



**Comune di Castelnovo ne' Monti,  
piazza Gramsci n.1 - 42035 Castelnovo ne' Monti (RE)**

Comune  
Castelnovo ne' Monti \_ R.E.

## **NUOVA STRUTTURA PER ANZIANI: casa protetta con 60 posti**

Committente:

Comune di Castelnovo ne' Monti

responsabile del procedimento

**Ing. Chiara Cantini** - responsabile del Settore Lavori Pubblici, Patrimonio,  
Ambiente, Comune di Castelnovo ne' Monti

responsabile del progetto

**Ing. Chiara Cantini** - responsabile del Settore Lavori Pubblici, Patrimonio,  
Ambiente, Comune di Castelnovo ne' Monti

gruppo di progetto

revisione

1

2

3

4

5

6

fase di progetto

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

elaborazione

11\_2017

Titolo

**Indagine geologica e geotecnica**

**P.ar.2.07**



# RELAZIONE

## Geologica - Sismica

### Riferimento

<b>Provincia:</b>	ReQQio Emilia
<b>Comune:</b>	Castelnuovo né Monti
<b>Località:</b>	Caooluoco - area ex Rabotti
<b>Oggetto:</b>	Realizzazione dei parcheggi di urbanizzazione (P2) fuori comparto area ex Rabotti
<b>Attuatori:</b>	Comoarto PR1 - Comoarto C2 - Comoarto C14
<b>Data:</b>	Settembre 2011



## Contenuti della relazione geologica - Sismica

Quadro normativo.

il DM 14-01-2008 e la successiva Circolare Applicativa del febbraio 2009 si riferiscono in massima parte al livello di progettazione strutturale od esecutivo; pertanto per quanto riguarda la relazione geologica i contenuti devono uniformarsi anche a quanto richiesto dalle Normative Locali (Leggi e Norme Urbanistiche ed Edilizie Leggi e Norme in materia di Vincolo Idrogeologico, Pianificazione di Bacino ecc.).

### 1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

*geologia generale dell'area, descrizione dei terreni e formazioni rocciose presenti e dell'assetto stratigrafico generale.*

### 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

*descrizione della geomorfologia dell'area, uso del suolo, analisi delle eventuali forme di dissesto, descrizione delle linee di drenaggio delle acque superficiali.*

### 3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

*descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, permeabilità, profondità della falda e tipologia, modalità di scorrimento delle acque sotterranee.*

### 4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

*descrizione dei rilevamenti geologico tecnici, geomeccanici ecc. di superficie e delle indagini geologiche effettuate per la caratterizzazione del sottosuolo, con particolare riferimento ai parametri geotecnici ottenuti dalle singole indagini.*

### 5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

*dati geotecnici del terreno.*

### 6. VERIFICHE DI STABILITA'

*in condizioni originarie e dei fronti di scavo.*

### 7. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE.

### 8. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS~

Indicazione della zona sismogenetica, indicazione della classificazione sismica regionale, indicazione delle risultanze di eventuali studi di microzonazione sismica o di pericolosità sismica contenuti negli strumenti urbanistici, valutazione dell'azione sismica e relativi parametri, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coeff. Di amplificazione sismica e verifica delle pericolosità (liquefazione dei terreni ecc.). determinazione della categoria di sottosuolo misura della Vs30 con metodi geofisici.

### ALLEGATI GRAFICI.

*ubicazione dell'intervento, ubicazione delle prove, cartografia CTR - PTCP ecc ..*



## 1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale  
C.T.R. scala 1: 5000  
elemento n° 218131

Carta geologica  
Scala 1: 10.000  
Elemento n°  
218130

L'area è situata sul medio versante sud del rilievo posto a monte dell'abitato di Castelnuovo né Monti, ad una quota di 680 m.s.l.m. le pendenze sono medio basse in diminuzione verso il fondovalle.

Riferimento al P.A.!

Il Piano Assetto Idrogeologico - Carta del Dissesto (in allegato) per l'area interessata non evidenzia vincoli.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Coperture.

L'area in analisi è formata in superficie da depositi eluviali e colluviali prevalentemente fini (Limi argillosi). Lo spessore di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto delle indagini geognostiche riportate nel seguito.

Substrato.

E' rappresentato dalla Formazione di Antognola; si tratta di Peliti marnose compatte di color grigio scuro.

## 3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche raccolte in sponda sinistra dal rio di fondovalle.

I sondaggi effettuati hanno evidenziato la presenza di acqua, si è previsto pertanto la realizzazione di un drenaggio come meglio specificato nel seguito.



l)2Ql

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

Si sono eseguite una prova penetrometrica dinamica ed una indagine di sismica passiva HVSR ubicate come in allegato, si riportano di seguito i risultati.

5. VALORI CARATIERISTICI DEL TERRENO.

Legenda:  
strato I = coperture eluviali e colluviali  
strato 2 = peliti marnose

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Correlazione	Cu IKl!!cm')
Strato I	5,07	2,30	Schmertmann 1975	0,49
Strato 2	27,77	>30	Schmertmann 1975	2,76

Oc I Resistenza nunta Penetro metro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc IKgì~')
Strato I	5,07	2,30	RobertsonO 983	10,14
Strato 2	27,77	> 30	Robertson 11983	55,54

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Correlazione	Eed IKo/cm')
Strato I	5,07	2,30	Buisman-Saill!ierat	63,38
Strato 2	27,77	> 30	Buisman-Sanolerat	277,70

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Correlazione	Ey (Kl!!~m')
Strato I	5,07	2,30	APollonia	50,70
Strato 2	27,77	> 30	ADollonia	277,70

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Correlazione	Classificazione
Strato I	5,07	2,30	Classificaz. A.G.!. 11977'	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	27,77	> 30	Classificaz. A.G.!. 11977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume ItIm')
Strato I	5,07	2,30	Meverhof ed altri	1,76
Strato 2	27,77	> 30	Meverhof ed altri	2,14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m')
Strato I	5,07	2,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 194811967	1,88
Strato 2	27,77	> 30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,30



Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per oresenza falda	Correlazione	Densità relativa 1%)
Strato 1	5,07	2,30	5,07	Meverhof 1957	49,78
Strato 2	27,77	> 30	27,77	Meverhof 1957	96,76

An~olo di resistenza al ta~lio

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Nspt corretto per oresenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito 1°)
Strato 1	5,07	2,30	5,07	Mitchell & Ka~~ ' (J 981	<30
Strato 2	27,77	> 30	27,77	Mitchell & Katti (J981'	32-35

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato 1m)	N spt corretto per nresenza falda	Correlazione	Poisson
Strato I	5,07	2,30	5,07	IA.G.1.	0,34
Strato 2	27,77	> 30	27,77	IA.G.I.	0,3

Modulo di deformazione a ta~lio

	Nspt	Prof. Strato 1m)	Nspt corretto per oresenza falda	Correlazione	G (Kg/cm')
Strato 1	5,07	2,30	5,07	Robertson e Campanella (1983) e Imal & Tonollchi (J 982)	337,0 ~
Strato 2	27,77	> 30	27,77	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonollchi 11982'	952,6 

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per oresenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato I	5,07	2,30	5,07	Ohta & Goto (J978) Limi	93,068
Strato 2	27,77	> 30	27,77	Ohta & Goto (J978) Limi	152,635

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per oresenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,07	2,30	5,07	Navfac 1971-1982	1,001
Strato 2	2777	> 30	27,77	Navfac 1971-1982	5,291

## Considerazioni sui sondaggi eseRY1!!:.

Dai sondaggi effettuati si evince la presenza di un primo strato superficiale dello spessore di 2,30 mt. costituito da limi argillosi (depositi di versante) dopo di che il substrato (Formazione di Antognola). I sondaggi eseguiti hanno rilevato la presenza di acque.



## 6. VERIFICHE DI STABILITA'

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante secondo il profilo di massima pendenza ipotizzando una superficie di scorrimento, al contatto terreni di copertura substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.

### RELAZIONE DI CALCOLO

#### Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

#### Analisi di stabilità dei pendii eseguita con SARMA

Numero di strati del terreno	2.0
Numero di conci	10.0
Ace. sismica orizzontale	0.25
Numero di carichi distribuiti	0.0
Numero di carichi concentrati	0.0
Nr. di muri inseriti	0.0
Nr. di file di pali	0.0
Nr. di tiranti	0.0
Superficie di forma generica al contatto del substrato	

#### Vertici pendio

N	X (m)	v (m)
1	0.0	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.20
5	57.78	49.66
6	67.08	52.32
7	79.03	66.3
8	95.72	68.96
9	110.9	72.18

#### Vertici strato I

N	X (m)	v (m)
1	11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08



Vertici strato 2

N	X m)	v (m)
I	-11.85	18,98
2	2,0	22.4
3	18,7	24,29
4	30,65	26.95
5	43,93	30,36
6	55.88	32.26
7	69.16	35,68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici suoerficie di scorrimento

N	X (m)	v (m)
I	-10,26	24,11
2	-7.11	20,31
3	2,19	22.4
4	18,89	24,29
5	30,84	26,95
6	44,12	30,36
7	56,64	32,26
8	67.26	34,92
9	78.65	38,33
10	89,27	40.99
11	100.47	43,64
12	107.87	44,97
13	109,57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Stra	c (Kg/m2)	Fi	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
I	0.49	26	1760	1880	I	deo di versante
2	2.76	32	2140	2300	5	Depositi addensati

Fattore di sicurezza calcolato

=====

Fattore di sicurezza1.48

=====



## Calcolo carico limite - Formula Brich-Hansen (EC 7 - EC 8)

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$RJA' = (2 + n) c, s, i, +q$$

Dove:

A' = B' L' :area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c, coesione non drenata.

q: pressione litostatica totale sul piano di posa.

s, fattore di forma

s, = 1 + 0,2 (B'/L'); per fondazioni rettangolari

s, = 1,2: per fondazioni quadrate o circolari.

lc = fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$\text{io } 0,5(1 + \frac{H}{A' c' u})$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$RJA' = c' N_0 s, i, +q' N_q S_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma S_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = \frac{1}{2} \pi \frac{c' \cdot \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})}{\sin \phi} \cdot \frac{1}{\sin \phi} \cdot \frac{1}{\sin \phi}$$

$$(N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi$$

Fattori di forma:

per forma rettangolare

per forma quadrata o circolare

per forma rettangolare

per forma quadrata o circolare

per forma rettangolare, quadrata o circolare.

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L' i<sub>q</sub>

$$i_\gamma = 1 - \frac{H}{(V + A' c' \cot \phi)}$$

$$i_q = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_\gamma = 1 - \frac{H}{(V + A' c' \cot \phi)}$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (*Hansen*).



### Carico limite EC8 (Brinch • Hansen 1970) (Condizione drenata)

Per fondazioni dirette.

