa pendenza, disposti su più livelli, delimitati da orli di scarpata morfologica a valle dei quali sono presenti tratti di versante da mediamente a molto acclivi. Tale assetto particolare dei versanti è da ricondurre all'azione combinata dei ghiacciai e della gravità. Infatti l'azione modellatrice dei ghiacciai ha probabilmente lasciato un'impronta così differenziata sui due versanti a causa dell'assetto del substrato roccioso, che immerge in genere verso Ovest. Dalle informazioni desunte dalla Carta inventario dei dissesti, redatta dalla Regione Lombardia, si osserva inoltre che il lato occidentale è occupato da fenomeni di dissesto, per lo più stabilizzati di notevole estensione (probabilmente collegati all'ultima fase di ritiro dei ghiacciai), che potrebbero giustificare la morfologia attuale, con zone subpianeggianti intervallate a pendii più ripidi.

Con la '*Carta geomorfologica*' (tavola 2), in conformità con la normativa vigente, ci si pone l'obiettivo di fornire un quadro completo della situazione globale del rischio idrogeologico del territorio e del contesto in cui si dovranno realizzare le linee guida alla pianificazione comunale, quali:

- forme e processi legati alla gravità: legati alla concomitanza di tutta una serie di fattori quali, in particolare l'acclività, l'erosione per acque circolanti concentrate o diffuse, l'azione disgregante della vegetazione, ecc.. Si sono riportate le frane principali sia attive che quiescenti che stabilizzate, quali pareti origine di crolli, falde di detrito rimobilizzabile, scivolamenti di roccia o terreno, colate di detrito, gli orli di scarpata in evoluzione ed i piccoli dissesti franosi presenti sul territorio
- forme e processi legati allo scorrimento delle acque superficiali: la presenza di impluvi a carattere stagionale, con regimi irregolari, più o meno accentuati a secondo della variazione delle condizioni climatiche e di pronunciati cambi di pendenza, sono la causa diretta di potenziali episodi esondativi, che interessano alcune limitate aree del territorio, di cui si parlerà diffusamente e puntualmente in seguito. Si sono segnalati preliminarmente gli alvei in evoluzione, le aree interessate da ruscellamento diffuso, i conoidi fluviali, gli orli di incisione torrentizia.
- forme e processi legati all'attività glaciale: mentre a buona parte dei fenomeni glaciali si sono attualmente sovrapposti processi legati alle acque superficiali che hanno riattivato e modificato le originarie forme glaciali, è possibile individuare i principali orli di morenica che conservano uno specifico significato geomorfologico.

Per il riconoscimento e la classificazione degli eventi geomorfologici ci si è basati, come esplicitamente consigliato dalla normativa vigente, su quanto riportato nello studio predisposto dal Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia: "Studio di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo" a cura di G.B. Pellegrini, A. Carton et Alii - Geografia fisica e dinamica quaternaria, 1993.

3.2 *Descrizione dei principali processi cartografati*

La situazione geomorfologica dell'area è intrinsecamente collegata alla sua storia geologica e strutturale: in particolare l'esistenza di una situazione di passaggio fra ambienti morenici e fluvio-glaciali di varia età è il motivo dominante di tutto il territorio antropizzato, sia a grande scala (esistenza di terrazzamenti morenici e fluvio-glaciali, presenza di corsi d'acqua in evoluzione con piccoli conoidi attivi) che a scala più ridotta.

Di notevole importanza per il territorio in esame sono le pareti di crollo, che anche in tempi recenti hanno provocato problemi alle infrastrutture e gli accumuli detritici presenti alla base delle pareti rocciose, che possono in parte venire rimobilizzate da scivolamenti e colate di detrito. Discorso a parte meritano i

conoidi, in genere di piccole dimensioni: si tratta di aree (a forma generalmente triangolare) ubicate alla base di torrenti a forte stagionalità e quasi sempre asciutti che scendono dai versanti e formati nel corso del tempo dai detriti dello stesso; per loro natura quindi conoide è sinonimo di area potenzialmente interessata dall'erosione dei torrenti (a seconda di cicli temporali legati soprattutto alle variazioni climatiche); si tratta di un argomento fondamentale che verrà esaurientemente discusso in un prossimo capitolo.

Nel dettaglio è possibile individuare alcuni elementi geomorfologici che caratterizzano il paesaggio e la sua evoluzione e che sono riportati nell'elaborato in oggetto; si fa inoltre riferimento alla documentazione fotografica riportata nell'allegato B.

Gli elementi sono stati cartografati suddivisi come previsto dalla normativa:

1. FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'

NICCHIA DI FRANA QUIESCENTE / INATTIVA: sono forme legate generalmente alle pareti rocciose subverticali od a scarpate nei depositi quaternari in particolare evoluzione ed arretramento generalmente a causa di agenti esogeni (crioclastismo, piogge o nevicate). Indicano inoltre le scarpate riconducibili a movimenti di versante attivi in epoca remota, in un contesto ambientale e climatico molto differente rispetto all'attuale.

PARETE ORIGINE DI CROLLI DIFFUSI DI SINGOLI MASSI: sono indicate le principali pareti rocciose da cui si è verificato o si può verificare distacco di massi rocciosi. Questo processo è una problematica di rilievo per il comune di Monte Isola, essendo presenti estesi tratti di versante in cui sono verificati tali fenomeni. Sono distribuite lungo i versanti orientali e meridionali dell'isola.

ACCUMULO DI FRANA ATTIVO / QUIESCENTE / INATTIVO: nel territorio comunale di Monte Isola sono presenti frane relitte estese, prevalentemente in roccia. Le frane attive e/o quiescenti consistono principalmente in scivolamenti e/o colate di detrito. I dissesti quiescenti sono in genere di piccole dimensioni, e sono presenti in numero limitato e distribuite su tutto il territorio comunale. Da segnalare le frane attive presenti sulla porzione meridionale dell'isola, Tali dissesti consistono in rimobilizzazioni di detrito di versante tramite scivolamenti o colate di detrito grossolano.

IMPLUVIO INTERESSATO DA COLATE DETRITICHE: con tale voce vengono indicati quegli impluvi, non necessariamente solcati da corsi d'acqua, in cui si combina la convergenza del deflusso idrico superficiale o subsuperficiale con la presenza di pendenze medio alte e di detrito mobilizzabile ad opera di colate.

ACCUMULI DI COLATE DI DETRITO: si riferisce a morfologie di accumulo, poste allo sbocco di impluvi potenzialmente soggetti a fenomeni di colate di detrito.

PICCOLA FENOMENO FRANOSO NON FEDELMENTE CARTOGRAFABILE: sono numerosi i piccoli smottamenti corticali legati alla normale evoluzione delle coperture od a fenomeni erosivi più o meno accentuati. Sono molto frequenti anche i dissesti che si innescano nelle aree terrazzate, quali scivolamenti o rotture del bordo esterno dei terrazzi. Forniscono utili indicazioni sullo stato degli ammassi o sulle aree di copertura potenzialmente rimobilizzabili e sono un elemento di valutazione del grado di rischio di particolare valore.

AREA INTERESSATA DA SOLIFLUSSO GENERALIZZATO: soprattutto in aree fortemente acclivi, con coperture limitate sul substrato roccioso sono segnalati fenomeni generalizzati di soliflusso, da considerare opportunamente come fattore di evoluzione areale importante.

AREA INTERESSATA DA ROTOLAMENTO DI BLOCCHI DA DEPOSITI GLACIALI: l'azione erosiva delle acque superficiali può portare alla luce ed isolare i blocchi presenti all'interno dei depositi di origine glaciale. Talora tali elementi sono posti su versanti molto acclivi e possono essere rimobilizzati.

ORLO DI SCARPATA MORFOLOGICA: con tale termine vengono indicate le rotture di pendenze molto marcate, la cui origine può essere originariamente anche di origine glaciale, ma su cui si è successivamente impostata l'azione modellatrice della gravità.

2. FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLO SCORRIMENTO DELLA ACQUE SUPERFICIALI

CONO ALLUVIONALE E DI ORIGINE MISTA: quello dei cono di deiezione (fluviale, lacuale o misto con detriti di versante) è un fenomeno importante. I cono hanno generalmente dimensioni limitate; ciò è dovuto principalmente alla limitata estensione dei rispettivi bacini a monte. Nella carta geomorfologica sono riportati specificando le aree attive da quelle inattive.

A causa della scala di redazione della carta tali limiti debbono essere considerati indicativi, mentre per una maggiore dettaglio si rimanda alle cartografie di Sintesi ed alle schede delle conoidi riportate in allegato.

ORLO DI INCISIONE TORRENTIZIA: è un elemento geomorfologico molto caratteristico. I corsi d'acqua, tutti di carattere effimero, si presentano in alcuni tratti incassati in vallecole molto incise, delimitate da orli di scarpate netti. Tali elementi sono di rilevanza geomorfologica e debbono essere tenuti in opportuna considerazione in fase di pianificazione territoriale. Infatti sui ripidi versanti che delimitano tali incisione sono molto frequenti dissesti nelle coperture.

SOLCO DI RUSCELLAMENTO CONCENTRATO: indica le aree in cui si ha convergenza del deflusso superficiale, che può portare anche all'innesco di fenomeni erosivi.

AREA INTERESSATA DA RUSCELLAMENTO DIFFUSO: sono zone soggette a dilavamento delle acque piovane non incanalate che creano fenomeni di microerosione di tipo laminare o a solchi; sono tipiche delle aree dove non è organizzato un reticolo idrografico maturo.

ALVEO IN APPROFONDIMENTO: interessano prevalentemente i depositi sciolti o le aree più tettonizzate e fratturate del substrato. Si tratta di solchi molto incisi, con frequenti salti in roccia, in cui è attiva l'azione di erosione e disgregazione operata dalle acque correnti.

3. FORME, PROCESSI LEGATI ALL'ATTIVITA' GLACIALE

CORDONE MORENICO: è uno degli elementi morfologici principali legati all'attività glaciale. Sono stati riconosciuti allineamenti di creste moreniche sul versante occidentale dell'isola, con prevalente direzione Nord – Sud.

3.3 *Analisi di dettaglio geomorfologica*

Gli elementi raccolti da una attenta e prolungata campagna di indagini, confrontata con tutto il materiale bibliografico disponibile, ha permesso di fotografare la situazione del territorio di Monte Isola mettendo in evidenza tutte le possibili problematiche geologiche esistenti.

Per la redazione della carta di fattibilità è necessario tradurre tutte le informazioni raccolte in aree a diversa pericolosità, valutandone i rischi conseguenti per le opere antropiche esistenti.

Per questa valutazione è quindi necessario utilizzare un approccio che schematizzi il più possibile le informazioni geomorfologiche ed idrogeologiche raccolte e, a secondo della tipologia del fenomeno, ne suddivida l'area sottesa in fasce a diverso grado di pericolosità.

Ove possibile si sono utilizzati gli stessi criteri suggeriti dalla Regione Lombardia nella DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374 così come completati nel DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616 (bencè uscito molto dopo la data di incarico per il presente studio), in particolare per quanto riguarda la valutazione delle pareti rocciose e delle aree di conoide.

Data la peculiarità del nostro territorio e la presenza di fattori caratteristici non sempre le schematizzazioni proposte nei criteri succitati sono tecnicamente soddisfacenti per il raggiungimento dell'obiettivo; talvolta sono infatti praticamente impossibili da ottenere certi parametri di partenza, sia di tipo geomeccanico che morfologico.

Si sono comunque utilizzati al meglio tutti i criteri attualmente più diffusi ed oggettivi per la valutazione; lo scrivente si è quindi assunta la responsabilità di definire, nelle situazioni controverse una valutazione ragionevolmente conservativa a vantaggio della sicurezza.

Nei prossimi paragrafi si illustrano con maggior dettaglio questi passaggi intermedi che hanno portato all'assunzione dei criteri relativi alla fattibilità che verranno illustrati nel proseguio del lavoro.

3.3.1 Definizione dei rischi e scenari conseguenti nelle zone di dissesto

Gli scenari sono :

- aree con pareti verticali di roccia : sono di particolare interesse le pareti poste sui versanti orientali e meridionali dell'isola perché ubicate in aree prossime al tessuto urbanizzato o alla rete viaria e con fenomeni ricorrenti nel tempo.
- aree con dissesti evoluti in depositi quaternari: non si hanno grossi fenomeni franosi in aree contigue al tessuto urbano. A tale categoria appartengono le rimobilizzazioni di detrito dei depositi di versante ed altri limitati scivolamenti e colate.
- incisioni torrentizie: gli alvei dei torrenti sono in alcuni casi delimitati da sponde molto incise, con pareti molto acclivi. In corrispondenza ed in prossimità di tali sponde si verificano dei dissesti puntuali. Le edificazioni andranno pertanto mantenute a debita distanza dagli orli di tali scarpate.

- risulta inoltre problematica la situazione idraulica ed idrogeologica dei corsi d'acqua, seppur di carattere stagionale. Sono presenti infatti alcune restrizioni della sezione di deflusso ed opere di tombinatura che necessitano di una attenzione particolare soprattutto in particolari ed eccezionali condizioni meteoriche ; a questo proposito si sono identificate oltre ad alcune strozzature ed attraversamenti anche alcune zone di conoidi, in cui è possibile che si manifestino fenomeni di esondazione o trasporto in massa di detrito.
- Un cenno a parte è necessario relativamente alla circolazione subsuperficiale delle acque che circolano nei depositi sciolti detritici parzialmente cementati per affiorare talvolta improvvisamente in nicchie al di sopra del substrato roccioso, alcune delle quali identificate in prossimità di intagli stradali. Si tratta di elementi di difficile individuazione ma che possono creare fenomeni improvvisi con interazioni negative con le opere viarie ed i manufatti e con gli eventuali utenti. Anche di questo si deve tenere conto nelle fasi successive

3.3.2 Dissesti lungo pareti rocciose verticali

Questo tipo di fenomeni diffusi nei settori sud ed est dell'isola sono stati studiati nell'ambito di progetti per la messa in sicurezza delle zone più critiche (strada Peschiera Maraglio – Carzano; Strada Peschiera Sensole; strada Peschiera – Senzano)

Si riportano quindi alcune caratteristiche peculiari dei fronti rocciosi in esame:

- gli ammassi rocciosi appartengono ad un'unica unità formazionale costituita dai calcari grigiastri ad interstrato marnoso poco alterati
- dal punto di vista giaciturale la stratificazione immerge generalmente verso ovest ($240^\circ - 300^\circ$) con inclinazioni variabili tra 20° e 30° , e massimo di 40° .
- sono presenti 4 famiglie di discontinuità, ed il grado di fatturazione varia localmente
- le caratteristiche di stabilità variano principalmente a secondo del rapporto fra le giaciture di discontinuità, e l'immersione della parete rocciosa e/o degli intagli artificiali. In particolare la presenza di un sistema di discontinuità (indicato come K1), immergente verso Est ad alto angolo e di un sistema di discontinuità (indicato come k2) ortogonale a K1 ed alla stratificazione, può portare all'isolamento di blocchi rocciosi, con distacco e rotolamento dei blocchi stessi.

Le principali famiglie di fratture considerate sono le seguenti :

Stratificazione 279°/29°, K1 092°/59°, K2 003°/86°, K3 139°/72°, K4 045°/74°.

Le caratterizzazione dell'ammasso si può così mediamente rappresentare :

Descrizione litologica: calcari selciferi in strati da decimetrici a metrici ad interstrato marnoso di spessore variabile tra pochi millimetri e 10 cm.

Peso di volume dell'ammasso: tra 2.7 t/m³ e 2.9 t/m³

Classificazione RMR: valori compresi nel range 41 – 80 classe II e classe III (Buona - Discreta)

Indice di densità di discontinuità : variabile tra 18.6 disc/m³ e 97.5 disc/m³

Persistenza discontinuità : 50 % - 100 %

Angolo d'attrito: 39°

Coesione: 340 KPa

Modulo di deformabilità E: 36 GPa

Sulla base delle analisi eseguite in diversi studi si è appurato che:

- è possibile avere scivolamenti e crolli di blocchi rocciosi lungo i piani K1, svincolati dalla stratificazione e dalla discontinuità K2.
- è possibile avere scivolamenti a cuneo guidati dai sistemi di discontinuità presenti
- è possibile avere il distacco di blocchi dal ciglio delle pareti aggettanti.

In questo paragrafo verrà richiamato quanto presentato nel vecchio studio geologico a supporto del PRG effettuato sulla base delle indicazioni riportate nei criteri predisposti ai sensi della L. 267/98, criteri che sono stati riportati e ripresi anche nelle normative successive.

In tal modo, si sono predisposte aree a caratteristiche omogenee e si è effettuata una zonazione della pericolosità (vedi allegato D) che ha permesso di esprimere con particolare accuratezza le classi di fattibilità da utilizzare in questa porzione del territorio. Nell'analisi si è tenuto in debito conto della presenza di opere di difesa realizzate.

Alle zone comprese tra le aree di distacco e le opere di difesa realizzate è stata pertanto assegnata la classe di pericolosità H4 (zona di transito ed arresto del 70% dei blocchi). Alla sottile fascia posta in corrispondenza delle opere di difesa viene assegnata la classe di pericolosità H3 (zona di arresto del 95%

dei blocchi) , mentre alla fascia a valle delle opere di difesa viene assegnata la classe di pericolosità H2 (zona di arresto del 100% dei blocchi).

Dall'incrocio del valore degli elementi a rischio, secondo le classi di uso del suolo contemplate nelle procedure regionali della zonazione di pericolosità, con la pericolosità, è stata quindi redatta la carta del rischio, individuando le 4 classi di rischio da R1 a R4.

3.3.3 Rischi e scenari nelle aree di conoide

Così come specificato nel precedente paragrafo anche per le conoidi verrà richiamato quanto presentato nel vecchio studio geologico a supporto del PRG effettuato sulla base delle indicazioni riportate nei criteri predisposti ai sensi della L. 267/98, criteri che sono stati riportati, ripresi e completati anche nelle normative successive.

Sono state predisposte aree a caratteristiche omogenee e si è effettuata una zonazione della pericolosità che ha permesso di esprimere le classi di fattibilità da utilizzare su questi apparati, che, in effetti, sono generalmente poco sviluppati in tutto il territorio comunale.

Il metodo standardizzato utilizzato deriva dallo studio di Aulitzky (1982) poi ripreso da altri (Kellerhals & Church, Ceriani et al,...), eminentemente legato alla valutazione idrogeologica e geomorfologica di un singolo impluvio; non è collegato a particolari valutazioni idrauliche, che utilmente compendiano il metodo ma che, soprattutto in casi come quello in oggetto non sono indispensabili, per le caratteristiche di naturalità dei piccoli impluvi sottesi.

La procedura prevede un'analisi storica degli eventi registrati in conoide, seguita da una caratterizzazione geomorfologica ed idraulica del conoide. In particolare devono essere ricavati:

- 1 Caratterizzazione geologica e geomorfologica del bacino,
- 2 Analisi idrologica
- 3 I punti critici quali sezioni ristrette, attraversamenti e curve,
- 4 Il grado di incisione del canale principale nei vari settori del conoide,
- 5 I settori con diversa influenza sulle portate solido-liquide, quali restringimenti, diminuzioni di pendenze e curve,
- 6 Zone che possono catturare, deviare o modificare il deflusso, quali paleoalvei, viabilità ed attraversamenti di fondo alveo

- 7 Opere idrauliche nel bacino e sulla conoide e loro grado di efficacia,
- 8 Censimento di attraversamenti e valutazione della loro influenza sul deflusso
- 9 Stima del volume massimo mobilizzabile.

Non è stato possibile ricavare tutte le informazioni richieste in particolare le analisi storiche non hanno portato alla determinazione di eventi di rilievo nel passato. Lo studio di pericolosità dei conoidi non ha contemplato l'esecuzione di alcune analisi di dettaglio, quali l'analisi idrologica, di difficile applicabilità a causa della modesta estensione del bacino e dell'apparato di conoide.

Si ricorda che i conoidi sono in linea generale da considerarsi aree ad elevata pericolosità, in quanto possono essere oggetto di colate di detrito tipo 'debris flow'. Tali fenomeni sono i più temuti e pericolosi fenomeni di trasporto di massa, particolarmente pericolosi in quanto le colate si muovono con velocità notevolmente elevate e possiedono una enorme forza distruttiva.

Tanto per dare un'idea, negli studi effettuati a riguardo si calcola che per colate di spessore medio un metro (massimo 2 metri) hanno velocità comprese fra 0,5 e 20 m/s nel caso di colate caratterizzate da materiali di grandi dimensioni (ghiaia, ciottoli e blocchi) e velocità comprese fra 0,3 e 40 m/s nel caso di colate di fango.

Sulla base delle formule esistenti in letteratura (Takahashi, 1991) si ottengono le seguenti indicazioni :

- in condizioni geologiche del tipo in oggetto si può avere mobilizzazione parziale in un alveo con pendenza superiore a 14 % (debris flood)
- si può avere mobilizzazione totale (debris flow vero e proprio) per pendenze superiori al 20-27 %

Inoltre sono in generale da considerare più a rischio :

- le aree apicali del conoide
- le aree a valle delle più significative strettoie d'alveo
- le aree più depresse

Gli approcci teorici sopra riportati, continuamente e puntualmente verificati in sito, in modo da tendere a risultati il più possibile congruenti con la realtà dei luoghi, hanno permesso di giungere ad una zonizzazione delle aree in cui è più probabile il rischio di sovralluvionamenti e colate a seguito di particolari condizioni ambientali; sarà importante a questo proposito mantenere il più possibile gli alvei degli impluvi puliti da detriti o materiale rimobilizzabile (quale legname o foglie) per evitare di aumentare il pericolo durante gli eventi parossistici.

Le procedure di zonazione di pericolosità sono state applicate sulle tre principali conoidi presenti all'interno del territorio comunale, e cioè la conoide del Rio Terra Promessa, la conoide del Rio di Olzano, e la conoide del Campeggio di Carzano. Queste sono le tre conoidi maggiori, site inoltre in prossimità di insediamenti antropici, alcuni dei quali di rilevante interesse, quale è il campeggio. Si è pertanto applicata la procedura di determinazione della pericolosità e del rischio al fine di ottenere una visione dettagliata e meglio definire le classi di fattibilità.

Data le ridotte dimensioni delle conoidi la procedura di zonazione ha contemplato l'utilizzo di tre sole classi di pericolosità, e cioè pericolosità bassa (corrispondente alle classi di pericolosità H1 ed H2), cioè pericolosità media (corrispondente alla classe di pericolosità H3) e cioè pericolosità alta (corrispondente alle classi di pericolosità H4 ed H5).

Analogamente a quanto fatto per le pareti di crollo sono stati incrociati il valore degli elementi a rischio, secondo le classi di uso del suolo contemplate nelle procedure regionali della zonazione di pericolosità, con la pericolosità, è stata quindi redatta la carta del rischio, individuando le 4 classi di rischio da R1 a R4.

Si ribadisce infine il concetto che, nella valutazione di fenomeni di tipo e idrogeologico e geomorfologico esiste comunque una certa soggettività nell'interpretazione dei segni e nella valutazione del peso da dare ad alcune caratteristiche, e quindi nella previsione dell'evoluzione e degli scenari futuri.

Per questo, si rimanda a quanto riportato nella normativa vigente (che verrà puntualmente ripresa in sede di norme geologiche di piano) come bene scritto anche nella recente DGR 30 novembre 2011 ripubblicata sul BURL n. 3 serie ordinaria del 19 gennaio 2012 che *'la mitigazione del rischio che si consegue con le opere non può essere assoluta, in quanto permarrà sempre presente una quota, per quanto limitata, di rischio residuo, dovuto all'aleatorietà intrinseca nel prevedere i fenomeni di dissesto e la loro evoluzione;... le conseguenze del rischio residuo sull'incolumità delle persone e sull'integrità delle strutture sono funzione*

della tipologia del fenomeno e dell'intensità e aleatorietà con cui si manifesta; da questo punto di vista, in particolare, crolli di roccia, caduta sassi, trasporti in massa lungo versanti Rientrano tra le tipologie più delicate e problematiche da affrontare ... e necessitano di cautele superiori rispetto a quelle per mitigazione di altri tipi di dissesto..' (da : Parte 3, considerazioni generali pag. 36 BURL citato) con le conseguenti azioni di tutela necessarie in caso di svincoli per eventuali trasformazioni urbanistiche.

3.4 Considerazioni generali

L'assetto morfologico attuale dell'isola risente dell'azione combinata prevalente dei ghiacciai e della gravità. Elemento caratteristico del territorio è la presenza di ripidi versanti sul fianco meridionale ed orientale dell'isola, da cui si possono verificare fenomeni gravitativi, in alcuni casi di non particolare intensità, ma sicuramente di elevata frequenza e diffusione areale, quali crolli di massi di roccia e colate di detrito dovute alla rimobilizzazione in massa di accumuli di versante sciolti.

Eventuali fenomeni di crollo importanti a carattere del tutto eccezionale potrebbero anche interessare le porzioni più elevate dei versanti (anche a partire da sotto Santuario della Ceriola).

Sul versante occidentale e settentrionale l'elemento caratteristico è rappresentato dai terrazzo morfologici. Mentre all'interno di tali conformazioni morfologiche si osservano pendenze modeste, nei tratti di versante di raccordo con le rive lacustri o tra i diversi terrazzi morfologici l'energia del rilievo combinata con la presenza di coperture quaternarie può favorire l'innescò di dissesti nelle medesime, in genere di modesta entità. In queste zone i fenomeni di dissesto gravitativi sono per lo più limitati in posizione ed estensione oppure sono da attribuire a movimenti ormai stabilizzati ed antichi per lo più risalenti al periodo post-glaciale.

Sono inoltre da ricordare i fenomeni geomorfologici che possono verificarsi lungo i corsi idrici e lungo le ripide incisioni torrentizie, quali alluvionamento, trasporto di detrito ed innescò di scivolamenti spondali, nonché criticità in punti idraulici sottodimensionati nel caso di forti portate collegate a notevole trasporto solido di vegetazione e/o detriti.

Per evitare che una scorretta gestione del territorio provochi danni considerevoli all'ambiente naturale con conseguenze anche catastrofiche per persone o cose e necessario tenere nel debito conto tutti i segnali e le evidenze analiticamente riportate in carta e studiate con maggior dettaglio nel proseguo dello studio ed attivare tutte le norme e le procedure necessarie a riguardo a partire da regolari pulizie e manutenzioni.

4 CARTA IDROGEOLOGICA

4.1 Cenni di idrografia

La rete idrografica di Monte Isola si presenta assai poco sviluppata. Sul territorio comunale sono stati identificati infatti solo 4 impluvi con delle caratteristiche assimilabili a corsi d'acqua, tutti di carattere effimero. Tre di questi, e cioè il Rio Olzano, il Rio Terra Promessa ed il Rio (senza nome) che da Senzano scende verso Sensole sono indicati sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. Il rimanente corso sfocia presso il campeggio a Carzano (anch'esso è di tipo effimero, con comportamento da colatori/canali di drenaggio).

Tutti i corsi d'acqua sono di modesta estensione, avendo una lunghezza massima di 800 m e si presentano poco sviluppati, essendo costituiti da una sola asta. Anche i rispettivi bacini sono molto modesti, avendo un'area massima di 0.08 km². Tali corsi d'acqua si attivano solo in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi, rimanendo in secca per i restanti periodi. Ciò ha determinato la diminuzione della coscienza della loro presenza nel territorio, ed in alcuni casi alla occupazione delle aree di pertinenza di tali corsi, anche con manufatti ed opere permanenti.

4.2 Cenni di idrogeologia

Per quanto riguarda la situazione idrogeologica si può preventivamente osservare che :

- esistono diverse problematiche legate alle due principali tipologie litologiche; i rilievi rocciosi ed i depositi sciolti .
- i rilievi rocciosi hanno generalmente composizione carbonatica; il circolo delle acque avviene attraverso le fratture esistenti ed è inoltre ipotizzabile la presenza un sistema carsico sotterraneo. Nel settore montuoso l'acquifero si presenta per sua natura come variabile, con la presenza di piccole falde superficiali a sviluppo eterogeneo nella copertura ed in comunicazione con una circolazione idrica per percolazione nei depositi sciolti e per fessurazione nei sottostanti ammassi rocciosi, soprattutto all'interno della porzione fratturata ed alterata più superficiale; si tratta comunque di fenomeni che coinvolgono quantità d'acqua in genere modeste.
- all'interno del territorio comunale non sono presenti sorgenti , testimoniando come il livello di eventuali falde sia profondo, sito comunque al di sotto del livello del lago. Sono segnalate solo sulle ripide pareti orientali delle modestissime venute di acqua, molto ricche in carbonato di calcio, come testimoniato dalle evidenti incrostazioni calcaree presenti sulle pareti. Tale fenomeni indicano quindi che sono attivi

all'interno del rilievo carbonatico dei circuiti carsici di limitata entità. Come si accennava la possibile ed improvvisa risorgenza di acque da alcuni punti può provocare interazioni negative con i manufatti e le opere viarie ed i loro utenti.

- non sono segnalati pozzi di approvvigionamento idrico all'interno del comune di Monte Isola. L'approvvigionamento idrico dell'intero territorio comunale è affidato alla captazione delle acque del lago di Iseo, opportunamente potabilizzate.

A causa della sua natura, la vulnerabilità di questo complesso sistema idrogeologico è difficilmente quantificabile in generale; è possibile comunque stabilire dei criteri di base per la sua determinazione.

Si è ritenuto utile suddividere tutto il territorio comunale in unità idrogeologiche che, dopo una breve descrizione delle caratteristiche generali degli acquiferi definisca delle classi di massima per quanto riguarda la permeabilità e la vulnerabilità in ogni ambito a partire dalle modalità di circolazione dei fluidi e dal modello idrogeologico specifico.

