



Dott. Alberto Manella
Studio di Geologia

Geologia Applicata | Geotecnica | Geologia Ambientale
Idrogeologia | Idrologia | Idraulica

Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica

RELAZIONE GEOLOGICA E GENERALE

Committente
Comune di Fonteno

Località
Comune di Fonteno (BG)

Data
Febbraio 2008

Relatore
Dott. Geol. Alberto Manella



via degli Alpini 12, 24064 Grumello del Monte (BG) | tel/fax 035 831209
C.F. MNLLRT69C23E219M | P.IVA 02383900160
alberto@studiomanella.it | www.studiomanella.it

INDICE

1 – PREMESSA	Pag.	2
2 – METODOLOGIA APPLICATA	»	3
2.1 – Fase di analisi	»	3
2.2 – Fase di sintesi / valutazione	»	6
2.3 – Fase di proposta	»	6
3 – ELEMENTI GEOGNOSTICI E MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	»	7
3.1 – Elementi geognostici	»	7
3.2 – Modello geologico del sottosuolo	»	7
4 – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	»	9
4.1 – Primo livello di approfondimento	»	9
4.2 – Secondo livello di approfondimento	»	10
5 – VINCOLI GEOLOGICO-AMBIENTALI	»	12
5.1 – Vincolo di polizia idraulica	»	13
5.2 – Vincolo idrogeologico	»	13
5.3 – Vincolo cimiteriale	»	14
5.4 – Vincolo paesaggistico	»	14
5.5 – Vincolo PAI	»	14
6 – FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	»	15
7 – NORME GEOLOGICHE DI PIANO	»	15
Art. 1 – Classe di fattibilità 1	»	16
Art. 2 – Classe di fattibilità 2	»	16
Art. 3 – Classe di fattibilità 3	»	18
Art. 4 – Classe di fattibilità 4	»	19
Art. 5 – Regolamento di polizia idraulica	»	20
Art. 6 – Area in dissesto idrogeologico ai sensi del PAI	»	28
Art. 7 – Studi di approfondimento dello strumento geologico comunale ..	»	29
Art. 8 – Norme per le aree soggette a fenomeni di instabilità e cedimento indotti da un sisma	»	30
8 – ALLEGATI	»	30
8.1 – Allegati alla relazione geologica e generale	»	30
8.2 – Cartografia tematica	»	30

1 - PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Fonteno è stato eseguito l'approfondimento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica, così da adeguare lo strumento geologico alla normativa vigente ed al Piano di Governo del Territorio programmato nell'imminente futuro.

Il Comune di Fonteno è dotato di studio geologico approvato ai sensi della Legge 24-11-1997 n. 41 e redatto secondo i criteri stabiliti dalla D.G.R. 06-08-1998, n. 6/37918. La D.G.R. 11-12-2001, n. 7/7365, recante le norme di attuazione del PAI in campo urbanistico, ha inserito il comune di Fonteno nell'allegato A, contenente i comuni esonerati dall'applicazione delle procedure di cui all'art. 18 delle NdA del PAI, in quanto alla data di entrata in vigore del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po il comune di Fonteno risultava già dotato di studio geologico conforme ed approvato. Nel corso dell'anno 2007 è stato approvato lo studio per l'individuazione del reticolo idrico superficiale e delle relative norme di polizia idraulica, redatti ai sensi della D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868 modificata dalla D.G.R. 01-08-2003 n. 7/13950.

Tutti i percorsi amministrativi ed autorizzativi sono stati ultimati con esito positivo e quindi allo stato attuale il Comune di Fonteno possiede uno studio geologico a supporto dello strumento urbanistico ritenuto esaustivo a tutti gli effetti.

La Legge Regionale 11-03-2005 n. 12 ha introdotto un nuovo strumento di gestione del territorio comunale, caratterizzato da un innovativo approccio culturale alla materia urbanistica e denominato Piano di Governo del Territorio. La componente geologica assume una forte centralità, soprattutto nella definizione dei rischi esistenti sulla base dei quali devono essere operate le scelte di modificazione d'uso dei terreni. In adempimento alla suddetta legge la Regione Lombardia ha emanato la D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 contenente:

- le linee guida per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio
- le indicazioni per l'aggiornamento degli studi geologici approvati
- le modalità di confronto fra gli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI).

La direttiva regionale rappresenta un documento normativo molto aggiornato, in quanto recepisce le "Norme Tecniche per le Costruzioni" in materia di rischio sismico, traducendole nell'ambito della procedura di microzonazione da realizzare sulla base della classificazione sismica dei comuni lombardi.

Dal momento che l'Amministrazione Comunale di Fonteno intende procedere alla redazione del PGT si è reso necessario eseguire l'aggiornamento dello studio geologico per quanto concerne la componente sismica, applicando i criteri e le metodologie contenuti nella D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566.

2 - METODOLOGIA APPLICATA

La redazione della componente geologica prevede la suddivisione in tre fasi di lavoro, in ordine temporale di analisi, sintesi e proposta, con l'attuazione di operazioni differenti mirate all'obiettivo finale della zonazione del territorio.

2.1 – Fase di analisi

La **fase di analisi** è stata limitata al solo rischio sismico, in quanto lo studio precedente ha esaurito il quadro delle conoscenze di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico che identificano il territorio di Fonteno.

La valutazione del rischio sismico è stata eseguita interpretando le condizioni geologiche e morfologiche del sito per identificare la possibilità, in occasione di eventi sismici, di effetti di amplificazione che possano alterare la situazione di pericolosità sismica dell'area stabilita dalla normativa. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e quindi in rapporto alle caratteristiche dei terreni si distinguono i seguenti gruppi di effetti locali.

1) **Effetti di sito o di amplificazione sismica locale:** interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche di ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Questi effetti sono a loro volta distinti nei seguenti due gruppi:

- ✓ effetti di amplificazione topografica, che si verificano quando le morfologie e le irregolarità della topografia favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto;
- ✓ effetti di amplificazione litologica, che si verificano quando l'esistenza di orizzonti litologici di particolari proprietà meccaniche possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno.

2) **Effetti di instabilità:** riguardano i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, associato a collassi e movimenti di grandi masse di terreno. Nel caso di versanti in equilibrio precario di possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di processi gravitativi; nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici si possono verificare movimenti differenziali fra i vari settori; nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista geotecnico si possono avere cedimenti,

fluimenti, scivolamenti e colamenti; nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo si possono verificare fenomeni di subsidenza legati al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

Nell'ambito del territorio comunale di Fonteno, trattandosi di un'area montana con locali coperture detritiche e dotata di scarpate di altezza superiore a 10 m, gli effetti di possibile amplificazione sismica sono connessi con la presenza nel sottosuolo di livelli stratigrafici di scarsa qualità geotecnica e con l'esistenza di zone di ciglio e cresta, in grado di accentuare la risposta sismica locale e produrre azioni sui manufatti esistenti maggiori rispetto a quelle attese.

La metodologia impiegata per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal Decreto Ministeriale 14-09-2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dall'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20-03-2003, si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia. Tale metodologia prevede i seguenti tre livelli di approfondimento:

- **1° livello:** consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati esistenti in letteratura;
- **2° livello:** è articolato nell'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente, sulla base di determinazioni di tipo semi-quantitativo, a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale;
- **3° livello:** comporta la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni e contempla la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale riportando gli scenari di pericolosità contenuti nella seguente tabella:

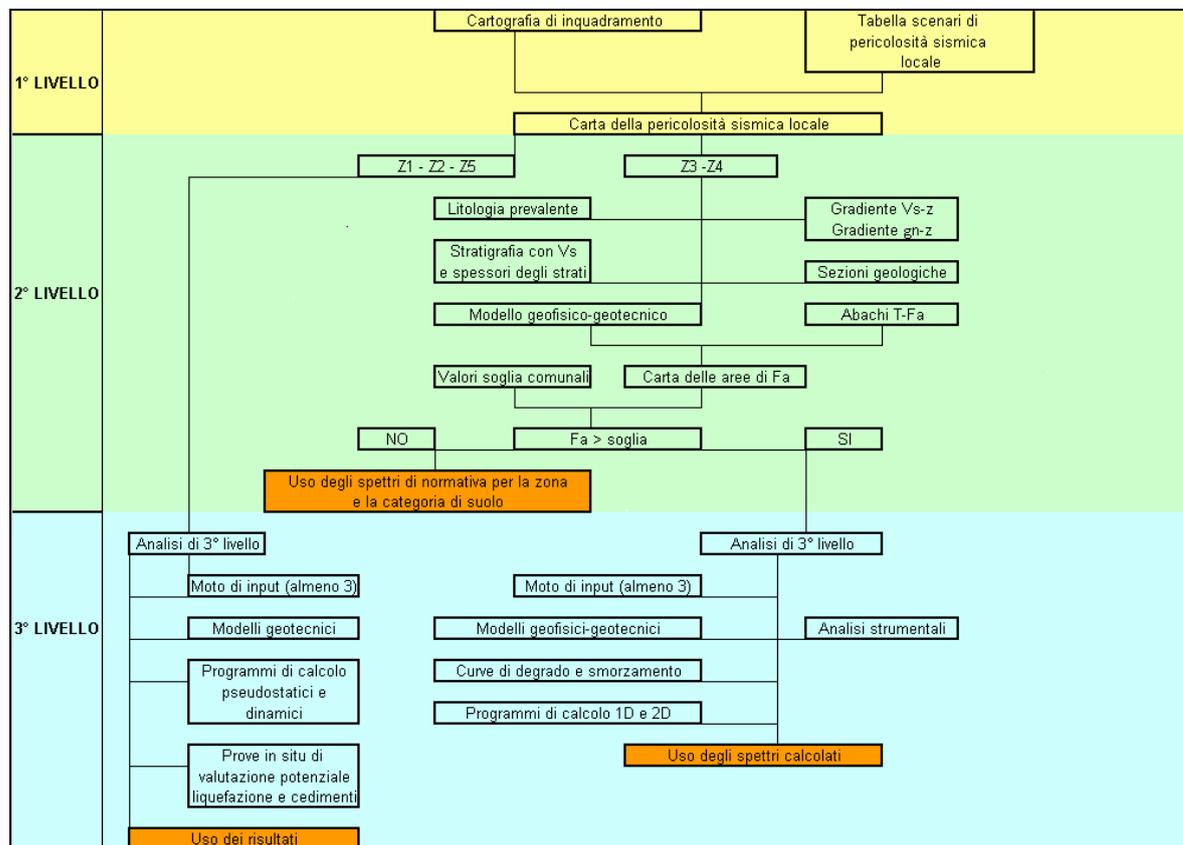
Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti 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 fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni che ricadono nelle zone sismiche 2 e 3 nelle aree suscettibili di amplificazione sismica morfologica e litologica ed interferenti con l'urbanizzato e/o le aree di espansione.

Il terzo livello si applica successivamente al secondo quando la normativa nazionale è inadeguata all'interno degli scenari caratterizzati da effetti di amplificazione morfologica e litologica, quando vi sono aree soggette ad effetti di instabilità, cedimenti e liquefazioni e quando si è in presenza di zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non vanno applicati sulle aree che per situazioni geologiche e ambientali o per vincoli normativi siano considerate inedificabili.

Per sintetizzare quanto descritto si riporta di seguito il diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli d'indagine, così come stabilito nell'allegato 5 della D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566.



Il Comune di Fonteno è inserito in zona sismica 3 e quindi si è reso necessario, in funzione degli scenari di pericolosità sismica riscontrati, effettuare i primi due livelli di analisi.

2.2 – Fase di sintesi / valutazione

In questa fase si definiscono le limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di carattere geologico e si propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.

In occasione dello studio geologico redatto per la variante generale del Piano Regolatore tale fase è stata completamente esaurita, in quanto è stata prodotta la Carta di Sintesi nella quale sono riportati i vincoli esistenti e gli elementi di pericolosità geologica, da cui è stata dedotta la Carta della Fattibilità. In tale sede è stata tuttavia riprodotta in forma unitaria la Carta dei Vincoli Ambientali, nella quale sono state inserite tutte le specifiche limitazioni aggiornate e connesse con le normative ambientali esistenti sul territorio alla data attuale.