Fattore Nq	11,8
Fattore Ne	22,19
Fattore Ng	10,52
Fattore 5e	1,48
Fattore De	1,39
Fattore le	1,0
Fattore Ge	1,0
Fattore Be	1,0
Fattore 5q	1,44
Fattore Dq	1,3
Fattore lq	1,0
Fattore Gq	1,0
Fattore Bq	1,0
Fattore 5g	0,7
Fattore Dg	1,0
Fattorolg	1,0
Fattore Gg	1,0
Fattore Bg	1,0

Carico limite fondazione [Rd] 4,30 Kg/cm'

### Carico limite EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione non drenata)

Fattore Nq	1,0
Fattore Nc	5,14
Fattore Ng	0,0
Fattore Sc	1,2
Fattore Dc	1,39
Fattore lc	1,0

Carico limite fondazione [Rd] 3,10 Kg/cm'

### COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Senza correzione geometrica

k = 1,22 Kg/cm'

### CEDIMENTI ELASTICI

Coefficiente di influenza 11	0,
Coefficiente di influenza 12	5
Coefficiente di influenza 1s	0,02
	0,4

Cedimento al centro della fondazione = 3,66 mm

Cedimento al bordo = 2,31 mm



7. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.

I sondaggi hanno evidenziato la presenza di acqua; quindi per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive la realizzazione di un drenaggio come indicato in tav. di progetto e che le acque cadenti e correnti, come quelle provenienti dal dreno, vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale.

8. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS<sub>30</sub>.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. Il territorio comunale di Castelnuovo Monti (RE) ricade in zona sismica 2.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g)
I	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0,25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

RELAZIONE SISMICA

Indagine geofisica - misura diretta della frequenza di risonanza.

sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) • Descrizione del metodo *H/V*

In linea di principio, visto che il terreno è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto; queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche del suolo e dalla morfologia attorno al punto di misura. L'analisi HIV permette quindi di identificare i contrasti di impedenza tra gli strati, ad esempio una coltre di sedimenti sovrastanti un substrato roccioso darà un picco nel grafico HIV e quindi si può risalire alla stima della VS<sub>30</sub> a partire da misure HIV a stazione singola, se da misure dirette è nota la profondità del bedrock. La possibilità di interpretare i massimi della funzione HIV in termini di risonanza dello strato superficiale dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

1. che il rumore sia generato da molte sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
2. che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
3. che gli eventi massimi HIV siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico, movimenti dello strumento di misura oppure a causa del vento)

La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Iagarashi (1971) ed in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali sulla componente verticale dei microtrempi sismici ambientali registrati da una singola stazione. L'indagine sismica passiva HVSR è stata

eseguita tramite Il programma SEISMOLOG è un programma di registrazione (datalogger) basato su PC e dedicato



rabotti

alla registrazione dei microtremori. Una sessione di registrazione di microtremori può essere eseguita sia al suolo che su strutture. Con lo scopo di fornire il massimo grado di affidabilità il programma permette di avere il controllo in tempo reale della misura in corso. Le elaborazioni sul segnale registrato sono state eseguite da un altro software GEOPSY creato come il risultato dei lavori del protocollo SESAME. (Site EffectS assessment using AMbient Excitations) Il grafico HVSR è generalmente un grafico frequenza (x) - ampiezza del rapporto HV (y). Poiché la frequenza è relazionata alla profondità, il grafico HVSR può tramutarsi in un grafico ampiezza del rapporto HV (x) \_ profondità (y), dove l'ampiezza del rapporto HV (x) descrive in modo relativo l'ampiezza del contrasto di impedenza tra i mezzi sopra e sotto quella determinata profondità (y). Sebbene tra le due variabili la relazione non sia lineare, maggiore è il contrasto maggiore è l'altezza attesa del picco HIV, inoltre il numero di picchi visibili in un grafico HN dipende dal contrasto, dalla distanza tra le discontinuità e dalla funzione di lisciamiento impiegata. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le renderà difficilmente individuabili singolarmente ed allo stesso tempo una elaborazione con un lisciamiento ampio renderà coalescenti le discontinuità minori. Pertanto per ovviare a questi problemi è sufficiente adottare la stessa procedura di acquisizione e di analisi in modo da rendere confrontabili i risultati. Tale tecnica di sismica passiva presenta come le altre tecniche di indagine sismica pregi e difetti nonché particolari modalità di esecuzione e di analisi dei dati rilevati. I pregi fondamentali sono:

1. Maggiore risparmio per singolo sondaggio;
2. Forniscono valutazioni delle Vs30 del medesimo ordine di grandezza di quello "misurabile" con le altre tecniche e permettono agevolmente di discriminare i terreni in funzione della loro classe sismica di appartenenza (A,B,C,D);
3. Possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola" e quindi non necessitano di cavi e/o stese di notevole lunghezza e quindi di spazio come avviene invece per le tecniche in array lineare multisensore (sismica a rifrazione, MASW, RE.MI.). Numerosi studi hanno evidenziato che il criterio di orizzontalità degli strati presenti nel sottosuolo, sia indispensabile per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti da tecniche di sismica passiva (HVSR, MASW, RE.MI.) mentre può ritenersi assolto nel caso di una misura puntuale (stazione singola - HVSR) , non sempre è rispettato nel caso di misure in array (lineare o con diversa geometria - MASW e/o RE. MI.) a causa delle variazioni laterali dei terreni ed a causa di particolari morfologie sepolte: la validità dei risultati, in caso di forti variazioni, può essere invalidata notevolmente.
4. La presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30'); e non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
5. Permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo;
6. I parametri derivati dalla prova (profilo HIV, Spettri di potenza, frequenza fondamentale Fo) possono essere direttamente correlati alle caratteristiche di amplificazione sismica dei terreni in sito;

La tecnica *HN* può essere utilmente impiegata nei seguenti settori:

- **Microzonazione sismica**
- Applicazioni geotecniche
- Stima della potenza dei corpi franosi
- Determinazione degli spessori delle coltri detritiche
- poggianti su bedrock
- Mappatura della profondità dei bedrock
- Stima delle Vs30 secondo il DM 14/01/2008 (T.U. delle Costruzioni)
- Frequenze di oscillazione degli edifici
- Applicazioni archeologiche

I difetti basilari sono:

- Interpretazione più complessa: vi è infatti la necessità di modelli molto più complicati (campo d'onde completo in sistemi multistrato non necessariamente 1D). Tale difficoltà può essere notevolmente ridotta qualora si disponga di informazioni (sondaggi geognostici, penetrometrie ecc.) quanto più accurate possibili circa la stratigrafia del sottosuolo, anche limitata a profondità minori di 30 m dal p.c.
- Viene comunemente ritenuta (erroneamente) una tecnica a più bassa risoluzione rispetto alle tecniche di sismica in array passiva (REMI) e/o attiva (MASW / SASW): alcuni autori (Mulargia, Castellaro, Rossi 2006) hanno al contrario dimostrato che sovente con tali tecniche gli errori nella valutazione del profilo delle Vs sono dell'ordine del 50% (down-hole) e/o addirittura del 100 % (SASW, REMI);
- Quindi date tali caratteristiche, la tecnica HVSR può essere utilmente impiegata per ricavare il valore della Vs., non solo negli spazi aperti, ma anche nei locali interni ai fabbricati a patto di garantire il miglior accoppiamento strumento/terreno.



## **Elaborazione sondaggio HN.**

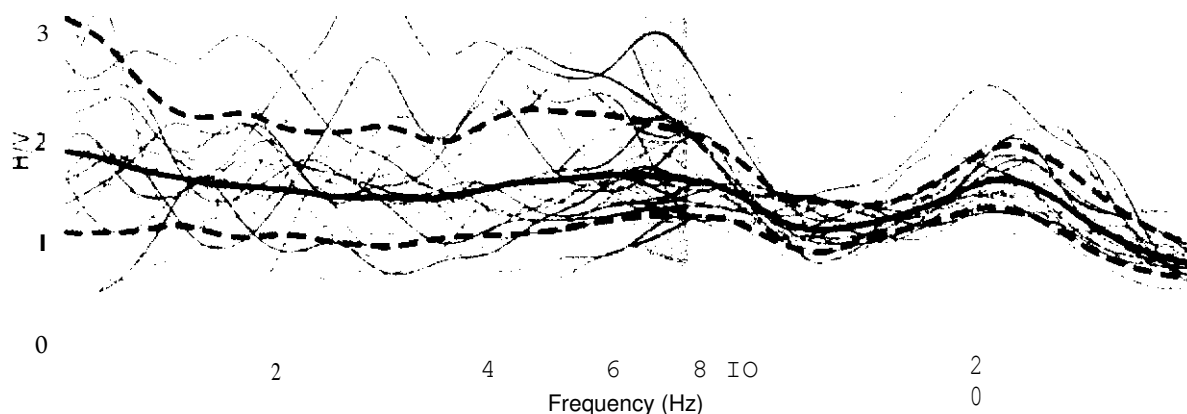
Sondaggio Castelnuovo Monti ex  
area Rabotti

### Grafico dei rapporti spettrali HIV

Grafico dei rapporti spettrali HVSR in funzione della frequenza con indicato il valore della frequenza in corrispondenza del massimo della funzione HN.

Si noti che il picco caratteristico del sito è a 6,80 Hz. La frequenza è inversamente proporzionale alla quota dell'interfaccia stratigrafica e direttamente proporzionale alla velocità Vs dei terreni sovrastanti.

### Grafico dei rapporti spettrali





**Analisi di qualità della misura eseguita.**

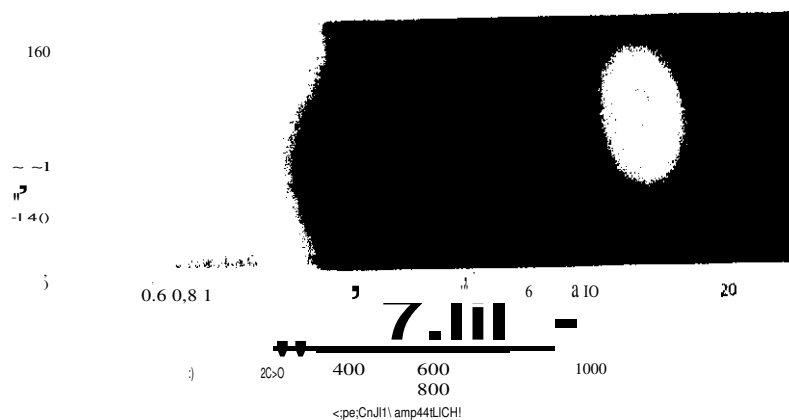


Grafico della analisi direzionale  
del rumore sismico acquisito.

il grafico serve a valutare la direzionalità del segnale ed evidenzia in questo caso il carattere strutturale e non antropico del picco rilevato.