Nel paragrafo seguente si tratteggiano i criteri di base su cui si sono definite le diverse unità riportate nella tavola 3 '**Carta idrogeologica**'.

6.3 Criteri per la caratterizzazione delle unità idrogeologiche

I valori di permeabilità sono stati stimati su grande scala utilizzando *range* di ragionevole ampiezza. In mancanza di prove di permeabilità e di portata, che per costi e caratteristiche non sono compatibili con l'incarico in oggetto, vista anche la particolare situazione idrogeologica dell'isola e la mancanza di veri e propri pozzi, ci si è basati su un approccio empirico, fondato sui concetti teorici utilizzati negli studi idrogeologici generali.

La stima delle permeabilità, che è concettualmente differente nei terreni rispetto alle rocce e' stata effettuata in modo separato, valutando le diverse modalità di circolazione del fluido.

6.3.1 Valutazione della permeabilità in ammassi rocciosi

Nell'ambito delle unità del substrato roccioso che, dove sono integre, sono generalmente poco permeabili, non si può in realtà escludere la presenza di una notevole circolazione idrica, in concomitanza con le aree a minor cementazione, le cavità carsiche, le fratture, ecc...; nelle rocce la circolazione dei fluidi avviene infatti attraverso le discontinuità esistenti e quindi la permeabilità può essere molto variabile da punto a punto, per la diversa distribuzione delle discontinuità e per la forte anisotropia nelle caratteristiche di ogni ammasso.

Nelle formazioni mesozoiche infatti, prevalentemente carbonatiche, la permeabilità è regolata dalle discontinuità presenti e dalle loro caratteristiche geometriche e tecniche (frequenza, spaziatura, ampiezza delle discontinuità, riempimento, ecc).

Il fattore determinante la circolazione del fluido sono quindi le caratteristiche delle discontinuità: ad esempio se la giacitura delle discontinuità è su piani ortogonali al senso di scorrimento della falda il flusso idrico sarà impedito; viceversa si avrà la massima permeabilità' quando la giacitura delle discontinuità è su piani paralleli al senso di flusso.

Sulla base di considerazioni del genere ed utilizzando le teorie di flusso, in regime laminare, si sono preparate varie formule teoriche, da cui sono state ricavate anche relazioni sperimentali; basandosi su questi dati di letteratura, confrontati con i rilievi effettuati in sito, con la disposizione e la portata delle venute d'acqua censite, si è proceduto a stimare il valore di permeabilità delle unità rocciose presenti.

6.3.2 Valutazione della permeabilità nei terreni sciolti

Per una prima valutazione della permeabilità in terreni sciolti si è proceduto mediante il confronto fra i dati riportati in letteratura come tipici per le varie unità (si veda ad esempio le tabelle riportate nella fig. 3) ed il confronto con semplici formule empiriche, di vasto utilizzo (anche se molto approssimative) quali la formula di Hazen, che si basa sulle dimensioni dei grani valutata mediante apposita granulometria (si sono utilizzate le granulometrie esistenti relative ai lavori pregressi disponibili).

La formula dice che :

$$K = (D_{10})^2$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità espressi in m/s per 10^{-4}

D_{10} = diametro corrispondente al 10% di passante, espresso in millimetri

Sono state utilizzate le stratigrafie contenute in studi precedenti, che hanno permesso di caratterizzare litologicamente i terreni presenti.

Si ricorda che la permeabilità riportata è quella definita "subsuperficiale", cioè quella che rappresenta le porzioni dei depositi che devono essere attraversate dalle acque meteoriche e/o dai fluidi provenienti dal piano campagna per raggiungere la falda acquifera.

Come terminologia relativamente alla permeabilità nella suddivisione delle unità si è fatto riferimento al seguente schema :

Valore di permeabilità'	Definizione
$10 - 10^{-1}$ m/s	ELEVATA
$10^{-1} - 10^{-3}$ m/s	ALTA
$10^{-3} - 10^{-5}$ m/s	MEDIA
$10^{-5} - 10^{-8}$ m/s	BASSA
$10^{-8} - 10^{-12}$ m/s	NULLA

6.3.3 Valutazione del grado di vulnerabilità

La valutazione della vulnerabilità dell'acquifero costituisce un valido strumento di pianificazione territoriale in quanto mette in evidenza le zone in cui maggiore è la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di una eventuale fonte inquinante.

Diversi sono i fattori principali che regolano la vulnerabilità dell'acquifero; questi fattori (Civita, 1994) da una parte sono legati alla velocità di passaggio dalla superficie alla falda del potenziale inquinante,

dall'altra alle caratteristiche del deflusso sotterraneo e dai fenomeni di possibile attenuazione dell'impatto intrinseci all'ambiente.

In primissima approssimazione gli elementi più importanti che concorrono a questa valutazione sono legati a due fattori:

- lo spessore, la litologia e la permeabilità della copertura superficiale (strato non saturo)
- la profondità e le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero

Gli elementi principali da considerare, soprattutto nella valutazione della vulnerabilità verticale sono quindi la velocità di infiltrazione (V_i), la soggiacenza della falda (S) e, di riflesso, il tempo di arrivo (T_a) del potenziale inquinamento in falda; questi fattori sono legati da un rapporto del tipo:

$$T_a = S/V_i$$

Analoghi concetti determinano la valutazione della vulnerabilità orizzontale (che tiene conto della diffusione dell'inquinante nell'acquifero) e della vulnerabilità complessiva (data dal rapporto fra la vulnerabilità verticale e quella orizzontale); la stima di questi fattori richiede però la conoscenza di parametri che nel nostro caso non sono disponibili e andranno ricercati puntualmente a seguito di studi di dettaglio per ogni punto di captazione.

Pertanto si è stimata una vulnerabilità verticale, con i dati in nostro possesso, utilizzando come riferimento la semplice tabella seguente dove la vulnerabilità di un acquifero è legata direttamente alla durata del periodo necessario ad una sostanza inquinante per giungere dalla superficie alla falda.

TEMPO DI ARRIVO T_a	CLASSE DI VULNERABILITA'
> 20 ANNI	MOLTO BASSA
20 - 10 ANNI	BASSA
10 - 1 ANNO	MEDIA
1 ANNO - 1 SETTIMANA	ALTA
1 SETTIMANA - 24 ORE	ELEVATA
> 24 ORE	MOLTO ELEVATA

6.4 Unità idrogeologiche

Sulla base delle metodologie descritte nei precedenti paragrafi, sono state definite cinque unità idrogeologiche generali le cui caratteristiche sono omogenee alla scala considerata mentre, naturalmente, saranno eterogenee a scale maggiori; si tratta quindi di unità che hanno uno specifico significato in questa sede (pianificazione territoriale) ma non sono sufficientemente dettagliate per risolvere problemi specifici e puntuali.

1. TERRENI A PERMEABILITA' ALTA PER FRATTURAZIONE . Ammassi rocciosi prevalentemente carbonatici con permeabilità secondaria anche notevole, in presenza di faglie o fratture; presenza di circolazione carsica. Vulnerabilità degli acquiferi molto variabile in un campo di valori da medi ad alta.
2. TERRENI A PERMEABILITA' BASSA: Depositi lacustri, frammisti a terreni colluviali, a prevalente granulometria fine. Scarsa possibilità di circolazione idrica, vulnerabilità bassa.
3. TERRENI A PERMEABILITA' DA BASSA A MEDIA. Coperture di origine glaciale, recenti ed antiche, e depositi di natura detritica. Possibile modesta circolazione idrica soprattutto al contatto con il substrato roccioso integro. Vulnerabilità variabile, in genere media.
4. TERRENI A PERMEABILITA' DA MEDIA AD ALTA. Depositi di conoide. Possibile decremento di permeabilità in alcune zone coalescenti con accumuli colluviali o a granulometria più fine. Circolazione idrica molto probabile anche se di carattere stagionale. Vulnerabilità alta.
5. TERRENI A PERMEABILITA' DA ALTA AD ELEVATA. Depositi sciolti di versante ed accumuli di frana, talora cementati per circolazione idrica. E' possibile riscontrare la presenza di piccole falde sospese temporanee. Vulnerabilità da alta ad elevata.

6.5 La rete idrica di Monte Isola

Il comune di Monte Isola trae l'approvvigionamento di acque potabili da un'opera di captazione delle acque lacustri sita lungo la strada che da Peschiera Maraglio conduce a Carzano. Da qui le acque vengono portate ad un serbatoio di accumulo, sito ad una quota di circa 300 m s.l.m..

Da tale serbatoio si diparte la rete acquedottistica del comune, che segue le principali direttrici stradali che raggiungono le diverse frazioni dell'isola.

6.6 Ulteriori elementi cartografati

Nella Tavola n. 3 , oltre al reticolo idrografico ed alle unità idrogeologiche, sono stati riportati i seguenti elementi:

Aspetti idologici ed idrogeologici

- AREA CON DIFFICOLTA' DI DRENAGGIO E CON POSSIBILE RISTAGNO DI ACQUA: con tale simbolo sono state segnalate tutte le aree subpianeggianti o depresse, in cui si possono verificare difficoltà di smaltimento delle acque piovane, con conseguente fenomeni di ristagno.
- AREA DI POTENZIALE ESONDAZIONE DEI CORSI D'ACQUA: lungo i corsi d'acqua segnalati, sono state riportate le aree di potenziale esondazione, dovute a cause antropiche, quali sbarramenti ed opere di tombinatura, o a presenza di alveo poco inciso.
- VENUTE D'ACQUA DI MODESTA ENTITA'/RISORGIVE7PICCOLE BOCCHIE CARSICHE: soprattutto sui versanti orientale e meridionale sono riportate delle modeste venute d'acqua, molto ricche in carbonato di calcio, come testimoniato dalle evidenti incrostazioni calcaree presenti in prossimità delle emergenze di acqua. Tali venute sono da ricollegarsi alla presenza di modesti circuiti carsici poco profondi. La loro attivazione è sporadica ma può essere collegata a piccoli flussi di detrito, con la formazione di cavità e con possibili interazioni negative con quanto si trova immediatamente a valle.

Aspetti antropici

- OSTRUZIONI DI DEFLUSSO CAUSATE DA ATTRAVERSAMENTI OD OPERE DI TOMBINATURA. Lungo i corsi d'acqua sono presenti degli attraversamenti e delle opere di tombinatura che possono causare al libero deflusso delle acque, in particolar modo in occasione di eventi meteorologici intensi. Vengono segnalate le situazioni più eclatanti, soprattutto in riferimento alle possibili interazioni negative con strutture e manufatti
- TRATTO DI ALVEO TOMBINATO: in corrispondenza di alcuni nuclei urbani o delle strade, i corsi d'acqua vengono tombinati, in alcuni casi con sezioni critiche, richiamate nel punto precedente.

6.7 Considerazioni generali

Da una osservazione puntuale dell'elaborato descritto in questo capitolo si possono ricavare le seguenti considerazioni :

- a) I problemi legati all'idrogeologia che possono quindi influenzare la Pianificazione Territoriale sono condizionati dalla rete idrografica superficiale o dalla circolazione delle acque, anche a carattere episodico, nei primi metri del sottosuolo.
- b) Non esistendo captazioni idriche all'interno del territorio comunale non esistono problemi di vincoli dettati dalle fasce di rispetto di pozzi e sorgenti, secondo quanto dettato dalle normative vigenti.
- c) un altro elemento di rilievo è quello legato alle insufficienze idrauliche osservate lungo i corsi d'acqua; queste insufficienze sono collegate ad alcuni casi in cui la zona di alveo è stata occupata da manufatti, che possono portare a fenomeni di deviazione delle acque e di esondazione qualora nei rii scorresse acqua. Poiché la presenza di acqua è sporadica ed eccezionale si è probabilmente persa la percezione della funzione dell'alveo creando situazioni di oggettiva pericolosità. Situazione analoga si riscontra in corrispondenza delle aree di conoide. L'attuale disposizione delle abitazione e delle relative opere di urbanizzazione (in particolare strade) hanno talvolta interrotto la continuità delle linee di scorrimento degli impluvi e degli inevitabili fenomeni idrogeologici che prima o poi non è escluso possano avvenire. Pertanto l'aver individuato con particolare attenzione e precisione questi nodi cruciali del territorio, potenziale sorgenti di dissesti – seppur in casi eccezionali - anche interagenti con opere od attività antropiche è un passo fondamentale che andrà obbligatoriamente affrontato e gestito in sede di pianificazione e di programmazione di interventi di difesa o miglioramento del territorio. Vanno inseriti nella pianificazione elementi normativi che favoriscano decisamente una inversione di tendenza rispetto alla citata occupazione di spazi nella fascia pertinenza dello scolo delle acque ed ai principali cono alluvionali che dovrebbe il più possibile essere libera da manufatti per consentire ai normali e naturali fenomeni idrogeologici e geomorfologici di esaurirsi senza particolare pericolo.
- d) Un ulteriore e peculiare problema che si è osservato sul territorio comunale è legato alla presenza di particolari fenomeni di risorgenza delle acque che percolano saltuariamente nei depositi detritici superficiali (talvolta parzialmente cementati a causa della forte componente calcarea) emergendo al di sopra del substrato in piccole cavità che spesso coincidono con gli intagli stradali. Non si può escludere che in particolari contesti idro-meteorici queste cavità emettano quantità di acque e detriti che possano in qualche modo essere dannosi e da considerare con attenzione. Queste particolari 'bocche pseudo-carsiche' sono state riscontrate soprattutto nel settore meridionale dell'isola (zona Sensole/Castello e strada per Menzino)

5 CARTA DEGLI ELEMENTI LITOLOGICI E GEOTECNICI

5.1 Generalità e metodologie utilizzate

Una volta individuate le unità litostratigrafiche ed i caratteri geomorfologici ed idrogeologici del sito è possibile, sulla base dei dati esistenti, caratterizzare i terreni presenti in modo da fornire una prima suddivisione in unità a comportamento geologico-tecnico omogeneo.

Per caratterizzazione geologico-tecnica si intende, in questa sede, una prima definizione delle proprietà geotecniche in relazione ad interventi di modificazione del territorio ai fini pianificatori e costruttivi.

5.2 Criteri di identificazione delle unità

Per la suddivisione delle aree omogenee si sono utilizzati tutti gli elementi geomorfologici e litostratigrafici noti adottando un unico criterio di fondo: definire delle unità a comportamento omogeneo in grande.

Tutte le indicazioni riportate in questo capitolo e nella cartografia allegata (tavola 04 'Carta della dinamica geomorfologica di dettaglio con elementi litologici e geotecnici' in scala 1:5000, scala ritenuta la più idonea per completezza e facilità di utilizzo) hanno un carattere di inquadramento generale e non vanno considerate come sufficienti per dimensionare la realizzazione di opere puntuali; ove la normativa e le caratteristiche geologico-tecniche lo richiederanno, sarà necessario infatti realizzare un'apposita campagna geognostica e produrre specifici modelli geologici e geomorfologici e calcoli geotecnici di dimensionamento.

Sulla base delle esperienze pregresse dello scrivente si è infatti ritenuto come non opportuno, in questa sede, mettere in legenda valori di parametri geotecnici medi, che hanno un significato molto qualitativo e non possono venire utilizzati come tali per nessuno dei fini del presente studio: definire, ad esempio correlazioni fra le proprietà indici dei terreni ed i parametri della resistenza al taglio, ad esempio, se non vogliono essere un puro esercizio empirico, dovrebbero essere supportati da una mole di indagini statistiche basati su grandi numeri, impossibili a realizzarsi in modo congruente od omogeneo su tutto il territorio in esame.

Si è quindi preferito definire esclusivamente le linee generali delle diverse unità definendo le caratteristiche che possono dare un approccio utile alle scelte di pianificazione da affrontare.

Parametri caratteristici e proprietà geotecniche sono invece da assegnare specificamente a singole unità di territorio dell'ordine di pochi metri (se non si vuole fare un discorso assolutamente non significativo)

a scale molto diverse da quelle utilizzate e sulla base di prove geognostiche in sito ed in laboratorio realizzate per questo fine.

Inoltre si ricorda che anche l'identificare terreni a scadenti caratteristiche non è necessariamente un'obiezione alla pianificazione territoriale anche con classi di fattibilità buona, fatto salva l'adozione di adeguate tecniche fondazionali di utilizzo comune.

Per la classificazione dei terreni ci si è sostanzialmente basati su quanto riportato in letteratura confrontato con osservazioni dirette in intagli e scavi e l'utilizzo di tutti i dati disponibili relativi ad indagine geognostiche in sito ed in laboratorio in possesso negli archivi societari o forniti dall'Amministrazione Comunale.

La classificazione adottata è stata preparata con i seguenti criteri:

- descrizione litologico-tecnica secondo le norme di classificazione della Associazione geotecnica Italiana A.G.I. 1977;
- definizione del comportamento geotecnico prevalente sulla base della fondamentale distinzione fra terreni incoerenti (resistenza al taglio caratterizzata dal solo angolo di attrito) e terreni coesivi (terreni fini con resistenza al taglio caratterizzata anche dall'esistenza di legami coesivi)
- indicazioni generali sullo stato di consistenza (per i terreni fini, argilloso-limosi a comportamento coesivo) o di addensamento (per i terreni grossolani, sabbioso ghiaiosi, a prevalente comportamento incoerente) : ci si e' basati innanzitutto sulle raccomandazioni A.G.I.,
- valutazione qualitativa delle caratteristiche tecniche dei terreni (ottime – buone – discrete – scadenti) basata su una valutazione generale media dei principali aspetti che caratterizzano geotecnicamente un terreno (capacità portante, cedimenti prevedibili, stabilità dei versanti, stato di saturazione, strato di suolo, ecc...). Questa valutazione è basata su dati esistenti in letteratura per terreni dalla analoghe caratteristiche, confrontati con i nostri rilevamenti ed osservazioni in sito e sull'esame dei lavori pregressi.

5.3 Descrizione delle unità litogico-tecniche

Utilizzando i criteri sopra descritti e' stato possibile suddividere il territorio di Monte Isola nelle seguenti unità a caratteristiche geologico-tecniche sostanzialmente omogenee:

UNITÀ A

DEPOSITI LACUSTRI COALESCENTI CON TERRENI DI RIPORTO E COLLUVIUM: Limi sabbiosi e sabbie limose, talora associate a ghiaie. Depositi con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti, con comportamento da coesivo a semicoerente. Grado di saturazione in genere elevato; possibile innesco di fenomeni di cedimento spondale, favoriti dalla ciclica variazione del livello delle acque e da fenomeni di erosione a opera delle acque.

UNITÀ B

DEPOSITI DI CONOIDE : Sabbie e ghiaie in matrice limosa. Terreni a comportamento incoerente con caratteristiche tecniche da buone a mediocri. Conoidi a diverso grado di stabilizzazione, con possibile presenza modeste falde sospese a carattere stagionale. Depositi spesso coalescenti con colluvium.

UNITÀ C

DEPOSITI GLACIALI, DETRITICI E DI VERSANTE pro parte: Ghiaie e sabbie con ciottoli, in genere immerse in matrice limosa. Depositi in corpi sedimentari tra loro coalescenti, con rare plaghe debolmente cementate. Comportamento da semicoerente a semicoesivo, con caratteristiche tecniche variabili, talora scadenti. Problematiche principali legate all'innesco di dissesti superficiali ed al possibile moderato ristagno delle acque.

UNITÀ D

DEPOSITI DI VERSANTE: Ghiaie e ciottoli occasionalmente associate a sabbie. Depositi a supporto clastico caratterizzati da una porzione superficiale sciolta di spessore variabile, a volte assente, e da una sottostante zona spesso cementata e clinostratificata. Depositi ad elevata permeabilità in cui avviene modesta circolazione idrica superficiale. Depositi suscettibili di instabilità di versante quali rimobilizzazione di detrito sciolto od innesco di scivolamenti.

UNITÀ E

SUBSTRATO ROCCIOSO : Rocce calcaree e dolomitiche stratificate, ad interstrati marnosi di spessore variabile. Ammassi rocciosi di qualità variabile, da mediocri a scadenti nelle zone molto fratturate a mediamente buone nelle zone tettonicamente poco disturbate, spesso sub affiorante od a debole profondità.

UNITÀ F

TERRENI DI RIPORTO : terreni eterogenei di riporto antropico e/o rimaneggiati. Depositi in genere sciolti o poco addensati dalle scadenti caratteristiche tecniche.

I conoidi sono stati graficamente rappresentati in modo da distinguere le porzioni quiescenti da quelle relitte, a diverso grado di pericolosità, secondo i criteri esplicitati al paragrafo 10.6.

Inoltre si sono stati riportati anche altri elementi segnalati altresì nella carta idrogeologica, come

- AREE CON DIFFICOLTA' DI DRENAGGIO - E POSSIBILE RISTAGNO DI ACQUA
- AREE CRITICHE DI POTENZIALE ESONDAZIONE

5.4 Considerazioni generali

Dal punto di vista geologico-tecnico il territorio di Monte Isola possiede generalmente caratteristiche compatibili con la possibilità edificatoria. Le problematiche maggiori si riscontrano sui versanti orientale e meridionale, dove la presenza di pareti di crollo e di fenomeni franosi attivi o quiescenti suggeriscono un'oculata valutazione dello sfruttamento del territorio a fini edificatori e spesso la sconsigliano decisamente,

Accanto a tali dissesti principali all'interno del territorio comunale, come già sufficientemente dettagliato in precedenza si rinvengono altre minori e circoscritte condizioni di dissesto geomorfologico ed idrauliche/idrogeologiche.

In linea generale si può affermare che il territorio presenta una situazione geologico-tecnica mediamente favorevole nell'ambito dei depositi glaciali e detritici misti; scadenti caratteristiche di portanza si hanno localmente in zone di ristagno delle acque.

Le caratteristiche geotecniche legate alla capacità portante ed ai massimi cedimenti prevedibili sono buone, come logico, in concomitanza con la presenza di rocce affioranti o sub-affioranti, o dove sono presenti depositi sciolti grossolani ben addensati. Di particolare rilevanza e degni di grande attenzione tutti i versanti, sia in terra che in roccia esistenti, per la presenza di problematiche relative alla stabilità dei versanti, talvolta molto accentuate dalla presenza di fenomeni di dinamica geomorfologica ed idrogeologica.

Si ribadisce che sono possibili variazioni all'interno delle varie unità nel comportamento geotecnico anche di una notevole entità. Per questo motivo non si può prescindere dall'esecuzione di indagini finalizzate ogniquale volta dovranno venire valutate problematiche geotecniche in sede di progettazione di manufatti od interventi ambientali ed urbanistici specifici, in qualsiasi ambito geotecnico considerato, compresi i migliori.

6 ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE ED INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DI MONTE ISOLA

La valutazione del **rischio sismico** si basa sulla stima delle conseguenze che i futuri terremoti possono provocare al sistema socio-economico direttamente o indirettamente interessato dai terremoti stessi.

Nella valutazione del rischio l'aspetto principale consiste nella definizione della **pericolosità sismica**, ovvero la descrizione della possibile attività sismica futura ottenuta assegnando, in ogni sito del territorio analizzato, i valori di parametri rappresentativi del moto del suolo.

Il modo più semplice di descrivere la pericolosità sismica consiste nel suddividere il territorio nazionale in zone sismiche; tale semplificazione, sebbene riduttiva, risulta necessaria ed efficace per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Il primo atto formale di classificazione del territorio nazionale è costituito da un decreto ministeriale del 1909 conseguente al grande terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908, in seguito al quale vengono definite le norme tecniche per la ricostruzione e viene individuata la zona nella quale tali norme si devono applicare nell'attività edilizia futura.

L'aspetto più significativo dal punto di vista della zonazione sismica è rappresentato dall'estensione della zona interessata dal decreto: oltre all'area dello stretto, che presentava i maggiori danni, vi erano incluse parte della provincia di Messina e tutta la Calabria: ciò fu probabilmente dovuto al ricordo del terremoto che aveva colpito il golfo di Santa Eufemia nel 1905 e, soprattutto, dei terremoti che avevano sconvolto la Calabria nel 1783.

Non si registrano variazioni nella classificazione sismica fino al 1925, quando un forte terremoto investe un tratto della costa marchigiana, a nord di Ancona, che viene quindi anch'essa classificata come sismica con decreto dello stesso anno.

A questo decreto fa seguito nel 1927 una nuova normativa di notevole ampiezza che classifica tutte le località colpite da terremoti in due categorie distinte, in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica.

Nel 1962 viene emessa una legge che, pur rappresentando il momento culminate di un fase di riduzione delle zone classificate, introduce un elemento di novità, che può essere considerato il seme di un radicale cambiamento di tendenza nei metodi di approccio alla zonazione sismica: per la prima volta la normativa viene presentata con la dizione "norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"

in contrapposizione alle precedenti norme per la ricostruzione delle zone colpite da terremoto, quasi a voler sottolineare il significato preventivo della classificazione.

Il terremoto del Belice 1968 e quello del Friuli del 1976 sono il momento per un ulteriore passo in avanti nella classificazione con l'introduzione di un elemento di novità, costituito dal criterio utilizzato per distinguere le zone di prima e di seconda categoria.

In precedenza tale distinzione era abbastanza casuale e si basava su un giudizio di gravità del danno; nei decreti del 1976 e 1979 la scelta era basata sul valore della probabilità di superamento di assegnate soglie dell'accelerazione del suolo in un prefissato intervallo di tempo.

Il terremoto Irpino-Lucano del 1980 segna la svolta decisiva nella storia della classificazione sismica in Italia: il grande impatto sull'opinione pubblica e la constatazione che le zone colpite dal terremoto erano in gran parte non classificate hanno reso possibile l'accettazione dal Ministero dei Lavori Pubblici della proposta di riclassificazione elaborata nell'ambito del Progetto finalizzato geodinamica del CNR, attraverso una serie di decreti ministeriali emanati tra il 1981 ed il 1984.

La nuova classificazione si basa per la prima volta su parametri quantitativi definiti in modo omogeneo per tutto il territorio nazionale, come "*soglia di sismicità*", "*intensità risentita*" e "*scuotibilità*" e prevede la suddivisione in tre categorie con grado di severità sismica decrescente dalla prima alla terza.

Nell'aprile 1997, la Commissione per la previsione dei Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile decide di istituire un gruppo di lavoro con l'obiettivo di formulare una proposta di aggiornamento della classificazione sismica nazionale, anche alla luce di nuove ricerche ed all'esperienza di altri paesi.

La nuova classificazione, denominata "Proposta 98" prevede la suddivisione del territorio nazionale sempre nelle tre categorie sismiche a cui si aggiunge un'ulteriore categoria per i comuni non classificati; l'appartenenza di un'area ad una particolare categoria sismica avviene sulla base di parametri quantitativi legati al moto del suolo previsto (approccio probabilistico): l'accelerazione massima del terreno a_{max} (detta anche PGA) con il 10% di probabilità di essere superata nei 50 anni, la cui distribuzione è rappresentata nella carta della pericolosità sismica (Slejko et al. 1998), l'integrale dello spettro di risposta in pseudovelocità, detto "intensità di Housner" ed il valore della massima intensità sperimentata nell'ultimo millennio.

In seguito al tragico terremoto del 31 ottobre 2002 che provocò a San Giuliano di Puglia il crollo di una scuola e al verificarsi di eventi sismici calamitosi in zone non classificate sismiche (il comune di San Giuliano di Puglia era classificato come non sismico !) è stata emanata un'Ordinanza del

Presidente del Consiglio dei Ministri che conteneva i “*Criteri per l’individuazione, la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche*” e le nuove norme tecniche per la costruzione in zona sismica (OPCM 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.).

Rispetto alle classificazioni precedenti, l’OPCM stabilisce una nuova classificazione sismica del territorio nazionale utilizzando in parte ed aggiornando la classificazione sismica proposta nel 1998 dal Gruppo di Lavoro.

La nuova classificazione è articolata in **4 zone**, ciascuna contraddistinta da un diverso valore dell’accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (si veda la tabella 1) ed eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificabili come non sismiche: in questo modo a ciascuna area del territorio nazionale è attribuito un differente livello di protezione sismica.

In ottemperanza all’art. 2 della OPCM 3274 e s.m.i. e secondo quanto disposto dal D.Lgs n. 112/1988 che attribuiva alle Regioni la competenza di classificare il proprio territorio secondo i criteri generali, la Regione Lombardia con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2007 ha provveduto ad aggiornare i propri elenchi delle zone sismiche.

L’O.P.C.M. 3274 e s.m.i. è entrata in vigore il 23 ottobre 2005 in coincidenza con l’entrata in vigore delle nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 14 settembre 2005).

A far tempo da tale data è in vigore quindi la classificazione sismica del territorio nazionale che per la Regione Lombardia è quella mostrata nella figura 1 seguente :

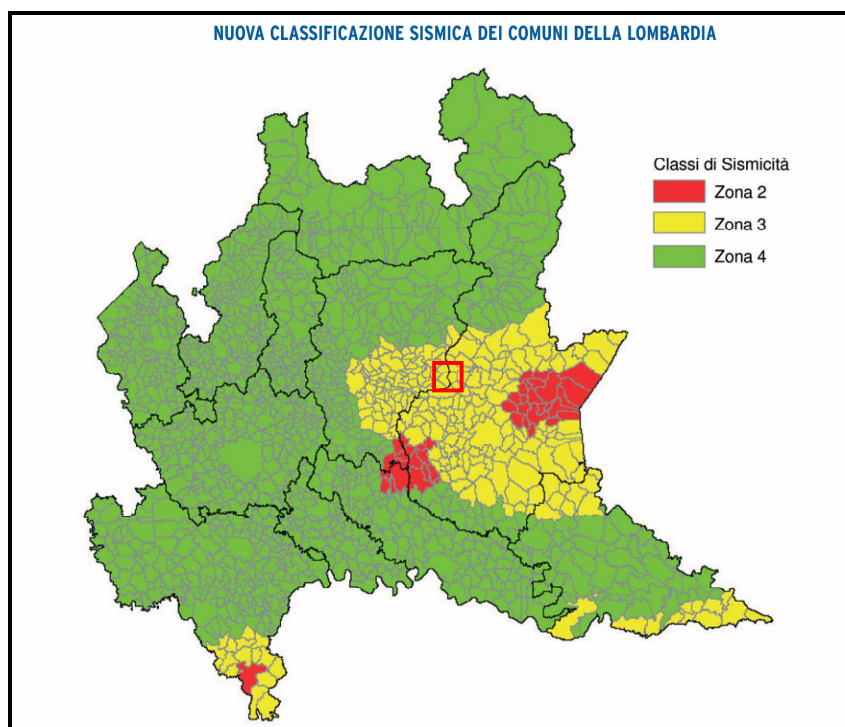


Figura 1: Classificazione sismica dei comuni della Lombardia in seguito all’Ordinanza 3274/2003 (D.G.R. n.7/14964 del 7 novembre 2003).