2.3 – Fase di proposta

La fase di proposta si articola nella compilazione della Carta della Fattibilità delle Azioni di Piano e delle norme geologiche di attuazione. In relazione alla tipologia della pericolosità geologica, geotecnica, idraulica ed idrogeologica e dell'entità dei fenomeni rilevati sono state assegnate classi di fattibilità diversa, riferite ad ambiti omogenei.

Per le varie classi di fattibilità e per gli ambiti soggetti a pericolosità sismica è prevista una specifica normativa, che si concretizzerà nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

La cartografia di base, sulla quale sono stati rappresentati i vari tematismi, è costituita dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 e dal rilievo aerofotogrammetrico dell'intero territorio comunale disponibile in scala 1:5.000.

Le carte prodotte sono le seguenti:

- Carta della Pericolosità Sismica Locale in scala 1:10.000 sulla CTR
- Carta dei Vincoli Ambientali in scala 1:5.000 sul rilievo aerofotogrammetrico
- Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano in scala 1:10.000 sulla CTR
- Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano in scala 1:5.000 sul rilievo aerofotogrammetrico.

3 - ELEMENTI GEOGNOSTICI E MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Il processo di microzonazione sismica così come la ricostruzione della pericolosità sismica di un territorio prevedono la conoscenza di tutti gli elementi geologici e geomorfologici dell'area in esame e dei caratteri litostratigrafici e geotecnici del sottosuolo. Come accennato in precedenza il comune di Fonteno è caratterizzato da una fisiografia montana variabile, con aree poste a quote altimetriche comprese fra 400 e 1300 m s.l.m..

Pertanto vi sono innumerevoli scenari di pericolosità, connessi con le proprietà meccaniche dei terreni quaternari di copertura superficiale e con le morfologie di ciglio di scarpata e di cresta rocciosa.

3.1 – Elementi geognostici

L'analisi degli effetti sismici di sito ha quindi richiesto la raccolta di dati litostratigrafici, geotecnici e geofisici tali da consentire la costruzione di un modello geologico del sottosuolo, sulla base del quale applicare le varie fasi di approfondimento previste dalle direttive regionali.

Non disponendo di indagini geognostiche dirette, quali sondaggi, prove penetrometriche e perforazioni in genere, la ricostruzione del comportamento meccanico e sismico del sottosuolo è stata affidata all'esecuzione di un'indagine sismica con il **metodo Refraction Microtremor** e con il **metodo della rifrazione**.

La prospezione geofisica, realizzata nella zona del centro abitato presso il campo sportivo, è stata appositamente programmata per stimare lo spessore del deposito glaciale di copertura superficiale e la velocità delle onde trasversali, quest'ultima indispensabile per quantificare gli effetti di amplificazione litologica. Per i dettagli tecnici si rimanda alla relazione illustrativa allegata, redatta dalla società Progea Consulting S.r.l. e contenente i dettagli delle procedure utilizzate oltre che le modalità di interpretazione dei dati.

3.2 – Modello geologico del sottosuolo

I dati geofisici a disposizione sono stati interpretati ed intersecati criticamente per formulare il modello geologico da assumere quale riferimento per le situazioni esistenti sul territorio comunale.

Il comune di Fonteno si trova in un contesto montano, con substrato roccioso triassico e giurassico formato in prevalenza da rocce carbonatiche a stratificazione media; circa il 10% della sua superficie è occupata da placche detritiche di deposito glaciale, costituite da ghiaie e sabbie limose con clasti poligenici mediamente arrotondati.

Pertanto le caratteristiche distintive dei modelli geologici che rappresentano il territorio di Fonteno sono le seguenti:

MODELLO DELLA ZONA ROCCIOSA

Strato	Profondità (m)	Litologia	Angolo di attrito	Velocità delle onde sismiche trasversali (m/s)
1	0.0-30.0	Calcari marnosi	25°-35°	> 1000

MODELLO DELLA ZONA DETRITICA DI ORIGINE GLACIALE (spessore deposito = 5 m)

Strato	Profondità (m)	Litologia	Angolo di attrito	Velocità delle onde sismiche trasversali (m/s)
1	0.0-5.0	Ghiaia e sabbia con limo	28°-32°	380
2	5.0-12.0	Calcari marnosi	25°-35°	1100
3	12.0-30.0	Calcari marnosi	25°-35°	2170

MODELLO DELLA ZONA DETRITICA DI ORIGINE GLACIALE (spessore deposito = 12 m)

Strato	Profondità (m)	Litologia	Angolo di attrito	Velocità delle onde sismiche trasversali (m/s)
1	0.0-12.0	Ghiaia e sabbia con limo	28°-32°	380
2	12.0-30.0	Calcari marnosi	25°-35°	2170

Va sottolineato che i tre modelli geologici rappresentativi dei depositi quaternari di copertura superficiale sono stati ricostruiti sintetizzando i vari parametri a disposizione e scegliendo valori numerici indicativi, fra quelli talora contrastanti ottenuti con metodologie differenti. I valori dell'angolo di attrito indicati per gli strati superficiali di terreno sono stati ipotizzati sulla base della granulometria e dell'origine del deposito; quelli riferiti agli strati rocciosi più profondi sono stati invece supposti ragionevolmente in rapporto alle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi lapidei osservati nelle varie sezioni di affioramento.

La duplice interpretazione del modello geologico per le aree interessate da coperture detritiche risiede nella necessità di distinguere zone con spessore differente, anche se con le medesime proprietà geofisiche, dei sedimenti di origine glaciale. I valori di spessore assunti coprono in linea generale l'intervallo di spessore probabile delle placche di copertura superficiale del substrato roccioso.

I dati raccolti per la ricostruzione del modello geologico provengono in parte da indagini effettuate direttamente dallo scrivente ed in parte da dati disponibili in letteratura presso gli enti pubblici. Evidentemente il grado di affidabilità può variare in relazione alle modalità di acquisizione dei parametri ed al personale che ha provveduto a compilare le schede tecniche riassuntive delle indagini svolte.

Pertanto, così come proposto dalla D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566, si rappresenta sinteticamente nella tabella seguente il livello di attendibilità dei vari dati forniti.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni 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 a carotaggio continuo)
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)

4 - PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La fase preliminare della definizione della pericolosità sismica locale è stata svolta secondo i criteri previsti nel primo livello di analisi, individuando le zone dove gli effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili con buona approssimazione sulla base degli elementi geologici e geognostici a disposizione. Successivamente è stato attuato il percorso appartenente al secondo livello, con lo scopo di quantificare gli effetti di possibile amplificazione sismica legati alle caratteristiche litologiche e geotecniche del terreno costituente il sottosuolo ed alla morfologia di alcuni settori montani.

L'analisi comparata dei dati raccolti ha permesso di ricostruire lo scenario di pericolosità sismica locale e di identificare le aree per le quali la normativa non è adeguata a rappresentare gli effetti di un potenziale sisma.

4.1 – Primo livello di approfondimento

L'insieme dei dati geologici, geotecnici e geofisici contenuti nella cartografia d'inquadramento ed il quadro dei possibili scenari di pericolosità sismica sul territorio di Fonteno hanno permesso la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale, allegata in scala 1:10.000 sulla base della Carta Tecnica Regionale.

Gli scenari individuati sono i seguenti:

- **Z1c** – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana; è identificata dai settori di versante interessati da manifestazioni di tipo gravitativo generalizzate e da pendii caratterizzati da elevata acclività.
- **Z3a** – Zona di ciglio; è caratterizzata dalla presenza di scarpate con parete subverticale di altezza superiore a 10 m; tale morfologia è stata rilevata in località Tassine, in località Vister ed in corrispondenza del zona prossima al centro abitato.
- **Z3b** – Zona di cresta rocciosa; si tratta di settori montani dotati di crinali appuntiti la cui morfologia predispone a fenomeni di amplificazioni sismiche di origine topografica; sul

territorio di Fonteno vi sono numerose creste importanti, situate in prevalenza lungo il confine comunale e lontano dal centro abitato.

- **Z4c** – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi; rappresentano le placche detritiche di copertura del substrato roccioso e sono prevalentemente localizzate attorno al centro abitato, estendendosi sino alla conca di Vister. In relazione alle proprietà geotecniche e geofisiche dei materiali geologici è possibile l'insorgenza di fenomeni di amplificazione sismica.
- **Z5** – Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse; costituisce la linea di perimetrazione dei depositi di copertura superficiale, in corrispondenza della quale si possono avere comportamenti differenziali in termini di risposta elastica alle sollecitazioni tensionali.

L'individuazione dei singoli scenari pericolosità e dei relativi effetti ha condotto anche all'attribuzione della classe di pericolosità sismica, che nel caso del territorio di Fonteno corrisponde alla sigla H2.

4.2 – Secondo livello di approfondimento

A partire dai contenuti della Carta della Pericolosità Sismica Locale si è proceduto all'applicazione del secondo livello di approfondimento, per accertare attraverso determinazioni di tipo semiquantitativo se la normativa nazionale è sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici. Tale livello si applica, come previsto dalla D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 agli scenari suscettibili di amplificazioni sismiche.

L'approfondimento ha riguardato le aree occupate da depositi di copertura sciolti e le aree collinari in cui le zone di cresta e di ciglio interessano l'edificato e/o l'edificabile. Per quanto attiene le aree appartenenti allo scenario Z5 non è stato necessario effettuare una valutazione a livelli di approfondimento maggiore, in quanto il contatto fra litotipi di caratteristiche molto diverse esclude la possibilità di realizzare costruzioni a cavallo.

Il ricorso al secondo livello è stato quindi necessario per verificare la possibile amplificazione sismica connessa con gli effetti litologici e morfologici delle aree identificate nei rispettivi scenari.

4.2.1 – Effetti litologici

In relazione ai parametri geologici e geotecnici sono state individuate le litologie prevalenti per il sottosuolo detritico di Fonteno, impiegando per le analisi quantitative la **scheda litologia ghiaiosa** per entrambi i modelli geologici della zona detritica. Il campo di validità delle schede non è sempre rispettato sull'intero intervallo di profondità, ma la procedura utilizzata può essere ritenuta attendibile in quanto vi è validità per gli strati più superficiali, che maggiormente influenzano la risposta del terreno alle sollecitazioni sismiche. Ovviamente non è stato considerato il modello geologico riferito al substrato roccioso in quanto non sono possibili in tal caso amplificazioni di tipo litologico.

All'interno della scheda è stata scelta in funzione della profondità e della velocità delle onde sismiche trasversali V_s la curva più appropriata per la valutazione del fattore di amplificazione sismica F_a negli intervalli 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s in base al valore del periodo proprio del sito T . Quest'ultimo è stato calcolato mediante la seguente formula:

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

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

Gli intervalli di periodo prescelti sono stati definiti in rapporto al periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più diffuse sul territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Applicando la procedura descritta, rappresentata nella scheda allegata, sono stati ottenuti i seguenti risultati (validi per entrambi i modelli geologici):

Zona territoriale	Periodo proprio del sito T	Periodo proprio degli edifici t	Fattore di amplificazione sismica F_a
Zona detritica con spessore pari a 5 m	0,05 s	0,1-0,5 s	1,05
Zona detritica con spessore pari a 12 m	0,05 s	0,5-1,5 s	1,00

La valutazione del grado di protezione è stata effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede litologiche con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica, per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. Il parametro in questione, riportato nella banca dati della Regione Lombardia, rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

Considerato che ai sensi dell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20-03-2003, il sottosuolo di Fonteno può ricadere nelle categorie A (zone detritiche con spessore inferiore a 5 m) ed E (zone detritiche con spessore compreso fra 5 e 20 m), desunte impiegando le velocità V_s , sono stati confrontati i valori di F_a ottenuti con il parametro

proposto dalla Regione, accertando che la normativa nazionale risulta sempre adeguata a rappresentare i reali effetti di amplificazione sismica.

4.2.2 – Effetti morfologici

L'individuazione delle creste e dei cigli di scarpata è avvenuta sulla Carta Tecnica Regionale, verificando la rispondenza delle geometrie esistenti ai criteri stabiliti per l'applicabilità delle schede di approfondimento. Le sezioni topografiche impiegate per le valutazioni di secondo livello sono riportate nella Carta della Pericolosità Sismica Locale e sono riferite ad una scarpata ed una cresta potenzialmente in grado di interferire con l'urbanizzato e l'urbanizzabile.