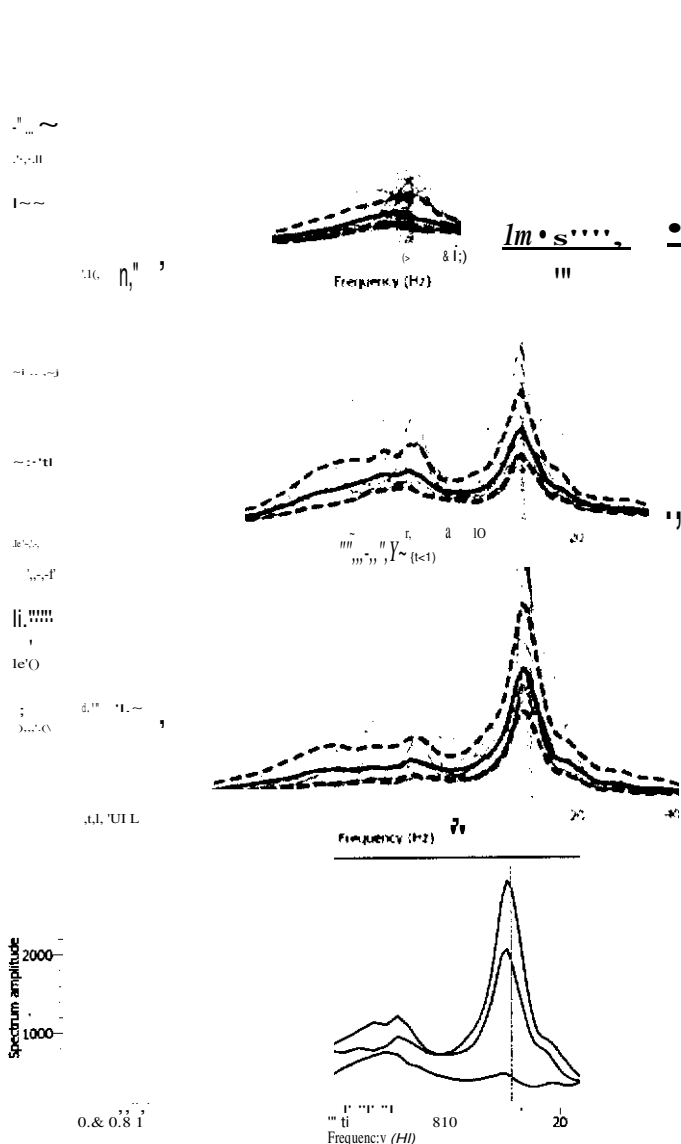


Grafico dei rapporti spettrali per ogni singolo canale

Per ottenere il rapporto HVSR le componenti orizzontali sono mediate con media quadratica e poi divise per la componente verticale (z).

Un buon indicatore della qualità del picco HN si ottiene dall'esame dei singoli spettri; infatti i massimi fisicamente significativi sono di regola associabili a valori di ampiezza spettrale minima sulla componente verticale.



### Formule utilizzate per ricavare i seguenti dati dai sondaggi SCPT e HV5R eseguiti.

1. profondità del substrato (mt)
2. spessore delle coperture (mt)
3. calcolo Vs coperture HVSR (m/s)
4. calcolo Vs coperture correlazione di Otha e Goto
5. calcolo VS<sub>30</sub> (m/s)

Si noti che un sondaggio HVSR deve essere supportato da altri tipi di indagini, in questo caso da una penetrometria SCPT.

Dati	Formule	HVSR	SCPT
(i) profondità del primo substrato (mt)	$H = V_s / (fr \times 4)$	7,14 mt	2,30 mt
(2) Spessorè (hl del slsmostrati (mt) Dove: fr = frequenza misurata. Vp e Vs rispettivamente onde P e S nel mezzo 1	$t_r = V_{P1} / (4 h)$ $t_r = V_{S1} / (4 h)$	7,14 mt	2,30 mt
(3) calcolo Vs coperture HVSR(m/sl	$V_s = fr \times (4 \times H)$	130,1 m/s	
(4) calcolo Vs coperture metodo di Otha e Goto(m/sl	Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi		152 m/s
(5) Calcolo della VS., per H<di30mt Dove: fr = frequenza misurata VB è la velocità delle onde S nel bedrock o bedrock-Ilke	$V_{s30} = \frac{30}{t_u + t_3 O-H} \left[ \frac{1}{4} \frac{(30-H)}{VB} + \dots \right]$	199,05 m/s	

### Categoria suolo di fondazione (VS301

Il valore in precedenza calcolato per la VS30 è pari a 199,05 m/s

Ne risulta che i terreni nei primi 30 metri del sottosuolo appartengono alla classe C. Tuttavia gli spessori delle coperture riconducono la precedente classe in Classe E

(E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).



## **Conclusioni e vincoli.**

6.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un primo strato superficiale costituito da Limi argillosi e da un secondo strato sottostante formato da peliti marnose, ad una quota di circa 2 metri, inoltre la zona è priva di movimenti gravitativi in atto.

Una parte del materiale ottenuto dagli scavi potrà essere utilizzato in sito per la definitiva sistemazione dell'area, ponendo attenzione alla sua movimentazione ed al suo costipamento che dovrà avvenire in strati successivi di circa 30 cm., le eccedenze dovranno essere trasportate in apposita discarica autorizzata.

Per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale, così come per le acque percolanti raccolte dal drenaggio.

Si consiglia infine la presenza di un geologo durante le fasi di scavo per la posa del drenaggio.

A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 14/01/2008 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica dell'opera.

6 settembre 2011

dott. Geologo Duilio Pignedoli  
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575  
Via Alcide de Gasperi, 3 - 42035 Felina (R. E.)



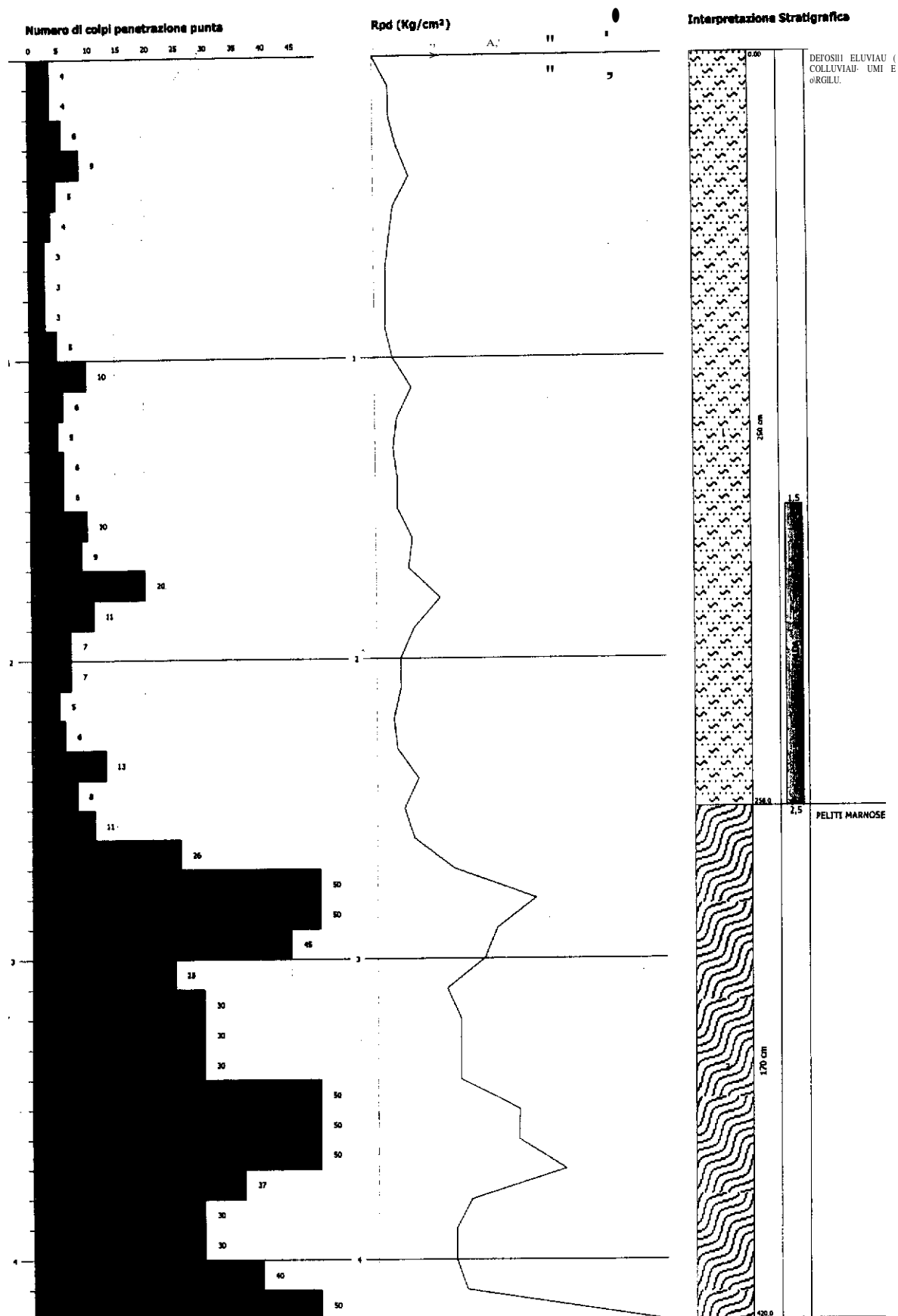


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
 Strumento utilizzato \*\*\* DL - 30 (10-) 7.  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

committente : Ach.CROCI  
 cantiere: Parcheggio ex rabotti C Monti  
 località: castelnUOYO Monti