Secondo la classificazione vigente **il territorio comunale di Monte Isola (BS)** appartiene alla **zona sismica 3** e risulta identificato da un valore di accelerazione massima orizzontale su suolo di riferimento con la probabilità del 10 % di essere superato nei prossimi 50 anni pari a **0.15g**.

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

Tabella 1: valori di accelerazione orizzontale massima in funzione della zona sismica.

Tuttavia sebbene la nuova classificazione prevede che ogni area del territorio nazionale sia classificata e dunque identificata da una valore soglia di pericolosità sismica, è possibile evidenziare alcune criticità connesse al percorso con cui si è giunti alla classificazione vigente:

- Le Regioni sollecitate dalla O.P.C.M. 3274 hanno provveduto a classificare il proprio territorio basandosi su precedenti studi di pericolosità sismica, soprattutto quelli prodotti nell'ambito del gruppo di lavoro del 1998;
- Successivamente, sempre come disposto dalla O.P.C.M. 3274 e s.m.i. e dal D.M. 14.09.2005, si è provveduto ad aggiornare la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale sulla base di nuovi dati ed utilizzando approcci leggermente differenti rispetto alla mappa elaborata nel 1998 (INGV 2004 e 2006); questo ha determinato per alcune aree la presenza di valori di a_g superiori rispetto a quelli previsti dalla classe sismica di appartenenza;
- Territori comunali particolarmente estesi o in prossimità di sorgenti sismiche sono caratterizzati da un unico valore di a_g , invece di essere suddivisi in fasce di diverso valore; l'introduzione di sottozone costituisce un criterio in grado di rappresentare meglio la distribuzione dei livelli di accelerazione a_g attesi;

Sulla base di quanto sopra riportato, la classificazione sismica del territorio nazionale costituisce una semplificazione nella valutazione dei livelli di pericolosità sismica anche se necessaria per l'applicazione della normativa e non deve essere considerata come un punto di arrivo ma piuttosto di partenza per la realizzazione di studi sismici a maggior dettaglio e a minor scala (**microzonazione sismica**), soprattutto in fase di pianificazione urbanistica, in modo da indirizzare lo sviluppo edificatorio o eventualmente aumentare i livelli di protezione sismica previsti dalla normativa.

7 DESCRIZIONE DELLA SISMICITÀ

L'analisi della sismicità intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti avvenuti nel tempo in una determinata area costituisce il primo tassello negli studi di valutazione della pericolosità sismica di base.

Infatti trattandosi di modelli probabilistici, le caratteristiche sismotettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica nel passato consentono la messa a punto di modelli che descrivano l'attività sismica futura e dunque permettono di stimare i livelli di accelerazione attesi.

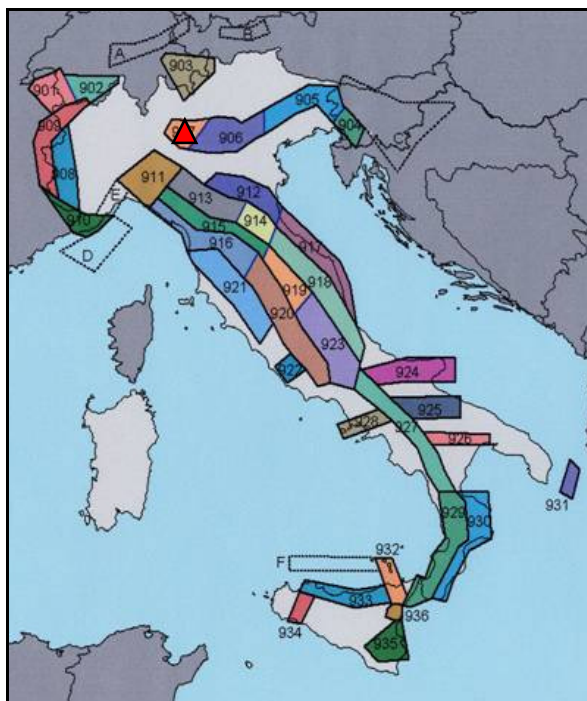
Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (figura 2) che individua aree omogenee caratterizzate da sorgenti in grado di generare terremoti e da una distribuzione spaziale uniforme degli eventi sismici, il territorio di Monte Isola rientra nella zona **sismogenetica n. 907** denominata "Bergamasco"; tale zona include la parte più bassa delle provincie di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa con la sola eccezione del terremoto di Soncino evento del 1802, a cui viene assegnata una magnitudo Mw intorno a 5.9.

Il territorio del comune inoltre confina con la zona sismogenetica 906 che interessa l'area che va da bassano del Grappa fino a Verona. E a cui viene assegnata una magnitudo intorno a 6.2.

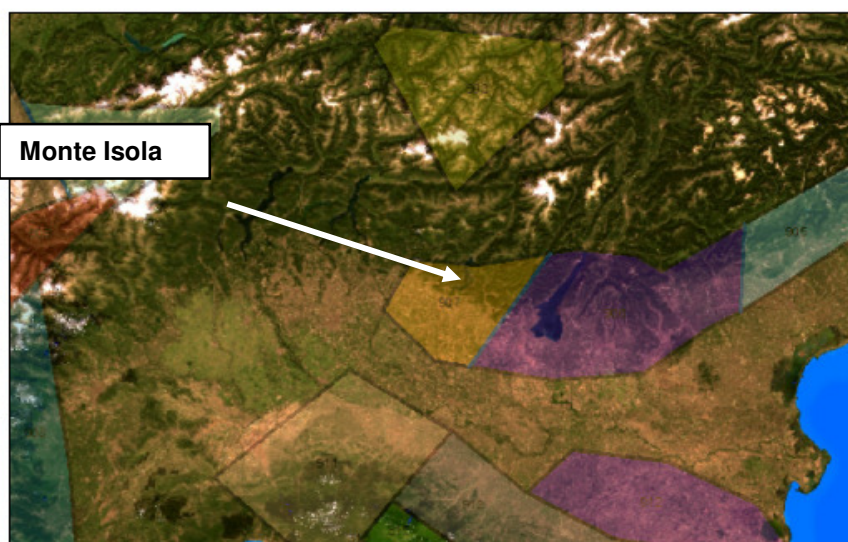
Nella figura 3 si riporta la Carta della massima intensità macrosismica attesa in Lombardia attraverso la quale è possibile osservare che il territorio comunale di Monte Isola ricade all'interno di un area avente massima intensità macrosismica attesa $I_{max} \leq 6$.

A completamento si mostra nelle figure 4 e 5 la distribuzione della sismicità "recente" rispetto al territorio in esame, riportando le localizzazioni epicentrali degli eventi registrati dalla rete Sismica Nazionale nell'intervallo di tempo compreso tra il 1981 ed il 2002 (Catalogo della sismicità italiana CS 1.0).

In questo caso si evidenzia la presenza di terremoti in prossimità del territorio in esame con magnitudo Richter compresa tra 4 e 5 e con una profondità compresa entro i primi 18 Km, dimostrando come l'area sia caratterizzata da una certa potenzialità sismica.



Geoportale Nazionale 



0  25,40 km

Figura 2: individuazione delle zone sismogenetiche in cui è suddiviso il territorio nazionale - zonazione sismogenetica ZS9 (INGV 2004) – ed ubicazione del comune di Monte Isola.

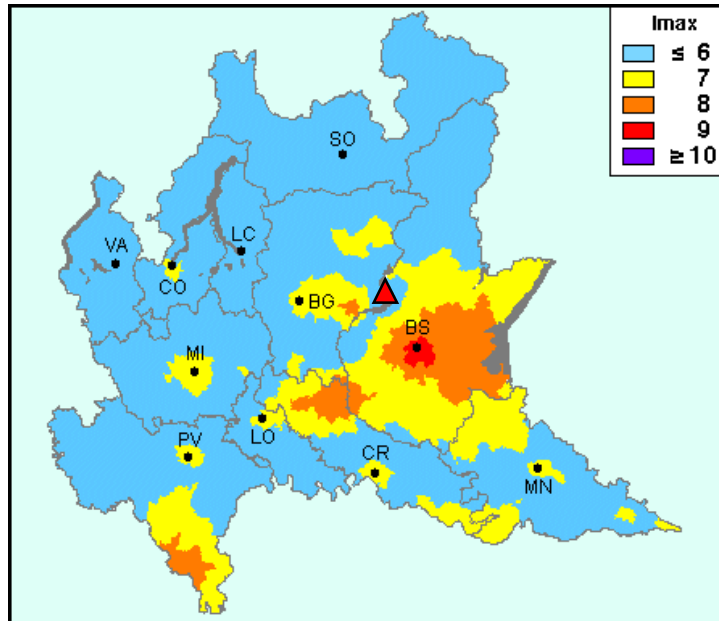


Figura 3: Carta della massima intensità macrosismica attesa in Lombardia (Moliniet et al., 1996).

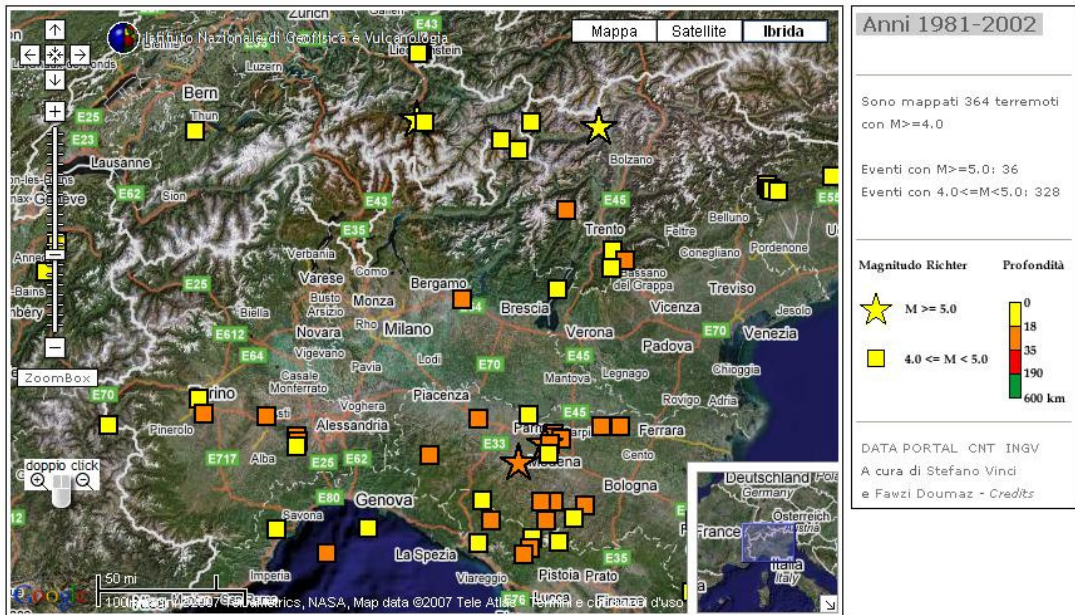


Figura 4: Ubicazione dei terremoti recenti – periodo 1981-2002 (INGV).

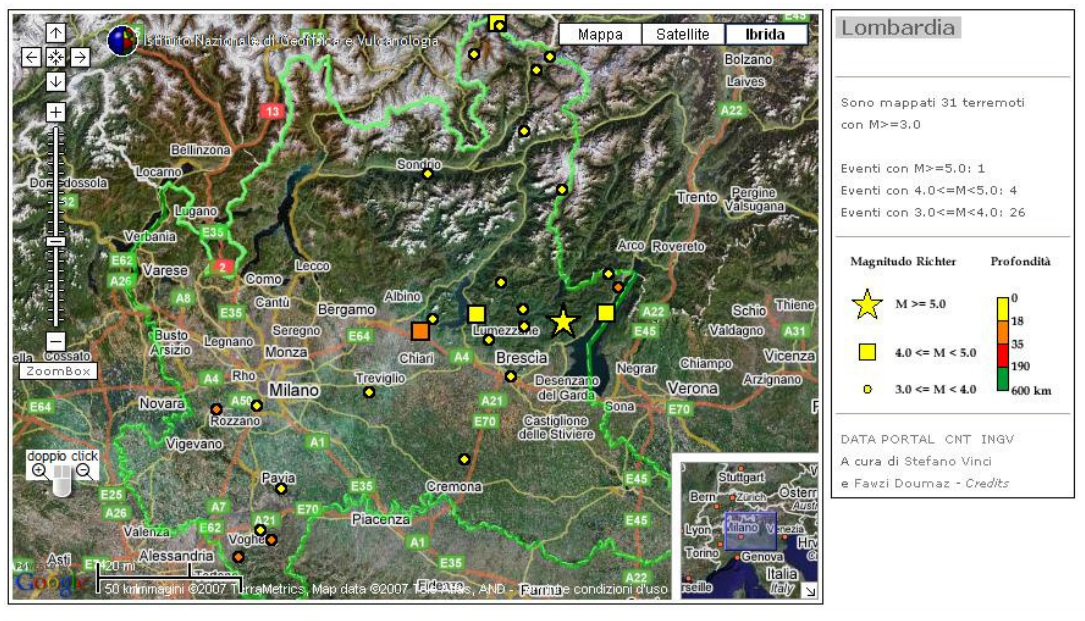


Figura 5: Ubicazione dei terremoti più recenti – periodo 2002-2006 (INGV).

8 PERICOLOSITÀ SISMICA

Come accennato nel capitolo precedente in seguito all'emanazione della O.P.C.M. 3274 e del D.M. 14.09.2005, è stata prodotta una nuova versione della Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (anno 2004 e 2006).

La mappa riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g che ha la probabilità di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni; tale valore di probabilità, che corrisponde ad un periodo di ritorno di 475 anni, è assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente.

Nelle immagini di figura 6, si riporta l'estratto della mappa di pericolosità sismica relativa alla Regione Lombardia da cui si ricava che per il territorio di Monte Isola il valore di a_g atteso risulta compreso tra **0.125 e 0.150g**, valore compreso nell'intervallo previsto dalla normativa per la zona sismica 3 (si veda la tabella 1).

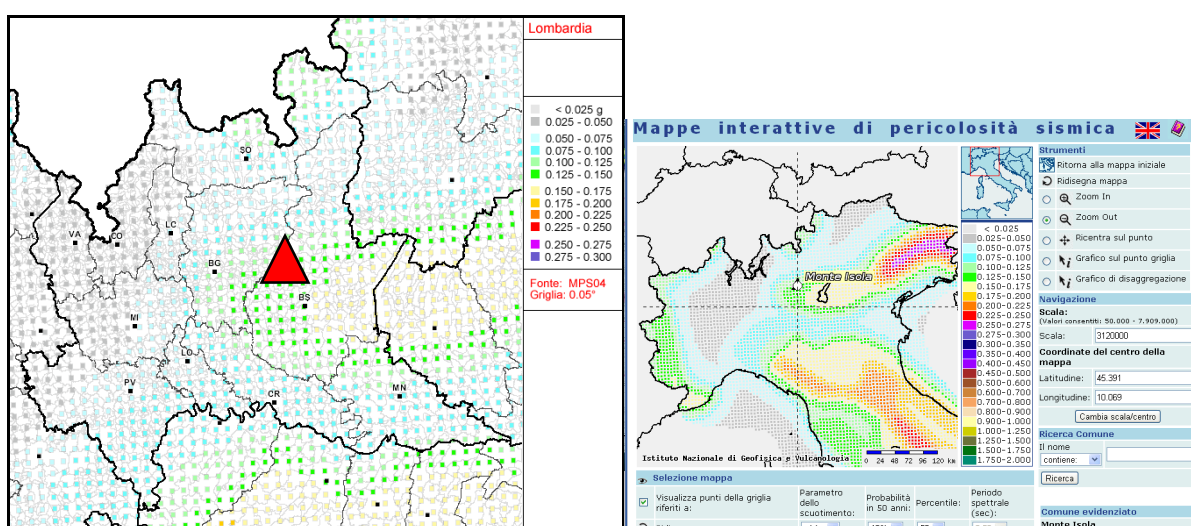


Figura 6: mappa della pericolosità sismica della Regione Lombardia: si riportano i valori dell'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo di riferimento come frazione di g (INGV anno 2006).

Tuttavia i soli valori a_g non sono sufficienti a descrivere le caratteristiche del moto atteso in un sito: numerosi studi hanno infatti messo in evidenza che gli effetti dovuti a particolari condizioni geologico-geomorfologiche hanno prodotto danni diversificati, su costruzioni di caratteristiche analoghe, all'interno di un uno stesso centro abitato (a distanze molto ravvicinate).

Gli studi svolti in questo campo di indagine hanno permesso di individuare come la presenza di irregolarità topografiche (creste rocciose, cocuzzoli, scarpate), in cui possono verificarsi focalizzazioni dell'energia sismica incidente, sono in grado di esaltare l'ampiezza delle onde.

Inoltre, variazioni dell'ampiezza delle vibrazioni e delle frequenze del moto si possono avere anche alla superficie di depositi alluvionali e di falde di detrito a causa dei fenomeni di riflessione multipla e di interferenza delle onde sismiche entro il deposito stesso, con conseguente notevole amplificazione rispetto al moto di riferimento (pericolosità di base); di questi elementi si accennerà nei successivi paragrafi.

In sede di progettazione è necessario inoltre valutare i valori sito specifici che per ogni sito devono tener conto della classe d'uso della costruzione in oggetto e dei parametri sismici locali (categoria del suolo, categoria topografica, periodo di riferimento, coefficiente cu, ecc..).

Per quanto riguarda il territorio di Monte Isola i siti locali di riferimento sono i seguenti (le coordinate geografiche sono espresse nel sistema ED50) :

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	11163	45,736260	10,056250	2838,0
Sito 2	11164	45,738260	10,127720	4195,6
Sito 3	11386	45,688300	10,130510	5020,1
Sito 4	11385	45,686300	10,059170	3959,2

9 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DI SITO PER IL COMUNE DI MONTE ISOLA

9.1 Risposta sismica locale

Le evidenze acquisite nel tempo di fenomeni di amplificazione del moto di base atteso dovuto a condizioni geomorfologiche e geotecniche proprie del sito ha portato a stabilire delle metodologie per la valutazione degli effetti locali a scala urbanistica e a definire il tipo di indagini e di analisi indispensabili per raggiungere risultati ingegneristicamente utili per la pianificazione del territorio.

Il riconoscimento ed una prima stima degli effetti di sito risultano indispensabili nell'ottica di una riduzione del rischio sismico, indirizzando la pianificazione territoriale ed urbanistica e la localizzazione di interventi in aree esposte a minor pericolo.

In quest'ottica la Regione Lombardia nell'ambito della definizione degli aspetti geologici della pianificazione urbanistica comunale (art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12) ha provveduto ad emanare i criteri per *"l'Analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio"* (Allegato 5 alla DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005).

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza), mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione; nella tabella 2 seguente si riportano gli adempimenti in funzione della zona sismica di appartenenza:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° Livello Fase pianificatoria	2° Livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	- Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato o urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1, Z2
Zona sismica 4	obbligatorio	- Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 per edifici strategici e rilevanti
*** PSL = pericolosità sismica locale			

Tabella 2: i livelli di approfondimento previsti dalla normativa vigente

10 ANALISI DI 1° LIVELLO

L'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un approccio empirico che trova le basi nell'osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette di individuare le zone ove i diversi effetti prodotti all'azione sismica, sono, con buona approssimazione, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica, dei disseti ed i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte. Lo studio attuato è il risultato dell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di inquadramento ed analisi (Carta geologica, Carta geomorfologica e Carta degli elementi litotecnici e geotecnici) e viene sintetizzato nella redazione in un'apposita cartografia rappresentata dalla **Tavola 5 Carta della Pericolosità Sismica**, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo che sono state riscontrate nel territorio di Monte Isola in grado di determinare gli effetti sismici locali, così come riportato nella tabella 3.

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

Tabella 3: scenari di pericolosità sismica locale

Sulla base delle caratteristiche geologico-teniche e geomorfologiche proprie del territorio in esame è possibile individuare per l'intero territorio comunale diversi scenari di pericolosità sismica, in particolare essi sono: **Z1a, Z1b, Z2, Z3a, Z3b, Z4a, Z4b e Z5**.

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento e consente anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei livelli di approfondimento necessari, così come mostrato nella tabella 4 (Tabella 2 dell'allegato 5 della DGR 22-12-2005 n. 8/1566).

SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Classe di Pericolosità Sismica
Z1a	H3 –aree non edificabili
Z1b	H2- livello di approfondimento 3°
Z2	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3a	H2- livello di approfondimento 2°
Z3b	
Z4a	H2- livello di approfondimento 2°
Z4b	
Z5	H2- livello di approfondimento 3°

Tabella 4: Classi di pericolosità per ogni scenario di PSL individuato

11 ANALISI DI 2° LIVELLO

Come esposto nel capitolo precedente, sul territorio comunale risultano presenti diversi scenari di pericolosità sismica dovuti principalmente alla morfologia montuosa, caratterizzata dalla presenza di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse e alla presenza di dissesti.

Al fine di valutare tali effetti, soprattutto per le zone del territorio potenzialmente soggette ad uno sviluppo edificatorio con la presenza anche di strutture di interesse pubblico (D.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 - BURL n. 49 del 1-12-2003 serie Ordinaria), si è proceduto ad eseguire il secondo livello di approfondimento.

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) se interferenti con urbanizzato o urbanizzabile.

Le aree di trasformazione interesseranno esclusivamente le aree Zone Z4 e per tale motivo si procederà all'analisi di 2° livello solo per gli scenari Z4a e Z4b.

Esso consiste in una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi e si concretizza con una stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa).

La valutazione del fattore Fa permette di "quantificare" l'effetto prodotto dalle condizioni litostratigrafiche locali in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto (pericolosità di base).

La procedura prevede il confronto tra il valore di Fa caratteristico dell'area e il valore di Fa caratteristico del territorio comunale in cui l'area è inserita: tale valore, detto di "soglia", è contenuto in un apposito elenco redatto dalla Regione Lombardia.

Si possono quindi verificare due situazioni:

- il valore di Fa è inferiore o uguale al valore di soglia
- il valore di Fa è superiore al valore di soglia.

Nel primo caso la normativa antisismica è sufficiente a tenere in conto anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1); nel secondo caso, viceversa, la normativa è insufficiente ed andranno effettuate analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Per il Comune di Monte Isola i valori di Fa di soglia, riferiti all'intervallo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D e E), sono i seguenti:

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s				
Comune	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Monte Isola (3)	1.4	1.8	2.2	2.0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s				
Comune	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Monte Isola (4)	1.7	2.4	4.2	3.1

Tabella 5 e 6: valori di soglia del fattore di amplificazione Fa per il comune di Monte Isola.

Il due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa derivano dal periodo proprio delle tipologie costruttive che costituiscono la maggior parte del patrimonio edilizio: in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse (massimo 4-5 piani), regolari e rigide, mentre l'intervallo 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Per effettuare l'analisi di 2° livello è necessaria la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- Stratigrafia del sito;
- Andamento delle Vs con la profondità e spessore e velocità di ciascun strato.

Tali parametri possono essere ricavati con metodi differenti ciascuno contraddistinto da un diverso grado di attendibilità, così come riportato nella tabella 7:

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Tabella 7: Livelli di attendibilità per la stima del rischio sismico e delle amplificazioni di sito.

11.1 Individuazione delle aree campione: ubicazione e caratteristiche

Poiché nella stima e nell'attendibilità degli effetti litologici, l'andamento della velocità delle onde di taglio Vs con la profondità riveste un ruolo di fondamentale importanza, si è provveduto ad eseguire un'apposita campagna di indagini geofisiche.

Sono stati effettuati n. 4 profili sismici con metodologia MASW e n. 5 indagini con metodologia HVSR, le prove sono state eseguite dalla società SIGNA srl, per i particolari relativi alla strumentazione utilizzata ed all'elaborazione delle prove MASW si rimanda all'allegato A - "Indagini geofisiche" ed alla allegata relazione tecnica redatta a suo tempo dalla Signa srl.

La prova Masw, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde di taglio S con la profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Inoltre tale tecnica presenta diversi vantaggi dal punto di vista sia logistico che economico a fronte di un elevato grado di attendibilità nella ricostruzione del profilo Vs-z.

I profili ottenuti possono essere utilizzati anche per le analisi di 3° livello (simulazioni numeriche).

Per quanto riguarda l'indagine geofisica HVSR è una tipologia di sismica passiva e si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) ed artificiali (attività antropiche). Si chiama microtremore perché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino (valori dell'ordine di 10^{-15} [m/s²]²). Tale tecnica è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e dell'analisi della funzione di trasferimento registrata per sito è possibile ricostruire l'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità (Vs-z).

Le indagini sono state ubicate in base alle future aree di trasformazione, alla disponibilità e accessibilità delle stesse e tenendo conto delle caratteristiche geologiche-geomorfologiche delle zone nonché alla pericolosità sismica locale (1° livello di approfondimento).

Sono state analizzate 9 aree, n. 4 attraverso un profilo sismico MASW (1-4) e n. 5 attraverso metodologia HVSR (5-9).

Successivamente, dall'analisi dei dati a disposizione si è suddiviso il territorio di Monte Isola in due principali zone che presentano caratteristiche omogenee e tra loro differenti, in grado di generare una diversa risposta negli effetti di sito (si veda la figura 7).

In particolare le due aree rappresentano:

- Zona omogenea 1 = Aree con scenario di pericolosità sismica Z4a
- Zona omogenea 2 = Aree con scenario di pericolosità sismica Z4b

Si è provveduto quindi ad identificare per ciascuna zona omogenea, un'area campione per l'applicazione del secondo livello di approfondimento sismico. Le due aree campione individuate sono **l'area 3 e l'area 2** e sono state scelte tenendo conto delle previsioni di espansione urbanistica e della disponibilità delle aree.

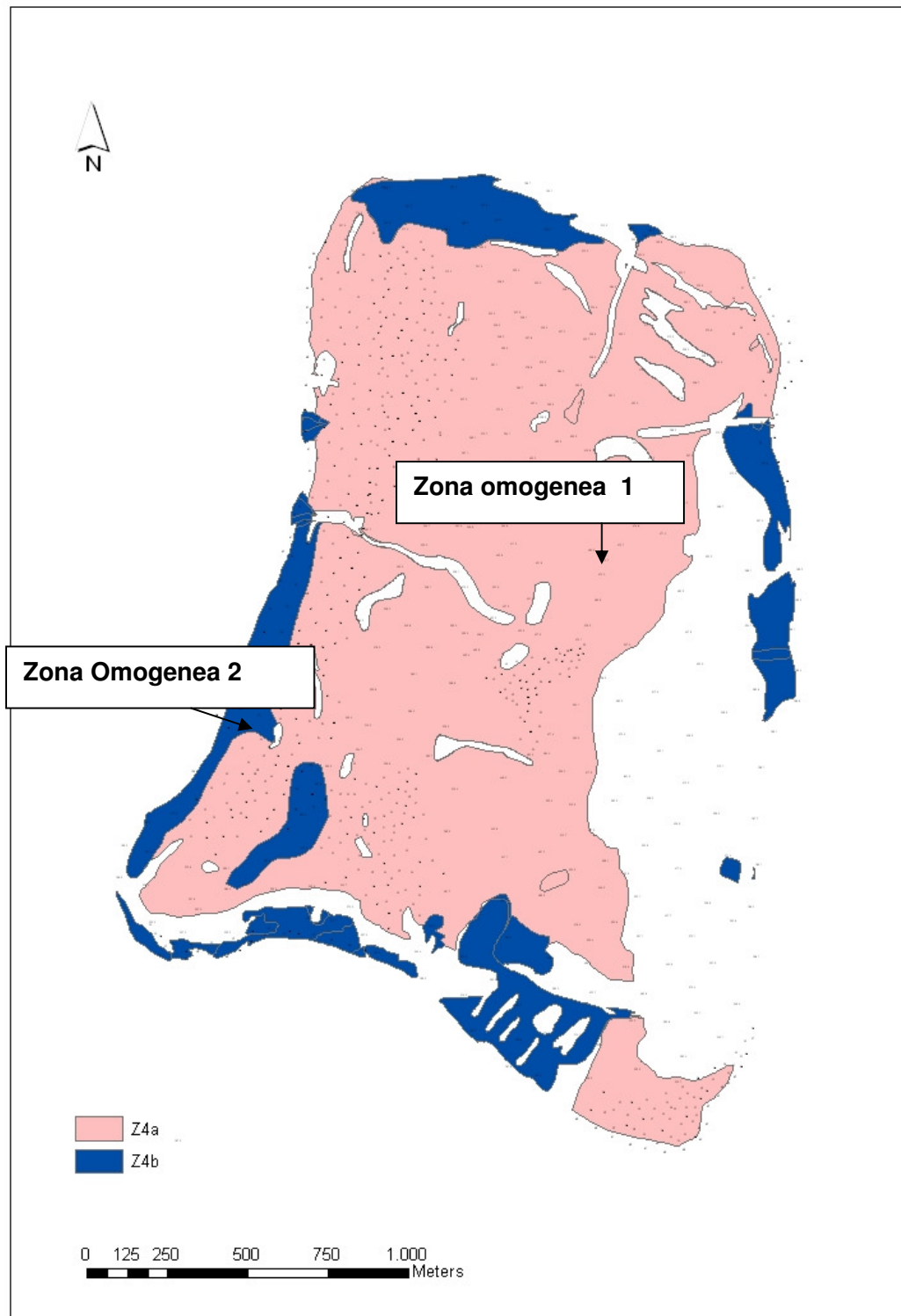


Figura 7: suddivisione del territorio di Monte Isola in zone a differente caratteristiche geologico-tecniche per la valutazione degli effetti sismici di sito.