La **scarpata rocciosa** esaminata è situata poche centinaia di metri a NE del centro abitato e possiede le caratteristiche di scarpata in pendenza, con un'altezza massima di 52 m. In relazione alla pendenza della superficie topografica ed alla classe altimetrica la scheda allegata ha consentito di determinare un fattore di amplificazione per il periodo 0.1-0.5 s pari a 1.3. Dal momento che tale valore è inferiore ai valori soglia per suolo di tipo A stabiliti dalla Regione Lombardia si desume che la normativa nazionale risulta adeguata a rappresentare i reali effetti di amplificazione sismica.

La situazione morfologica connessa con la **zona di cresta** che si estende poco più a valle della scarpata, è stata ricostruita attraverso una sezione trasversale.

La geometria del pendio e le caratteristiche altimetriche della montagna hanno permesso di stabilire che la cresta in questione è classificabile come appuntita. La scheda allegata contiene i dettagli delle valutazioni tecniche eseguite, utilizzando sempre il diagramma riferito alle creste appuntite con larghezza compresa fra 150 e 250 m.

Il fattore di amplificazione sismica ottenuto è pari a 1.2 ed è anche in questo caso inferiore al valore soglia stabilito dalla Regione Lombardia; pertanto si deve ritenere che la presenza della cresta, così come della scarpata, non producono effetti di amplificazione sismica tali da comportare una differenza rispetto allo spettro proposto dalla normativa nazionale.

5 – VINCOLI GEOLOGICO-AMBIENTALI

I vincoli ambientali rappresentano nella gestione delle trasformazioni territoriali dei punti di riferimento con i quali i cittadini si devono confrontare per garantire la compatibilità fra l'intervento previsto ed il rispetto delle peculiarità paesaggistiche dell'area. La tipologia e la localizzazione dei vincoli è stata definita attraverso l'esame degli elementi fisico-naturali e delle strutture antropiche esistenti sul territorio di Fonteno, ricercando negli archivi della Regione

Lombardia e dell'Ufficio Tecnico Comunale le informazioni necessarie per la corretta delimitazione delle aree tutelate.

I vincoli inseriti nella Carta dei Vincoli Geologico-Ambientali sono i seguenti.

5.1 - Vincolo di polizia idraulica

Il testo unico in materia di polizia idraulica è rappresentato dal R.D. 523/1904, che con tutte le successive integrazioni e circolari contiene l'insieme delle norme riguardanti le attività proibite e quelle consentite previa autorizzazione o nulla osta idraulico all'interno di ben definite fasce di rispetto.

Con la D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868 e la successiva D.G.R. 01-08-2003 n. 7/13950, emesse a seguito dei criteri definiti nella D.G.R. 22-12-1999 n. 47310 e successivi aggiornamenti, la Regione ha identificato i corsi d'acqua principali, su cui continuerà a svolgere le funzioni di polizia idraulica (eccezion fatta per i tratti di competenza dell'Aipo), rilasciando attraverso le sedi territoriali provinciali le varie autorizzazioni ed introitando i proventi derivanti dai canoni concessori. Le medesime mansioni sul reticolo minore sono state pertanto trasferite ai comuni ed ai consorzi di bonifica.

Nell'ambito del confine comunale di Fonteno la gestione della polizia idraulica e le limitazioni d'uso del territorio derivanti dall'esistenza della rete idrica superficiale sono così strutturate:

Corso d'acqua	Categoria	Fascia di rispetto	Vincolo ambientale	Ente gestore
Torrente Fonteno o Cantile	Principale	10 m	Sì	Regione Lombardia
Tutti i torrenti	Minore	10 m	No	Comune di Fonteno
Torrente n. 103	Minore	5 m solo su alcuni tratti identificati	No	Comune di Fonteno

5.2 – Vincolo idrogeologico

E' stato istituito mediante R.D. n. 3267 del 30-12-1923 nell'intento di prevenire ed arrestare il dissesto del suolo, conseguente ad interventi di disboscamento irrazionale. Il territorio collinare di Fonteno è interessato da tale vincolo su quasi tutto il territorio, eccezion fatta per le aree situate attorno al centro abitato ed alla frazione di Xino.

La perimetrazione del vincolo è stata estrapolata dalla cartografia fornita dall'Ufficio Tecnico Comunale.

5.3 – Vincolo cimiteriale

Il vincolo cimiteriale è stato istituito attraverso il regolamento di polizia mortuaria contenuto nel D.P.R. 10/09/1990, n. 285. All'art. 57 viene stabilita una fascia di rispetto che per i comuni con un numero di abitanti inferiore a 10.000 è pari a 50 m. Nell'ambito del territorio di Fonteno è presente un'unica area cimiteriale, la cui superficie complessiva vincolata è pari a circa 17.000 m².

5.4 – Vincolo paesaggistico

Il vincolo paesaggistico è riferito al D.Lgs. 22-01-2004 n. 42, che ha raccolto tutte le normative di tutela ambientale precedenti in un testo unico, istituendo in particolare l'ampiezza della fascia di rispetto da applicare ad alcuni ambiti territoriali fra i quali i corsi d'acqua, i laghi ed i boschi. La D.G.R. 25/07/1986, n. 4/12028, che individua i corsi d'acqua pubblici per i quali si applica il vincolo paesaggistico, stabilisce che in territorio di Fonteno vi è il solo torrente Fonteno o Cantile, vincolato fra lo sbocco e la confluenza con il Rio di Costa. Pertanto l'area soggetta al vincolo ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera c riguarda la zona compresa entro la distanza di 150 m dal corso d'acqua, per la quale gli interventi edilizi dovranno essere esaminati da apposite commissioni ambientali per il rilascio dell'autorizzazione paesistica.

5.5 – Vincolo PAI

La pianificazione sovraordinata da parte dell'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto alla creazione di vincoli che si sommano a quelli esistenti sui territori comunali. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po, approvato con D.P.C.M. 24-05-2001, conteneva originariamente alcune perimetrazioni entro i confini comunali di Fonteno; tuttavia è stato proposto un aggiornamento da parte dell'Amministrazione Comunale su richiesta della Regione Lombardia, a seguito del quale sono state ripериметrate d'ufficio le aree di frana quiescente, eliminando quelle di frana attiva. In tal modo è stato uniformato il PAI allo studio geologico, le cui previsioni risultavano antecedenti e frutto di valutazioni di maggior dettaglio.

Le zone delimitate come **frana quiescente Fq** comprendono ampie porzioni di versante, anche localizzate in prossimità dei nuclei abitati, in cui i processi gravitativi potenzialmente riattivabili inducono a porre particolare attenzione alla modifica di destinazione d'uso dei terreni.

6 – FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano, redatta in scala 1:10.000 sulla base della CTR ed in scala 1:5.000 sulla base del rilievo aerofotogrammetrico, è stata ricostruita inserendo la zonazione geologica già approvata ai sensi della Legge 41/1997 in occasione dello studio geologico di supporto al Piano Regolatore Generale ed aggiungendo le fasce di rispetto fluviale dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale e minore ai sensi della D.R.G. 01-08-2006 n. 7/13950.

Si precisa che lo studio per l'individuazione del reticolo idrico superficiale è stato approvato dal Comune di Fonteno dopo l'ottenimento del parere favorevole della Regione Lombardia.

La Carta di Fattibilità rappresenta dunque un documento contenente informazioni in merito alla pericolosità geologica dei fenomeni e delle situazioni rilevati sul territorio, fornendo indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso dei terreni.

Il territorio è stato suddiviso in quattro classi di fattibilità, identificate da uno specifico significato geologico e da norme tecniche che vengono descritte in dettaglio nel capitolo successivo. Si segnala che non sono state identificate aree soggette ad amplificazione sismica con normativa nazionale inadeguata a rappresentare gli effetti di sito e quindi non sono state rappresentate con retino differenziato.

7 – NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Le norme geologiche di piano costituiscono la normativa d'uso della Carta di Fattibilità e riportano per ciascuna classe le indicazioni in merito alle indagini di approfondimento ed alla loro estensione, da effettuarsi prima degli interventi urbanistici, con riferimento alla tipologia ed all'intensità del fenomeno che ha determinato l'assegnazione della classe di fattibilità.

Va comunque ricordato che tali norme tecniche si sommano a quelle di tutela ambientale previste dai vari vincoli, che di volta in volta possono imporre soluzioni e studi aggiuntivi rispetto a quanto esposto in tale sede, secondo le intenzioni degli enti gestori dei vincoli.

Di seguito si riportano le norme geologiche inerenti gli studi di approfondimento e le opere di mitigazione del rischio, eventualmente da realizzare, organizzate in articoli da inserire integralmente in futuro nel Piano delle Regole e nel Documento di Piano del P.G.T..

Art. 1 – Classe di fattibilità 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni". Il territorio di Fonteno, per la sua conformazione geologica e per l'assetto idrogeologico che lo caratterizza, è sprovvisto di zone in classe 1.

Art. 2 – Classe di fattibilità 2 (Fattibilità con modeste limitazioni)

La classe 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 accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Le zone posizionate in classe 2 appartengono principalmente ai settori territoriali urbanizzati, dove la dinamica geomorfologica e gli effetti negativi del dilavamento e dell'infiltrazione dell'acqua in profondità, sono stati mitigati fortemente in seguito alla costruzione di opere di sostegno in muratura o in pietrame ed alla impermeabilizzazione superficiale. Quest'ultima, nonostante comporti un incremento enorme del coefficiente di deflusso ed una riduzione del tempo necessario all'acqua per raggiungere gli impluvi drenanti con i conseguenti effetti sull'esondazione dei torrenti, ha favorito la formazione di un sistema di captazione ed allontanamento dell'acqua che consente di limitare notevolmente i fenomeni gravitativi di natura franosa ed i processi di degrado del sottosuolo legati alla percolazione idrica in profondità. La fascia di demarcazione della classe 2 è stata inoltre estesa alle aree dotate di acclività limitata e prive di manifestazioni morfogenetiche in atto.

In ragione della conformazione geologica delle aree poste in questa classe di fattibilità si dovrà prevedere per opere di completamento e/o nuove costruzioni appropriati studi di approfondimento geologico, finalizzati alla valutazione delle tecniche costruttive più idonee a garantire la stabilità strutturale dei manufatti e la tutela del paesaggio naturale.

Art. 2.1 – Studi di approfondimento

La realizzazione di edifici residenziali, fabbricati industriali e manufatti aventi un rilevante impatto sul terreno deve essere preceduta da un'indagine geologica finalizzata all'acquisizione dei principali caratteri e processi geologici che interferiscono con la struttura in progetto. Le verifiche tecniche da effettuare potranno prescindere, salvo situazioni particolari,

da indagini geognostiche ed idrogeologiche di dettaglio, ma dovranno essere supportate da rilevamenti geologico-tecnici almeno in scala 1:2.000 riguardanti i fenomeni geomorfologici in atto, le proprietà litologiche e meccaniche dei terreni e delle rocce e lo stato di dissesto della rete idrica eventualmente adiacente l'area in oggetto.

La **relazione geologica** dovrà contenere in dettaglio la descrizione delle elaborazioni effettuate secondo lo schema seguente:

- inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- definizione delle proprietà geologiche dell'area
- caratterizzazione geomorfologica dell'area
- individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie)
- valutazione generale delle condizioni di stabilità del versante
- analisi degli elementi di pericolosità geologica del sito
- verifica idraulica dei corsi d'acqua con analisi morfometrica del bacino e studio delle piogge intense (solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie)
- eventuale definizione, sulla base della permeabilità del terreno, delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da fenomeni di dissesto gravitativo, idrogeologico ed idraulico.

Art. 2.2 – Norme tecniche per gli studi di approfondimento

Le procedure di calcolo e le tecniche esecutive inerenti l'ambito edilizio sono stati regolati dallo Stato Italiano mediante l'emanazione delle "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicate con Decreto Ministeriale del 14-09-2005 ed entrate ufficialmente in vigore il 23-10-2005. Per quanto attiene gli aspetti riguardanti le costruzioni in zone sismiche si fa riferimento alla OPCM 3274 del 20-03-2003, successivamente modificata in varie occasioni sino alla versione definitiva dell'Ordinanza 3431 del 03-05-2005.

Allo stato attuale l'applicazione dell'Ordinanza è in fase di proroga per un periodo transitorio durante il quale è possibile continuare ad applicare nelle aree sismiche i contenuti tecnici del Decreto Ministeriale del 16-01-1996. Tuttavia per l'individuazione delle zone sismiche del territorio italiano si dovrà fare riferimento alla nuova classificazione, contenuta nella suddetta Ordinanza.