Data :12/08/2011

Sst111-11





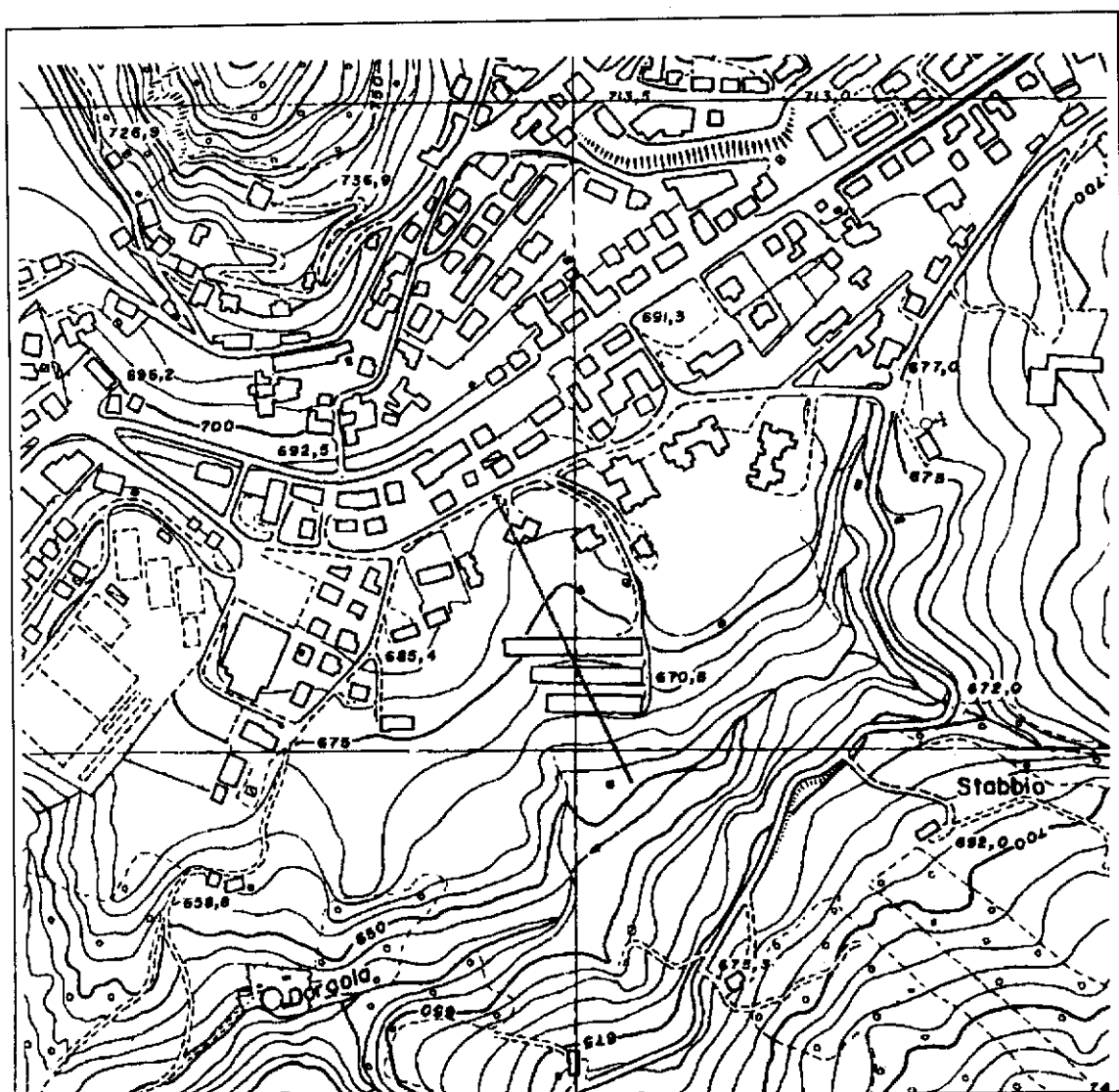
U

Estratto CTR 218131

N

Scala 1:5000

Ubicazione profilo stabilità





D  
N

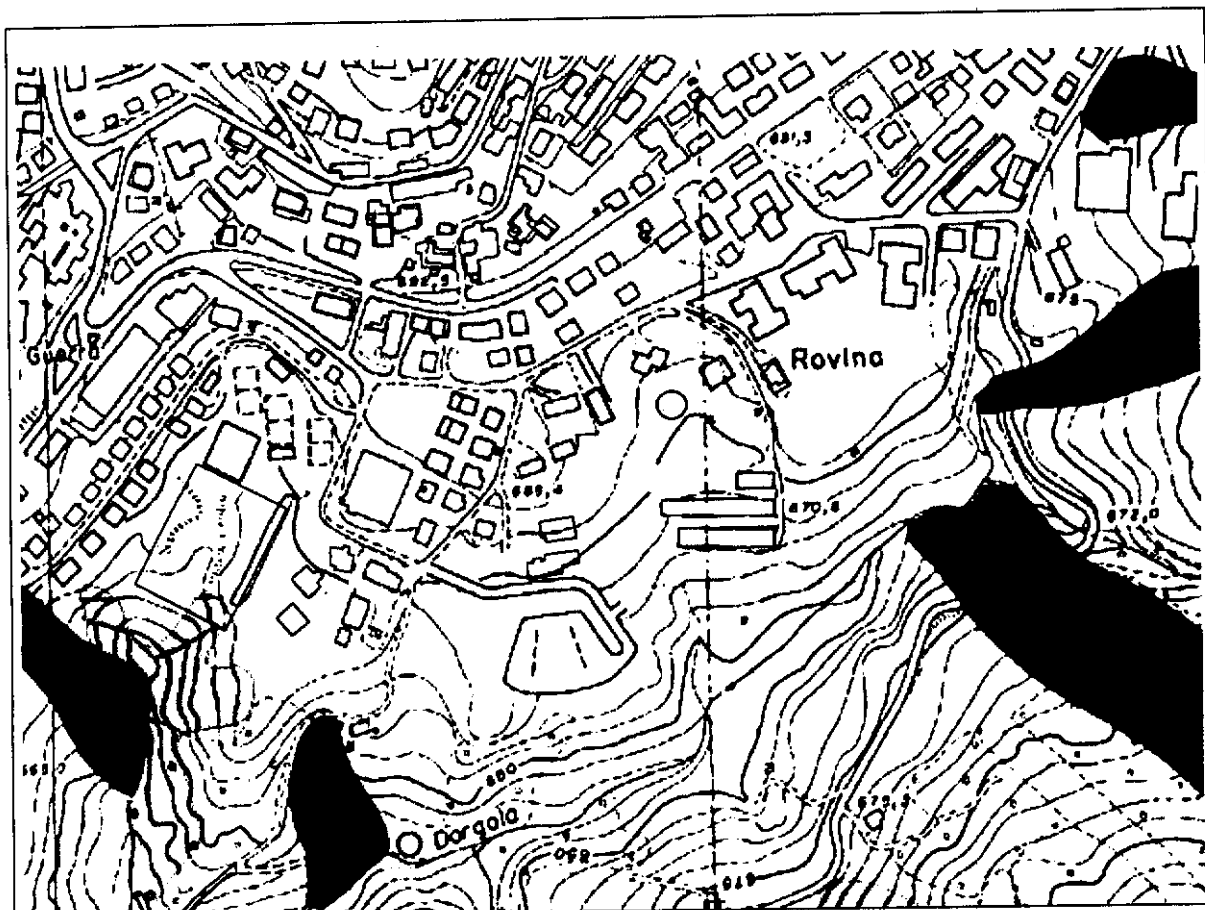
Estratto CTR-218131



Scala 1:5000

ubicazione O

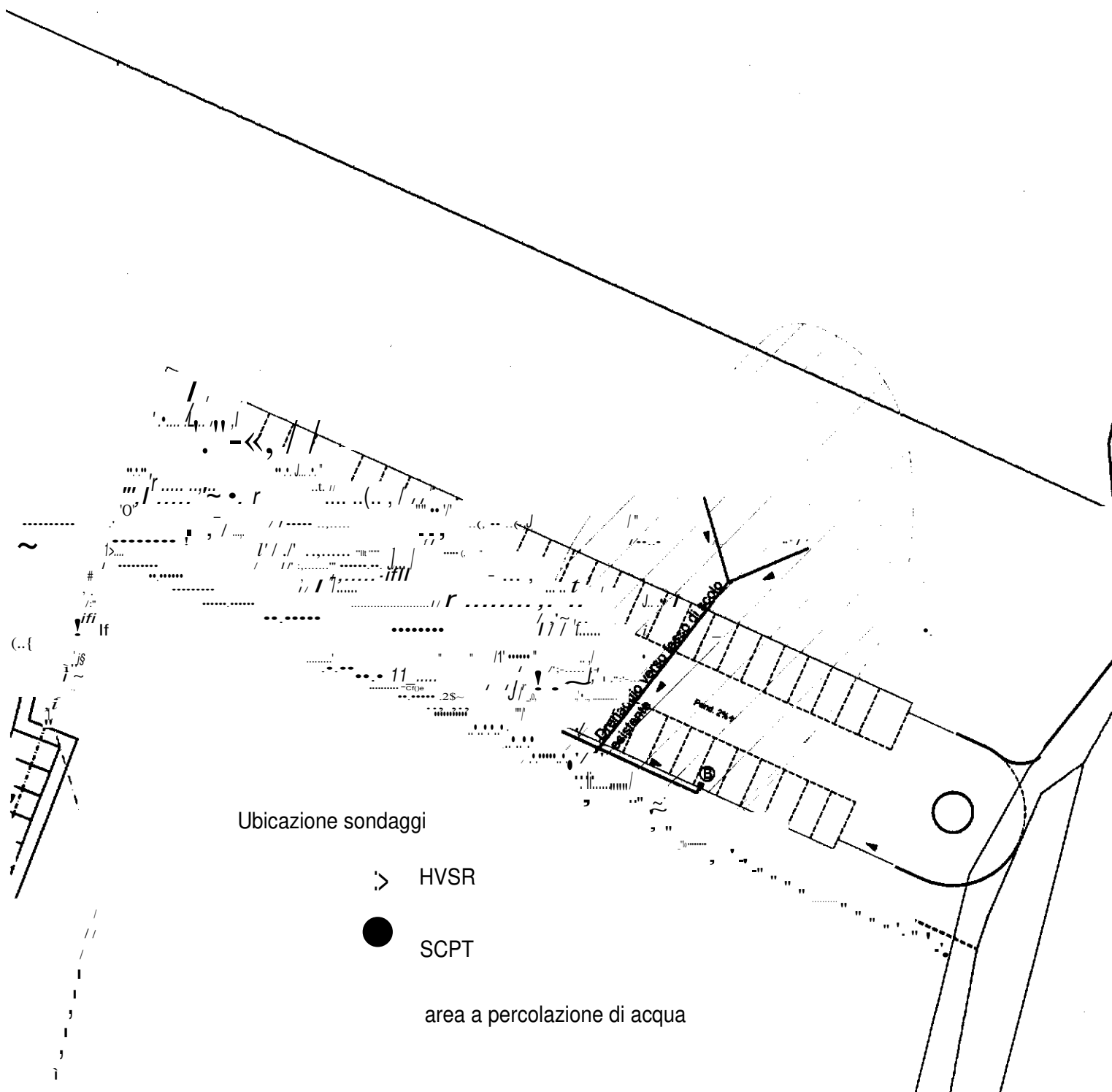




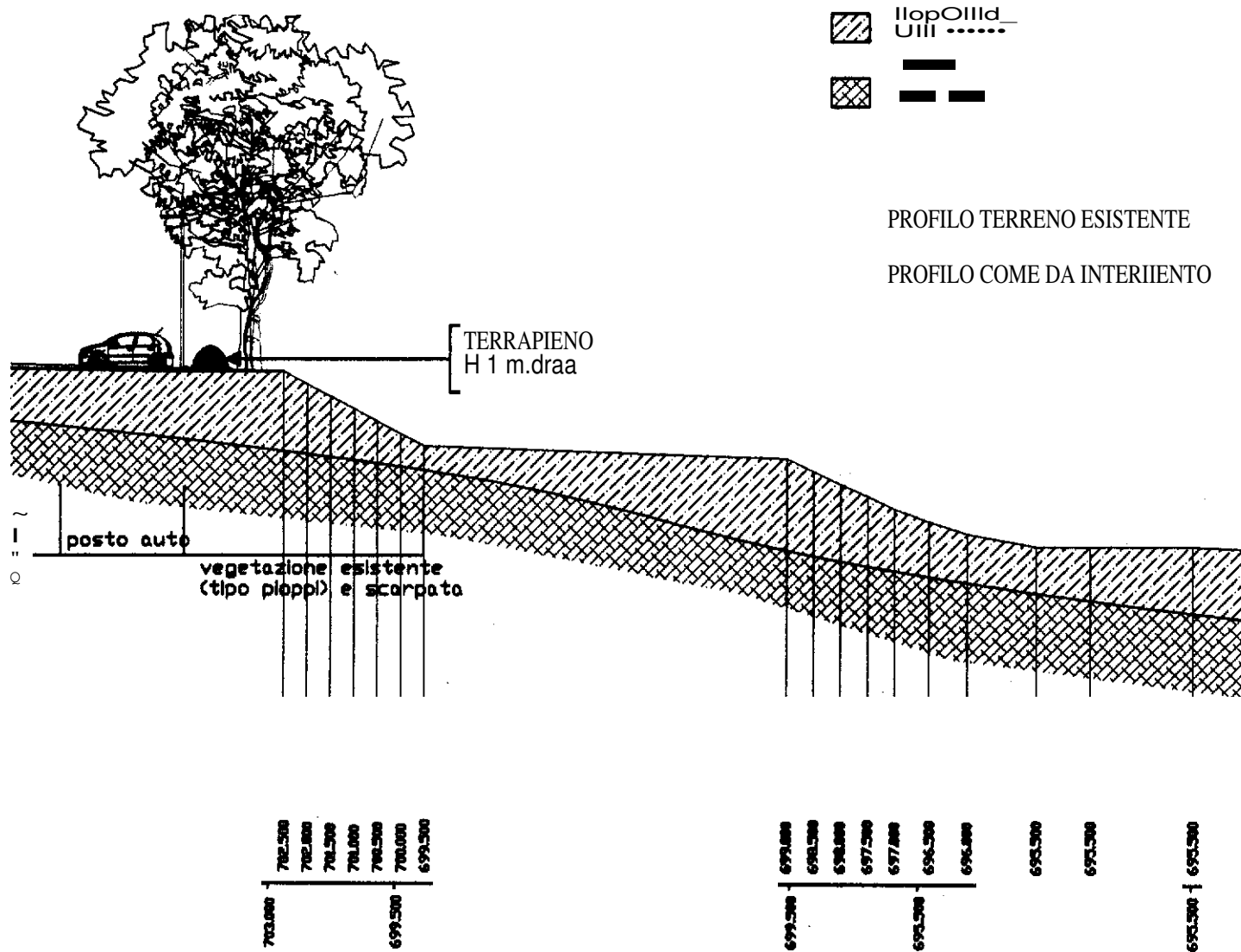


Legenda		
	Deposito Morenico (c1)	Frana quiescente Parzialmente erosa (81)
	Deposito Morenico rissiano (e3)	Scivolamento in blocco (02)
	Deposito morenico Wurmiano c4 Conoide in evoluzione	Frana stabilizzata
	Conoide inattiva	Deposito alluvionale In evoluzione
	Depositi di versante s.1.	Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione b1 a Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo	Deposito alluvionale terrazzato ordine b3 e maggiore di b3
	Frana attiva (al)	Travertini
	Frana quiescente (81)	Accumulo di origine antropica

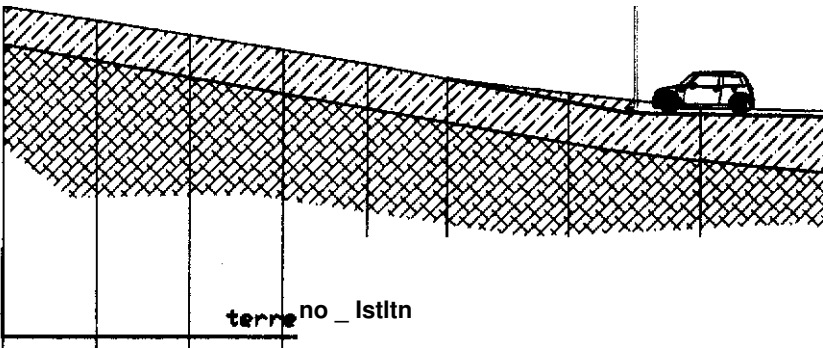




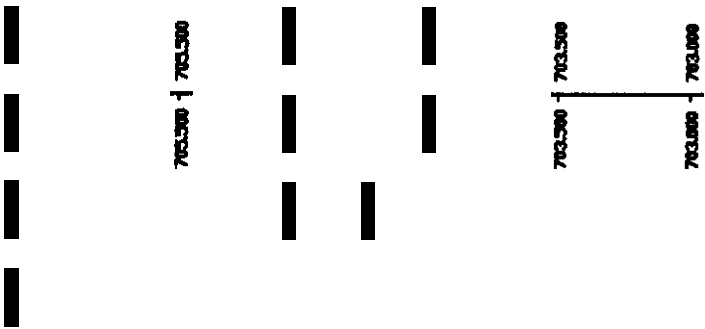








Quoto.  
rllhrvo  
Quoto. progetto





STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA dott. Geologo D. Pignedoli - Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575  
Via Alcide de Gasperi,3 - 42035 Felina (RE) tel. - fax. 0522/ 619267





**Comune di Castelnovo ne' Monti**

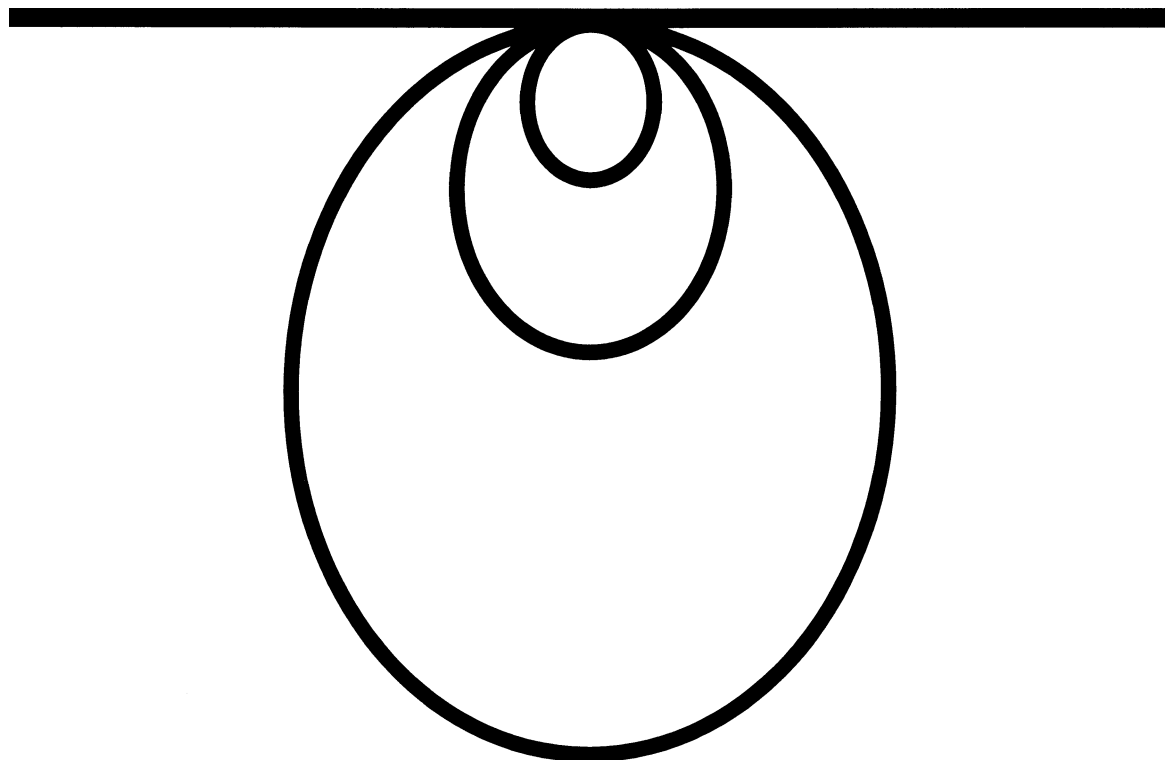
Provincia di Reggio Emilia

**Studio geologico e sismico a supporto della variante**

**al Piano Urbanistico Attuativo**

**Comparti PR-1 / C-2 / C-14 / Area Ex Rabotti**

Settembre 2008







SOCIETÀ COOPERATIVA

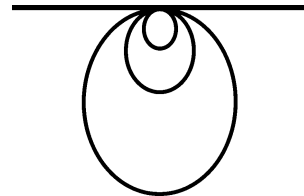
40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74

TEL: 051.331209 - FAX: 051.331209

42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14

TEL: 0522.934730 - FAX: 0522.387989

N. iscriz. Albo Coop. A152436 – R.E.A. di BO 232167 - PART.IVA 00896920378



## **Comune di Castelnovo ne' Monti**

Provincia di Reggio Emilia

### **Studio geologico e sismico a supporto della variante**

**al Piano Urbanistico Attuativo**

### **Comparti PR-1 / C-2 / C-14 / Area Ex Rabotti**

GEOLOGIA APPLICATA

Settembre 2008

#### **Indice**

GEOFISICA

GEOTECNICA

IDROGEOLOGIA E  
IDROLOGIA

MODELLI MATEMATICI

1	PREMESSA .....	1
2	QUADRO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA' .....	1
2.1	Geologia.....	1
2.2	Morfologia e interventi antropici.....	2
2.3	Idrogeologia.....	2
2.4	Idrografia .....	3
2.5	Stabilità generale .....	3
2.6	Sismica.....	4
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI.....	6
4	MICROZONAZIONE SISMICA.....	12

#### **Tavole**

1. Corografia generale
2. Geologia
3. Carta del dissesto
4. Aree critiche / consolidate
5. Ubicazione sondaggi
- 6-9. Diagrammi penetrometrici
10. Microzonazione