11.2 Area campione 3

L'area campione 3 risulta rappresentativa di gran parte del territorio ed è stata localizzata come riportato in figura 8, rappresentativa della **Zona omogenea 1**

Sull'area è stata eseguita l'indagine sismica denominata MASW 3 e HVSR 5 – 7 - 8

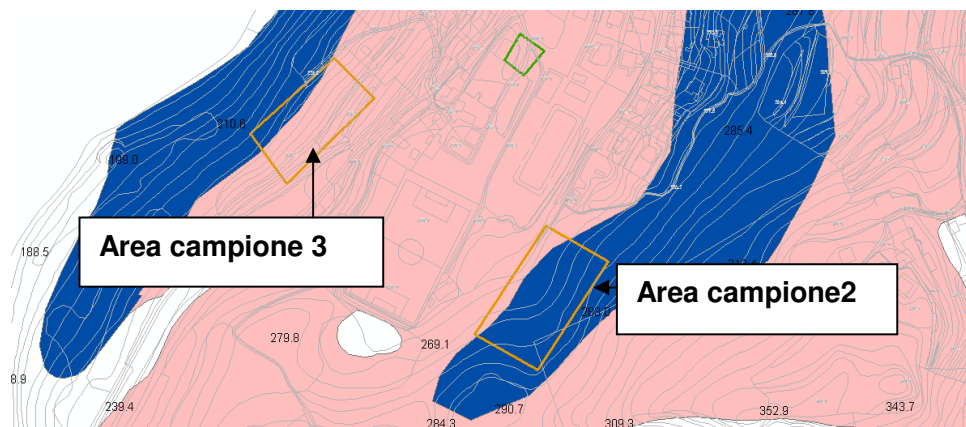


Figura 8: ubicazione delle aree campione 2 e 3

Per tale area il modello di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità risulta il seguente:

Area3			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.63	219.93	0.63
2	0.79	396.76	1.42
3	0.98	371.18	2.40
4	1.23	454.08	3.63
5	1.54	109.01	5.17
6	1.92	216.43	7.09
7	2.40	409.92	9.49
8	3.00	532.56	12.50
9	3.75	614.93	16.25
10	4.69	679.41	20.94
11	6.87	762.63	27.81
12	8.00	1188.11	35.81

Tabella 8 : modello sismico monodimensionale.

Di seguito si riporta invece il grafico Profondità – velocità onde S relativo a tutte le prove effettuate.

Shear-Wave Velocity Profile from Surface waves inversion

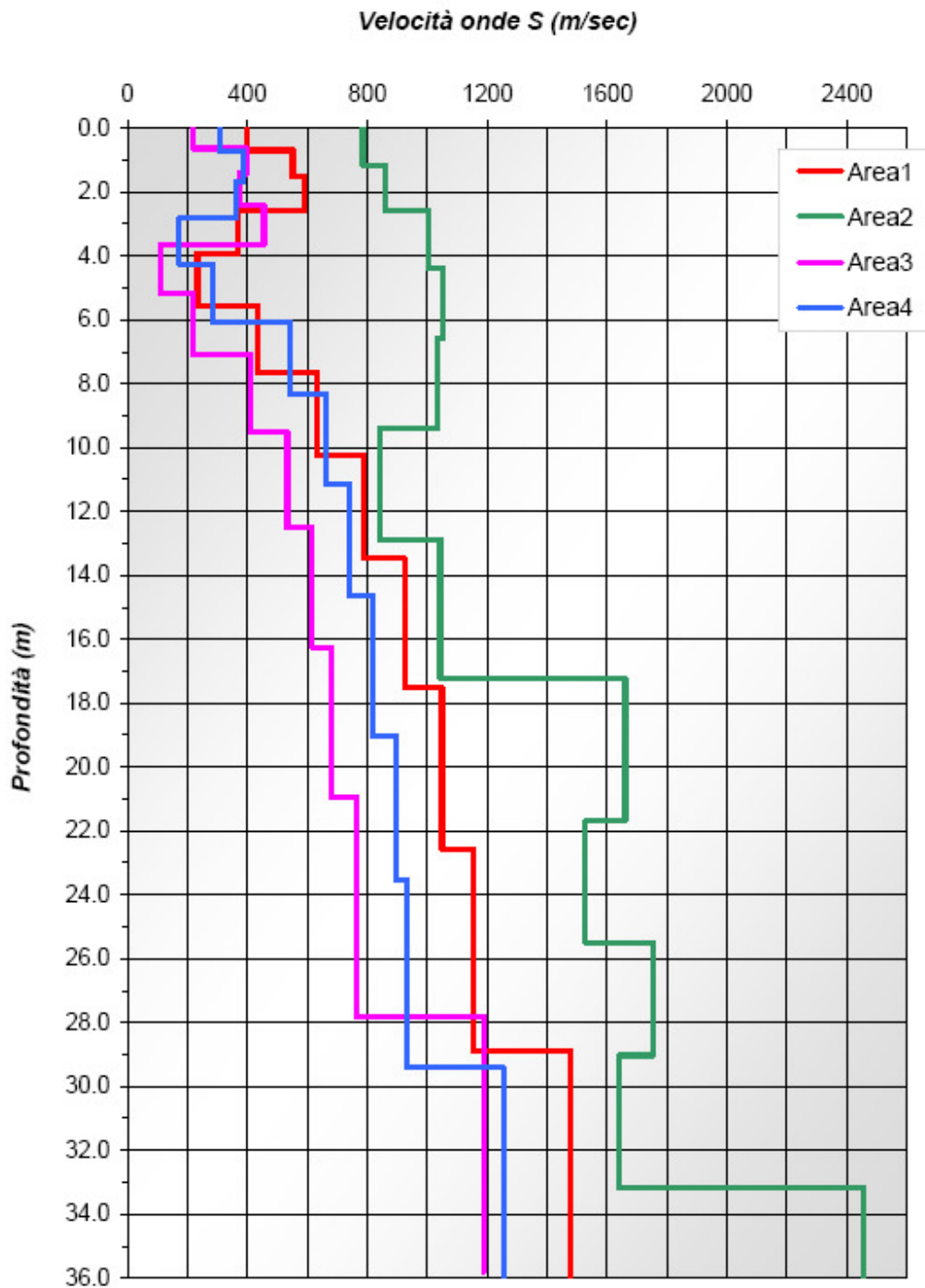


Figura 9: andamento delle onde S con la profondità

Nelle seguenti figure 10, 11, 12, si riportano invece le curve H/V elaborate con metodologia HVSR relativamente alle aree 5,7 e 8.

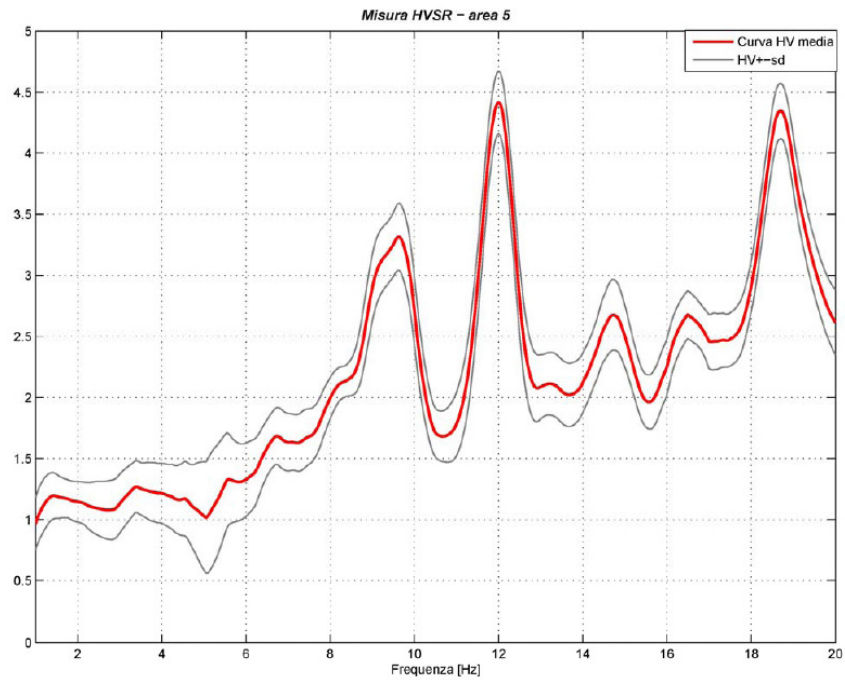


Figura 10: curva H/V elaborate con metodologia HVSR relativamente all'area 5

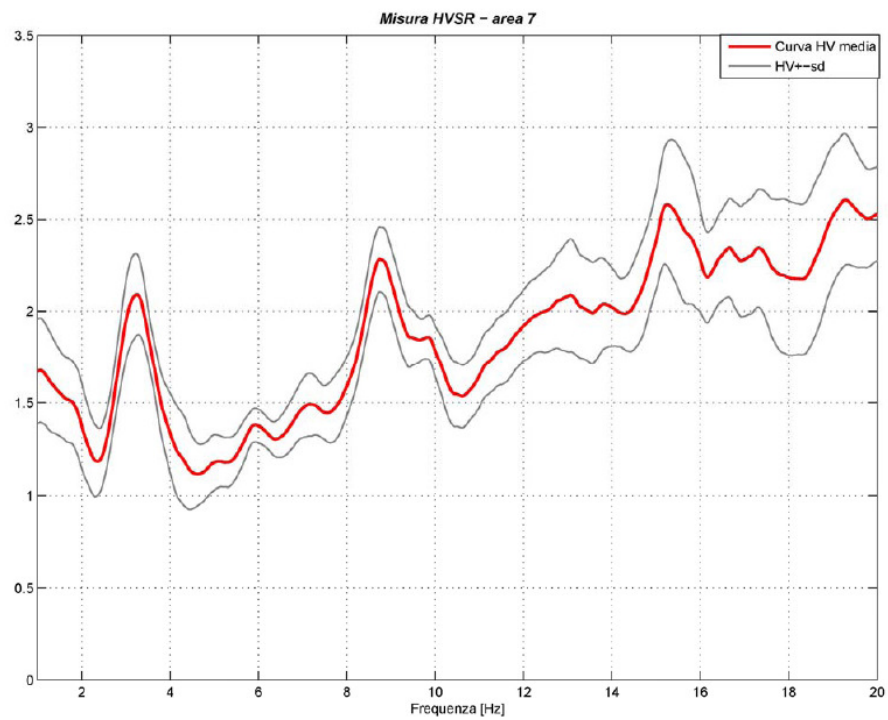


Figura 11: curva H/V elaborate con metodologia HVSR relativamente all'area 7

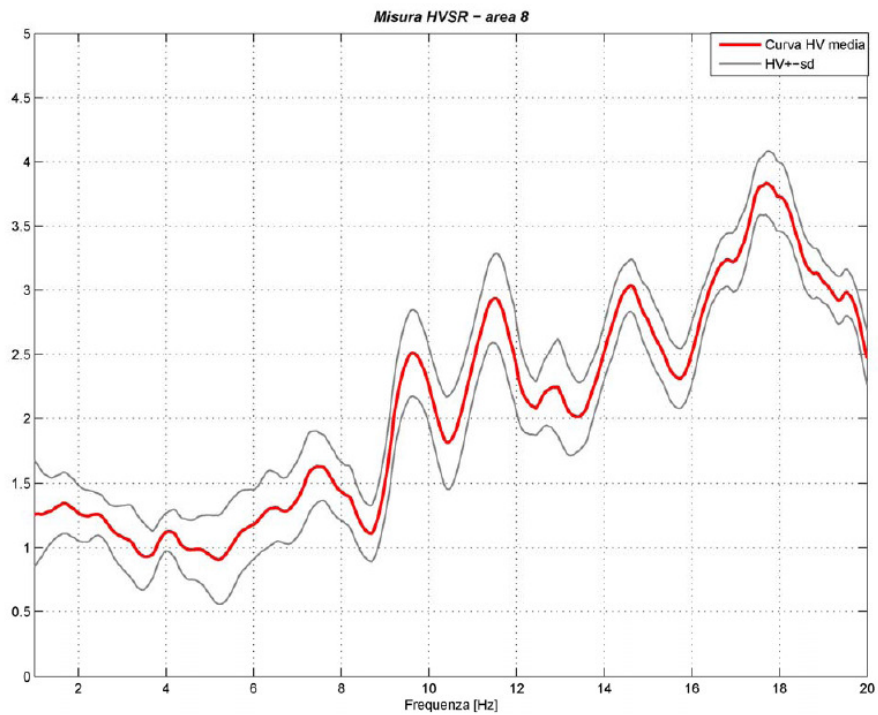


Figura 12: curva H/V elaborate con metodologia HVSR relativamente all'area 8

11.3 Area campione 2

L'area campione 2 risulta rappresentativa di gran parte del territorio ed è stata localizzata come riportato nelle figure 7 e 8, caratteristica della **Zona omogenea 2**

Sull'area è stata eseguita l'indagine sismica denominata MASW 2.

Per tale area il modello di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità risulta il seguente:

Area2			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	1.14	784.49	1.14
2	1.43	860.14	2.57
3	1.79	1002.25	4.36
4	2.23	1051.22	6.59
5	2.79	1032.73	9.38
6	3.49	843.07	12.87
7	4.36	1043.27	17.24
8	4.45	1659.34	21.69
9	3.82	1527.45	25.51
10	3.52	1752.72	29.03
11	4.15	1641.74	33.18
12	3.07	2455.59	36.24

Tabella 9: modello sismico monodimensionale.

Per quanto riguarda il grafico Profondità – velocità onde S si far riferimento alla figura 9

11.4 Stima degli effetti litologici

Nella valutazione del fattore di amplificazione Fa secondo la procedura prevista per il 2° livello di approfondimento, il primo passo consiste nell'individuare tra le schede litologiche di riferimento, quella che meglio approssima l'andamento del profilo Vs-z proprio del sito in esame.

Successivamente, all'interno della scheda stabilita, si sceglie in funzione della profondità e della velocità delle onde S dello strato superficiale, la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa.

Il terzo passo consiste nel calcolare il periodo proprio del sito seconda la seguente espressione:

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

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

A questo punto utilizzando l'equazione propria della curva stabilita è possibile determinare il fattore di amplificazione F_a .

Sulla base dei modelli monodimensionali ricostruiti per le due aree campione, si ottengono i seguenti risultati:

Area	Scheda litologica	Curva	Periodo T_0	Fa (0.1-0.5)	Fa (0.5-1.5)
3	Ghiaiosa	1	0.21 s	1.70	1.09
2	Ghiaiosa	3	0.10 s	1.18	1.02

Tabella 10: valutazione dei fattori di amplificazione per le due aree campione.

11.5 *Analisi dei dati e considerazioni*

A questo punto, i valori di F_a proprio del sito devono essere confrontati con il valore F_a di soglia (tabella 5 e 6) che risulta differente per le diverse categorie di suolo.

Le categorie di suolo di fondazione, secondo l'OPCM 3274 e s.m.i. e il DM 14.09.2005 risultano così identificate (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametri		
		V _{s30} (m/s)	N _{SPT}	C _u (kPa)
A	<u>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</u> , caratterizzati da valori di V _{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	> 800	-	-
B	<u>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</u> , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	<u>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza</u> , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri	180-360	15-50	70-250
D	<u>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</u>	<180	<15	<70
E	<u>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</u> , con valori di V _{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con V _{s30} > 800m/s			

in cui V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n H_i / V_i}$$

dove H_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio γ < 10⁻⁶) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

A partire dai profili Vs-profondità relativi alle due aree campione è possibile calcolare, con la formula sopra riportata, il valore di V_{s30} (i 30 m di profondità sono stati misurati convenzionalmente a partire da p.c. attuale), ottenendo i seguenti risultati:

Area	V _{s30} [m/s]	Categoria di suolo
3	408.53	B
2	1034.37	A

Da cui risulta che:

- L'area campione 3 presenta, secondo la normativa antisismica, la **categoria di suolo B**;

$$F_{a_{\text{sito}}} > F_{a_{\text{soglia}}} \text{ per } 0.1 < T_0 < 0.5 \text{ s}$$

$$F_{a_{\text{sito}}} < F_{a_{\text{soglia}}} \text{ per } 0.5 < T_0 < 1.5 \text{ s}$$

Ciò implica che la normativa antisismica (OPCM 3274 e DM 14.09.2005) non considera in modo esaustivo i possibili effetti di amplificazione litologica propri del sito, rendendo insufficiente l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa antisismica, per le tipologie edilizie che presentano periodi proprio compresi tra 0.1 e 0.5 s (edifici con massimo 4-5 piani), ovvero le principali tipologie edilizie presenti sul territorio. È quindi necessario in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Quindi in questo caso anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C avente $F_{a_{\text{soglia}}}$ per $0.1 < T_0 < 0.5 \text{ s} = 1.8$;

- L'area campione 2 presenta, secondo la normativa antisismica, la **categoria di suolo A**;

I risultati ottenuti per le due aree campione sono da considerare come mediamente rappresentativi delle aree omogenee in cui è stato suddiviso il territorio di Monte Isola e hanno un carattere di inquadramento generale da utilizzare nell'ambito della pianificazione urbanistica.

Tutte le indagini sismiche realizzate e riportate in allegato possono essere comunque consultate per eventuali studi di maggiore dettaglio e per meglio comprendere la pericolosità sismica sito specifica in fase progettuale.

12 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI 3° LIVELLO

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello.

Per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (Z5) non è necessaria la valutazione quantitativa, in quanto è da escludere la costruzione su entrambi i litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo da avere un terreno di fondazione omogeneo.

FASE DI SINTESI-VALUTAZIONE

13 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI

Gli studi geologici redatti ai sensi della presente direttiva costituiscono adeguamento ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI, una volta recepiti negli strumenti urbanistici comunali con le modalità previste della l.r. 12/05 e consentono l'aggiornamento del quadro del dissesto di cui all'Elaborato 2 del PAI.

Consultando la tab. 1 dell'Allegato 13 della D.G.R. del 28 maggio 2008 n. 8/7374 risulta che il comune di Monte Isola è tra i comuni la cui situazione iter PAI è in itinere.

La carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (Tavola 6), redatta in scala 1:10.000 utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale, costituisce proposta di aggiornamento dell'Elaborato 2 del PAI e deve pertanto contenere una rappresentazione delle aree in dissesto classificate conformemente alle tavole di delimitazione delle aree in dissesto del PAI.

L'individuazione delle aree in dissesto è derivata dai seguenti elementi:

- dati derivanti dallo studio geologico precedente redatto ai sensi della l.r. n. 41 del 24.11.1997 e della Delibera della Giunta Regionale n. 7/6645 del 30 novembre 2001; tali dati sono stati rivisti in occasione della redazione del presente studio anche con l'effettuazione di vari sopralluoghi sul territorio;
- informazioni ottenute dall'Ufficio Tecnico Comunale;
- confronto con i dati derivanti dalle Carte Inventario dei Fenomeni Franosi e dal database dissesti resi disponibili attraverso il Geoportale della regione Lombardia.

Lo studio del dissesto, condotto su tutto il territorio comunale, ha restituito le seguenti tipologie di dissesto, così come rappresentato nella Tavola 6 e come riportato di seguito:

FRANE

- **Fa – area di frana attiva**
- **Fq – area di frana quiescente**
- **Fs – area di frana stabilizzata**

CONOIDI

- **Ca - Area di conoide attivo non protetta**
- **Cp – Area di conoide attivo non parzialmente protetta**
- **Cn – Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta**

Per le frane attive vengono riportate in allegato C le schede di frana. Tali aree sono state riportate anche nella carta del dissesto.

Per quanto riguarda le conoidi sono state riportate nella carta del dissesto i limiti così come valutati attraverso lo studio della pericolosità riportato nel capitolo 3 e come meglio identificati attraverso specifici sopralluoghi.

14 CARTA DEI VINCOLI

14.1 Generalità

Nella **Tavola 7 - Carta dei vincoli** sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di contenuto geologico-idrogeologico ed ambientale-paesaggistico.

Tale tavola sostituisce quella precedentemente consegnata nell'ambito dello studio geologico del territorio comunale ai sensi della L.R. 41/97 e riporta le seguenti limitazioni che insistono sul territorio:

- **Quadro del dissesto (proposta di aggiornamento dell'elaborato 2 del PAI)** È stato inserito il quadro del dissesto così come proposto, e meglio descritto nel relativo capitolo e come riportato nella carte del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI, per l'aggiornamento dell'elaborato 2 del PAI
- **Vincoli di polizia idraulica (R.D. 523 del 1904, L. 1/2000, DGR n. 7/7868 del 25 gennaio 2002, DGR 7/13950 del 1 agosto 2003).** Lo studio sulla determinazione del Reticolo Idrico Minore (RIM) del territorio comunale di Monte Isola, a cui si rimanda per i dettagli, viene recepito dal presente studio geologico ed inserito nei vari elaborati. In particolare nella carta dei vincoli sono riportate le fasce di rispetto individuate dallo studio sul RIM citato precedentemente. Su tali fasce valgono tutte le norme di polizia idraulica stabilite dall'apposito regolamento allegato al citato studio. Le fasce di rispetto così individuate secondo la normativa, sono fra l'altro automaticamente da inserire nella classe di fattibilità geologica IV (*fattibilità con gravi limitazioni*).
- **Vincoli ambientali derivanti da pianificazioni sovraordinate** (P.T.P.R. Regione Lombardia, P.T.C.P. della Provincia di Milano, L.R. 86/83, L.R. 14/98, Direttiva 92/43/CEE e s.m.i., D.Lgs. 42/2004). Nel dettaglio si fa riferimento agli strumenti seguenti:
 - **Piano territoriale di Coordinamento provinciale (PTCP)**, In particolare sono stati analizzati e confrontati con quanto emerso nel nostro studio con gli elementi presenti nelle tavole: *tavola 3a Ambiente e rischi atlante dei rischi idraulici e idrogeologici; tavola paesistica; tavola 3b Ambiente e rischi carta inventario dei dissesti* del PTCP. Dalla consultazione delle prime due non sono emersi elementi di vincolo tali da essere inseriti nella presente tavola dei vincoli. Diversamente per la tavola 3b del PTCP è

stata rilevata la presenza di alcuni dissesti presenti sul territorio. Tali dissesti sono stati analizzati e confrontati con quanto emerso nel corso dello studio a seguito dei vari sopralluoghi. In particolare non sono state rilevate incongruenze o diversità significative rispetto a quanto riportato nella tavola geomorfologica e la carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI.

- **Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR)**, da tale piano emerge che il territorio di Monte Isola è interessato dai seguenti elementi di vincolo:
 1. BELLEZZA D'INSIEME (Derivati dal SIBA regionale): tutto il territorio di Monte Isola è soggetto a vincolo ambientale con D.M. 26/09/1959 pubblicato sulla G.U. n. 243 del 08/10/1959.
 2. AMBITI DI ELEVATA NATURALITA' , derivati dal SIBA regionale
 3. TERRITORI COTERMINI AI LAGHI (fascia dei 200 m) - derivati dal SIBA regionale
- **AREE SOGGETTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO** il vincolo idrogeologico, secondo il R.D. n. 3267/1927 prevede, fra l'altro, restrizioni nella gestione dei boschi ed il divieto della loro trasformazione in altre utilizzazioni, oltre ad obblighi in materia di rimboschimento. Tutto ciò allo scopo di preservare i terreni vincolati dalla denudazione, perdita di stabilità o turbamento del regime delle acque. Occorre rilevare che sono intese come attività di trasformazione anche l'apertura di cave o l'edificazione (Parere del Consiglio di Stato del 06.11.1970) Il limite di questo vincolo, è riportato in base all'originale depositato presso l'Ufficio Tecnico di Monte Isola. Si ricorda che il limite riportato sulla tavola in oggetto è indicativo mentre, per l'attribuzione delle particelle effettivamente vincolate fa fede, in questo caso come nei seguenti, l'elaborato originale presente in comune.

15 CARTA DI SINTESI

Nella **Tavola 8 – Carta di sintesi**, così come disposto dalla D.G.R. n. 8/7374 al punto 2.2, si riportano tutti gli elementi ritenuti maggiormente interessanti per una corretta pianificazione, fornendo un quadro sintetico dello stato del territorio che consenta di procedere alla successiva zonizzazione in classi di fattibilità.

In essa sono state inserite le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera, considerando sia gli elementi precedentemente contenuti nello studio geologico redatto ai sensi della L.R. 41/97 e richiamati nelle tavole 1, 2, 3, 4, che quelli riportati nella Carta dei vincoli (tavola 7 aggiornata nell'ambito del presente studio (si veda il capitolo precedente).

Le informazioni contenute nella carta di Sintesi, volutamente sintetiche e generali, andranno poi verificate nel dettaglio mediante le diverse carte tematiche ed andranno interpretate alla luce di quanto verrà descritto nella successiva carta della fattibilità geologica.

Nella carta di sintesi sono perciò evidenziati quegli elementi di rischio in grado di influire negativamente sulla realizzazione di interventi di modifica del territorio ed in particolare:

- 1 – i principali elementi geomorfologici attivi e potenziali, ricavati dalle carte precedenti e raggruppati in modo sintetico in elementi areali
- 2 - i principali elementi diagnostici geotecnici-idrogeologici di rilevanza per le future scelte pianificatori
- 3 – gli interventi eseguiti od in progetto nelle aree in dissesto
- 4 - le aree soggette ai principali vincoli normativi di natura fisico-ambientale ed antropici

Sulla carta si sono pertanto riportati, in accordo con quanto previsto nella D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374, gli elementi che rappresentano ambiti di pericolosità e di vulnerabilità presenti sul territorio. La sopra citata D.G.R. cita *“la carta deve essere costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee”*.

Di tutti gli elementi rilevati e riprodotti nelle cartografie tematiche, si sono ripresi in questa sede quelli che più direttamente ed immediatamente condizionano scelte ed interventi di pianificazione. I

principali elementi riportati in questo e nel successivo paragrafo verranno ripresi nel successivo capitolo dove verranno discussi i criteri per valutarne i rischi e le conseguenti pericolosità, così da poter infine definire le classi di fattibilità.

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

Sono state mappate le aree che presentano fenomeni di instabilità, comprendendo le possibili aree di influenza. Più in particolare si sono definite:

- **PARETI SOGGETTE A CROLLI E RELATIVA AREA DI INFLUENZA:** si tratta di pareti in roccia da cui si è avuto o si possono avere distacchi di blocchi di roccia e successivo rotolamento. Per la definizione delle possibili aree di influenza ci si è basati su studi di dettaglio esistenti o su analisi di tipo geomorfologico. Per le pareti rocciose sovrastanti la strada Peschiera Maraglio – Carzano, si sono consultati gli studi di pericolosità effettuati dal dott. geol. Renato Cazzoletti e le simulazioni numeriche effettuate dallo studio di Geologia applicata del dott. geol. Michele Conti. Le valutazioni della pericolosità per tale parete, condotte in conformità con la normativa vigente sono state riportate nel capitolo 3.
- **AREE INTERESSATE DA DISTACCO E ROTOLAMENTO DI BLOCCHI DA DEPOSITI SUPERFICIALI:** sono le zone dove sono esposti i depositi glaciali, che vanno incontro a fenomeni di erosione.
- **AREE DI FRANE ATTIVE E QUIESCENTI:** sono state delimitate le frane attive e quiescenti individuate nella fase di analisi, valutandone la possibile area di influenza
- **AREE A FRANOSITÀ SUPERFICIALE ATTIVA DIFFUSA:** sono tutte le zone ove sono stati riscontrati segni di frane di modeste dimensioni, quali scivolamenti e colate interessanti le coperture
- **AREE DI CONOIDE ATTIVE E/O PARZIALMENTE PROTETTA:** sono aree potenzialmente interessabili da fenomeni di allagamento o di trasporto in massa. Anche per tali elementi si rimanda agli studi di pericolosità riportati nel capitolo 3.

Il territorio comunale è stato inoltre suddiviso in unità di sintesi di tipo geologico-geomorfologico, in modo da ottenere una visione sintetica dell'area in studio.