Alla luce della D.G.R. 07-11-2003 n. 14964 con la quale la Regione Lombardia imponeva l'obbligo in zona 4 della progettazione antisismica esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal Decreto n. 19904 del 21-11-2003, si potrà considerare per il Comune di Fonteno, inserito in zona 3 nella classificazione nazionale, un valore del grado di sismicità basso $S = 6$.

La relazione geologica dovrà essere firmata da tecnico abilitato e redatta comunque anche ai sensi del D.M. 11-03-1988.

Gli studi di approfondimento dovranno essere realizzati prima della progettazione degli interventi edilizi e la relazione geologica di supporto dovrà essere consegnata in sede di presentazione dei Piani Attuativi o in sede di richiesta del permesso di costruire.

Art. 3 – Classe di fattibilità 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)

La classe 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.

La classe 3 è stata identificata in prossimità dei versanti ad acclività medio-alta con condizioni di stabilità precaria del terreno di copertura superficiale o addirittura del substrato roccioso; in alcuni casi l'attribuzione della classe 3 è stata definita in relazione alla presenza di fenomeni morfogenetici attivi dotati di elevata pericolosità.

In virtù delle considerazioni esposte quasi tutta la fascia montuosa che si estende nel bacino della Valle di Fonteno è stata inserita in tale classe, così come si desume dalla Carta della Fattibilità contenuta nelle tavole 3a e 3b.

Attorno al nucleo abitato vi sono molte aree in classe 3, prevalentemente per motivi di acclività dei pendii, ma in alcuni frangenti per la presenza contemporanea di terreni a probabile scarsa qualità geotecnica ed impluvi naturali soggetti a problematiche di ordine idraulico; a tal riguardo si segnala l'importanza dei punti di crisi idraulica situati in corrispondenza degli attraversamenti dei torrenti e delle strozzature degli alvei fluviali, dai quali non è possibile prescindere nell'ambito di qualsiasi intervento di urbanizzazione.

Art. 3.1 – Studi di approfondimento

Gli studi di approfondimento nelle zone in classe 3 dovranno contenere oltre che dati di tipo geotecnico-geomeccanico anche valutazioni di ordine geomorfologico ed idrogeologico, finalizzate alla definizione delle possibili interferenze dei processi geologici con i manufatti in progetto.

Nel caso in cui i terreni e/o le rocce del substrato dovessero essere sollecitati da stati tensionali eccezionali si potrà decidere di ricorrere ad analisi geotecniche e rilievi geomeccanici, per testare la qualità meccanica dei materiali interessati dalla distribuzione dei carichi indotti.

La **relazione geologica** dovrà contenere in dettaglio la descrizione delle elaborazioni effettuate secondo lo schema seguente:

- inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- definizione delle proprietà geologiche dell'area
- caratterizzazione geomorfologica dell'area
- caratterizzazione geotecnica dei terreni e geomeccanica delle rocce ottenute mediante indagini in sito e/o di laboratorio
- individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie)
- valutazione generale delle condizioni di stabilità del versante
- analisi degli elementi di pericolosità geologica del sito
- verifica idraulica dei corsi d'acqua con analisi morfometrica del bacino e studio delle piogge intense (solo per le zone in prossimità delle valli torrentizie)

- eventuale definizione, sulla base della permeabilità del terreno, delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da fenomeni di dissesto gravitativo, idrogeologico ed idraulico.

La tipologia e l'estensione delle indagini geognostiche dovranno essere definite caso per caso, in funzione dell'intervento edilizio e delle valutazioni critiche, operate da tecnici abilitati incaricati dai rispettivi committenti di redarre una relazione geologica da allegare ai documenti di progetto.

Considerata l'elevata pericolosità dei fenomeni individuati nella classe 3 gli studi geologici di approfondimento avranno la finalità di stabilire le eventuali opere di bonifica e/o sistemazione dei dissesti, prevedendo anche la possibilità di installare un sistema di monitoraggio che consenta il controllo dell'evoluzione dei fenomeni in atto.

Art. 3.2 – Norme tecniche per gli studi di approfondimento

Per gli studi di approfondimento previsti per le aree in classe 3 valgono le medesime considerazioni contenute nell'art. 2.2. Va comunque precisato che tutti gli studi di carattere geologico e geotecnico previsti per le nuove edificazioni e per le opere di dispersione nel sottosuolo dovranno essere realizzati, qualora venga superato il limite imposto dalla problematica geologica che ha condotto all'attribuzione della classe di appartenenza, nelle stesse modalità previste per le aree in classe 2.

Qualora vi fossero in progetto opere idrauliche per la sistemazione dei corsi d'acqua o interventi che interferiscono con il sistema idrografico esistente, si dovrà produrre sia per le aree in classe 2 che per quelle in classe 3 una **relazione idraulica** che garantisca la conformità delle soluzioni previste e fornisca i dati indispensabili per il corretto dimensionamento delle opere.

Art. 4 – Classe di fattibilità 4 (Fattibilità 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, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), e) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito

di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Le aree del territorio di Fonteno appartenenti alla classe 4 sono situate in prevalenza lungo le sponde in erosione fluviale e sull'alveo dei principali torrenti che solcano la valle. Questi settori mostrano pendenze molto elevate, talora superiori a 50°, con instabilità delle scarpate rocciose, interessate da distacchi gravitativi di blocchi lapidei. Lungo l'alveo l'azione erosiva e di trasporto in massa di materiale detritico provoca condizioni di dissesto idraulico lungo tutte le principali aste torrentizie.

In prossimità del Bosco Brugali e del Bosco Casarola sono state inserite altre due aree costituite da speroni rocciosi molto acclivi ed a rischio per quanto concerne il crollo gravitativo di frammenti rocciosi.

Per quanto riguarda le aree parzialmente interessate dalla classe 4, si segnala che pur non potendo eseguire trasformazioni della zona in oggetto, la volumetria degli edifici potrà essere determinata comunque sulla base dell'area complessiva di proprietà.

Art. 5 – Regolamento di polizia idraulica

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua principali e minori ed il relativo regolamento di polizia idraulica sono stati determinati nello studio approvato dal comune e realizzato unitariamente dalla Comunità Montana Alto Sebino.

Di seguito si riportano in forma sintetica gli articoli che compongono il regolamento, per i cui dettagli si rimanda al suddetto lavoro.

Art. 5.1 - Attività vietate a tutela dei corsi d'acqua

Lungo i corsi d'acqua che compongono il Reticolo Idrico del Comune di Fonteno (loro alvei, sponde e difese), sono vietate le seguenti attività:

- a) l'esecuzione di opere che occupino o riducano le sezioni dei corsi d'acqua e delle aree di espansione e di divagazione al fine della moderazione delle piene;
- b) le variazioni o le alterazioni alle opere di difesa e regimazione idraulica e ai relativi manufatti, salvo interventi che comportino un generale miglioramento idraulico;
- c) qualunque opera o manufatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso a cui sono destinati gli argini, loro accessori e manufatti;
- d) le piantagioni all'interno degli alvei dei fiumi, torrenti, rivi e colatori;
- e) il danneggiamento e l'eliminazione dei ceppi degli alberi e di ogni altra opera, anche in legno, che sostenga le rive e gli argini dei corsi d'acqua;
- f) la formazione di pescaie, chiuse, petraie ed altre opere per l'esercizio della pesca, con le quali si alterasse il corso normale delle acque;
- g) lo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio di superfici scoperte scolanti di pertinenza degli insediamenti da assoggettare alla disciplina del terzo comma dell'art. 20

della L.R. 62/85, individuate dalla D.G.R. 21 Marzo 1990, n° IV/1946;

- h) l'estrazione di materiale inerte, poiché materia di esclusiva competenza regionale;
- i) la deposizione di materiale;
- j) la copertura e/o tombinatura dei corsi d'acqua.

Art. 5.2 - Attività soggette ad autorizzazione comunale per la tutela dei corsi d'acqua

Lungo i corsi d'acqua possono essere eseguiti solo dopo il rilascio di formale autorizzazione:

- a) in generale, gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- b) le opere e le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compresa l'eliminazione della vegetazione infestante o arborea, se necessario, e la rimozione di accumuli di materiali nell'alveo per ripristinare e mantenere le funzioni idrauliche ed ambientali dei corsi d'acqua;
- c) la realizzazione di opere di difesa, monitoraggio e di sistemazione idraulica, le difese radenti (ossia senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna), realizzate in modo tale da non deviare la corrente verso la sponda opposta né provocare restringimenti d'alveo (tali opere dovranno essere caratterizzate da pendenze e modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua), la realizzazione di muri spondali verticali o ad elevata pendenza unicamente all'interno di centri abitati e comunque dove non siano possibili alternative d'intervento a causa della limitatezza delle aree disponibili;
- d) le opere di sistemazione idraulica delle sponde e dei manufatti per la regimazione dei deflussi e per la captazione o lo scarico delle acque, compresa la ricostruzione dei manufatti esistenti, senza variazione di posizione e forme;
- e) le variazioni di tracciato dei corsi d'acqua solo nel caso ne venga accertata la necessità sotto l'aspetto idraulico ed ambientale;
- f) la realizzazione di attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature ed infrastrutture a rete in generale). I manufatti con luce superiore a 6 m dovranno essere realizzati secondo la Direttiva dell'Autorità di Bacino "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce a e b", paragrafi 3 e 4 (approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n. 2/99); per manufatti con dimensioni inferiori si dovrà produrre una relazione idrogeologico-idraulica attestante che gli stessi sono stati dimensionati per una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di 1 m (misurato tra l'intradosso dell'opera e la quota di massima piena); in casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di modesta importanza, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze tecniche specifiche adeguatamente motivate in apposita relazione idrogeologico-idraulica; è necessario verificare che le opere non comportino un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quelle di progetto (le portate di piena dovranno essere valutate secondo le Direttive idrologiche di Autorità di Bacino e Regione Lombardia); in ogni caso i manufatti di attraversamento comunque non dovranno:

- restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso,
- avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna,
- comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Non è ammesso il posizionamento di infrastrutture longitudinalmente in alveo; in ogni caso gli attraversamenti ed i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo trasversalmente dovranno essere posti a quote inferiori a quelle raggiungibili in base all'evoluzione morfologica prevista dell'alveo e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua.

Gli attraversamenti a raso (guadi), purché opportunamente dimensionati da un punto di vista idraulico e anche qualora presentino sottostanti sistemi di drenaggio, potranno essere realizzati solo sui corsi d'acqua con portata idrica non significativa o qualora, se opportunamente documentato e motivato, altre soluzioni tecniche presentino notevoli problemi tecnico-realizzativi o d'impatto ambientale.

- g) le rampe di accesso agli argini ed all'alveo;
- h) gli attraversamenti aerei di linee di servizi (elettricità, telefono, teleferiche, ecc.);
- i) le opere per nuove derivazioni di acque pubbliche in concessione;
- j) lo scarico di acque meteoriche e fognarie, purché di qualità conforme alle norme di legge vigenti ed in quantità compatibile con la capacità del corso d'acqua e comunque entro i parametri stabiliti dall'Autorità di Bacino e dalla Regione; il manufatto di recapito dovrà essere realizzato in modo che lo scarico avvenga nella stessa direzione di deflusso del corso d'acqua e preveda accorgimenti tecnici (quali dissipatori di energia) per evitare l'innescò di fenomeni erosivi in alveo;
- k) la copertura dei corsi d'acqua nei casi previsti dall'art. 41 del decreto legislativo 11 Maggio 1999, n° 152, fermo restando il divieto in linea generale.