## **1 PREMESSA**

Nell'ambito degli studi di supporto alla variante del Piano Urbanistico Attuativo di Castelnovo ne' Monti (RE), GeoLog S.C. cura le indagini per i comparti denominati

### **PR-1 / C-2 / C-14**

relativamente ai temi geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici.

E' inserita nel quadro anche la vicina area "Ex Rabotti", dove si intende realizzare una serie di parcheggi pubblici.

Nel presente rapporto si accenna ai risultati degli studi condotti sino ad ora nei comparti e si riporta una serie di valutazioni specialistiche. Dopo una breve introduzione di carattere ambientale comune a tutti i settori, ogni area è trattata separatamente.

Giacché molte delle opere previste sono ultimate ovvero in fase di completamento, si omettono le tematiche geotecniche, nella considerazione che queste faranno parte dei lavori a supporto del progetto esecutivo di ogni singolo intervento.

Le questioni sismiche sono invece affrontate nel dettaglio in conformità alle più recenti disposizioni<sup>1</sup> e secondo le indicazioni fornite dai Tecnici della Provincia di Reggio Emilia.

## **2 QUADRO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA'**

In esame sono l'area del "Centro per la valorizzazione e promozione dell'economia montana" ed alcuni settori ad essa contigui, siti sul versante meridionale di Castelnovo ne' Monti afferente al Rio Dorgola (tav. 1).

### **2.1 Geologia**

Il settore ricade nella Formazione di Ranzano, un'unità sedimentaria di origine marina costituita da marne ed arenarie interstratificate (tav.2).

In tale formazione il rapporto volumetrico tra i due litotipi risulta assai diversificato: nella particolare area di studio prevalgono i termini marnoso-siltosi tanto che quelli arenacei non vanno oltre il 10% del totale.

---

<sup>1</sup> Il riferimento è per gli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"



Negli affioramenti lungo il Rio Dorgola e sui fronti di scavo aperti per la costruzione di nuovi edifici, la compagine rocciosa è caratterizzata da fitta fratturazione e marcata fissilità in lamine; sulla scarpata artificiale presente a monte del piazzale del Centro Fiera, le direzioni di strato sono comprese tra  $290^\circ$  e  $330^\circ$  e le pendenze tra  $10^\circ$  e  $15^\circ$ . La giacitura sembra dunque tendenzialmente a franappoggio nella parte occidentale, mentre dovrebbe girare a traverspoggio in quella orientale.

Difficile definire la geometria complessiva dell'ammasso ed i relativi lineamenti strutturali a causa della diffusa copertura detritica; lo spessore di quest'ultima è limitato a pochi decimetri in corrispondenza dei displuvi e raggiunge i 4 m nelle aree d'accumulo colluviale.