Tali unità riprendono quanto indicato nella normativa regionale e sono:

- AREE A BASSA PENDENZA CON PREVALENTI COPERTURE QUATERNARIE / AREE A MODESTA PENDENZA (BP): si tratta di aree a pendenza molto bassa con presenza di coperture in genere di origine glaciale e di versanti ad acclività molto contenuta con roccia affiorante o subaffiorante. All'interno di tale unità è bassissima la pericolosità legata all'instabilità dei versanti.
- AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE LEGATE ALLA POSSIBILITÀ DI INNESCO DI SCIVOLAMENTI E COLATE IN DETRITO E TERRENO, VALUTATE IN BASE ALLA PENDENZA ED ALLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI (MP): come esplicitato in legenda si tratta di aree a pericolosità da media ad alta relativamente alla possibilità di innesco di dissesti.
- AREE AD ELEVATA PERICOLOSITÀ POTENZIALE LEGATA ALLA POSSIBILITÀ DI INNESCO DI DISSESTI IN DETRITO E TERRENO (AP): si tratta di aree con presenza di depositi di varia natura posti su pendenze medio elevate. In tali contesti è possibile che si inneschino dei movimenti di versante, in genere di limitata estensione.
- AREE AD ELEVATA PENDENZA CON PREVALENTE ROCCIA AFFIORANTE (RA): si tratta di versanti a pendenza alta con roccia affiorante o subaffiorante. L'elevata pendenza, unita ai processi di disgregazione ed agli eventi atmosferici favorisce l'innesco di dissesti, sia in roccia quali distacco di blocchi che in detrito, quali mobilizzazioni della modesta coltre di copertura.

15.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Sono state evidenziate:

- AREE SOGGETTE A RUSCELLAMENTO CONCENTRATO O DIFFUSO
- AREE POTENZIALMENTE INONDABILI, individuate con criteri geomorfologici tenendo conto dei punti di criticità quali attraversamenti ed ostruzioni al deflusso.

15.3 *Aree con scadenti caratteristiche geotecniche*

- TERRENI ETEROGENEI DI RIPORTO ANTROPICO: nel territorio in oggetto sono presenti limitate aree con accumulo di terreni di riporto antropico, che in genere si distinguono per le loro caratteristiche geotecniche variabili, spesso scadenti.
- DEPOSITI A PREVALENTE GRANULOMETRIA FINE CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE IN GENERE SCADENTI: si tratta dei depositi presenti nelle aree perilacustri, in cui ai depositi tipicamente lacustri si associa la presenza di terreni di riporto e di colluvium. Tali depositi presentano in genere caratteristiche geotecniche scadenti, influenzate inoltre dall'elevato grado di saturazione e dai processi di filtrazione dovuti alle variazioni del livello delle acque del lago.
- AREE DI POSSIBILE RISTAGNO: sono le zone depresse o subpianeggianti in cui si osserva ristagno delle acque, in cui, oltre a problemi di smaltimento delle acque è possibile riscontrare la presenza di depositi con caratteristiche geotecniche scadenti.

15.4 *Interventi in aree di dissesto*

Al fine di ottenere un quadro completo delle situazioni di dissesto e delle aree di influenza dei medesimi, sono stati riportati gli interventi di protezione realizzati.

Sono stati riportati gli interventi di protezione dalla caduta di massi:

- lungo la strada che da Peschiera Maraglio conduce a Carzano;
- lungo la strada che da Senzano conduce a Peschiera Maraglio.
- al di sopra di Sensole

FASE DI PROPOSTA

16 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

16.1 Generalità

La suddivisione del territorio comunale di Monte Isola in classi di fattibilità geologica è stata attuata attraverso la valutazione incrociata degli elementi contenuti nella cartografia analitica illustrata in precedenza (sintetizzata nella Carta di Sintesi di tavola 8) riportante i fattori ambientali, territoriali ed antropici propri del territorio in esame.

La carta di fattibilità costituisce dunque l'elaborato finale del percorso conoscitivo in grado di fornire un quadro analitico e sintetico sullo stato del territorio con lo scopo di favorirne l'utilizzo ottimale segnalando le problematiche da affrontare allorché si renda necessario modificare la destinazione d'uso di una data area.

In tal senso, pertanto, individuare aree caratterizzate da fattibilità con limitazioni di vario grado, significa stabilire che ogni cambiamento alle destinazioni d'uso previste potrà eventualmente essere effettuato solo dopo aver debitamente preso in considerazione l'entità delle limitazioni che caratterizzano quella determinata zona, in stretta connessione con la tipologia di opera prevista.

La carta di fattibilità è stata predisposta per tutto il territorio comunale alla scala di 1 :5.000.

Il territorio del comune è stato suddiviso in quattro classi di fattibilità, secondo quanto previsto dal D.G.R. 28 maggio 2008 - n.8/7374.

L'elaborato riassume i dati raccolti in precedenza arrivando a definire campi del territorio comunale ad uguale "difficoltà" dal punto di vista geologico-ambientale. È quindi l'elaborato di sintesi più importante e, come tale, va compreso approfonditamente sia per quanto riguarda il modo con cui è stato elaborato sia per le indicazioni che contiene.

È innanzitutto necessario esprimere le seguenti considerazioni preliminari per una lettura critica degli elaborati in oggetto :

- una suddivisione in quattro classi di fattibilità è necessariamente schematica e può essere considerata come una segnalazione preliminare delle maggiori o minori difficoltà nell'utilizzare il territorio: in linea teorica, fatto salvo le zone vincolate od effettivamente molto pericolose, è possibile edificare sulle aree appartenenti a qualsiasi classe di fattibilità,

- nella determinazione delle classi per i vari settori del territorio si è dato il massimo risalto alle situazioni più delicate: questo ha voluto dire che nel caso di incerta attribuzione fra due classi di fattibilità si è preferito assegnare la particella in esame alla classe più sfavorevole,
- si sono inoltre utilizzate le quattro classi nel loro senso più estensivo, in modo da evidenziare anche le più piccole differenze,
- a causa delle particolari caratteristiche della materia in oggetto non sempre è possibile definire univocamente i limiti fra le varie classi di fattibilità: è infatti tipica della geologia l'esistenza di limiti transizionali, con passaggi gradualmente da una situazione ad un'altra. Pertanto alcune situazioni all'intorno del limite fra due classi vanno considerate con una certa elasticità e valutate come situazioni di passaggio.

16.2 Criteri metodologici utilizzati per la redazione della carta

La suddivisione in quattro classi di fattibilità se da un lato semplifica notevolmente la lettura del territorio dal punto di vista pianificatorio, dall'altro si dimostra talvolta inadeguata ad interpretare tutte le diverse casistiche e variazioni geo-ambientali. Le quattro classi di fattibilità, sono state suddivise in ottemperanza alla normativa vigente, e tenendo presente tutto quanto espresso in precedenza, soprattutto nel precedente capitolo.

L'attribuzione delle classi di fattibilità è stata eseguita sulla base delle indicazioni contenute nel D.G.R. già citata. Tale direttiva prevede un procedimento rigoroso per l'attribuzione delle classi di fattibilità. Ai poligoni individuati sulla carta di sintesi e delimitanti aree omogenee dal punto di vista della pericolosità per i diversi fenomeni considerati, sono stati attribuiti valori di fattibilità sulla base delle tabelle riportate nella sopramenzionata direttiva e riportata. Dopo questa prima attribuzione il professionista, può aumentare o diminuire il valore delle classi di fattibilità in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito in esame. Non possono tuttavia essere riclassificate le attribuzioni di fattibilità ottenute dall'applicazione delle procedure di zonazione di pericolosità del rischio da frana della Regione Lombardia, come quelle applicate nel paragrafo precedente.

Di seguito viene riportata la tabella in cui sono esplicitate le classi di fattibilità attribuite, sulla base della direttiva regionale succitata, allo specifico caso in oggetto.

Definizione	Classe di fattibilità
Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	
Aree soggette a crolli di massi (distacco ed accumulo)	4
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi da depositi superficiali	4
Aree di frana attiva (scivolamenti e colate)	4
Aree di frana quiescente	3
Aree a franosità superficiale diffusa	4
Aree di conoide attiva	4
Aree di conoide quiescente	3
Aree a bassa pendenza con prevalenti coperture quaternarie / Aree a modesta pendenza con roccia subaffiorante	2
Aree a pericolosità potenziale legate alla possibilità di innesco di scivolamenti e colate in detrito e terreno, valutate in base alla pendenza ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni	3
Aree ad elevata pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di dissesti in detrito e terreno	4
Aree ad elevata pendenza con prevalente roccia affiorante	4
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	
Aree soggette a ruscellamento concentrato o diffuso	3

Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto dei punti di criticità	4
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	
Terreni eterogenei di riporto antropico	3
Depositi a prevalente granulometria fine con caratteristiche geotecniche in genere scadenti, parzialmente interessabili da fenomeni di esondazione lacuale	3
Aree di possibile ristagno	3

Per le zone in cui sono stati eseguiti studi di dettaglio della pericolosità, riportati nell'allegato C, si sono applicati, come da D.G.R., le seguenti attribuzioni:

Classe di pericolosità	Classe di fattibilità
Crolli e crolli in massa	
Classe H1	2
Classe H2	3
Classe H3 –H5	4
Scivolamenti, colate, scivolamenti che evolvono in colate, scivolamenti –colate, trasporto in massa su conoidi di tipo alpino	
Classe H1	2
Classe H2 – H3	3
Classe H4 –H5	4

16.3 Classi di fattibilità geologica e norme geologiche di piano

Di seguito si riporta la suddivisione in classi/sottoclassi di fattibilità geologica del territorio comunale, illustrando la motivazione dell'attribuzione di una certa area ad una determinata classe/sottoclasse e le eventuali limitazioni che tale attribuzione comporta.

Inoltre per ciascuna sottoclasse vengono riportate le prescrizioni con indicazioni delle indagini approfondimento da effettuare nel caso di trasformazioni d'uso del suolo.

Quanto di seguito riportato in questo paragrafo e nei successivi costituiscono le “Norme geologiche di piano” che andranno integralmente inserite nel Piano delle Regole e nel Documento di Piano del P.G.T, ai sensi del della D.G.R. n. 8/7374 del 28 Maggio 2008.

16.3.1 ARTICOLO 1: classi di fattibilità geologica e norme geologiche relative

CLASSE I : FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI: comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

DESCRIZIONE: Non risultano aree appartenenti a questa classe nell'ambito del territorio comunale.

CLASSE II : FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI: comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimento tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

DESCRIZIONE: Aree a bassa pendenza e discrete caratteristiche geotecniche, senza particolari vulnerabilità dal punto di vista geomorfologico o idraulico; terreni prevalentemente costituiti da depositi morenici e fluvio glaciali terrazzati di diversa età

GENERALITÀ: La classe delimita tutte le aree sostanzialmente più stabili dal punto di vista di tutti i parametri geologici s.l. Si tratta delle porzioni di territorio che si rivelano come le più idonee al cambio di destinazioni d'uso delle particelle.

PRESCRIZIONI: *Non esistono incompatibilità con qualsiasi destinazione d'uso. Per interventi di nuova edificazione e/o di ristrutturazione con modifica dei volumi e delle superfici va redatta una apposita relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.2008 e smi e di eventuali altre normative di settore (ad esempio per la gestione degli scavi), sulla base di indagini geognostiche adeguate all'entità dell'intervento, compreso, ove necessario e previsto dalla normativa (cfr. paragrafo seguente 11.3) indagini e relazioni sismiche di terzo livello.*

Particolare attenzione verrà posta alla scelta del piano di posa fondazionale rispetto al livello del substrato non alterato.

Particolare cura andrà effettuata nella valutazione della circolazione idrica anche occasionale dimensionamento di adeguati drenaggi superficiali o sotterranei, pervietà delle attuali linee di scolo idrico), nell'effettuazione di movimenti terre e di eventuali scavi, soprattutto sulle pareti di monte (analisi di stabilità).

CLASSE III : FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI: comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Non sono da ammettere realizzazioni di piani interrati.

DESCRIZIONE: La classe definisce quelle Aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di scivolamenti e colate di detrito, valutate in base alla pendenza ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni; aree vulnerabili dal punto di vista idraulico in quanto soggette a ruscellamento concentrato o diffuso; aree con scadenti caratteristiche geotecniche (terreni di riporto antropico, depositi a prevalente granulometria fine con caratteristiche geotecniche scadenti; terreni parzialmente interessabili da fenomeni eccezionali di esondazione lacuale, aree depresse di possibile ristagno idrico. Aree di conoide stabilizzati ed inattivi; terreni prevalentemente costituiti da depositi sciolti alluvionali, lacustri, fluvioglaciali o morenici o da substrato roccioso sub affiorante poco inclinato. Sono anche inserite in questa classe le Aree di conoide attivo parzialmente protetta (Cp) e le aree di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn) facenti parte del quadro del dissesto del PAI, nonché le frane quiescenti (Fq facenti parte del quadro del dissesto del PAI), non interessate da altri fattori riconducibili alla classe IV.

GENERALITÀ: anche se spesso interessate da elementi di criticità di diversa natura; l'uso del territorio va subordinato ad un attento esame delle caratteristiche peculiari di ogni singolo sito con l'obiettivo di rispettare il più possibile il contesto geologico all'intorno per evitare l'innescarsi di tutti i possibili fenomeni idrogeologici o geomorfologici ad evoluzione negativa.

PRESCRIZIONI: *Per tutti i nuovi interventi e per qualsiasi modificazione dei volumi e/o delle superfici dell'esistente che abbia una incidenza sul suolo ed il sottosuolo sarà necessario allegare all'istanza di approvazione della concessione l'apposita relazione specialistica (geologica e/o geomorfologica e/o idrogeologica e/o geotecnica) che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la relativa situazione geologica. Va inoltre applicato integralmente quanto contenuto nel D.M. 14.01.2008 ed eventuali altre normative vigenti di settore (ad esempio per la gestione dei materiali di scavo); la scelta del piano di posa e delle opere fondazionali va supportato da apposite indagini geognostiche e studi geotecnici che mettano in evidenza la successione litostratigrafica (in particolare, ove esiste, del primo livello a mediocri caratteristiche geotecniche) e la profondità; ove necessario e previsto dalla normativa vanno eseguite indagini e relazioni sismiche di terzo livello.*

A questo proposito va valutato l'eventuale impatto sulla falda di eventuali interventi che possano provocare interazioni negative dal punto di vista ambientale con il primo acquifero.

Sono inoltre necessari studi specifici e dettagliati, alla scala degli interventi, in particolare relativamente alla possibile evoluzione dell'area, alla complicità di tipo idrogeologico ed idraulico, ai movimenti terre, alla modificazione del regime delle acque superficiali e sotterranee e della stabilità globale e locale: ogni intervento che necessita di concessione, qualora interessi o modifichi l'attuale stato dei terreni sarà subordinato alla redazione di appositi studi tematici di dettaglio. In particolare andrà particolarmente curata la stabilità globale e locale dei versanti, la caratterizzazione geotecnica dei terreni, la circolazione delle acque superficiali e sotterranee. Andranno privilegiate le soluzioni tecniche che la storia e la cultura locale hanno nel corso dei secoli affinate (ad esempio opere di terrazzamento, muretti, canali di scolo, tipologie vegetazionali prative, arbustive ed arboree, ecc.); si consiglia di subordinare gli interventi più significativi, in particolare nelle aree di espansione al ripristino funzionale ed alla manutenzione di queste tipologie di difesa ambientale di lunga tradizione.

Negli ambiti di conoide attivo parzialmente protetta (Cp) si applicherà quanto previsto dal comma 8 dell'art. 9 delle NTA del PAI. Negli ambiti di conoide attivo parzialmente protetta (Cn) si applicherà quanto previsto dal comma 9 dell'art.9 delle NTA del PAI.

CLASSE IV : FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI: l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, senza aumento di superficie o volume o senza aumento del carico insediativi. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica od altre normative tese al miglioramento funzionale degli edifici (es: norme per eliminazione barriere architettoniche). Eventuali infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili.

SOTTOCLASSE IVA

DESCRIZIONE: La sottoclasse definisce le Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti: pareti soggette a crolli e relativa area di influenza, aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi da depositi superficiali, aree di frana attiva o quiescente, aree a franosità superficiale diffusa, aree di conoide quiescenti; aree ad elevata pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di dissesti in detrito e terreno; aree ad elevata od elevatissima pendenza e le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico perché potenzialmente inondabili.

Inoltre fanno parte di questa classe le frane attive (Fa), le frane quiescenti (Fq – non riconducibili alla classe III), le aree di conoide attivo non protetto (Ca).

GENERALITÀ: la sottoclasse raggruppa tutte le porzioni del territorio che per motivi idraulici e/o geomorfologici e di dissesto non sono generalmente compatibili con l'espansione urbanistica. La possibilità di declassare alcune aree è subordinata ad una revisione puntuale di questo studio sulla base di eventi od interventi di messa in sicurezza in corso di realizzazione o che verranno realizzati successivamente a questo studio.

PRESCRIZIONI: *Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione e alla messa in sicurezza dei siti o non altrimenti localizzabili.*

È necessario vietare nuove edificazioni, fatto salvo manufatti che migliorino la stabilità globale, come previsto dalla normativa vigente; modificazioni dei manufatti esistenti sono possibili se compatibili con il quadro puntuale del sito a se sono migliorativi della situazione esistente di pericolosità. È possibile una declassazione di alcune particelle solo a seguito di interventi di risanamento idrogeologico ed

ambientale (che spesso richiedono forti impegni tecnico/economici) giustificati e certificati nella loro funzionalità con adeguata documentazione tecnica asseverata. Aree generalmente incompatibili con qualunque tipo di espansione urbanistica. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo come definiti dall'art. 31, lettera A9, B), c) della L. 458/78 e tutto quanto riportato al punto 3.3. del DGR 7/6645; la realizzazione di infrastrutture ad interesse pubblico non altrimenti posizionabili dovrà essere valutata con estremo dettaglio e precisione sulla base delle indicazioni e dei metodologici del medesimo DGR.

Negli ambiti di frana attiva (Fa) si applicheranno l'Art. 9, comma 2 – PAI: sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e manutenzione ordinaria degli edifici così come definiti dall'art. 27, comma 1 lettera a) della L.R. 12/05.

*Anche negli ambiti di frana quiescente (Fq) oltre agli interventi consentiti in area Fa sono possibili gli interventi di restauro e risanamento conservativo come definiti dall'Art. 27, comma 1 lettera b) e c) della L.R. 12/05, **senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.** Negli ambiti di conoide attivo non protetto (Ca) si applicherà quanto previsto dal comma 7 dell'art. 9 delle NTA del PAI.*

SOTTOCLASSE IV B

DESCRIZIONE: La sottoclasse delimita la fascia di rispetto dei corsi idrici appartenenti al reticolo idrico minore. Per quanto riguarda il reticolo idrico minore va vincolato per una fascia di 10 m.

GENERALITÀ: la sottoclasse raggruppa tutte le porzioni del territorio poste all'interno della fasce di rispetto dei corsi idrici appartenenti al reticolo idrico minore.

PRESCRIZIONI: *Aree di inedificabilità assoluta, compresa la tombinatura, fatto salvo opere di difesa ambientale o di sistemazione fluviale. Per gli edifici esistenti vanno consentiti soltanto interventi migliorativi della condizioni globali di sicurezza. Per le attività vietate o soggette ad autorizzazione comunale si veda il regolamento di polizia idraulica comunale.*

15.3.1 **ARTICOLO 2: Ulteriori prescrizioni generali –Normativa antisismica**

Come evidenziato dall'analisi del rischio sismico e come riportato nella Carta di fattibilità da un apposito retino "trasparente", il territorio comunale è soggetto a diversi fenomeni di amplificazione locale (effetti di sito) non adeguatamente valutati dall'attuale normativa antisismica.

Per questi motivi, qualsiasi trasformazione d'uso del suolo legata alla realizzazione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03) dovrà essere preventivamente accompagnata da una valutazione della pericolosità sismica locale, secondo quanto riportato nell'allegato 5 della D.G.R. 8/7374, attraverso l'attuazione del 2° livello di approfondimento specificamente sul sito in oggetto mediante la realizzazione di apposite indagini geofisiche per la misura diretta dei valori di Vs (Down-hole, Masw, od altra tecnica analoga).

Qualora risulti che il fattore Fa di sito sia maggiore di quello di soglia, in fase di presentazione degli elaborati progettuali (Permesso di costruire, DIA, ecc..) si dovrà allegare apposita relazione che definisca l'azione sismica di progetto (analisi sismica di terzo livello secondo l'allegato 5 al DGR 8/7374 del 2008) che dovrà essere recepita nei calcoli e nelle progettazioni strutturali.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti qui prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione dello stesso.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38) o, per gli interventi ove previsto, nelle Denunce di Inizio Attività od altro titolo abitativo secondo le normative vigenti.

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" con le specifiche normative ambientale (D.lgs 152/06 e s.m.i.).

15.3.2 **ARTICOLO 3: Ulteriori prescrizioni generali – Carta del dissesto con legenda uniformata al PAI**

Come riportato esplicitamente nella parte 4 del DGR IX/2616 del 30 novembre 2011, a seguito della segnalazione della classificazione del territorio in funzione del dissesto come contenuto nella carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI, con le modalità ivi riportate, ai sensi dell'art. 18, comma 7 delle Norme di Attuazione del PAI, l'amministrazione deve richiedere ai soggetti interessati la sottoscrizione di un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine ad eventuali danni a cose e a persone comunque derivanti dai dissesti segnalati e a valutare l'opportunità di sottoscrivere una polizza assicurativa a tutela del rischio.

ALLEGATO A

BIBLIOGRAFIA GENERALE

- Associazione geotecnica italiana AGI : *Raccomandazioni tecniche per le indagini in sito*. Roma 1977
- Beretta GP. : *Contributo per la carta idrogeologica della Lombardia*. Studi idrogeologici della Pianura Padana, vol. 3, 1987
- Castany G. : *Idrogeologia*. Dario Flaccovio, 1987
- Cati L. : *Idrografia ed Idrologia del Po*. Pubbl. 19 dell' Uff. Idrografico del Po. Zecca dello Stato, 1981
- Consiglio Nazionale delle Ricerche : *Guida alla descrizione del suolo*. A cura di Sanesi G., 1977
- Consiglio Nazionale delle Ricerche. GNGFG : *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*. A cura di Pellegrini GB. Carton A. geografia fisica e dinamica quaternaria, CNR, 1993
- Consiglio Nazionale delle Ricerche. GNDCI - Pres. Cons. Min. – Dip. Protez. Civile : *AVI : Sintesi dati censimento aree vulnerabili da calamità idrogeologiche . AA 1918-1990 . Dati Regione Lombardia*
- ERSAL: *I suoli della pianura bresciana orientale. Progetto carta pedologica, 1991*
- Guide Geologiche Regionali : *Alpi Prealpi Lombarde 11 Itinerari – Vol. 1 – a cura della Società Geologica Italiana – BE-MA Editrice*
- Istituto di geologia dell'università di Pavia – *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello, scala 1 : 50.000*. Atti ist. geol. univ. Pavia, vol XXII, Tav. IV, 1972.
- Lancellotta R. : *Geotecnica*. Zanichelli, 1987
- Provincia di Brescia – *Settore pianificazione territoriale -. Progetto di Piano Territoriale di Coordinamento, Novembre 1998*.
- Provincia di Brescia – *Assessorato al coordinamento territoriale-. Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia – Quaderno 1 – Documento preliminare, 2001*.
- Regione Lombardia : *Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (registrate nel periodo 1891 – 1990)*. a cura di Ceriani M. e Carelli M., 2000
- Regione Lombardia : *Piano del paesaggio lombardo. Piano territoriale paesistico regionale*. BURL n. 20, 1998
- Regione Lombardia : *Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia, B.U.R.L. n.51 ed. sp. 22/12/2000*
- Regione Lombardia : *Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia*. CNR, 1996

- Regione Lombardia : *Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia*. CNR, 1996
- Regione Lombardia : *Carta Inventario dei dissesti in scala 1:10.000*, 2002.
- Regione Lombardia : *Valutazione della pericolosità e del rischio di frana in Lombardia* – Milano, 2001
- Rossi s.r.l., *fotografie aeree del comune di Monte Isola*. Strisciata n.1 fotocopie n. 36-40, Strisciata n.2/1 fotocopie n. 4-6, Strisciata n.2 fotocopie n. 23-31, Strisciata n.3 fotocopie n. 64-77, Strisciata n.3/1 fotocopie n. 83-89, Strisciata n.4 fotocopie n. 104-110, Strisciata n.5 fotocopie n. 120-123, Strisciata n.6 fotocopie n. 160-164, Strisciata n.6/1 fotocopie n. 176/179, Strisciata n.7 fotocopie n. 147-150, Strisciata n.8 fotocopie n. 14-18.
- Servizio Geologico d'Italia : *Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000. Foglio 34 Breno*. Autori vari, 1970
- Geoportale della Regione Lombardia
-
- Sono stati anche consultati numerosi lavori professionali a scala locale, realizzati dallo scrivente o gentilmente concessi dagli estensori od a disposizione negli archivi comunali (ufficio tecnico), citati in relazione.

ALLEGATO B

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: Affioramento calcare di Moltrasio

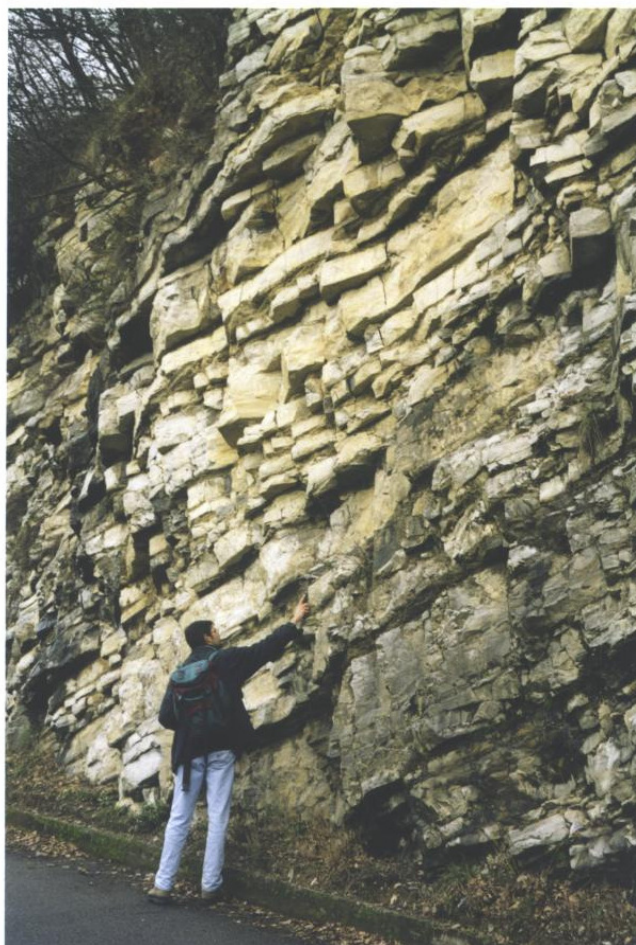


Foto 2: calcare di Moltrasio; affioramento lungo la strada Senzano - Peschiera



Foto 3: depositi glaciali antichi (è visibile un grosso blocco). Località Peschiera Maraglio



Foto 4: masso erratico di Verrucano, Località Olzano



Foto 5: depositi di versante clinostratificato. Strada Peschiera - Senzano



Foto 6: depositi fluvioglaciali. Strada Senzano - Peschiera



Foto 7: versante est dell'isola, con pareti sub – verticali. Strada Peschiera - Carzano



Foto 8: versante meridionale dell'isola. Strada Peschiera Sensole

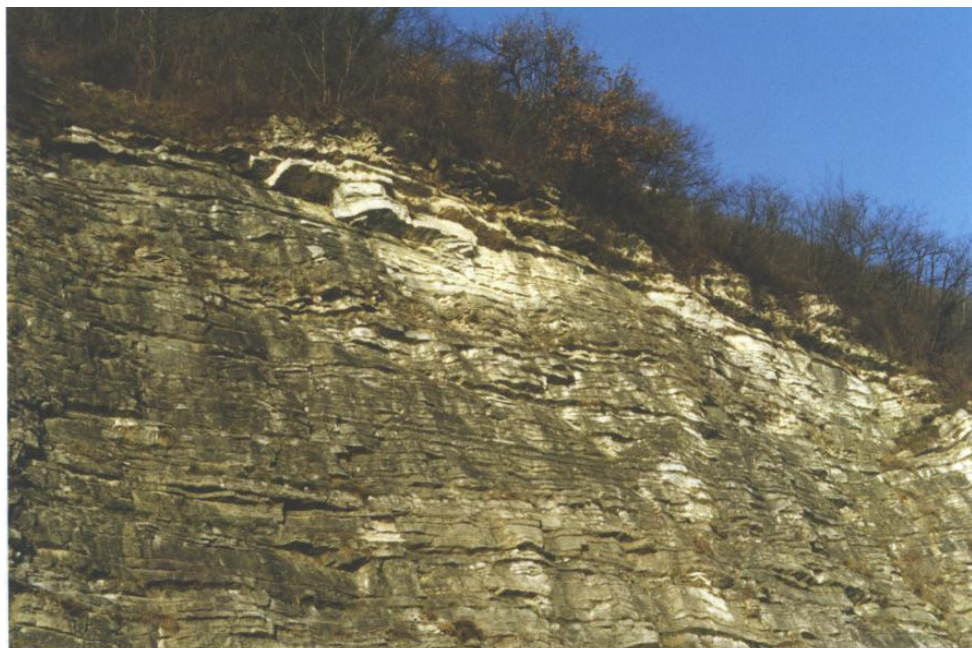


Foto 9: versante interessato da crolli (parete sup.) – strada Peschiera – Carzano



Foto 10: particolare delle condizioni strutturali dell'ammasso che provoca i crolli



Foto 11: parete con elevata propensione al crollo



**Foto 12: evidenze di rotolamento dei blocchi da depositi glaciali lungo il versante sopra
l'abitato di Peschiera – Maraglio**



Foto 13: terrazzamenti in abbandono; le soluzioni di difesa ambientale suggerite nel tempo dal rapporto fra esigenze dell'uomo ed ambiente vanno comprese e preservate



Foto 14: in ampie arre terrazzate, se abbandonate è possibile una evoluzione negativa anche irreversibile (area Siviano Porto)



Foto 15: venute d'acqua lungo il versante carbonatico orientale



Foto 16: l'impluvio Terra Promessa: l'alveo originario è completamente obliterato



Foto 18: l'alveo del Rio Olzano a monte del campeggio, con griglia selettiva



Foto 17: l'alveo del Rio Olzano, in zona parcheggio obliterato ai manufatti antropici



Foto 19: sbocco dell'alveo del torrente senza nome al limitare di Sensole



Foto 20: presa di sorgente in loc. Sanchignano



Foto 21: piccola colata detritica: rimobilizzazione detrito di versante e conetto di accumulo.