Art. 5.3 - Attività vietate nella fascia di rispetto

All'interno delle fasce di tutela idraulica individuate per ogni singolo corso d'acqua appartenente al Reticolo Idrico del Comune di Fonteno, sono vietate le seguenti attività:

- a) le nuove edificazioni e qualunque tipo di fabbricato dotato di strutture fondali, fatte salve le opere attinenti alla difesa e regimazione idraulica, alla derivazione, al controllo e scarico delle acque ed agli attraversamenti dei corsi d'acqua;
- b) gli scavi ed i movimenti di terra che modifichino sostanzialmente il profilo del terreno, fatti salvi gli interventi finalizzati alla realizzazione di progetti di recupero ambientale, di bonifica e di messa in sicurezza dal rischio idraulico;
- c) il deposito anche provvisorio di materiali di qualsiasi genere, ad esclusione di quelli temporanei necessari per l'esecuzione dei lavori di manutenzione e sistemazione idraulica, quelli temporanei connessi ad attività estrattiva autorizzata, quelli temporanei di letame per uso agronomico, quelli temporanei di rifiuti nell'ambito degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzati;
- d) le piantagioni di alberi e siepi ad una distanza minore di 4 metri dal ciglio di sponda, ad eccezione degli interventi di bioingegneria e di rinaturalizzazione o mantenimento della vegetazione di ripa;
- e) tutte quelle opere (incluse le recinzioni costruite su fondazioni) che comportano impedimento

- e/o limitano la possibilità di accesso al corso d'acqua;
- f) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti e l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, fatto salvo quanto previsto dal comma 3, lett.L, dell'Art. 29 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per le fasce fluviali.
 - g) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonchè l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo l'adeguamento degli impianti esistenti alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Art. 5.4 - Attività soggette ad autorizzazione comunale nella fascia di rispetto

Nelle fasce di rispetto idraulico possono essere eseguiti, solo dopo il rilascio di formale autorizzazione:

- a) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici, restauro, risanamento conservativo senza aumenti di superficie e volume, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 Agosto 1978, n. 457 e successive modifiche (D.P.R. 6 Giugno 2001 n° 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, Testo A);
- c) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- d) gli interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
- e) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la Normativa di tutela;
- f) la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonchè l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purchè compatibili con la dinamica dei corsi d'acqua ed eventuali situazioni di dissesto;
- g) le opere di bonifica e sistemazione di eventuali movimenti franosi;
- h) gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- i) opere ed impianti per la difesa e la regimazione idraulica;
- j) la posa di tubazioni e linee di servizi diversamente non localizzabili, previa verifica a seguito di studio di compatibilità dell'intervento e oltre la fascia di sicurezza di 4,0 m misurata dal ciglio superiore dell'argine;
- k) linee aeree e relativi pali e sostegni;
- l) interventi di sistemazione ambientale e del verde;
- m) le recinzioni costituite da sostegni semplicemente infissi nel terreno o removibili, a distanza superiore a 4 metri dal ciglio della sponda;
- n) la realizzazione di percorsi pedonali e ciclabili tali da non pregiudicare le operazioni di manutenzione del corso d'acqua, strade in genere;
- o) l'installazione di cartelli pubblicitari e relativi sostegni;

- p) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- q) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- r) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- s) il deposito temporaneo di materiali necessari per l'esecuzione di lavori di manutenzione e sistemazione idraulica e di recupero ambientale;
- t) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o lo stoccaggio degli effluenti zootecnici, fermo restando le disposizioni all'Art. 38 del D.L. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni;
- u) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, già autorizzate ai sensi del D.L. 5 Febbraio 1997 n° 22 alla data di entrata in vigore delle presenti Norme di tutela del Reticolo Idrico Minore, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa; tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dall'autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente; alla scadenza dovranno essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito;
- v) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, qualora esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale.
- w) l'adeguamento degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.
- x) il deposito temporaneo di rifiuti come definito dell'Art. 6, Comma 1, lett. m) del D.L. 5 Febbraio 1997, n° 22.

Art. 5.5 - Prescrizioni

Corsi d'acqua utilizzati ai fini irrigui

Nel caso di corsi d'acqua del reticolo idrico minore utilizzati per l'approvvigionamento e la condotta di acque per l'irrigazione, i soggetti titolari della concessione demaniale sono obbligati a rendere noti al Comune le modalità ed i tempi d'esercizio delle loro attività, specialmente per quanto attiene all'approvvigionamento, alla manovra di paratoie e di chiuse ed alle operazioni di manutenzione, fornendo il nominativo ed il recapito del responsabile di dette operazioni.

In ogni caso l'attività irrigua dovrà essere compatibile con la funzione di smaltimento delle acque meteoriche.

Tutti gli interventi su corsi d'acqua irrigui, anche se non facenti parte del reticolo idrico minore, dovranno essere volti al mantenimento, ed al ripristino ove necessario, dell'efficienza delle canalizzazioni.

Gli interventi di sostanziale modifica e di riassetto di canalizzazioni agricole, anche se non appartenenti al reticolo minore, dovranno essere autorizzati ai fini idraulici.

Canali artificiali di reti industriali o irrigue

Nel caso di canali artificiali realizzati per la derivazione e l'uso in concessione di acque pubbliche, aventi rilevante importanza idraulica o ambientale e pertanto compresi nel Reticolo idrico minore di competenza comunale, valgono le norme di polizia idraulica applicabili ai corsi d'acqua del predetto reticolo, fatti salvi i diritti di proprietà e gli obblighi derivanti dagli atti di costituzione e di concessione e dagli statuti consortili.

Per comprovate ragioni tecniche o ambientali i predetti canali potranno essere modificati sia per quanto riguarda il tracciato che la struttura e la copertura, solo se gli interventi e le opere da eseguire siano idraulicamente compatibili.

L'esecuzione di dette opere è subordinata alla verifica di compatibilità idraulica ed all'emissione dell'autorizzazione ai fini idraulici, secondo le procedure di cui alle presenti Norme.

Verifica di compatibilità idraulica di nuove opere

Le nuove opere interferenti direttamente o indirettamente con il regime del corso d'acqua potranno essere realizzate solo se idraulicamente compatibili.

Le opere di rilevante importanza, quali: traverse fluviali, nuove derivazioni, nuove arginature, ponti ed attraversamenti (gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere) di luce superiore a 6 metri e simili, dovranno essere realizzate secondo la direttiva dell'Autorità di Bacino "Criteri per la valutazione della compatibilità delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B", paragrafi 3 e 4 (approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n°2/99).

È facoltà del Comune richiedere l'applicazione, in tutto o in parte, di tale direttiva anche per i manufatti di dimensioni inferiori.

Scarichi di acque

L'autorizzazione allo scarico di acque nei corsi d'acqua del reticolo minore è rilasciata esclusivamente ai fini idraulici, con riferimento alle quantità delle portate e dei volumi conferiti. Il Nulla Osta viene rilasciato dall'Amministrazione Provinciale competente in materia di qualità delle acque.

Per quanto riguarda la qualità delle acque, gli scarichi rientranti nell'ambito di applicazione del Decreto Legislativo 11 Maggio 1999, n° 152, dovranno acquisire le prescritte autorizzazioni dell'autorità competente, in aggiunta a quella idraulica di cui alla presente Normativa.

La materia è normata dall'art. 12 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, che prevede l'emanazione di una direttiva in merito da parte dell'Autorità di Bacino.

In genere dovrà essere verificata, da parte del richiedente l'autorizzazione allo scarico, la capacità del corpo idrico di smaltire le portate scaricate.

Nelle more dell'emanazione della suddetta direttiva ed in assenza di più puntuali indicazioni si dovrà comunque rispettare quanto disposto dal Piano di Risanamento Regionale delle acque, che indica i parametri di ammissibilità di portate addotte ai corsi d'acqua che presentano problemi di insufficienza idraulica.

I limiti di accettabilità di portata di scarico fissati sono i seguenti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali ed industriali;

- 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

Le domande di autorizzazione dovranno essere accompagnate da una relazione idrologica e idraulica, redatta con i metodi ed i criteri stabiliti dall'Autorità di Bacino e dalla Regione, a dimostrazione dell'entità dello scarico e della compatibilità del ricettore.

Corsi d'acqua coperti

Per i corsi d'acqua già coperti, le fasce di rispetto individuate hanno la funzione di consentire l'ispezione e la manutenzione dei canali e di migliorare le condizioni di accessibilità in occasione di interventi edilizi ai fabbricati o alle opere attualmente occupanti dette fasce. Le concessioni rilasciate precedentemente all'entrata in vigore del divieto, al termine della concessione, in caso di mancanza dei requisiti idraulici, possono essere rimosse.

Variazioni di tracciato

In caso di variazione di tracciato, il progetto dovrà riguardare anche la nuova fascia di rispetto. Sarà obbligo di chi ottiene l'autorizzazione alla variante di tracciato provvedere ad ogni onere ed incombenza per ottenere la trascrizione della variazione nelle mappe e nei registri catastali.

Procedure per concessioni nel caso di interventi ricadenti nel demanio

Il Comune, in caso di necessità di modificare o di definire i limiti delle aree demaniali, dovrà proporre ai competenti uffici dell'amministrazione statale (Agenzia del Demanio) le nuove delimitazioni.

Le richieste di sdemanializzazione sul reticolo minore dovranno essere inviate alle Agenzie del Demanio.

L'Amministrazione Comunale dovrà in tal caso fornire il nulla-osta idraulico.

Si ricorda che, ai sensi del Comma 4 del D. L. 11 Maggio 1999, n°152, le aree del demanio fluviale di nuova formazione non possono essere oggetto di sdemanializzazione.

Fabbricati esistenti nelle fasce di rispetto

Potranno essere ammesse, oltre agli interventi di cui ai precedenti commi, quelle modifiche edilizie atte a migliorare le condizioni idrauliche di sicurezza e di accesso e manutenzione al corso d'acqua.

Nel caso di fabbricati e strutture private in genere in precarie condizioni di stabilità, tali da costituire serio rischio per il regolare deflusso della acque, il Comune, mediante Ordinanza Sindacale, ingiungerà ai proprietari la messa in sicurezza dei fabbricati assegnando un congruo termine per l'esecuzione o, se necessario, la demolizione con il ripristino dello stato dei luoghi. In caso d'inadempienza o di somma urgenza il Comune potrà intervenire direttamente, addebitando le spese dell'intervento ai proprietari.

Autorizzazione paesistica

Qualora l'area oggetto di intervento ricada in zona soggetta a vincolo paesistico di cui alla legge 431/85 e successive modifiche e integrazioni, se dovuta, dovrà essere richiesta l'autorizzazione all'Ente di competenza ai sensi dell'art. 80 della L.R. n°12 dell'11/03/2005.

Ripristino di corsi d'acqua a seguito di violazioni in materia di polizia idraulica

In caso di realizzazione di opere abusive o difformi da quanto autorizzato, la diffida a provvedere alla riduzione in pristino stato potrà essere disposta con apposita Ordinanza Sindacale, ai sensi dell'Art. 14 della L. 47/85.

Art. 5.6 - Procedure per il rilascio delle concessioni

Le domande di autorizzazione ai fini idraulici all'esecuzione delle opere e degli interventi ammissibili o di concessione di area demaniale, in caso ricorrano i presupposti, dovranno essere presentate al Comune in tre originali di cui uno in bollo, ed essere corredate dai seguenti documenti elencati:

- Relazione tecnica generale (redatta da un tecnico abilitato):
 - individuazione del luogo e motivazione della domanda;
 - descrizione tecnica particolareggiata del progetto;
 - fascicolo della manutenzione;
 - assunzione della responsabilità per la manutenzione di quanto realizzato e per i danni causati sia durante i lavori che in seguito, a causa delle opere e delle attività oggetto dell'autorizzazione o della concessione.
- Relazioni tecniche specialistiche (se necessarie o richieste, redatte da tecnici abilitati ed esperti in materia):
 - verifiche idrologiche ed idrauliche;
 - relazione geologica;
 - relazione di calcolo delle strutture.
- Elaborati grafici:
 - corografia in scala 1: 10.000, con l'indicazione della posizione dell'intervento;
 - estratto mappa catastale originale con indicazione delle opere in progetto nelle loro dimensioni e posizioni;
 - estratto del PRG con indicazione delle opere in progetto nelle loro dimensioni e posizioni;
 - planimetria quotata dello stato di fatto e del progetto;
 - profilo longitudinale del corso d'acqua di rilievo e di progetto, se necessario;
 - sezioni trasversali di rilievo e di progetto, nel numero e nelle posizioni necessarie a rappresentare compiutamente le opere da eseguire;
 - particolari costruttivi e strutturali, se necessario;
 - documentazione fotografica.

Procedimento amministrativo

All'atto del ricevimento della domanda, un originale viene restituito con l'attestazione della data di presentazione.

L'Ufficio ha la facoltà di richiedere, successivamente alla presentazione della domanda, la documentazione che risultasse mancante o incompleta, o che sia ritenuta necessaria, fissando un termine per la nuova presentazione.