La cotenna è composta da una matrice limo-argillosa inglobante frammenti di strato.

Il rilevamento non ha fornito nuovi elementi per confermare o smentire le presunte linee di faglia indicate nella cartografia regionale (vedi tav. 2).

## **2.2 Morfologia e interventi antropici**

La C.T.R. mostra la situazione originaria del comparto, che presentava dossi e displuvi più o meno allungati ai quali si interponevano vallecicole poco profonde.

Con l'urbanizzazione i lineamenti del versante hanno subito diverse modifiche.

La dorsale che contraddistingue l'area PR-1 ha perso la propria identità a causa dei riempimenti effettuati nell'impluvio a NW<sup>2</sup>.

Nel comparto C-2, a fianco dell'ampio piazzale del "Centro Fiera", ha sede una casa per anziani, la cui realizzazione ha imposto sostanziali rettifiche morfologiche.

Lo stesso dicasi per il settore C-14, dove il versante fu ritagliato per far posto alle attuali palazzine.

Infine sono da menzionare i terrazzamenti dell'area ex Rabotti su cui insistevano fabbricati zootecnici, ora demoliti.

## **2.3 Idrogeologia**

Nei settori conformati a displuvio, dove la roccia in posto giace vicina alla superficie, è esclusa la presenza di una falda intesa nel senso comune del termine; le precipitazioni permeano il deposito superficiale e sono drenate dalle discontinuità beanti del substrato, dunque è difficile pensare ad un acquifero dotato di continuità idraulica.

Una falda persistente, seppur non produttiva, caratterizza i detriti di valle, dove si sommano gli apporti diretti e gli stillicidi del basamento roccioso.

---

<sup>2</sup> L'ampia superficie creata con il parziale tombamento della vallecicola ospita attualmente impianti sportivi di vario genere



## 2.4 Idrografia

La rete originaria è stata modificata dai numerosi interventi antropici.

I deflussi superficiali, che un tempo “seguivano” gli impluvi laterali afferenti al Rio Dorgola, ora sono prevalentemente affidati a condutture sotterranee.

Non sempre i drenaggi sono però efficienti, ad esempio, dai terreni a valle dell’area Ex Rabotti trasuda acqua; questa si raccoglie in un fosso derivante dal vecchio insediamento zootecnico, quindi, dopo un breve tratto, si disperde nei campi creando ristagni idrici diffusi.

## 2.5 Stabilità generale

La cartografia P.A.I. (Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico) non segnala dissesti nella zona d’interesse e nelle immediate vicinanze.

Nessun cenno è fatto per l’impluvio dell’area “Ex Rabotti”, dove l’andamento delle curve di livello lascia immaginare una frana occorsa prima della costruzione delle stalle (il toponimo “Rovina” attribuito al particolare settore probabilmente indica un’instabilità storica).

La Carta dei Dissesti (estratto in tav. 3) definisce una frana attiva ed un paio di fenomeni quiescenti nel comparto occidentale. Effettivamente in quel punto si è impostato un movimento traslativo tendente alla “colata di fango”, riguardante i terreni detritici eterogenei abbandonati a discarica lungo il pendio<sup>3</sup>.

Oltre a questo fenomeno si ricordano le frane che a partire dal 1993 hanno interessato il piazzale del “Centro Fiera” nella porzione realizzata su terre di riporto; quei dissesti trovarono una sistemazione sostituendo parte del materiale instabile con massicci cunei di ghiaia.

La tav. 4 riporta le aree consolidate, che tuttavia non compresero l’intero sviluppo del riporto, tant’è che al contorno persistono segni d’instabilità latente.

---

<sup>3</sup> Il materiale collassato, in prevalenza argilla con blocchi lapidei, pietrame e frammenti di cls., proviene dai vari interventi antropici legati all’ampliamento del centro abitato. La conformazione ed il decrescere della sezione di deflusso dell’impluvio su cui termina il dissesto hanno limitato i movimenti traslativi della “colata”, il cui spessore è valutabile in 2 ÷ 3 m. Per sanare il dissesto occorrerà quanto meno ridurre l’angolo di scarpa nella fascia sommitale, regolarizzare la superficie topografica del riporto e regimare le acque con scoline terminanti nel naturale collettore da risezionare. Va da sé che una serie di dreni ghiaiosi inibirebbe ancor meglio la tendenza a “liquefarsi” dei terreni, oltre che favorirne la stabilizzazione. Ovviamente occorrerà programmare un’adeguata campagna geognostica in base alla quale dimensionare correttamente gli interventi proposti.



## 2.6 Sismica

Il Comune di Castelnovo ne' Monti risulta compreso tra le zone 2 secondo D.G.R. n. 1677 del 24/10/2005.

Con riferimento all'ultimo secolo, il Catalogo parametrico dei terremoti italiani riporta per la particolare zona sismogenetica (N. 29) i terremoti elencati nella tabella sottostante.

Anno	Località	Mag.	Anno	Località	Mag.
1892	Carpinetti	4.83	1930	Fiumalbo	5.22
1895	Fanano	4.83	1940	Corniglio	4.93
1896	Fanano	4.89	1957	Monchio	4.63
1898	Calestano	5.07	1957	Zocca	5.06
1904	Frignano	5.08	1965	V. Secchia	5.01
1908	Frignano	4.69	1974	Pione	4.64
1913	Val di Taro	4.85	1985	Ap.Parmense	4.69
1925	Frassinoro	4.65	1999	Frignano	4.73
1927	Cervarezza	4.66			

Secondo Frassinetti et al., 1997, l'accelerazione di picco attesa per l'area è di 280 gal (vedi Figura 1)

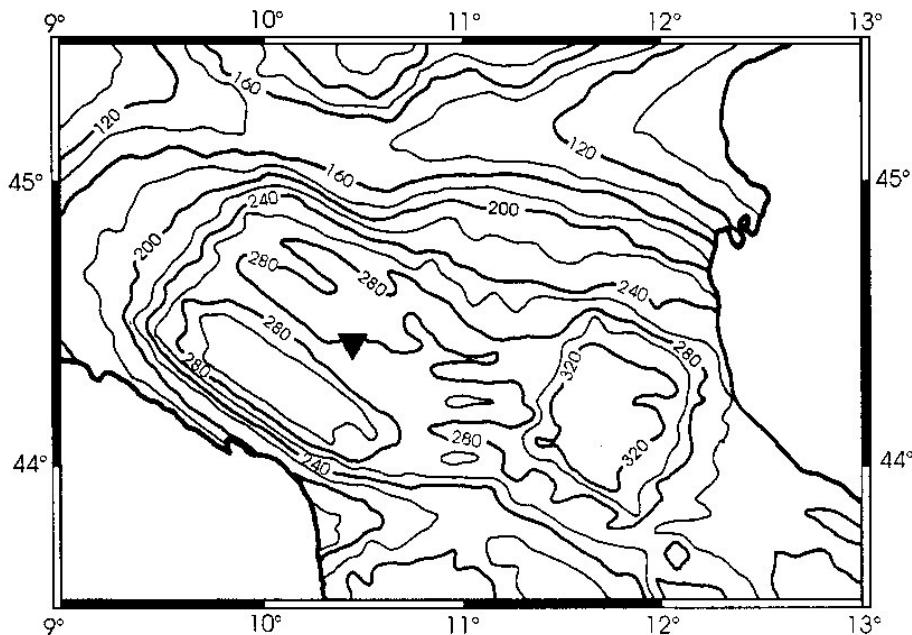


Figura 1

Riguardo alla pericolosità sismica, la Provincia di Reggio Emilia ha pubblicato la carta degli effetti attesi, di cui un estratto è riportato di seguito.



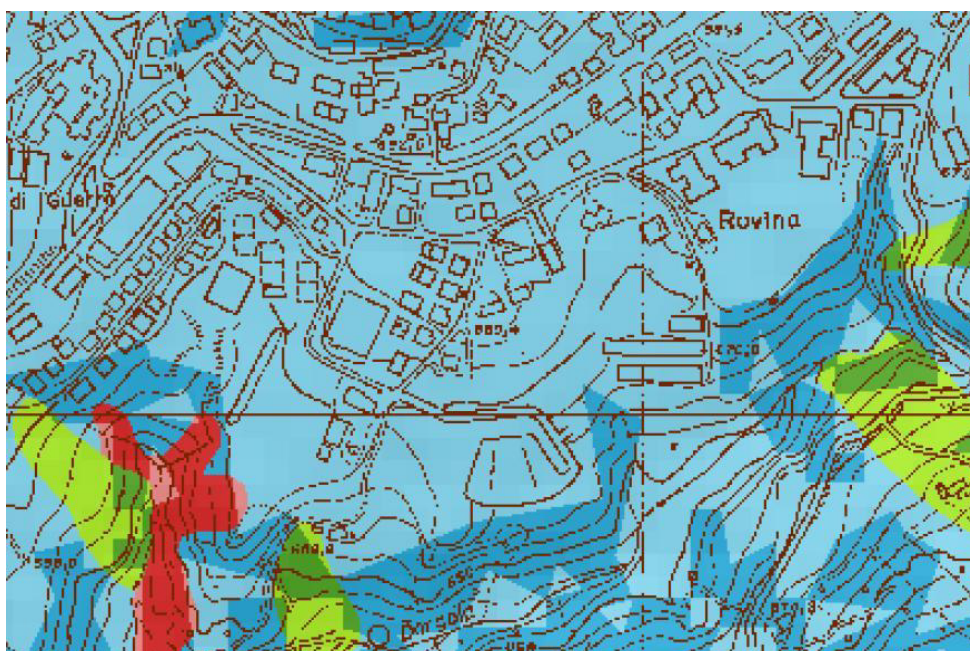


Figura 2

La campitura azzurra indica una miscellanea di situazioni con il medesimo effetto atteso; in particolare: detriti di versante, depositi alluvionali e lacustri appenninici indifferenziati, depositi di origine antropica, substrato caratterizzato da  $V_s$  (velocità delle onde di taglio)  $< 800$  m/s, zona cataclastica, zona di faglia, ghiaie delle conoidi appenniniche.

La campitura blu indica che le precedenti classi sono disposte su versanti con acclività  $> 15^\circ$ .

In rosa sono evidenziate le frane attive, quiescenti ed i depositi di versante, in rosso quanto sopra, ma con pendenze superiori a  $15^\circ$ .

Se alla carta riportata si sovrappongono idealmente i confini delle quattro zone in esame, risulta che la maggior criticità è a Sud dell'area PR-1, dove ai "normali" effetti attesi del luogo (amplificazione stratigrafica e/o topografica) si aggiunge quello dell'instabilità del versante.