Località Fuso



Foto 22: al contatto fra depositi detritici e substrato si osservano talvolta piccole cavità che in particolari periodi piovosi si comportano da risorgive idriche, con possibilità di piccoli flussi di detrito (si veda paragrafo 10.2 della relazione)



Foto 23: altra 'risorgenza' come foto precedente



Foto 24 : recente fenomeno di dissesto corticale sotto loc. Sanchignano



Foto 25 : punto di particolare criticità idraulica a causa di interruzione della continuità dell'impiuvio (Rio di Carnole, strada per Siviano)



Foto 26 : particolare foto precedente



Foto 27 : Sensole



Foto 28 : Peschiera M.



Foto 29 : lato orientale dell'Isola sotto il santuario della Ceriola



Foto 30 : zona distributore nei pressi di Carzano



Foto 31 : campeggio su riviera nord dell'isola

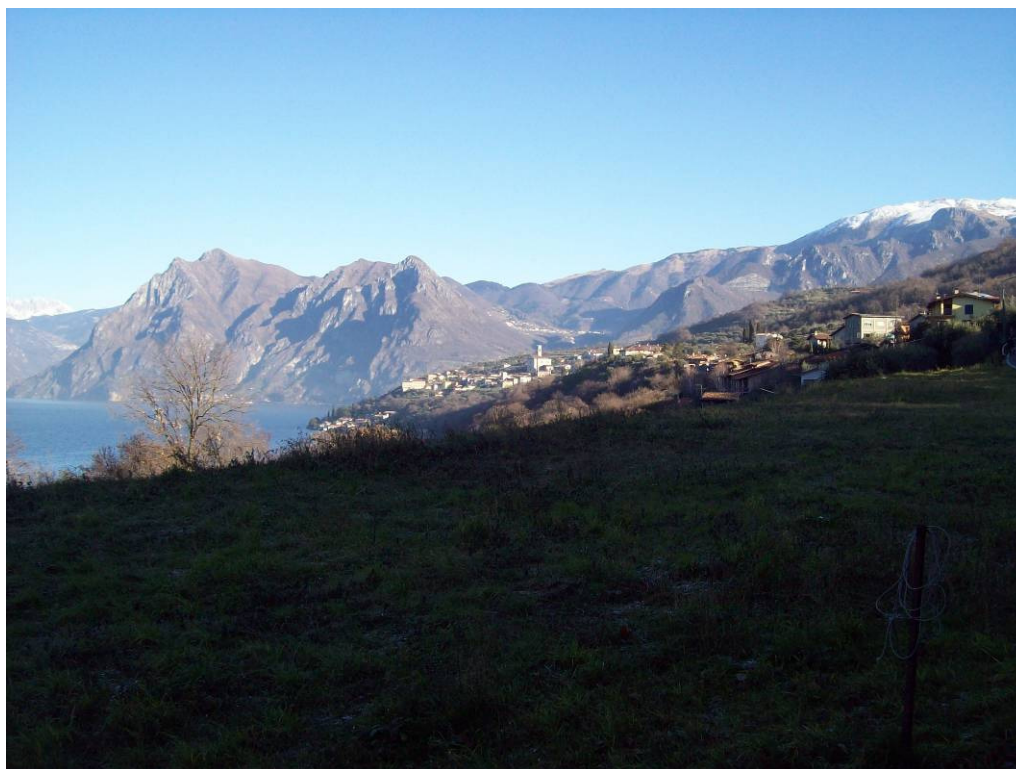


Foto 32 : lato occidentale dell'Isola verso Siviano

ALLEGATO C

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

N. 1

1 - DATI GENERALI

N. riferimento	1	Data di compilazione	13/01/2003
Rilevatore	Serra Francesco	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento)	Latitudine	5061583	
	Longitudine	1585180	
Nome e località frana	Peschiera Maraglio - Carzano	Comune	Monte Isola
Comunità Montana	Sebino Bresciano	Provincia	Brescia
Bacino	Oglio	Sottobacino	lago di Iseo
Sigla CTR	D5a2	Nome CTR	
Località minacciata direttamente	Peschiera Maraglio (in parte)	Comune	Monte Isola
Località minacciata indirettamente		Comune	
Data primo movimento		Data ultima riattivazione	13/04/2001

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	570
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	880
Altezza max scarpata principale (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata/massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	090°/90°
Forma del versante	planare
Presenza svincoli laterali	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	180
Quota testata (m s.l.m.)	210
Larghezza media (m)	880
Larghezza massima (m)	880
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	15477
Volume (m ³)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA	ACCUMULO
Roccia	Unità	Calcarea Moltrasio	Calcarea Moltrasio
	Litologia principale	Calcari selciferi	Calcari selciferi

	Altre litologie		
	Alterazione	decolorata	
	Struttura della roccia	stratificata	
	Giacitura foliazione o stratificazione principale (imm/inc)	279/28	
	Giacitura sistemi discontinuità principali (imm/inc)	1	2
		092/ 59	003/ 86
		3	4
		139/ 72	045/ 74
	Classe granulometrica principale (A.G.I.)	Blocchi	
	Grado di cementazione		
Terreno	Unità		
	Facies		
	Classe granulometrica principale (A.G.I.)		
	Alterazione		
	Grado di cementazione		

4 – TIPO DI MOVIMENTO

1

2

5 – PRESENZA DI ACQUA

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	X
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale		
	traslativo		
Superficie di movimento	Planare		
	Multipanare		
	Circolare		
	Curvilinea		
	Non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			
Subsidenza			

	Nicchia	Accumulo	
Precipitazioni pre-rilievo			
Assenza venute d'acqua	X	X	
Umidità diffusa			
Acque stagnanti			
Stillicidio			
Rete drenaggio sviluppata			
Ruscellamento diffuso			
Presenza di falda			
Profondità falda			
Sorgenti	Portata (l/s)	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
		Comparsa nuove sorgenti	
Scomparsa sorgenti			

6 – STATO DI ATTIVITA'

Attiva	X	Sintomi di attività				
				Rigonfiamenti		
				Cedimenti di blocchi	X	
				Superfici di movimento non alterate		
				Vegetazione assente o abbattuta		
				Variazione portata acque		
				Lesione a manufatti		
				Fratture aperte		
				Colate di detrito e/o terra al piede		
Riattivata		Per: Arretramento Estensione laterale avanzamento	Parzialmente		Totalmente	
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
Inattiva quiescente						
Inattiva stabilizzata						

7 – PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	X	
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 – DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati		Potenziabili	Accertati		Potenziabili
	Centro abitato			Acquedotti	
	Baite o case sparse			Fognature	
	Edifici pubblici			Oleodotti	
X	Insedimenti produttivi			Argini o opere di regimazione	
	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	
X	Strade comunali o consortili			Terreni agricoli	

	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche				
	Dighe				

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
-------------------------	--	---------------	--	-----------------	--

9 – OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
Sistemazioni forestali			Interventi passivi			Drenaggio		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio	X	X	Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimoboschimento			Barriera paramassi	X	X			
Sistemazione muri sostegno esistenti								
Sistemazioni idrauliche			Interventi attivi in parete			Altro		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature	X	X	Consolidamento edifici		
Svasi/pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
			Iniezioni			Terre armate		
			Reti	X	X	Micropali		
						Demolizioni blocchi		

10 – STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri					

11 – STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geostrutturali	X	Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali	X	Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	X
Dati di perforazione		Verifiche di stabilità	X
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	X
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	X
Prove pressiometriche			

12 – NOTE

--

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

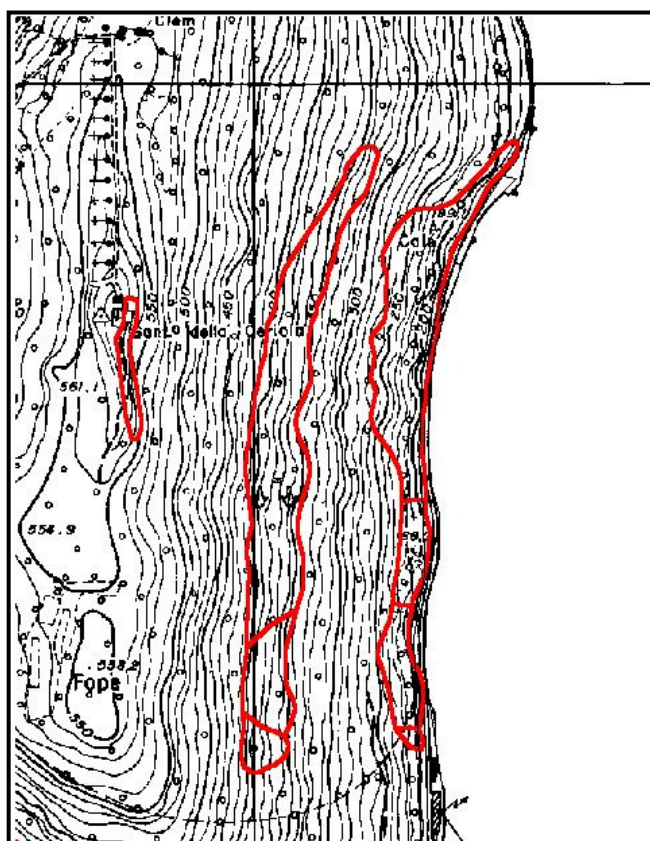
Dott. Geol. Michele Conti – Studi e ricerche finalizzati alla conoscenza geologica e geomeccanici del versante orientale del monte Fope tra Peschiera Maraglio e Carzano (Bs)

Dott. Geol. Renato Cazzoletti – Piano attuativo di interesse sovracomunale, zona porto commerciale – Studio geologico di fattibilità.

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10.000)	Stralcio n.1
Foto	
Sezioni	
Altro	

ALLEGATO – Stralcio n. 1. Localizzazione dell'area in frana in scala 1:10.000, rappresentato su base C.T.R.



SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

N. 2

1 - DATI GENERALI

N. riferimento	2	Data di compilazione	13/01/2003
Rilevatore	Serra Francesco	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento)	Latitudine	5061306	
	Longitudine	1583865	
Nome e località frana	Sensole	Comune	Monte Isola
Comunità Montana	Sebino Bresciano	Provincia	Brescia
Bacino	Oglio	Sottobacino	lago di Iseo
Sigla CTR	D5a2	Nome CTR	
Località minacciata direttamente	Sensole	Comune	Monte Isola
Località minacciata indirettamente		Comune	
Data primo movimento		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	330
Larghezza media (m)	250
Larghezza massima (m)	
Altezza max scarpata principale (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata/massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	190°/80°
Forma del versante	planare
Presenza svincoli laterali	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	190
Quota testata (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

Comparsa nuove sorgenti		
Scomparsa sorgenti		

6 – STATO DI ATTIVITA'

Attiva		Sintomi di attività				
		Rigonfiamenti				
		Cedimenti di blocchi				
		Superfici di movimento non alterate				
		Vegetazione assente o abbattuta				
		Variazione portata acque				
		Lesione a manufatti				
		Fratture aperte				
		Colate di detrito e/o terra al piede				
Riattivata		Per: Arretramento Estensione laterale avanzamento	Parzialmente		Totalmente	
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
Inattiva quiescente		X				
Inattiva stabilizzata						

7 – PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	X	
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 – DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenzi	Accertati	Potenzi
	X		
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse		Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	

	Ferrovie			Sbarramento parziale corsi d'acqua	
	Autostrade, S.S., S.P.			Sbarramento totale corsi d'acqua	
	Strade comunali o consortili	X		Terreni agricoli	
	Linee elettriche			Boschi	
	Condotte forzate			Allevamenti	
	Gallerie idroelettriche				
	Dighe				

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
-------------------------	--	---------------	--	-----------------	--

9 – OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
Sistemazioni forestali			Interventi passivi			Drenaggio		
Viminate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio		X	Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimoboschimento			Barriera paramassi		X			
Sistemazione muri sostegno esistenti								
Sistemazioni idrauliche			Interventi attivi in parete			Altro		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi/pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
						Demolizioni blocchi		

10 – STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		

Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri					

11 – STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici	X	Dati geoelettrici	
Rilievi geostrutturali		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	X
Dati di perforazione		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 – NOTE

--

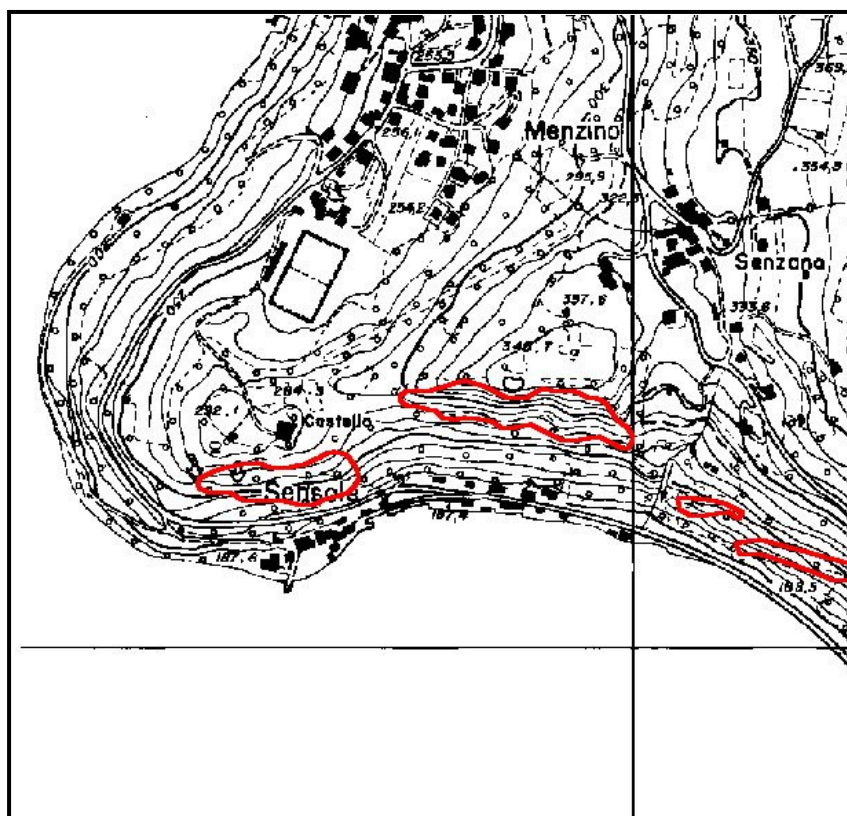
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

--

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10.000)	Stralcio n.2
Foto	
Sezioni	
Altro	

ALLEGATO – Stralcio n. 2. Localizzazione dell'area in frana in scala 1:10.000, rappresentato su base C.T.R.



SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

N. 3

1 - DATI GENERALI

N. riferimento	3	Data di compilazione	13/01/2003
Rilevatore	Serra Francesco	Tipo di rilevamento	diretto
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento)	Latitudine	5060879	
	Longitudine	1584581	
Nome e località frana	Fuso	Comune	Monte Isola
Comunità Montana	Sebino Bresciano	Provincia	Brescia
Bacino	Oglio	Sottobacino	lago di Iseo
Sigla CTR	D5a2	Nome CTR	
Località minacciata direttamente	Fuso	Comune	Monte Isola
Località minacciata indirettamente		Comune	
Data primo movimento		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	350
Larghezza media (m)	30
Larghezza massima (m)	
Altezza max scarpata principale (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	

ALTRI DATI	
Area totale (m ²)	
Lunghezza max percorso colata/massi (m)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	180°/50°
Forma del versante	planare
Presenza svincoli laterali	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	185
Quota testata (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	30
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	90
Lunghezza massima (m)	175
Spessore medio (m)	2
Spessore massimo (m)	
Area (m ²)	
Volume (m ³)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA	ACCUMULO
Roccia	Unità		
	Litologia principale		
	Altre litologie		
	Alterazione		
	Struttura della roccia		

6 – STATO DI ATTIVITA'

Attiva	X	Sintomi di attività				
				Rigonfiamenti		
				Cedimenti di blocchi		
				Superfici di movimento non alterate		
				Vegetazione assente o abbattuta	X	
				Variazione portata acque		
				Lesione a manufatti		
				Fratture aperte		
				Colate di detrito e/o terra al piede	X	
Riattivata		Per: Arretramento Estensione laterale avanzamento	Parzialmente		Totalmente	
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
Inattiva quiescente						
Inattiva stabilizzata						

7 – PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento	X	
Estensione laterale		
Avanzamento		X
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 – DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziabili	Accertati	Potenziabili
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse	X	Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	
Ferrovie		Sbarramento parziale corsi d'acqua	
Autostrade, S.S., S.P.		Sbarramento totale corsi d'acqua	
Strade comunali o consortili	X	Terreni agricoli	
Linee elettriche		Boschi	
Condotte forzate		Allevamenti	

	Gallerie idroelettriche			
	Dighe			

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
-------------------------	--	---------------	--	-----------------	--

9 – OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
Sistemazioni forestali			Interventi passivi			Drenaggio		
Viminate/fascinate			Valli paramassi		X	Canalette di drenaggio		
Gradonature		X	Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimoboschimento			Barriera paramassi					
Sistemazione muri sostegno esistenti								
Sistemazioni idrauliche			Interventi attivi in parete			Altro		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi/pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
						Demolizioni blocchi		

10 – STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assestimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri					

11 – STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geostrutturali		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazione		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 – NOTE

--

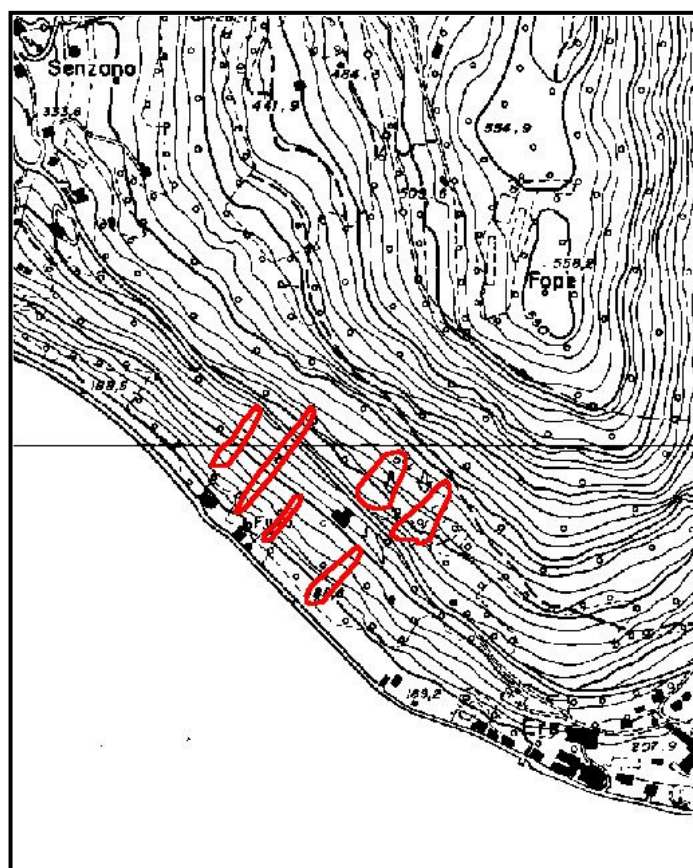
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

--

ALLEGATI

Cartografia (CTR 1:10.000)	Stralcio n.3
Foto	
Sezioni	
Altro	

ALLEGATO – Stralcio n. 3. Localizzazione dell'area in frana in scala 1:10.000, rappresentato su base C.T.R.

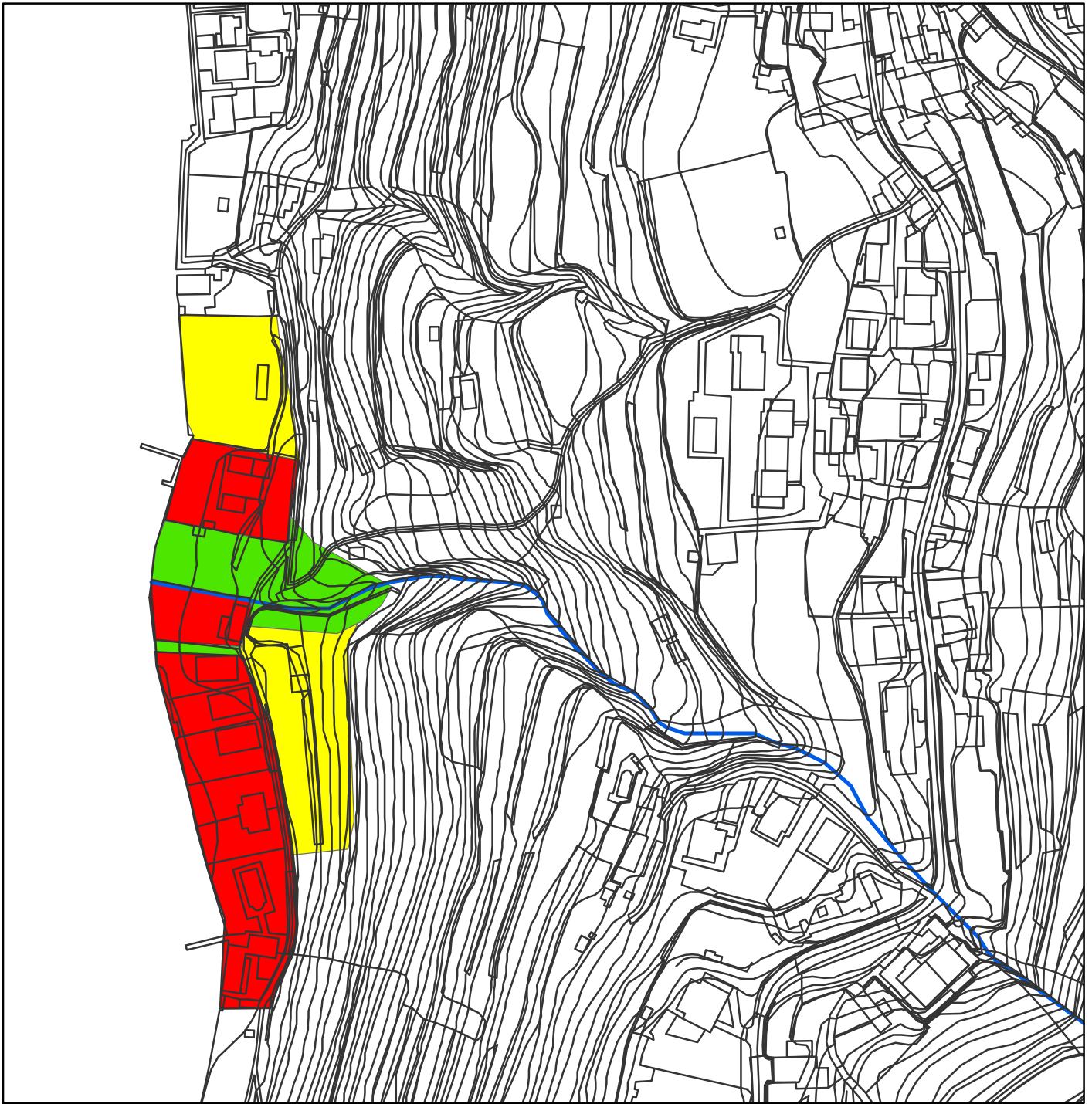


ALLEGATO D

**SCHEDE VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO PER CONOIDI E
FRANE**

Conoide "Carnole"

Carta degli elementi a rischio



Legenda

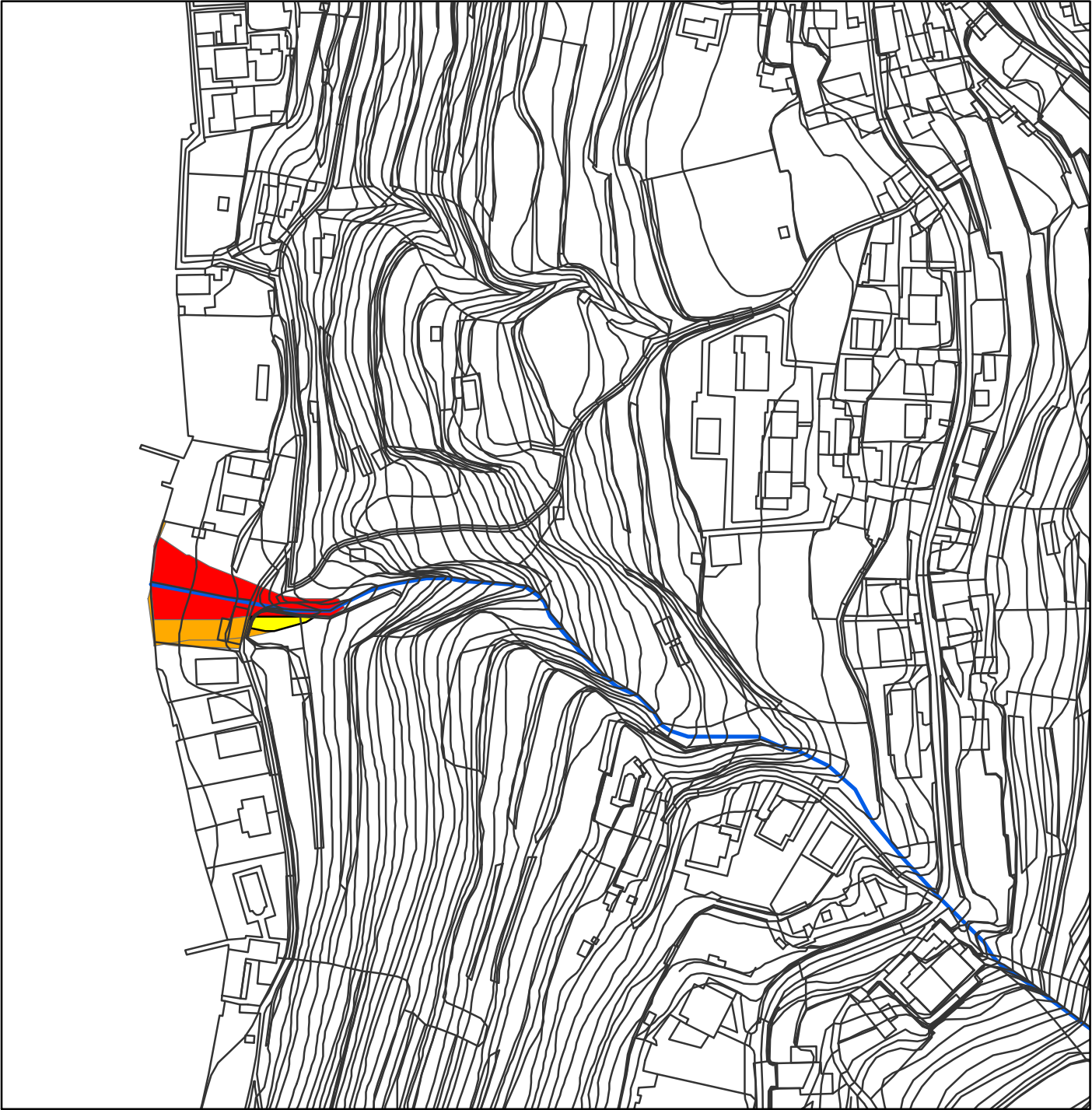
Elementi a rischio

- E1
- E2
- E3
- E4
- corso d'acqua
- corso d'acqua tombinato

1:2.000

Conoide "Carnole"