Nel caso di gravi lacune o mancanze nella documentazione presentata o decorso invano il termine di cui al punto precedente, la domanda sarà dichiarata irricevibile e quindi respinta. Negli Atti autorizzanti o concessori verranno stabiliti, con specifici disciplinari, le condizioni, gli obblighi e la durata dell'autorizzazione o della concessione, che dovranno essere sottoscritti per accettazione dal richiedente.

Canoni, cauzioni e spese d'istruttoria

- Ogni autorizzazione o concessione riguardante corsi d'acqua pubblici è soggetta al pagamento del canone regionale di polizia idraulica calcolato dal Comune in base agli importi stabiliti nell'Allegato C della D.G.R. 1 Agosto 2003, n.7/13950;
- il rilascio delle concessioni e delle autorizzazioni ai fini idraulici è subordinato al versamento di un importo cauzionale, pari alla prima annualità del canone, che verrà restituito al termine della concessione o dell'autorizzazione stessa, qualora nulla osti;
- il Comune potrà richiedere il pagamento delle spese d'istruttoria della pratica.

Art. 5.7 - Normativa di riferimento per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale di competenza regionale

Le funzioni di polizia idraulica concernenti i corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale, di cui all'Allegato A alla D.G.R. 1 Agosto 2003, n. 7/13950, rientrano nelle competenze Regionali.

In questo caso si applica la Normativa contenuta nelle disposizioni legislative sotto elencate:

1. R.D. 25 Luglio 1904, n.523, articoli 59, 96, 97, 98, 99, 100 e 101, fatta salva l'eventuale diversa delimitazione delle fasce di rispetto idraulico, definite nel presente elaborato;
2. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, con deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 in data 26 Aprile 2001;
3. Deliberazione Giunta Regionale 11 Dicembre 2001, n.7/73265 – Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI) in campo urbanistico;
4. Deliberazioni Giunta Regionale 25 Gennaio 2002, n.7/7868 e 1 Agosto 2003, n.7/13950 – Reticolo idrico.

Le istanze riguardanti i corsi d'acqua e le relative fasce di rispetto appartenenti al Reticolo principale dovranno essere presentate alla Regione Lombardia – Sede Territoriale di Bergamo – Struttura Sviluppo del Territorio.

Art. 6 – Aree in dissesto idrogeologico ai sensi del PAI

Il territorio di Fonteno è interessato da perimetrazioni PAI, in quanto nell'ambito delle osservazioni al Piano Stralcio originario la Regione Lombardia ha individuato d'ufficio, in riferimento allo studio geologico approvato a suo tempo, delle zone interessate da dissesto idrogeologico, secondo la legenda unificata proposta dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Le attività vietate e consentite nelle aree di seguito descritte sono regolate dalle norme di

attuazione del PAI (art. 9 del Titoli I parte II), alle quali si deve fare riferimento per tutti i dettagli procedurali tecnico-amministrativi.

Art. 6.1 – Aree interessate da frane quiescenti Fq

Le aree in dissesto idrogeologico sono inserite nella classe 3 e 4. Di seguito si riporta in forma sintetica le attività consentite in tali aree:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purchè consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle alinee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Art. 7 – Studi di approfondimento dello strumento geologico comunale

La D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 contiene le direttive inerenti gli studi di approfondimento indispensabili per analizzare con maggior dettaglio le condizioni di pericolosità del territorio. Tali procedure dovranno essere applicate allorché si desideri ripерimetrare ambiti soggetti a vincolo o declassare aree precedentemente inserite in classe 4 di fattibilità geologica.

In ogni caso la scelta e la facoltà di ripерimetrare o declassare un sito spetta all'Amministrazione Comunale.

Art. 8 – Norme per le aree soggette a fenomeni di instabilità e cedimento indotti da un sisma

Il territorio di Fonteno è inserito in zona sismica 3, associata ad un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0,15g. Il secondo livello di approfondimento sulle zone Z3 e Z4 ha consentito di appurare che non vi sono aree, entro il perimetro della zona edificata ed edificabile, in cui la normativa nazionale risulta inadeguata a rappresentare gli effetti locali prodotti da un sisma.

Gli scenari corrispondenti alle zone Z1 dovranno essere oggetto di specifici studi di terzo livello, onde accertare con opportune indagini geotecniche e geofisiche l'esistenza di rischi reali sulle opere in progetto. I risultati delle analisi di terzo livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

Qualora vi sia la necessità di progettare edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) si dovranno comunque eseguire studi di approfondimento localizzati di II e III livello, esaminando i possibili effetti di sito. Tali studi potranno essere eseguiti nelle medesime modalità in ogni occasione in cui si desideri progettare le strutture ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 del 20-03-2003 e delle successive modifiche ed integrazioni.

8 - ALLEGATI

8.1 – Allegati alla relazione geologica e generale

- ◆ Scheda degli effetti litologici
- ◆ Schede degli effetti morfologici
- ◆ Certificato indagine geofisica con il metodo ReMi e della sismica a rifrazione

8.2 – Cartografia tematica

- ◆ Tav. 1 – Carta della Pericolosità Sismica Locale in scala 1:10.000
- ◆ Tav. 2 – Carta dei Vincoli Geologico-Ambientali in scala 1:5.000
- ◆ Tav. 3a – Carta di fattibilità delle azioni di piano in scala 1:10.000
- ◆ Tav. 3b – Carta di fattibilità delle azioni di piano in scala 1:5.000

SCHEDA EFFETTI LITOLOGICI

COMUNE DI FONTENO

Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

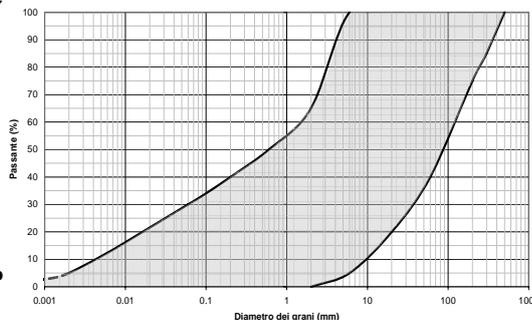
GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

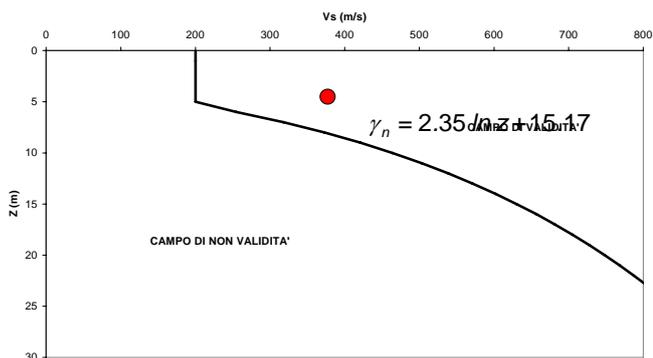
NOTE:

- Comportamento granulare
- Struttura granulo-sostenuta
- Frazione ghiaiosa superiore al 35%
- Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
- Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
- Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
- Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm
- Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



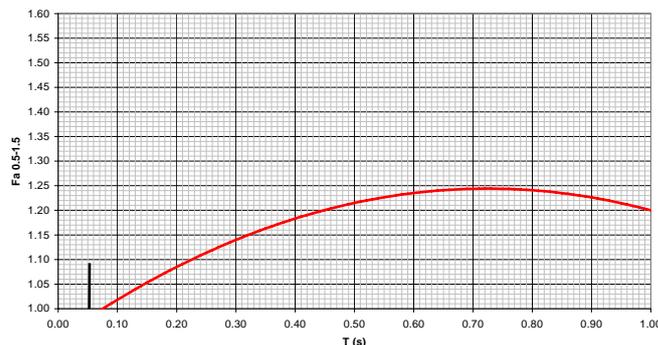
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



Profondità primo strato (m)

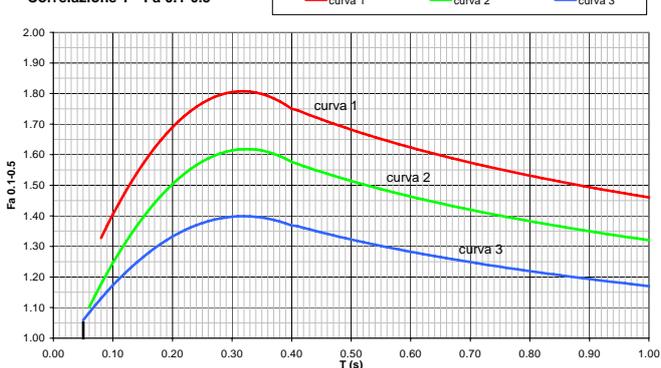
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	
200				1	1										
250				2	2	2									
300				3	3	3	3								
350				3	3	3	3	3							
400				3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3	3				
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Correlazione T - Fa 0.1-0.5



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$



SCHEDE EFFETTI MORFOLOGICI

COMUNE DI FONTENO

Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATE – Z3 α – SEZIONE 1

PARAMETRI MORFOLOGICI

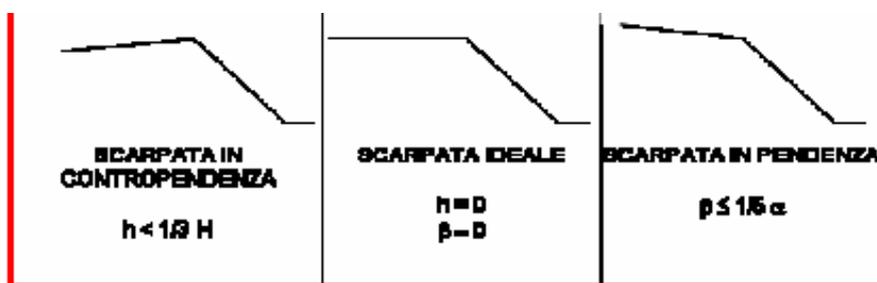
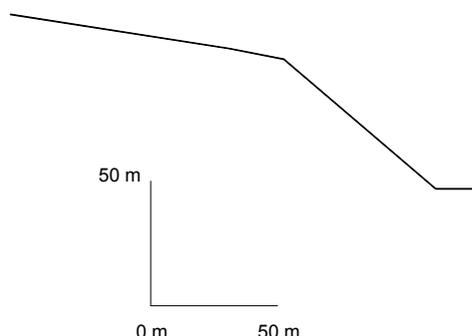
H = 52 m

h = -

$\alpha = 41^\circ$

$\beta = 9^\circ$

Tipologia scarpata = in pendenza

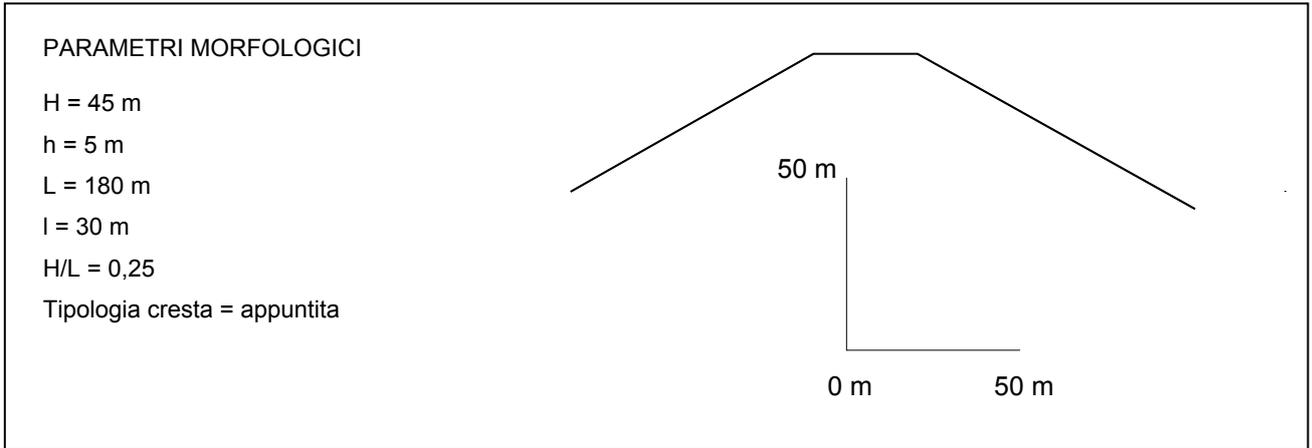


Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $Fa_{0.1-0.5}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = 3/4 H$
H > 40 m	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = 2/3 H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