Per quanto attiene la microzonazione, lo studio "Castelnovo ne' Monti: analisi di pericolosità sismica" (M. Pagani e A. Marcellini, 2003), evidenzia due classi in cui sono raggruppati i risultati dell'analisi di pericolosità in termini di spettri di risposta:

**Classe Ac** *Classe caratterizzata da amplificazioni concentrate nei bassi periodi ( $T$  minore di 0.2s). I fattori di amplificazione raggiungono valori pari a tre. In questa classe vengono raccolte situazioni in cui un deposito composto da terreni di diversa origine (eluviale, colluviale, depositi di geliflusso), con spessore inferiore a 15-20 m e*



*caratteristiche meccaniche intermedie (VS compresa tra 200 e 600 m/s) poggia su un substrato più competente con velocità delle onde di taglio superiore a 900m/s.*

**Classe Bc** *Classe con amplificazioni comprese in un ampio intervallo di periodi e con fattori di amplificazione che dall'ordinata di picco (per T pari a circa 0.2-0.3s) decrescono all'aumentare del periodo. Il profilo litologico campione comprende, per questa classe, un primo intervallo superficiale con caratteristiche equivalenti a quelle indicate per i depositi superficiali inclusi in classe Ac ed un secondo intervallo, più profondo e con uno spessore che può raggiungere i 50m, composto da materiali con velocità di propagazione delle onde di taglio attorno a 500-700m.*

### **3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E RISULTATI**

#### COMPARTO C-2

##### Indagini

Sono state condotte numerose prove geognostiche: prima per la costruzione del piazzale, poi per la sistemazione delle porzioni franate.

Per comprendere le vicissitudini del settore e farsi un'idea delle indagini effettuate in campo è utile una breve cronistoria di quanto accaduto.

Il piazzale fu posizionato in corrispondenza di un falsopiano a mezza costa.

Per ottenere la vasta superficie orizzontale, si riversò a valle il materiale scavato a monte, creando un terrapieno con scarpate di circa 30 °; in prossimità del ciglio il riporto raggiunse lo spessore di 6 m.

Uno studio geomorfologico a firma del Dr. Giovanni Bertolini (Giugno 1988), consigliava di realizzare una serie di banche suborizzontali e di convogliare le eventuali acque d'infiltrazione in un sistema di dreni inciso nei terreni di base (in quell'occasione, per individuare il tetto del substrato, furono condotte alcune prove penetrometriche dinamiche con strumento leggero).

Nonostante le accortezze, ad opera quasi ultimata, un fenomeno gravitativo interessò la zona SE della strada che bordava il piazzale.

Per indagare sulle cause del dissesto, la Ditta esecutrice incaricò Geolog s.c.r.l.<sup>4</sup> che analizzò il caso sulla scorta dei risultati di una serie di 6 penetrometrie statiche, 3 saggi con escavatore<sup>5</sup> e prove sulle campionature estratte. Fu condotta anche un'indagine sismica: di

---

<sup>4</sup> I risultati del lavoro, commissionato da UNIECO S.C.R.L., sono esposti nel rapporto CENTRO PER LA VALORIZZAZIONE E PROMOZIONE DELL'ECONOMIA MONTANA DI CASTELNOVO MONTI (RE) – INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA del Settembre 1993, a cui si rimanda per i dettagli.

<sup>5</sup> le trincee hanno dato modo di osservare direttamente il materiale del rilevato, una compagine di aspetto argilloso, con frammenti sparsi di marne grigie e arenarie



questo si occupò la Geoinvest s.r.l. di Piacenza, che effettuò due stendimenti secondo le linee di massima pendenza.

A seguito delle indagini si decise di consolidare il settore mediante un cuneo resistente in pietrisco inserito nella zona sommitale tra il substrato ed il ciglio del piazzale; una serie di setti drenanti ravvicinati e disposti secondo la massima pendenza, aveva poi la doppia valenza di raccogliere le acque alla base del cuneo in ghiaia portandole al Dorgola e di conferire al piede del versante un incremento della resistenza al taglio complessiva.

Oltre alle opere segnalate si decise di sacrificare la sede stradale che contornava il piazzale, così da offrire qualche risorsa in più alla stabilità riducendo le pendenze sulla parte sommitale del rilevato. L'accorgimento fu esteso anche al settore ad ovest, confidando che l'operazione potesse conferire un maggior equilibrio anche alla zona contigua.

Nonostante la precauzione, una frana si innescò dopo qualche anno in adiacenza al settore consolidato.

Nel 2006 fu avviata una nuova indagine, curata dallo scrivente.

Per acquisire informazioni sulla geometria del piano di scivolamento e sulle caratteristiche meccaniche dei materiali presenti, ritenni di integrare i dati pregressi con una serie ulteriore di prove penetrometriche.

Nei settori più problematici impiegai un dinamico leggero ad azionamento manuale, nei punti dove il trasporto delle attrezzature si presentava relativamente agevole ho usato il penetrometro Dinastar in configurazione statica (il medesimo dell'indagine Geolog 1993).

In tutto furono eseguite 8 prove dinamiche e 6 prove statiche; quattro i fori strumentati con piezometro semplice (canne finestrate) per consentire la misura del livello idrico nel tempo.

Per l'ubicazione delle prove ed i risultati si rimanda al lavoro "Analisi del dissesto occorso al pendio sottostante il "Centro per la valorizzazione e promozione dell'economia montana" di Castelnovo ne' Monti (RE) del Giugno 2006, commissionato dalla Comunità Montana dell'Appennino Reggiano.

#### Assetto stratigrafico e prima caratterizzazione sismica dei suoli

Le indagini effettuate hanno permesso di ricostruire con buona attendibilità i rapporti litologici del settore compreso tra il ciglio del piazzale ed il fondo valle; per brevità si omettono i numerosi certificati di prova e le sezioni stratigrafiche derivate, si rammenta comunque che a bordo piazzale lo spessore complessivo della copertura detritica (riporto + terre naturali) sovrastante il substrato ammonta a circa 7 m. Si tratta ovviamente di un ricoprimento massimo che tende ad attenuarsi procedendo verso il Dorgola, verso monte e verso il displuvio che caratterizza il settore occidentale del comparto.

Ai fini del presente studio meritano un accenno le prospezioni sismiche condotte da Geoinvest s.r.l.

Relativamente al settore d'interesse, l'analisi ha riconosciuto una coltre superficiale di modesto spessore con velocità delle onde di compressione P variabile da 300 a 600 m/s



(riporto, antico suolo, substrato fortemente alterato), quindi un sottile livello intermedio con  $v \approx 1200$  m/s (substrato alterato) ed infine il substrato integro con  $v > 2100$  m/s.

Nel 1997 fu condotta anche una prospezione sismica Down-Hole (DH) sotto la direzione della Collega P. Tincani. La prova ebbe probabilmente luogo sui terreni di riempimento della vallecchia che un tempo esisteva al confine tra l'area in esame ed il settore PR-1, sfruttando un foro di sondaggio profondo 8 m (ubicazione in figura 3).



Figura 3

Le velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) registrate sono espresse di seguito:

profondità (m)	$V_s$ (m/s)
0.5	-
1.5	-
2.5	301
3.5	245
4.5	262
5.5	305
6.5	334
7.5	617



Considerato che la velocità finale è verosimilmente imputabile alla parte più superficiale del substrato, la prova DH sembra confermare il lavoro della Geoinvest.

In effetti, la velocità delle onde di taglio S è circa la metà di quella che compete alle onde P, dunque il valore  $V_s$  tratto da misure in foro, di poco superiore a 600 m/s, coincide sostanzialmente con quello estraibile dalla sismica a rifrazione relativamente al bed-rock alterato.

Giacchè la prova DH è tra le più accreditate per la misura delle  $V_s$  se ne sfruttano i risultati per risalire al parametro  $V_{s30}$ <sup>6</sup>.

Semplici calcoli indicano che  $V_{s30}$  risulta intorno a 500 m/s, dunque il suolo di fondazione si inquadra nella categoria B (D.M. 14 Settembre 2005).

## COMPARTO PR-1

### Indagini

Si effettuarono in passato una dozzina di tests penetrometrici dinamici SCPT, 9 basi sismiche a rifrazione e 5 carotaggi.

I risultati delle prove sono nel fascicolo “Indagini geognostiche e prospezioni geofisiche” prodotto a corredo del P.S.C.

Comprendere su tale documento i lavori pregressi è tutt'altro che agevole, vuoi perché la sovrapposizione di simboli (su base cartografica in scala 1:5000) confonde quantità e collocazioni, vuoi perché non sempre è possibile coniugare le poche sigle leggibili con i risultati, stratigrafie o diagrammi che siano.

Non si è ritenuto di eseguire prove aggiuntive, dato che l'edificazione del settore è completa.

### Assetto stratigrafico e prima caratterizzazione sismica dei suoli

Dalle prove si evince che il tetto del substrato è in alcuni casi prossimo alla superficie topografica, in altri giace a profondità di -6 m dal piano campagna. Data la scarsità di riferimenti circa la collocazione dei tests, occorre logicamente considerare che la prima condizione caratterizzi le zone di displuvio, la seconda quelle di impluvio.

L'assetto sismico del masso che interagisce con le strutture, può essere tratto dall'elaborazione della prova DH effettuata a poche decine di metri dal confine orientale del lotto.

Si considera dunque un suolo di fondazione ricadente in categoria B.

---

<sup>6</sup> Media armonica ponderata delle velocità di taglio sui 30 m più superficiali; nel caso la prova non raggiunga il bedrock sismico (livello litico con  $V_{s30} \geq 800$  m/s) ovvero abbia estensione limitata, a titolo cautelativo si trascura il progressivo aumento della densità con la profondità e si estende l'ultimo livello individuato sino ai 30 metri previsti dalle leggi vigenti (Delibera della Giunta Regionale Prot. n. geo/0671053692).



## COMPARTO C-14

### Indagini

Le indagini geognostiche a supporto della progettazione esecutiva dei fabbricati, sfruttarono le metodiche della penetrometria dinamica leggera (12 tests), della tomografia elettrica (3 profili) della sismica a rifrazione (4 stendimenti) e del sondaggio carotato (3 verticali).

I risultati dello studio, commissionato dalla Società Cooperativa “LA BETULLA”, sono nel dossier “P.P.I.P. Comparto C 14 - Indagini geologico-tecniche” (Ottobre 2001).

### Assetto stratigrafico e prima caratterizzazione sismica dei suoli

I dati evidenziano spessori della copertura compresi tra 1 e 4 m; quanto ai rilievi sismici, la velocità delle onde nella coltre è circa la metà rispetto al tetto del substrato (0.8 km/s contro 1.9 km/s) e  $1/3 \div 1/4$  rispetto al fondo<sup>7</sup>.

Dato il rapporto che intercorre tra la velocità delle onde S e delle onde P, al substrato è lecito attribuire  $V_s$  per lo meno di 850 m/s, il che inquadra il suolo di fondazione in categoria A.

## AREA “EX RABOTTI”

### Indagini

In passato si effettuarono 2 carotaggi, di cui uno strumentato per consentire un test Down-Hole.

Purtroppo le sigle dei sondaggi riportati nel fascicolo del P.S.C. “Indagini geognostiche e prospezioni geofisiche” non trovano riscontro sulla cartografia che indica l’ubicazione dei tests<sup>8</sup>, dunque l’attribuzione è incerta e incerte sono di conseguenza le valutazioni sul quadro sismico.

Per ottenere qualche informazione sulle caratteristiche geomeccaniche del settore, alle indagini pregresse sono state affiancate 4 prove penetrometriche dinamiche.

Tutte le verticali sono dislocate sul ripiano superiore non essendo stato possibile accedere ai due terrazzamenti di valle.

L’ubicazione è in tav. 5, i diagrammi negli elaborati 6 ÷ 9.