Carta del Rischio



Legenda

Rischio

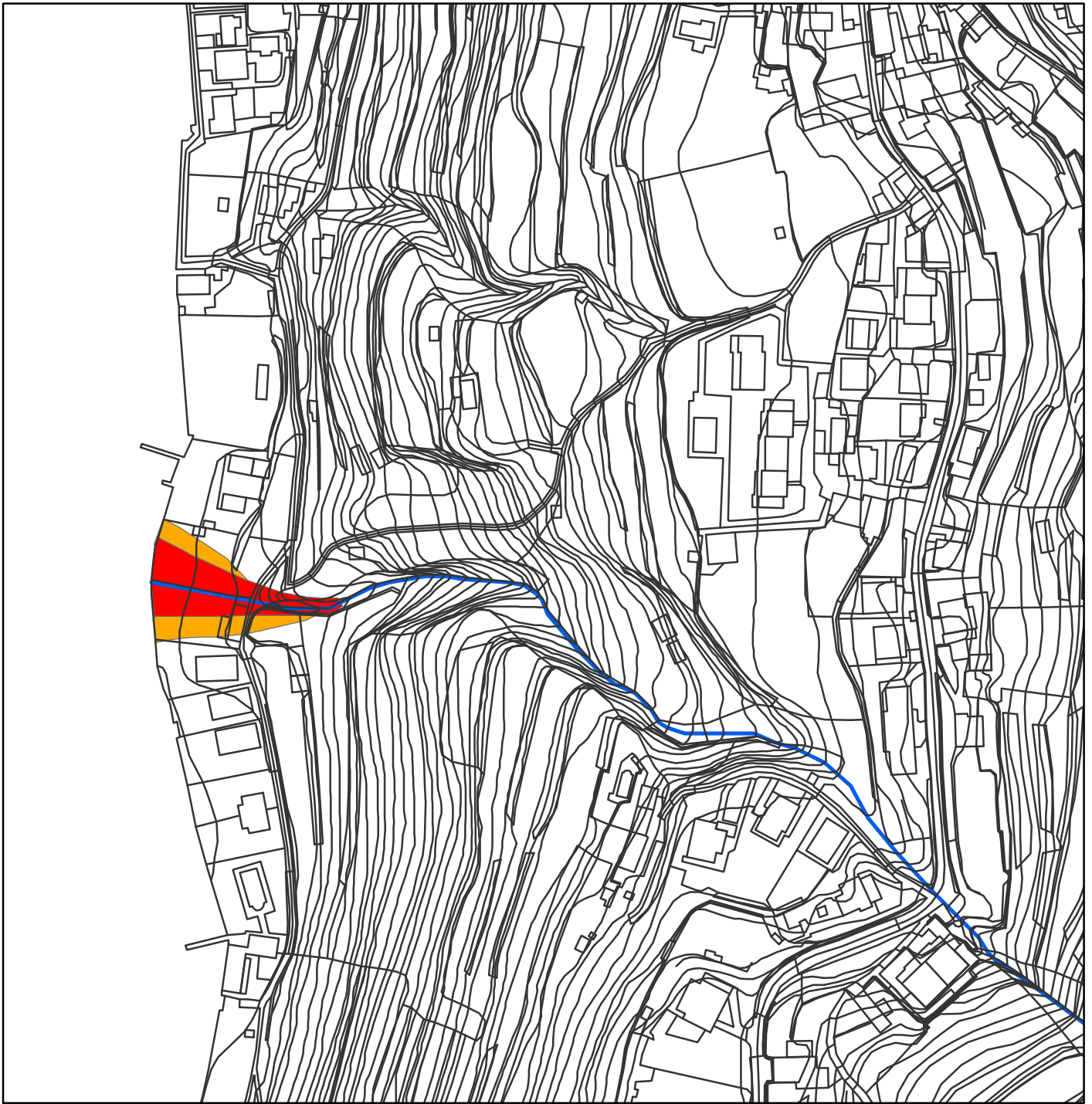
- R1
- R2
- R3
- R4

- corso d'acqua
- corso d'acqua tombinato

1:2.000






Conoide "Carnole"

Carta di Pericolosità



Legenda

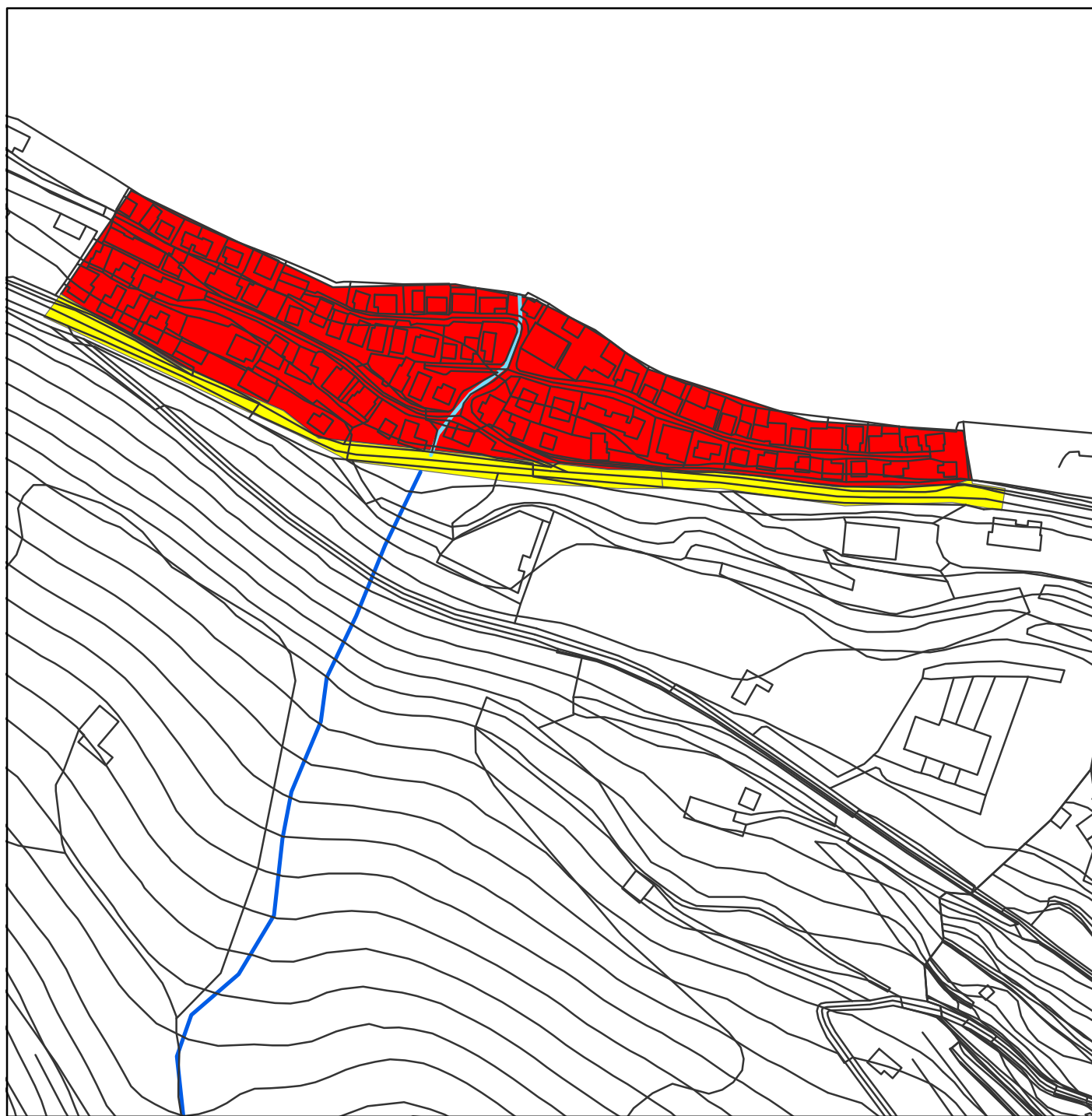
pericolosità

-  H2 - pericolosità bassa
-  H3 - pericolosità media
-  H4 - pericolosità alta
-  corso d'acqua
-  corso d'acqua tombinato

1:2.000

Conoide "Olzano"

Carta degli elementi a rischio



Legenda

Elementi a rischio


 E1

 E2

 E3

 E4

 corso d'acqua

 corso d'acqua tombinato

Conoide "Olzano"

Carta del Rischio



Legenda

Rischio

 R1

 R2

 R3

 R4

 corso d'acqua

 corso d'acqua tombinato

1:2.000






Conoide "Olzano"

Carta di Pericolosità



Legenda

pericolosità

-  H2 - pericolosità bassa
-  H3 - pericolosità media
-  H4 - pericolosità alta
-  corso d'acqua
-  corso d'acqua tombinato

1:2.000

Conoide "Terra Promessa"

Carta degli elementi a rischio



Legenda

Elementi a rischio

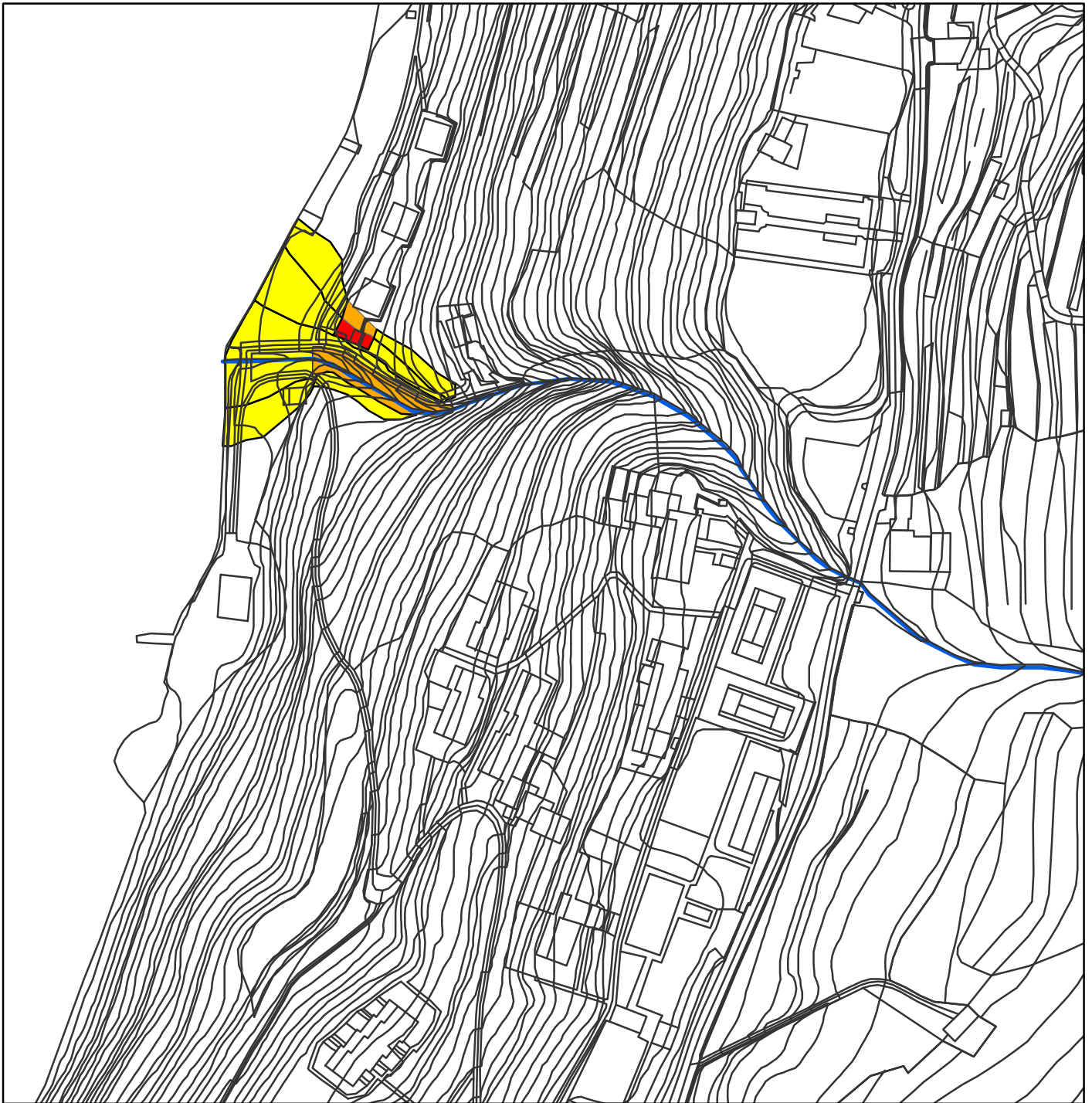
- E1
- E2
- E3
- E4

- corso d'acqua
- corso d'acqua tombinato

1:2.000

Conoide "Terra Promessa"

Carta del Rischio



Legenda

Rischio

- R1
- R2
- R3
- R4

corso d'acqua

corso d'acqua tombinato

1:2.000






Conoide "Terra Promessa"

Carta di Pericolosità



Legenda

pericolosità

-  H2 - pericolosità bassa
-  H3 - pericolosità media
-  H4 - pericolosità alta
-  corso d'acqua
-  corso d'acqua tombinato

1:2.000

ALLEGATO E

INDAGINI GEOFISICHE

Signa srl

INDAGINI GEOFISICHE

Committente: Dott. geol. Serra Francesco.

Località: Comune di MonteIsola (BS).

Oggetto: Indagini geofisiche con la metodologia MASW e HVSR.

RAPPORTO TECNICO

Codice documento: 22-11			Numero pagine: 27		
A	22/07/11	EMMISSIONE	DG	DG	DG
<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Redatto</i>	<i>Controllato</i>	<i>Approvato</i>

SIGNA srl
Via A. Diaz, 22 – 26845 Codogno (Lo)
Tel/Fax 035-806318 – Cell. 331-8218021
Cod.Fisc. e P.IVA 05388280967
www.signasrl.it; e-mail: info@signasrl.it



SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
<i>Indagini geofisiche – comune di Montelsola</i>	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

INDICE GENERALE

1. INTRODUZIONE ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
2. INDAGINE GEOFISICA MASW: DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	5
2.1 ELABORAZIONE DATI.....	11
3. INDAGINE GEOFISICA HVSR: DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	15
3.1 ELABORAZIONE DATI.....	17
3.2 RISULTATI	17

ALLEGATO 1 – Registrazioni MASW

ALLEGATO 2 – Ubicazione aree di indagine

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

1. INTRODUZIONE ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La presente relazione riporta le elaborazioni ed i risultati ottenuti dall'esecuzione di una campagna di indagini geofisiche effettuate in corrispondenza di n. 9 aree situate nel territorio comunale di Montelsola (BS) e consistita in:

- n. 4 stendimenti sismici con la metodologia MASW (area 1-4),
- n. 5 misure di microtremori a stazione singola con elaborazione HVSR (area 5-9).

La campagna di indagini è stata eseguita su incarico del dott. geol. Serra Francesco nell'ambito della predisposizione dello studio geologico comunale ai sensi della nuova Legge per il Governo del Territorio (D.G.R. n. 8/7374 recante "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio in attuazione dell'art. 57 della L. R. n. 11 marzo 2005 n. 12*").

La scelta di utilizzare le due tecniche deriva dalla necessità di esaminare due aspetti differenti ma entrambi importanti nella stima degli effetti sismici di sito:

- Il profilo sismico con la metodologia MASW (attiva e passiva) consente di ricostruire con un elevato dettaglio l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (V_s -z); il modello sismico monodimensionale costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica – D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008). Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sito-specifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.01.2008).
- Le misure di sismica passiva consentono di misurare la funzione di trasferimento propria del sito dalla cui analisi si ricavano le frequenze principali di vibrazione: ciò consente di verificare l'interazione da un punto di vista sismico del sistema terreno-costruzione

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

ed evitare i fenomeni di *doppia risonanza* (coincidenza delle frequenze di vibrazione proprie del sottosuolo con quelle della struttura).

Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse, mentre nell'**Allegato 2** si riporta l'ubicazione delle aree all'interno delle quali sono state effettuate le indagini geofisiche.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

2. INDAGINE GEOFISICA MASW: DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo” (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006):

1) Nel “metodo attivo” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

2) Nel “metodo passivo” lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche “microtremori”) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura compresa tra 1.0 e 2.0 m (le configurazioni geometriche adottate sono state dettate dalle condizioni logistiche – disponibilità di spazio).

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

Tutte le indagini MASW effettuate sono state effettuate con il solo metodo attivo: la generazione delle onde superficiali è stata effettuata utilizzando come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di *stacking*).

La sorgente è stata posta ad una distanza compresa tra 3 e 10 m dal primo geofono effettuando più energizzazioni in punti differenti (*Optimum Field Parameters of an MASW Survey*, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata ed i criteri di acquisizione della prova MASW attiva e passiva:

n°	Strumentazione	Caratteristiche
1	Unità di acquisizione	sismografo GEOMETRICS “GEODE” a 24 bit
24	Geofoni verticali	“Geospace” con $f_0 = 4.5$ Hz
2	Cavi sismici	L = 120 m
1	Sorgente	Mazza battente su piattello metallico



Figura 1: Strumentazione utilizzata per la prova MASW.

Riassunto modalità esecutive della prova MASW ATTIVA	
Spaziatura tra i geofoni	1.0 - 2.0 m
Distanza sorgente 1°geofono	3 - 10 m
Tempo di campionamento	1.0 ms
Tempo di registrazione	2.0 s

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc



Figura 2: Area1 - vista dello stendimento MASW1.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc



Figura 3: Area 2- vista dello stendimento MASW2.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc



Figura 4: Area 3- vista dello stendimento MASW3.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc



Figura 5: Area 4- vista dello stendimento MASW4.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

2.1 Elaborazione dati

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (KGS format file) per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (**SurfSeis 2.0** della Kansas University).

Tale programma permette di elaborare i dati acquisiti sia con il metodo attivo che con quello passivo.

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "*phase velocity-frequency (c-f)*" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Gli spettri bidimensionali ottenuti dalle registrazioni con il metodo attivo e con quello passivo, elaborati in fasi separate, vengono successivamente combinati in modo da ottenere uno spettro unico.

In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Inoltre, la combinazione dei due metodi MASW consente di individuare il "modo fondamentale" delle onde di superficie nel campo di frequenze compreso tra i 4 e i 40 Hz e di ottenere informazioni sia "superficiali" che "profonde".

Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze (vedi la curva di dispersione combinata presentata in allegato).

Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

L'analisi dello spettro bidimensionale c-f consente in questo modo di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

Dall'inversione delle curve di dispersione si ottengono i seguenti modelli medi di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, ciascuno rappresentativo dell'area investigata.

Area1			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.68	396.63	0.68
2	0.85	550.80	1.53
3	1.06	591.63	2.59
4	1.33	369.86	3.91
5	1.66	232.76	5.57
6	2.07	432.64	7.64
7	2.59	632.49	10.23
8	3.24	786.91	13.47
9	4.05	924.65	17.51
10	5.06	1048.11	22.57
11	6.32	1154.70	28.89
12	7.22	1478.05	36.12

Tabella 1: modello sismico monodimensionale – area 1.

Area2			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	1.14	784.49	1.14
2	1.43	860.14	2.57
3	1.79	1002.25	4.36
4	2.23	1051.22	6.59
5	2.79	1032.73	9.38
6	3.49	843.07	12.87
7	4.36	1043.27	17.24
8	4.45	1659.34	21.69
9	3.82	1527.45	25.51
10	3.52	1752.72	29.03
11	4.15	1641.74	33.18
12	3.07	2455.59	36.24

Tabella 2: modello sismico monodimensionale – area 2.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

Area3			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.63	219.93	0.63
2	0.79	396.76	1.42
3	0.98	371.18	2.40
4	1.23	454.08	3.63
5	1.54	109.01	5.17
6	1.92	216.43	7.09
7	2.40	409.92	9.49
8	3.00	532.56	12.50
9	3.75	614.93	16.25
10	4.69	679.41	20.94
11	6.87	762.63	27.81
12	8.00	1188.11	35.81

Tabella 3: modello sismico monodimensionale – area 3.

Area4			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.74	305.79	0.74
2	0.92	384.35	1.66
3	1.15	361.84	2.81
4	1.44	172.01	4.25
5	1.80	286.33	6.05
6	2.25	540.18	8.30
7	2.81	661.81	11.12
8	3.52	739.25	14.63
9	4.40	818.49	19.03
10	4.50	895.87	23.52
11	5.87	934.55	29.39
12	6.85	1254.29	36.24

Tabella 4: modello sismico monodimensionale – area 4.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

Shear-Wave Velocity Profile from Surface waves inversion

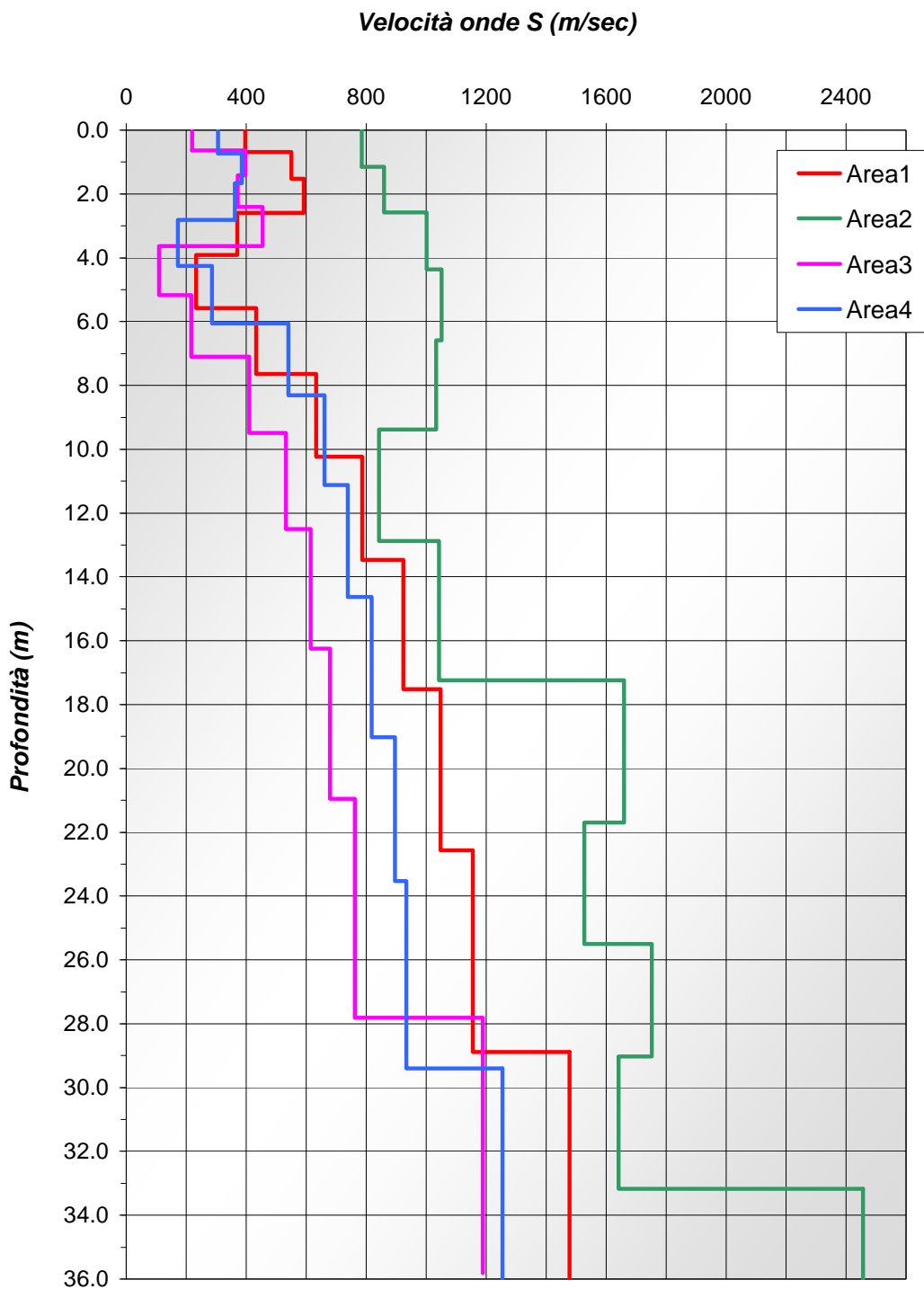


Figura 6: andamento con la profondità della velocità delle onde S per le aree indagate.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

3. INDAGINE GEOFISICA HVSR: DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) ed artificiali (attività antropiche). Si chiama microcremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino (valori dell'ordine di 10^{-15} [m/s²]²).

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è un sensore *Lennartz 3DLite*, appositamente progettato per l'acquisizione del rumore sismico, di dimensioni molto contenute, costituito da tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri) della frequenza propria di 1 Hz.

Tale sensore è collegato ad una scheda di acquisizione *National Instruments* a 24 bit con la possibilità di impostare diverse funzioni (filtri, sensibilità, frequenza di campionamento, trigger, ecc...)

Il metodo di indagine utilizzato è quello dei rapporti spettrali a stazione singola (HVSR; Nakamura 1989).

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali del rumore e quella verticale (H/V spectrum).

Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde sismiche e densità del materiale).

La tecnica HVSR è pertanto in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e dall'analisi della funzione di trasferimento registrata per sito è possibile ricostruire l'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità (V_s -z).

Infatti i "picchi" che caratterizzano il rapporto H/V dipendono unicamente dalla stratigrafia del terreno e non dalle sorgenti di rumore (Castellaro S. et al. 2007).

Di seguito si riassumono i principali criteri di acquisizione delle misure HVSR effettuate:

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

Riassunto modalità esecutive della prova HVSR	
<i>Frequenza di campionamento</i>	<i>200 Hz</i>
<i>Lunghezza registrazione</i>	<i>30 minuti</i>
<i>Filtro in acquisizione</i>	<i>nessuno</i>

Tabella 5: caratteristiche di acquisizione del microtremore.

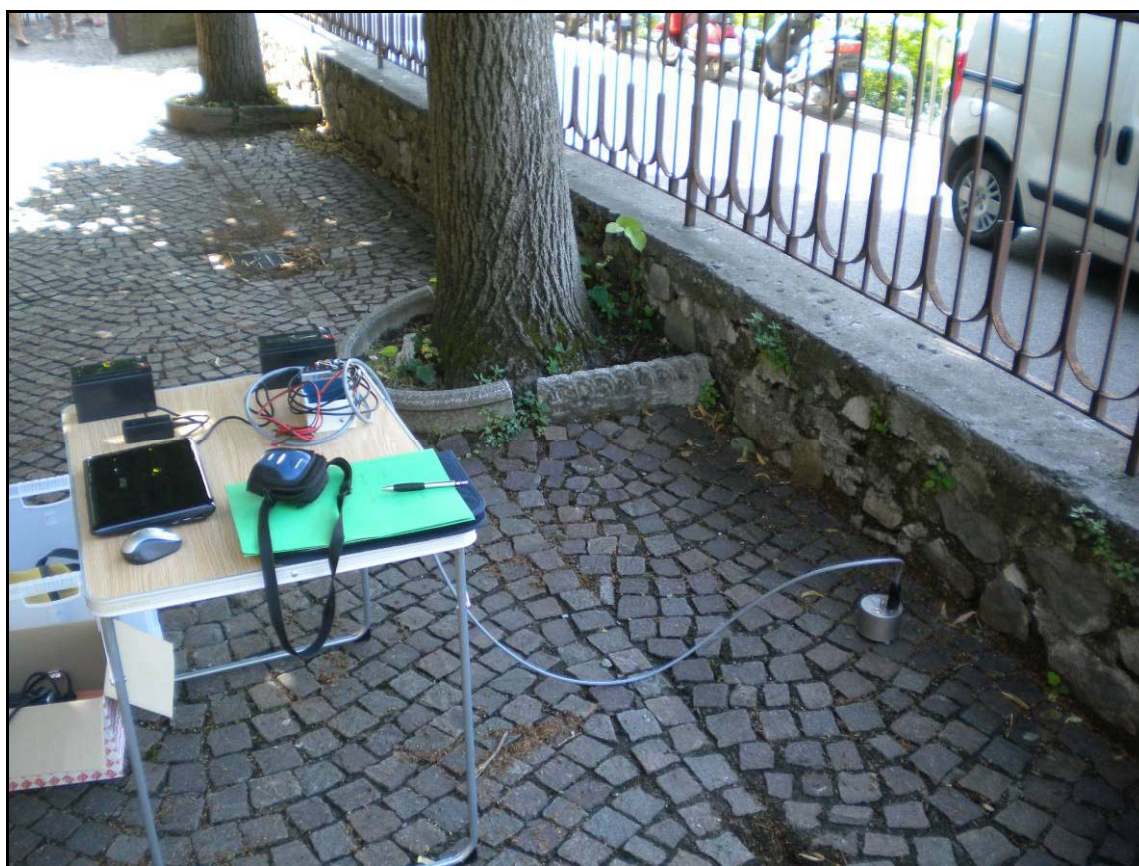


Figura 7: Vista della strumentazione utilizzata per le misure di microtremore.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

3.1 Elaborazione dati

I dati sperimentali acquisiti per ciascuna area di misura sono stati trasferiti su PC ed analizzati con l'apposito software G-SESAME, sviluppato nell'ambito del progetto scientifico internazionale SESAME (*Site EffectS assessment using AMbient Excitations* 2002-2004).

La procedura di analisi dei dati consta nelle seguenti fasi (Lermo J., F.J. Chávez-García “*Site effect evaluation using spectral ratios with only one station*”, Bull. Seism. Soc. Am 1993; Bard P.-Y. *Extracting information from ambient seismic noise: the SESAME project* - 2002; Castellano et al. 2005):

- Suddivisione del tracciato acquisito in finestre di lunghezza pari a 20 sec.
- rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2;
- rimozione manuale di eventuali eventi transienti ancora presenti;
- eliminazione del trend e applicazione di un taper tipo Bartlett;
- trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- lisciamento dello spettro;
- calcolo del rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza e per ciascuna finestra;

La funzione HVSR finale o più semplicemente H/V è data dalla media degli HVSR di ciascuna finestra.