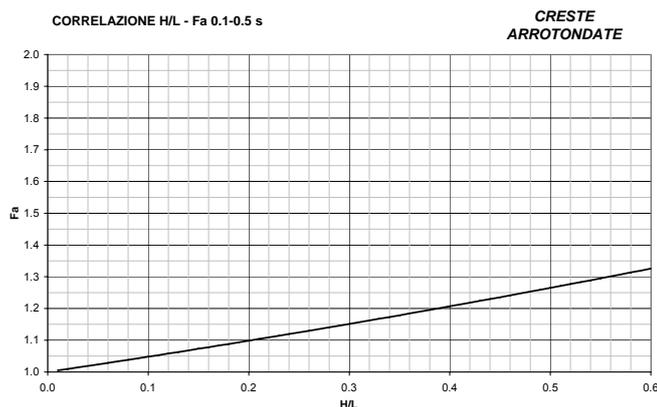
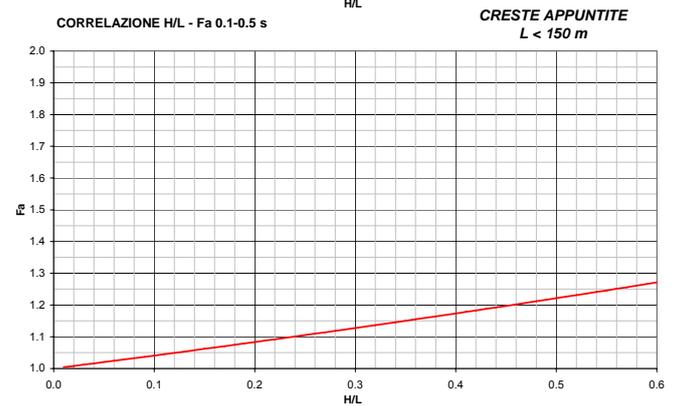
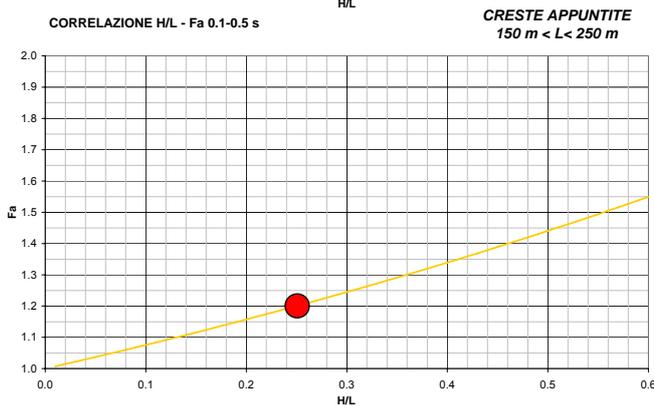
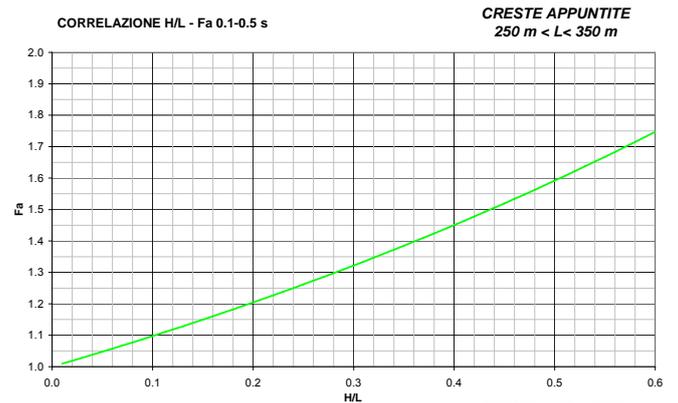
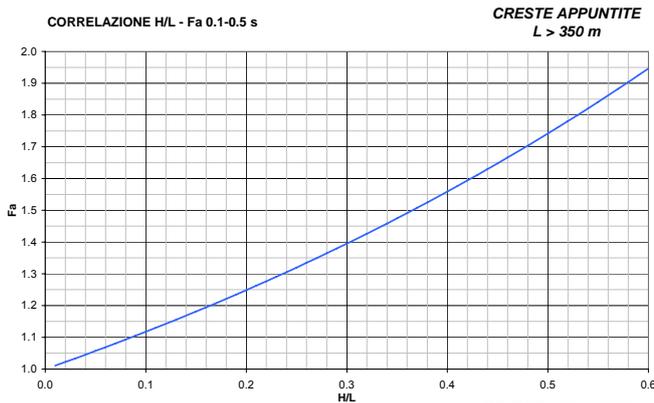
COMUNE DI FONTENO

Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale relativamente alla componente sismica

EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b – SEZIONE 2



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



CERTIFICATO DELL'INDAGINE GEOFISICA

COMUNE DI FONTENO
Aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale
relativamente alla componente sismica

ReMi può caratterizzare un orizzonte meno veloce che è sottostante ad uno più veloce (velocity reversal) che rappresenta una condizione non distinguibile con il metodo tradizionale della sismica a rifrazione.

In situazioni dove un terreno più “competente” è sovrapposto a una zona più debole legata a subsidenza o al collasso di materiali più deboli sottostanti o a spazi vuoti, ReMi ha la capacità di individuare la velocità delle onde S dell’orizzonte debole sottostante. E’ inoltre efficace come metodo nella caratterizzazione rapida e generale del sottosuolo, specialmente se abbinata alla sismica a rifrazione, con lo scopo di definire il contatto roccia / terreno o il contrasto tra materiali più deboli / più compatti

I dati di campagna (analisi dei microtremori) possono essere acquisiti con un equipaggiamento standard di sismica a rifrazione, usando geofoni ad alta frequenza per stendimenti corti, con profondità di investigazione limitata e geofoni a bassa frequenza per applicazioni geotecniche tipiche con profondità di indagine elevata. La fonte di energia delle onde di superficie per il ReMi può essere il rumore ambientale o i semplici passi per stendimenti che indagano profondità limitate o rumore di veicoli per lunghezze maggiori. I profili ReMi si eseguono con successo in aree urbane con attività considerevole, usando il rumore ambientale come fonte di energia. Per indagini presso autostrade, il passaggio dei veicoli può servire da sorgente di energia. Le velocità delle onde S (onde di taglio), il tipico parametro misurato dei materiali geologici, sono una funzione dei moduli dei vari materiali nel profilo del sottosuolo. Le basi della teoria sono le stesse dell’analisi spettrale delle onde di superficie (SASW) e della multi analisi delle onde di superficie (MASW).

GENERALITA’ SUL METODO

L’analisi e l’interpretazione ReMi viene eseguita utilizzando un software appropriato prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA) che tra l’altro fornisce direttamente il valore di V_{s30} e la categoria della classificazione del suolo secondo la normativa americana.

L’elaborazione del segnale consiste nell’elaborare una trasformata bidimensionale “slowness-frequency” ($p-f$) che analizza l’energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico $p-f$ (fig.1/b).

In questa immagine risaltano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, ed è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo, da quelle riconducibili ad altri modi e tipi di onde (onde di pressione, suono, rumore incoerente).

A questo punto l’operatore, in modo arbitrario ed in base all’esperienza, esegue un picking attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o $1/\text{velocità di fase}$) per talune frequenze. Questi valori vengono in seguito plottati su un diagramma *periodo-velocità di fase* per l’analisi della curva di dispersione (fig.1/a) e l’ottimizzazione di un modello diretto (fig. 2).

EQUIPAGGIAMENTO E PROCEDURE

Le indagini sono state eseguite in accordo con quanto descritto da Louie per sviluppare profili verticali 1D delle onde di taglio. E’ stato impiegato lo stesso equipaggiamento che generalmente viene usato per la sismica a rifrazione.

Quando opportuno, come nel caso specifico, vengono acquisiti entrambi i dati, onde P e onde S con la stessa stessa sismica ; in questo modo i risultati delle indagini sono complementari e servono come controllo di qualità, tarandosi a vicenda.

Equipaggiamento

E' stato usato un sismografo multicanale OYO McSeis XP 48 ch. capace di acquisire fino a 36000 campioni per canale con intervallo di campionamento da 1 a 4 ms in formato SEG2 o SEG Y. I cavi dei geofoni hanno spaziatura delle uscite di 10 metri con la possibilità di tutte le misure intermedie. I geofoni verticali con frequenza di risonanza di 4.5 Hz sono stati usati per l'analisi dei profili verticali delle onde S. Come sorgente di energia delle onde superficiali si è sfruttato il "noise" ambientale a banda larga.

Procedure ReMi

E' stata eseguita una linea sismica della lunghezza di 115 metri utilizzando due cavi sismici e 24 geofoni mentre la distanza tra i geofoni è risultata essere di 5 metri. La spaziatura geofonica rappresenta una sorta di filtro di frequenza per il segnale che può arrivare da tutte le direzioni. Pertanto è implicito che maggiore è la spaziatura minore è la frequenza del segnale utile campionabile e conseguentemente maggiore è la profondità di investigazione.

L'acquisizione dati è consistita nel campionamento dell'ambiente e/o delle onde di superficie generate (un evento di campionamento) in corrispondenza della stesa sismica per diversi secondi. I parametri di acquisizione adottati sono i seguenti : sample rate 2 m/s ; record lenght 32 s ; numero di misure acquisite = 10. Poiché non si era in presenza di una sorgente fissa di "noise" non si è provveduto a ruotare di 90° lo stendimento sismico (accompagnato dalla ripetizione di alcune acquisizioni). L'analisi complessiva del segnale mitiga l'effetto della unidirezionalità della sorgente ed evita di incorrere nella sottostima della velocità di fase durante la successiva e delicata operazione di picking. Con sorgenti in tutte le direzioni (energia omogeneamente proveniente dalle diverse direzioni) lo stendimento lineare agisce come media sui diversi azimuth.

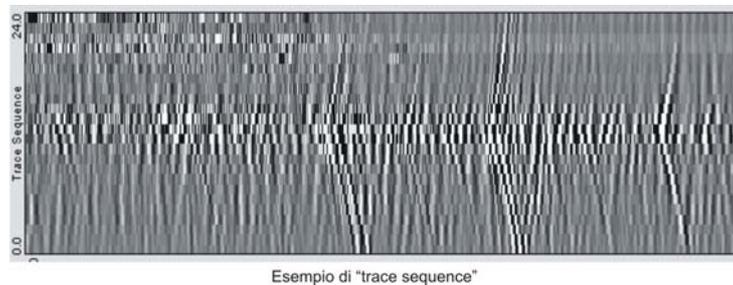


INTERPRETAZIONE

Sebbene un controllo iniziale e preliminare di qualità dell'interpretazione dei dati ReMi può essere eseguito sul terreno, l'interpretazione completa va fatta in ufficio. I dati acquisiti in campagna sono stati trasferiti dal sismografo al personal computer, utilizzando per l'interpretazione il software SeisOpt ReMi della Optim, che è composto da due moduli.

Analisi del segnale

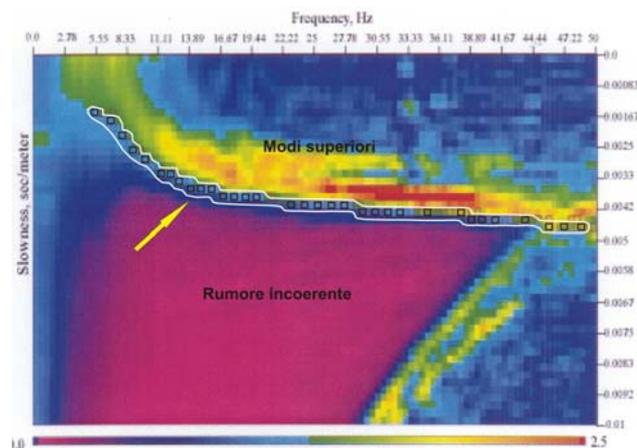
Nella prima fase elaborativi dei record l'interprete si è limitato ad eseguire alcuni passi obbligati quali la conversione dei file ed il preprocess semiautomatizzato che filtra ed equalizza le tracce. Inoltre sono stati introdotti alcuni parametri : la geometria utilizzata, la frequenza massima da indagare, la velocità di fase minima di partenza ed il numero di vettori "slowness" ($np=2*n$ geofoni).