3.2 Risultati

Di seguito si riportano le curve H/V elaborate.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

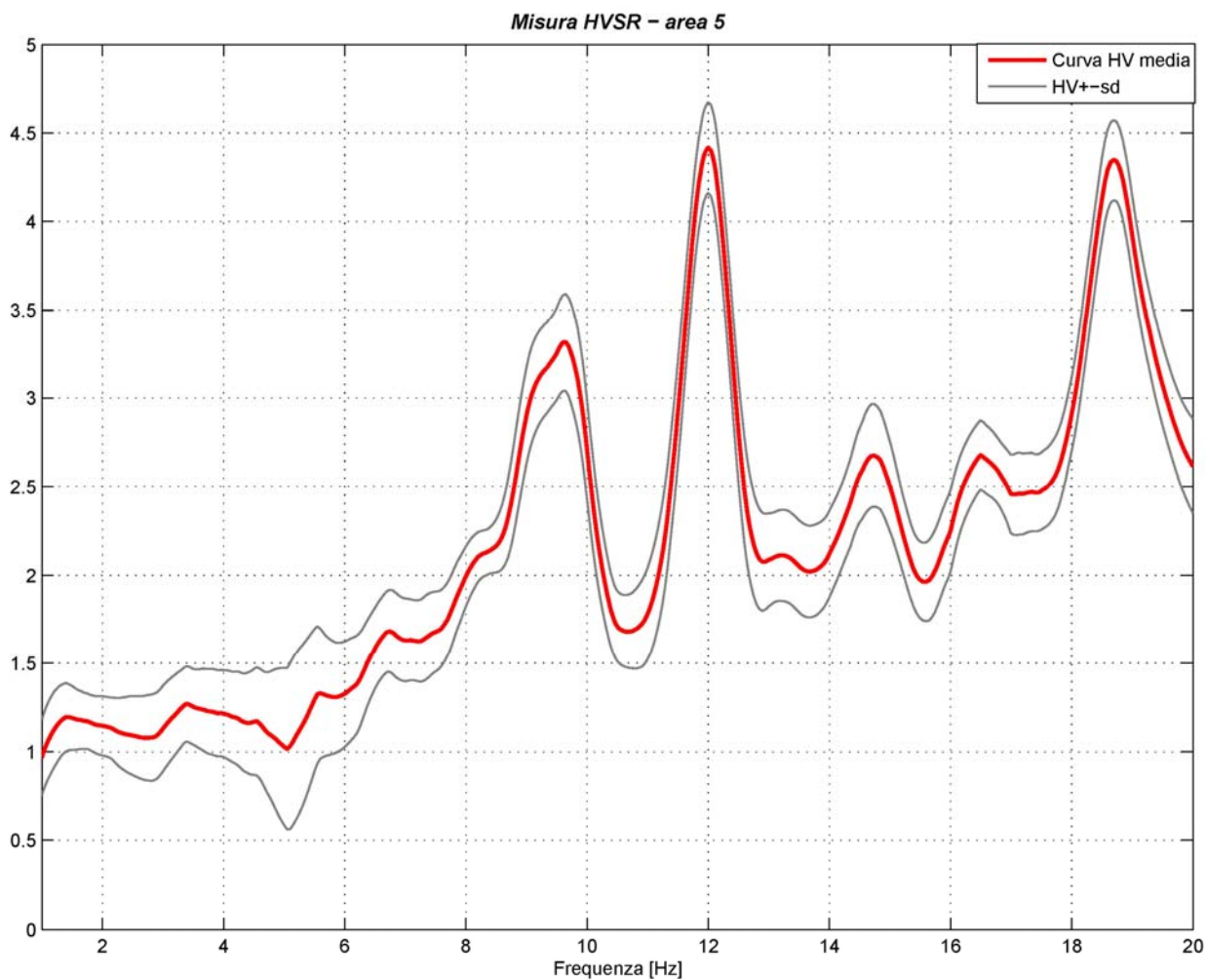


Figura 8: funzione HVSR sperimentale – area 5.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

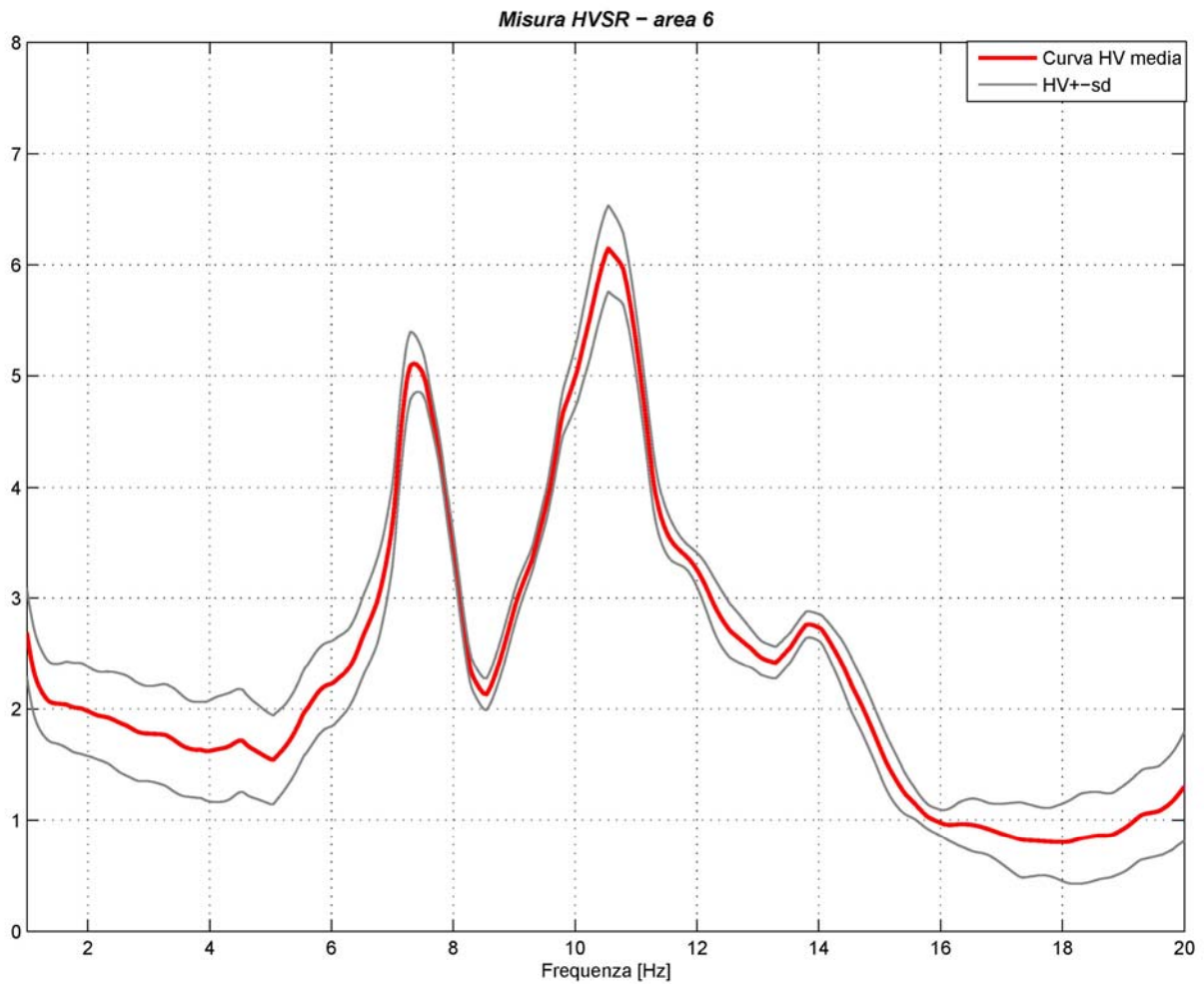


Figura 9: funzione HVSR sperimentale – area 6.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

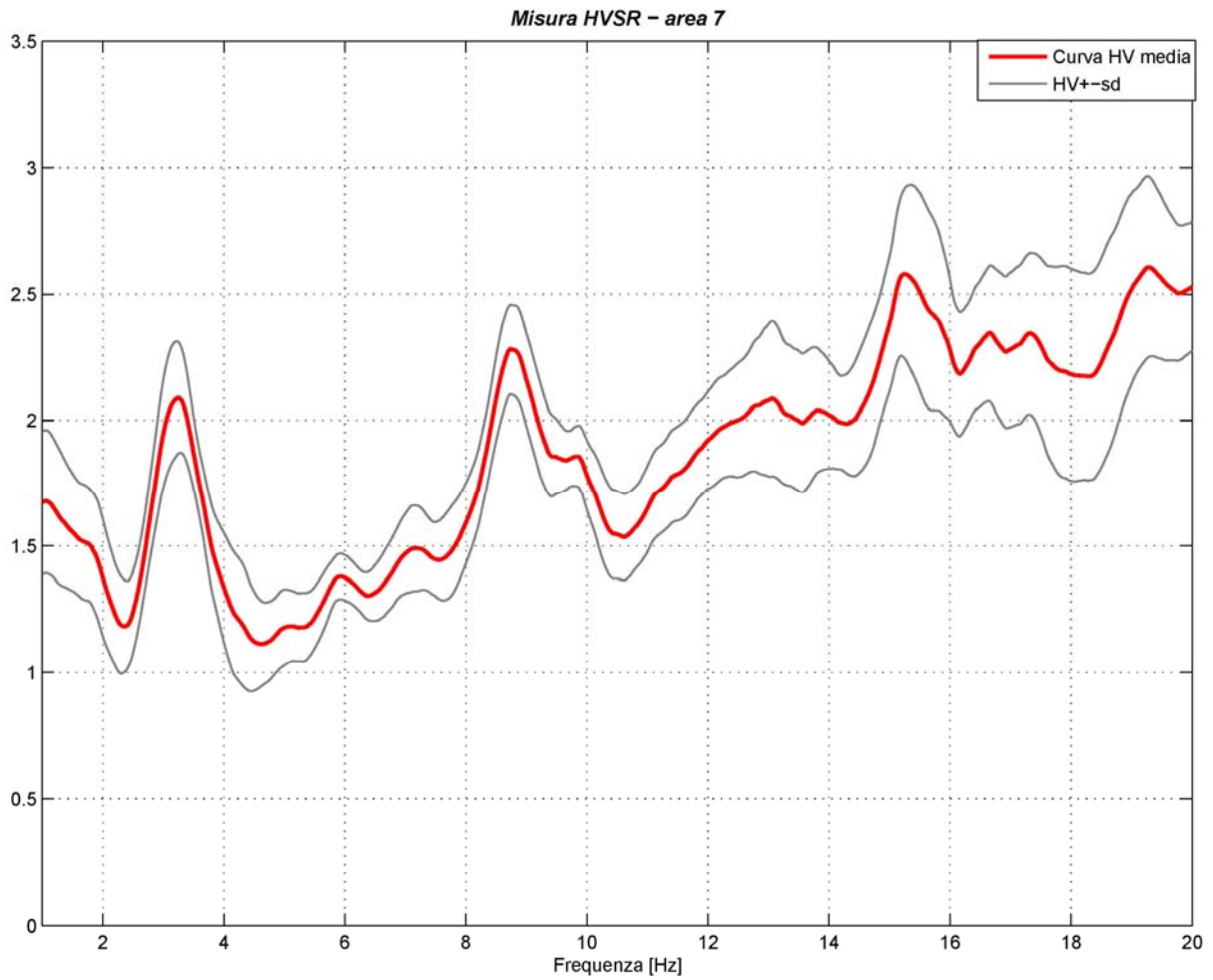


Figura 10: funzione HVSR sperimentale – area 7.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

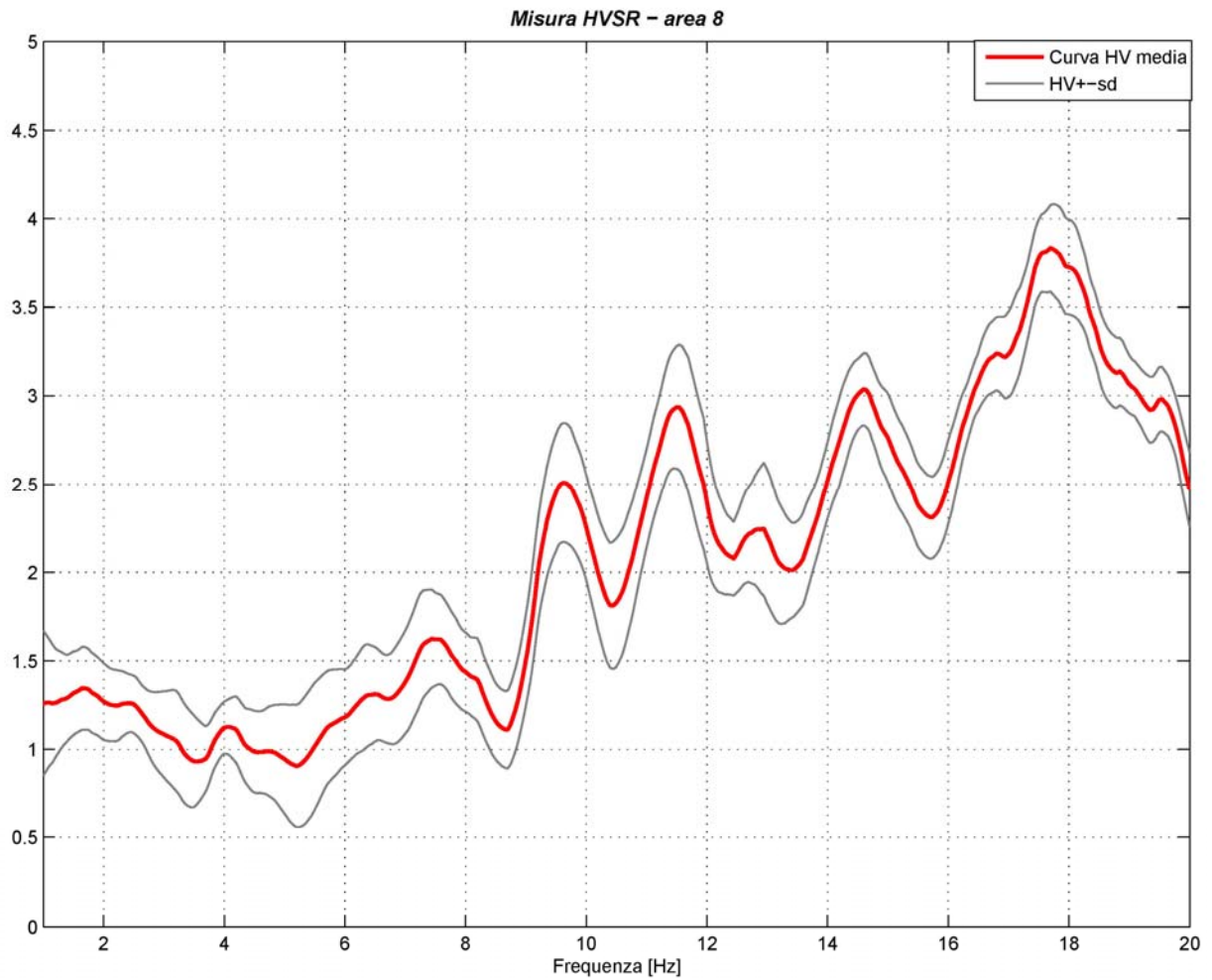


Figura 11: funzione HVSR sperimentale – area 8.

Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

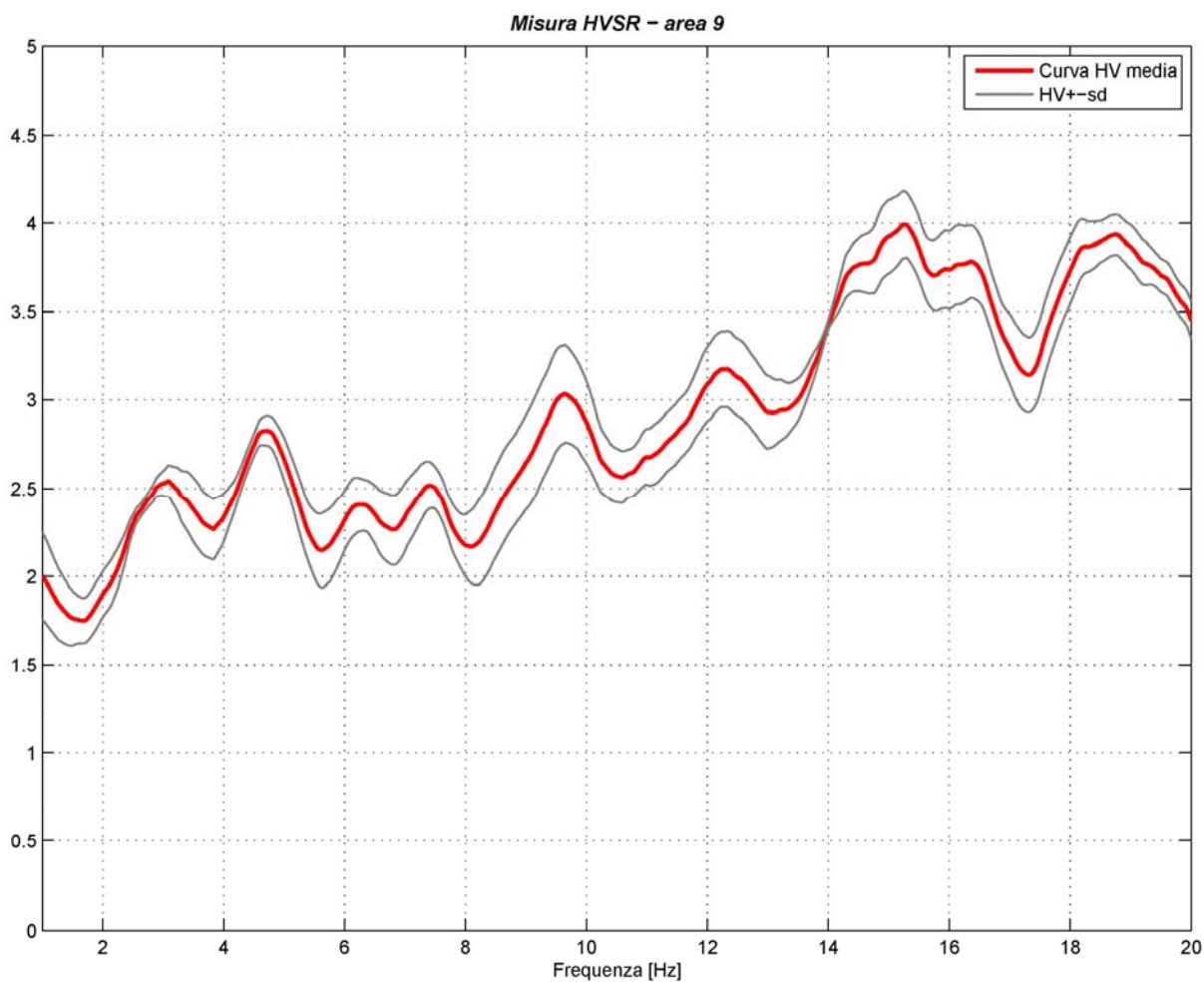


Figura 12: funzione HVSR sperimentale – area 9.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
Indagini geofisiche – comune di Montelsola	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

Dall'osservazione delle curve H/V è possibile riconoscere le seguenti frequenze principali:

Area n.	Frequenza fondamentale [Hz]	Frequenze secondarie [Hz]		
5	11.99	9.6	18.7	-
6	10.55	7.3	-	-
7	15.26	3.2	8.7	-
8	17.69	9.6	11.5	14.6
9	15.23	9.6	-	-

Si ricorda che la frequenza fondamentale di risonanza del terreno risulta pari a

$$F_0 = \frac{V_s}{4H}$$

in cui V_s e H sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore del sottosuolo.

SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
<i>Indagini geofisiche – comune di Montelsola</i>	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

ALLEGATO 1

Registrazioni MASW

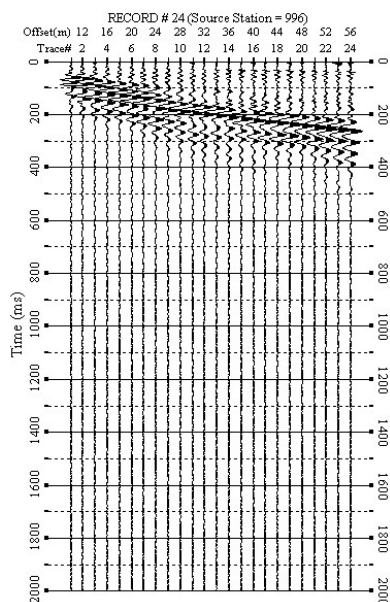
SIGNA srl – Indagini geofisiche

Indagini geofisiche – comune di Montelsola

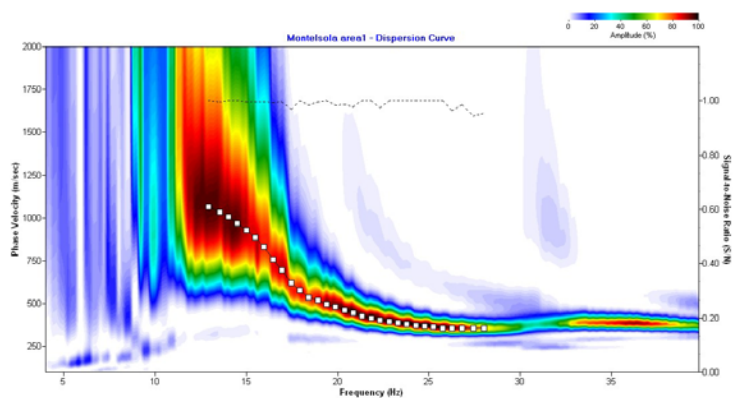
Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

MASW1

registrazione attiva

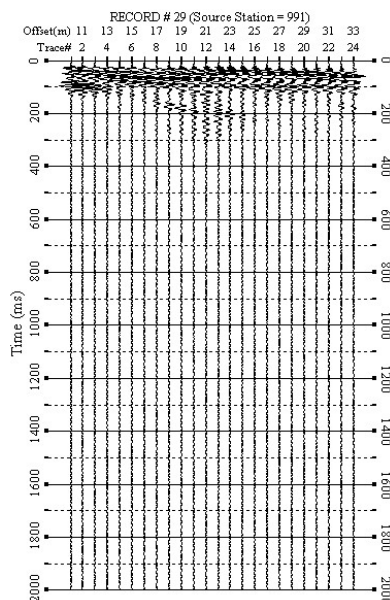


curva di dispersione

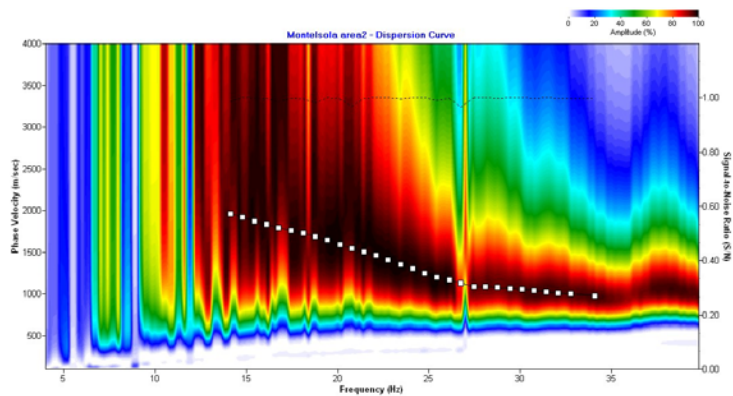


MASW2

registrazione attiva



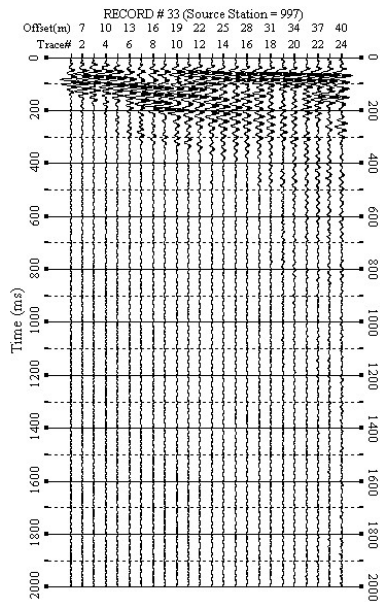
curva di dispersione



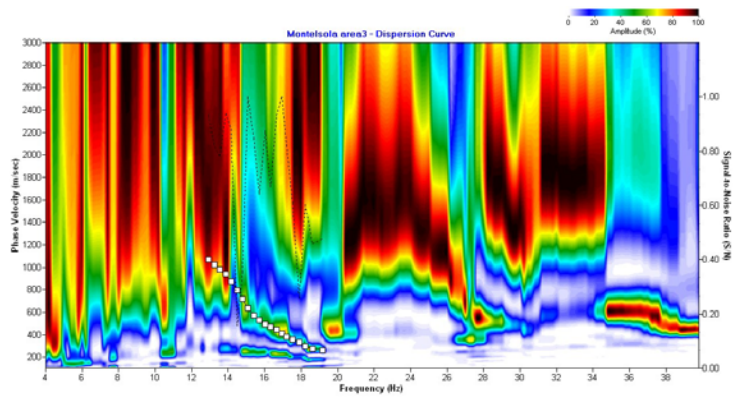
Data	22/07/11
N. Commessa	22-11
C. Documento	01
Revisione	A (DG)
Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

MASW3

registrazione attiva

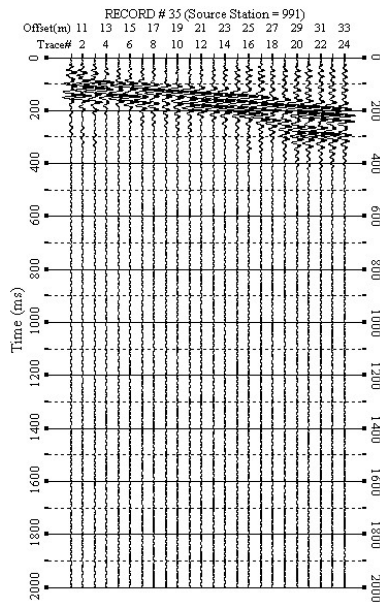


curva di dispersione

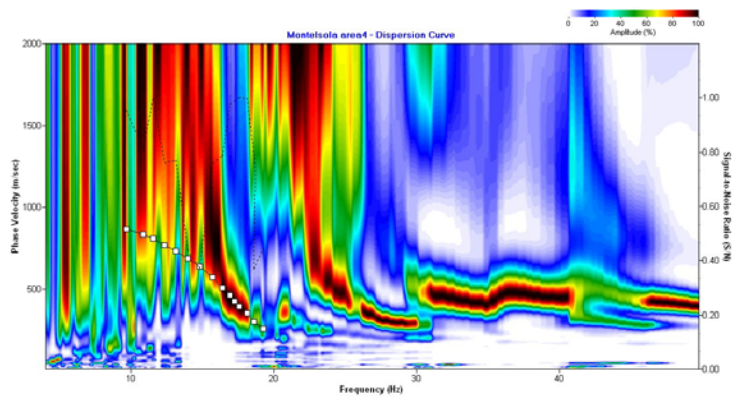


MASW4

registrazione attiva



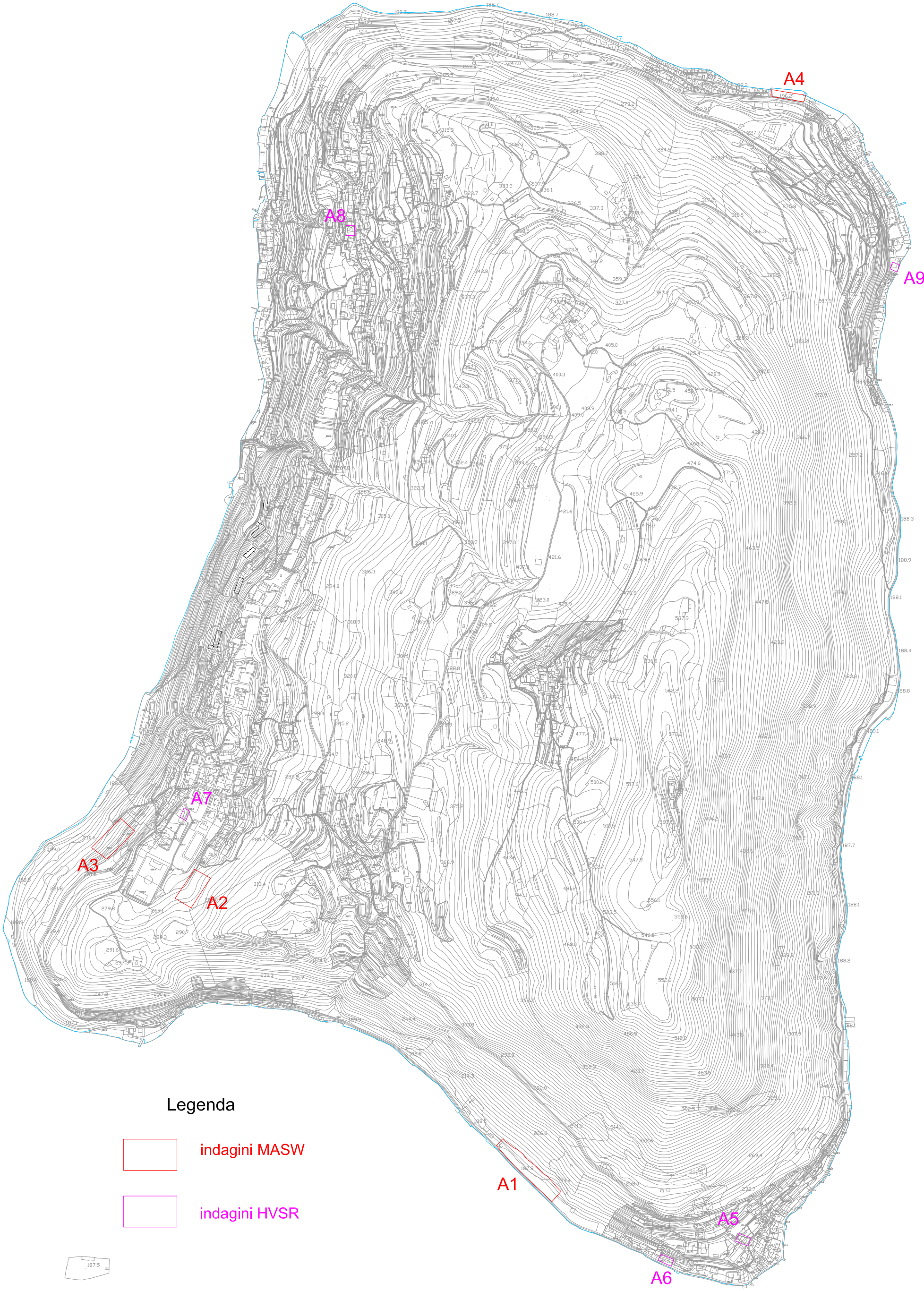
curva di dispersione



SIGNA srl – Indagini geofisiche	Data	22/07/11
	N. Commessa	22-11
	C. Documento	01
<i>Indagini geofisiche – comune di Montelsola</i>	Revisione	A (DG)
	Nome file	IndGeof_Montelsola_PGT.doc

ALLEGATO 2

Ubicazione aree di indagine



Legenda

- indagini MASW
- indagini HVSR