Gli ultimi tre parametri, opportunamente scelti, concorrono ad aumentare il dettaglio dello spettro di potenza $p-f$ ed a renderlo più adatto ad una campionatura meno ambigua della curva di dispersione. Sostanzialmente il corretto dimensionamento dei parametri suesposti e che sono suggeriti dall'esperienza dell'interprete, ha lo scopo di diminuire il grado di incertezza e di arbitrarietà che distingue le operazioni di campionature della curva di dispersione.

Picking

Muovendosi con il puntatore del mouse sopra l'immagine $p-f$ (fig. 1/b) sono state selezionate un ragionevole numero di triplette di valori ($f, p, V_{\text{apparente}}$) ricalcando il trend visualizzato nel grafico $p-f$.



Spettro di potenza con evidenziata l'area utile per il corretto picking della velocità di fase

I criteri che si è cercato di seguire nella scelta del picking sono :

- preferibilmente selezionare solo quelle triplette contraddistinte da una buona definizione dello spettro di potenza (elevata intensità di segnale).
- si è cercato di scegliere la velocità più bassa, prossima al confine tra incoerenza propria del rumore e segnale (tonalità azzurre posizionate al contatto tra verde/giallo e blu/viola) in quanto eseguire il picking lungo l'involuppo a velocità più bassa fornisce maggiori garanzie di campionare velocità che appartengono al modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

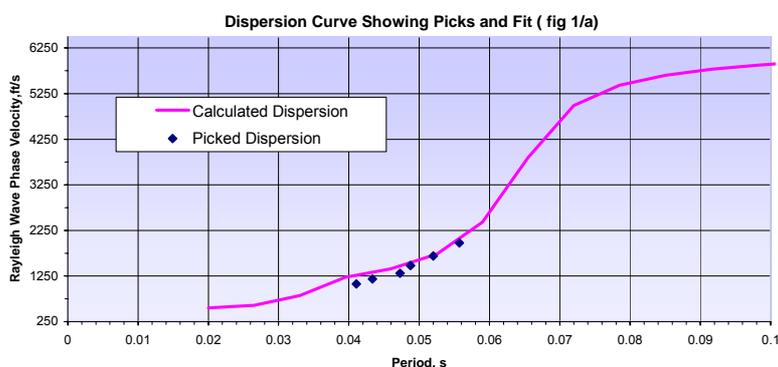
Modellazione delle onde di taglio

I dati selezionati dall'immagine p - f sono stati plottati su un diagramma nel quale compare una curva di distorsione (fig. 1/a) calcolata a partire da un modello di V_s che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di distorsione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

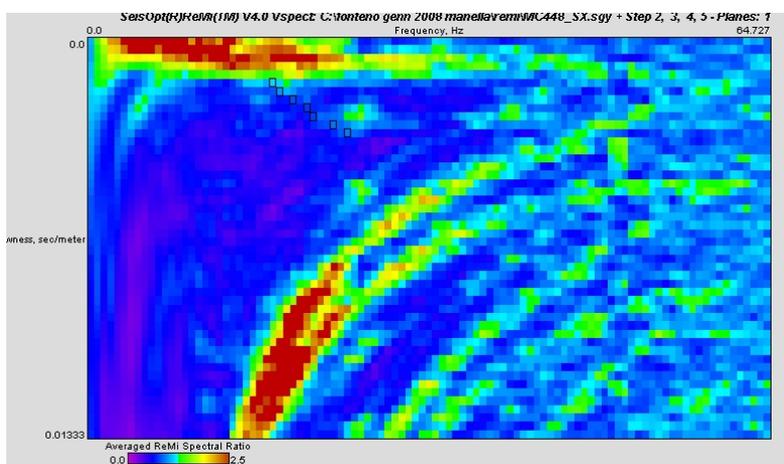
Si tratta di una modellazione diretta, monodimensionale, che può accettare inversioni di velocità con la profondità ed in cui conta molto l'esperienza del geofisico.

Si ricorda, infine, che i profili di V_s ricavati con il metodo ReMi non presentano una soluzione univoca in quanto più di un modello può fornire curve di dispersione simili tra loro e con il medesimo RMS; pertanto è fondamentale avere delle conoscenze dirette sulla stratigrafia del sottosuolo indagato.

Supportive Illustration



p - f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)



Modello diretto

Nella fig. 2 "Vs model" viene diagrammato l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità. In questo modo è possibile ricostruire un modello del terreno che, sostanzialmente, si traduce in una successione stratigrafica. L'analisi del sottosuolo mediante le tecniche che utilizzano le onde di superficie consente di evidenziare, (dove presenti) al contrario di quanto avviene con la rifrazione le inversioni di velocità consentendo così di esacerbare situazioni anomale e delicate dal punto di vista prettamente geotecnica (strati più lenti al di sotto di strati più

veloci e quindi ad elevata rigidità). Il picking evidenzia sullo spettro la morfologia che assume in presenza di un'inversione di velocità nei materiali che caratterizzano la struttura del sottosuolo.

	Density	Shear/Compression Velocities		
2.5 m	2.0 g/cc	176.063 m/s	304.94 m/s	ratio: 1.732
4.224 m	2.0 g/cc	581.655 m/s	1007.427 m/s	ratio: 1.732
7.328 m	2.0 g/cc	1009.172 m/s	1747.886 m/s	ratio: 1.732
11.983 m	2.0 g/cc	1162.64 m/s	2013.692 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	2171.141 m/s	3760.416 m/s	ratio: 1.732

Vs model – fig. 2

Raffrontando i risultati ottenuti con le informazioni litologiche dell'area investigata e con l'indagine sismica eseguita in sovrapposizione, emergono i seguenti dati salienti:

- materiali non addensati (riporto) fino ad una profondità di almeno 2,50 metri dal p.c.
- tetto del substrato roccioso ad una profondità di circa 7 metri dal p.c..

CALCOLO DELLE “ V_{s30} ” (velocità di taglio nell'ambito dei primi trenta metri di sottosuolo)

L'applicazione del software SeisOpt ReMi Version 3.0 consente di calcolare attraverso la determinazione della “Dispersion Curve”, il valore delle velocità di taglio (Vs) nell'ambito dei primi 30 o più metri investigati.

Sulla base di quanto sopra esposto, si è provveduto al calcolo delle V_{s30} mediante la seguente espressione:

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

dove :

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $g < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

N = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo

Dallo sviluppo del calcolo si ottiene un valore di V_{s30} pari a : **930.30 m/s**

L'Ordinanza n° 3274 del marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: “ **Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica** ” aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque categorie principali (dalla A alla E), a cui ne sono aggiunte altre 2 (S_1 e S_2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

Le classi di cui sopra sono definite da parametri indicati nel EC8 (euro codice 8) e più specificatamente : velocità delle onde S, numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata.

Il valore delle V_{s30} calcolato precedentemente corrisponde alla **classe A**, le cui caratteristiche più salienti sono :

“Formazioni litoidi o terreni omogenei, caratterizzati da valori da valori $V_{s30} > 800$ m/s e comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.

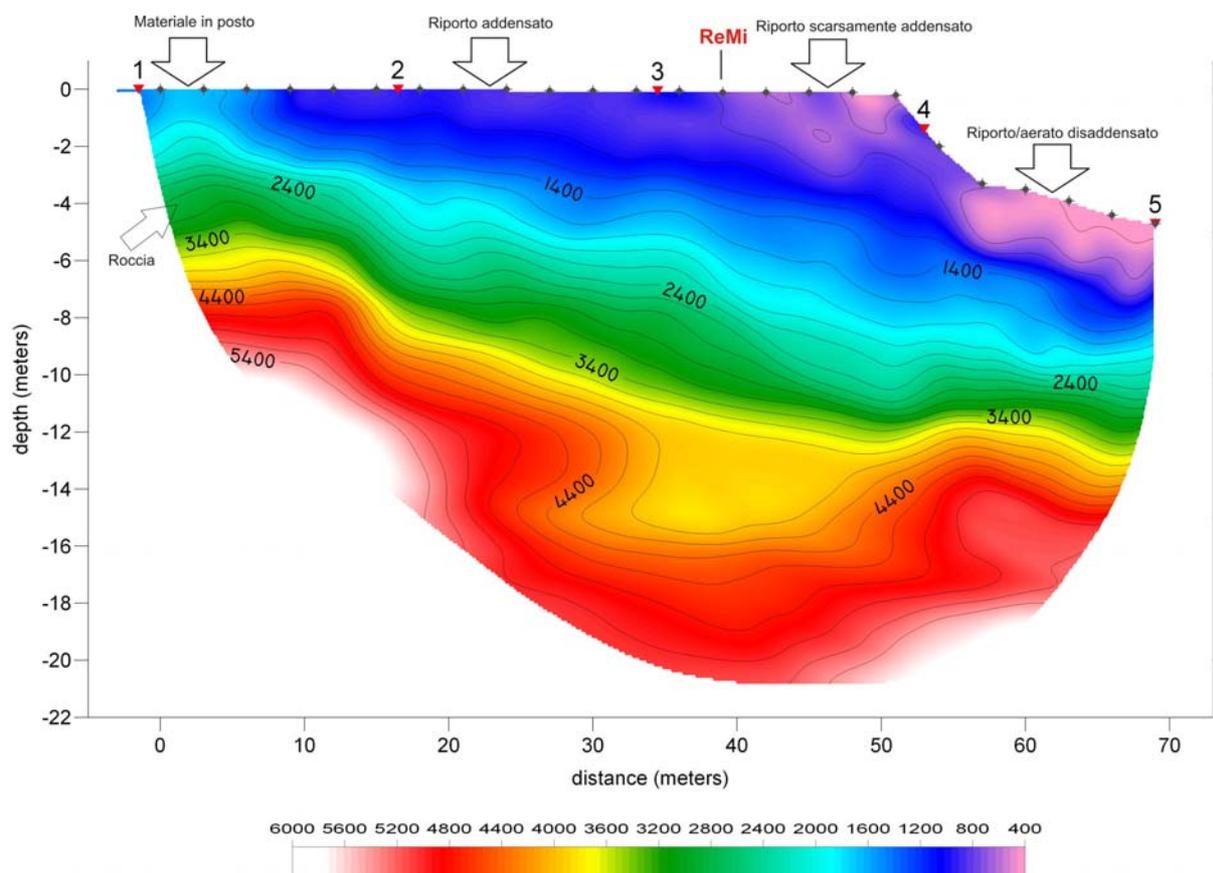
TARATURA DATI ReMi

Come taratura dei dati sismici acquisiti con il metodo ReMi, è stata eseguita una base sismica a rifrazione con stesa del cavo pari a circa 70 metri utilizzando 24 geofoni a componente verticale da 14 Hz , spaziatura tra gli stessi di 3 metri e n. 5 shots.

L'energizzazione del terreno (sorgente di energia), in considerazione della limitata stesa del cavo sismico, è stata ottenuta impiegando una apposita mazza del peso di 8 Kg, che viene fatta collidere col suolo generando così onde elastiche. Scopo di quanto suesposto :

- acquisizione onde di compressione V_p con tecniche attive
- taratura spessori nell'ambito dei primi 15 – 20 metri di sottosuolo.

Si precisa che l'obiettivo di questa indagine è quello di fornire un supporto alle acquisizioni precedenti per meglio affinare i risultati ottenuti. Pertanto non ci si dilunga sulle caratteristiche descrittive del metodo e relativa interpretazione.



Osservando il modello di inversione si evince :

- il materiale in posto, in posizione subaffiorante, caratterizza la porzione iniziale della base sismica (lato di monte), con spessore di circa 3 metri (V_p 1400 – 2000 m/s / colore azzurro); alla base di questo orizzonte si colloca la porzione sommitale del substrato roccioso (colore verde)
- la seconda metà della base sismica che materializza gran parte del campo sportivo e la sottostante scarpata si caratterizza per la presenza di un primo orizzonte a medio - bassa densità con base intercettata ad una profondità che oscilla tra 3 - 4 metri circa dal piano topografico (colore rosa / blu e $400 < V_p < 1000$ m/s). Il tetto del substrato roccioso è stato intercettato ad una profondità compresa tra 4 – 8 metri dal p.c..

In sintesi: si manifesta una marcata culminazione del top del substrato solo nella parte iniziale della linea sismica (lato di monte).