---

<sup>7</sup> Come per il comparto precedente non si è ritenuto di ricorrere a prove specifiche per determinare la velocità delle onde di taglio, peraltro i lavori dell’ultima palazzina sono in fase avanzata.

<sup>8</sup> Il carotaggio che nel cantiere MZ1 è servito per la prova DH è contrassegnato S5 (su carta ubicazione), sigla che non compare sui certificati di prova (potrebbe trattarsi del sondaggio “D5” spinto fino a – 15 m circa dal piano campagna).



### Assetto stratigrafico e prima caratterizzazione sismica dei suoli

La morfologia di questo settore, un tempo conformata ad impluvio, è stata modificata secondo tre ampie superfici terrazzate su cui si costruì il citato allevamento zootecnico.

Ora si intende sfruttare quei ripiani per creare un parcheggio pubblico.

Prevedere sulla scorta di limitate verticali esplorative la stratigrafia del settore non è semplice, tanto più se si considera che le opere di scavo e riporto effettuate per ricavare i terrazzamenti rimodellarono verosimilmente un ambito di frana.

Date le vicissitudini è dunque lecito immaginare una situazione complessa, con sottili coperture in alcuni settori ed importanti accumuli in altri.

Le prove dinamiche<sup>9</sup> attestano che localmente il substrato è sepolto da coperture con spessore variabile da 4 a 6 m. L'aspetto dei grafici risulta piuttosto articolato in verticale, segno che livelli relativamente duri si alternano a strati teneri.

Le resistenze degli orizzonti meno competenti non sembrano tuttavia tali da preoccupare sotto il profilo della stabilità complessiva del versante; su questi si registrano infatti resistenze dinamiche superiori a 1 MPa, che non giustificano piani di scivolamento<sup>10</sup>.

Riguardo alle questioni sismiche, confidando che il sondaggio di riferimento sia il "D5" riportato a pagina 29 del citato fascicolo, si riportano le velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) registrate.

profondità (m)	$V_s$ (m/s)
0.5	240
1.5	230
2.5	240
3.5	295
4.5	335
5.5	385
6.5	495
7.5	580
8.5	615
9.5	685
10.5	760
11.5	820
12.5	865
13.5	885
14.5	885

<sup>9</sup> Nell'analisi non è considerato il quarto test, che probabilmente ha avuto termine contro un trovante superficiale

<sup>10</sup> Specifiche indagini geognostiche a supporto della progettazione esecutiva potranno circostanziare il quadro geostatico locale



Il termine  $V_{s30}$  risulta intorno a 580 m/s, dunque il suolo di fondazione si inquadra nella categoria B (D.M. 14 Settembre 2005).

#### **4 MICROZONAZIONE SISMICA**

Secondo il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, per definire la pericolosità locale può essere sufficiente un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento ) sulla quasi totalità della zona d'interesse.

L'unico settore per il quale sarebbe necessario attuare uno studio dettagliato è quello campito in rosso (frana attiva) nel comparto PR-1, ora occupato dal margine del terrapieno che costituisce l'area sportiva di Via dei Partigiani e da una parte del cortile retrostante l'edificio più a SW della lottizzazione (figura 4).

Essendo impensabile che su questo genere di riporti siano state attuate compattazioni secondo criteri geotecnici, si conferma la criticità delle zone di bordo, peraltro disposte secondo scarpate acclivi e incombenti su aree già interessate da moti gravitativi.

Dunque, su tali aree è precluso ogni tipo di costruzione a meno che un'analisi di terzo livello non dimostri il contrario.

D'altra parte nessun ulteriore intervento è previsto all'interno del comparto PR-1, pertanto il settore è escluso dalla zonizzazione.



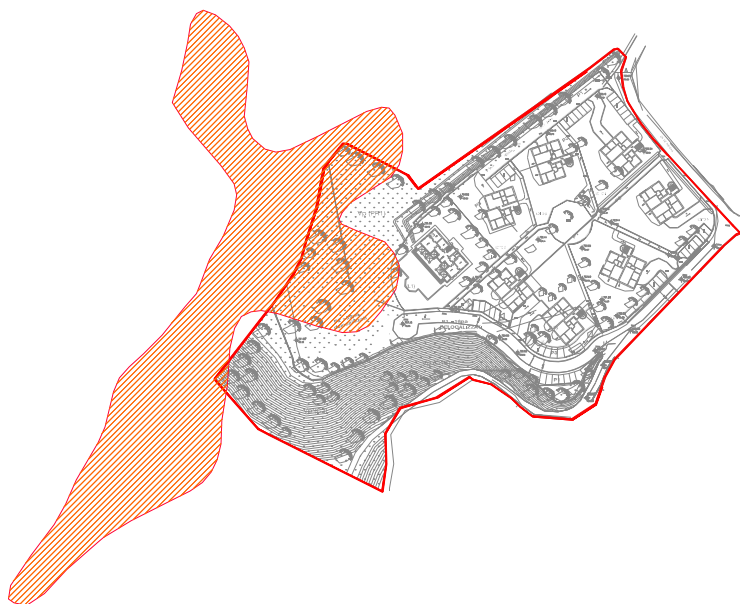


Figura 4

Tale scelta è in linea con le informazioni ricevute dai Tecnici della Provincia di Reggio Emilia, secondo cui le analisi di secondo livello devono essere estese ai soli settori edificabili.

Analogamente, si escludono così anche la zona del piazzale del “Centro Fiera” e l’area “ex Rabotti” da considerarsi semplici parcheggi.

Di seguito sono esposte le valutazioni richieste per il secondo livello di approfondimento. I valori sono espressi in tav. 10.

#### COMPARTIC-2 / PR-1

Le misure geofisiche indicano  $V_{S(30)}$  dell’ordine di 500 m/s.

Per tale velocità, nell’ambito definito negli *Indirizzi* come “substrato marino caratterizzato da  $V_S < 800$  m/s affiorante”, il fattore amplificativo dell’accelerazione al suolo è 1.3, da riferirsi al valore  $a_{refg} = 165$  gal indicato per il bed rock sismico del Comune; in definitiva occorre attendersi un’accelerazione orizzontale in superficie pari a 215 gal (con la probabilità del 10% di essere superata una volta in 50 anni).

Quanto all’intensità di Housner, i fattori d’amplificazione locale sono da considerarsi 1.4 sia per  $0.1 \text{ s} \leq T \leq 0.5 \text{ s}$ , sia per  $0.5 \text{ s} \leq T \leq 1.0 \text{ s}$ .

Secondo i contenuti del rapporto “Castelnovo ne’ Monti: analisi di pericolosità sismica” (RER – CNR, 2003), citato nel paragrafo 2.6, il settore ricade in classe Bc.



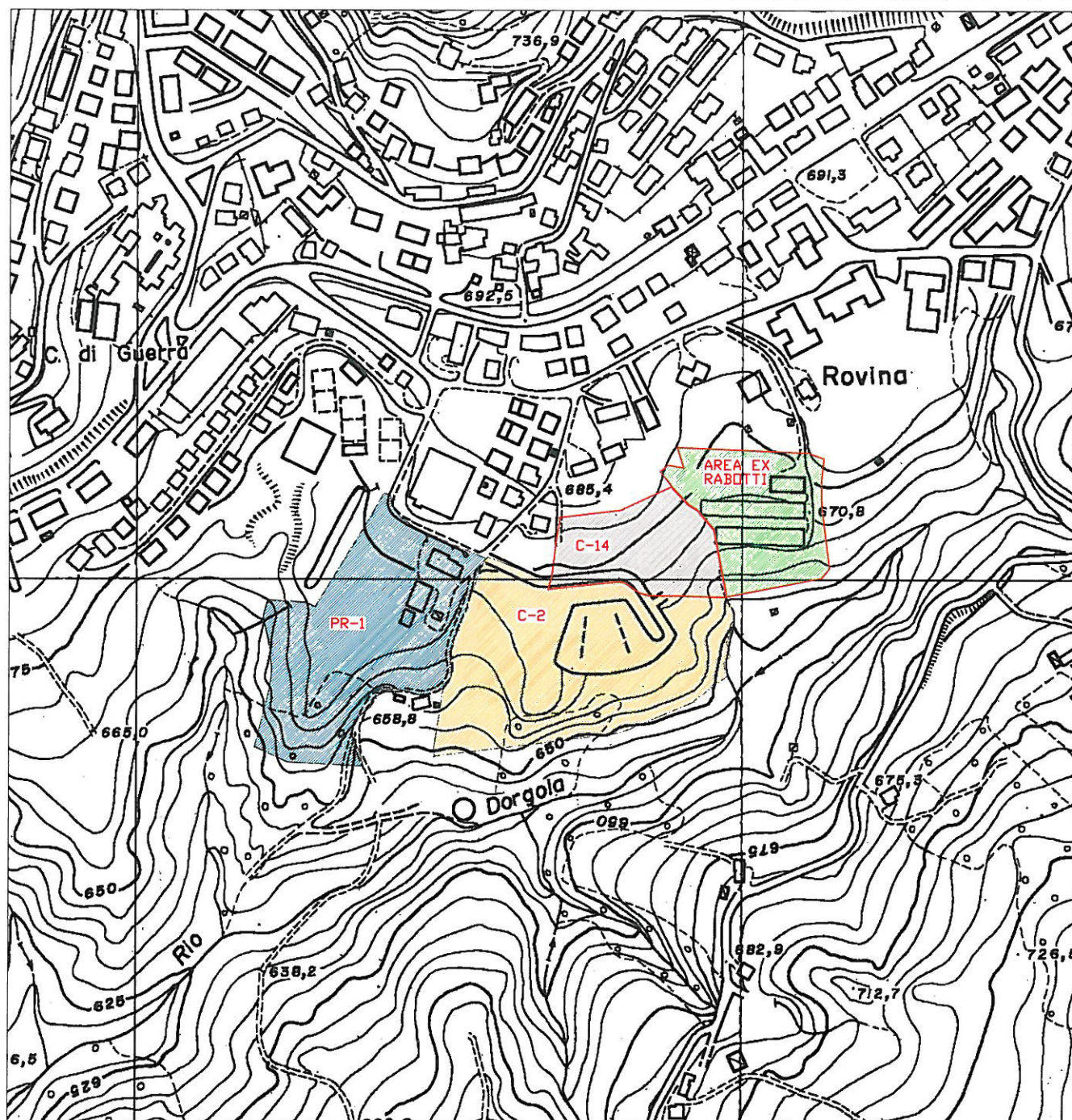
#### COMPARTO C-14

Come anticipato, dalle misure geofisiche disponibili si ricava un valore minimo del parametro  $V_s$  pari a 850 m/s.

Per tale velocità, nell'ambito definito negli *Indirizzi* come “substrato marino caratterizzato da  $V_s > 800$  m/s”, il valore  $a_{\text{refg}} = 165$  gal indicato per il bed rock sismico del Comune non subisce alcuna amplificazione; lo stesso dicasi per l'intensità spettrale.

Secondo i contenuti del rapporto “Castelnovo ne' Monti: analisi di pericolosità sismica” (RER – CNR, 2003), il settore ricade in classe Ac.



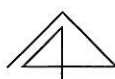


## TAVOLA 1 COROGRAFIA GENERALE

ESTR. DA C.T.R.  
ELEMENTO N. 218130

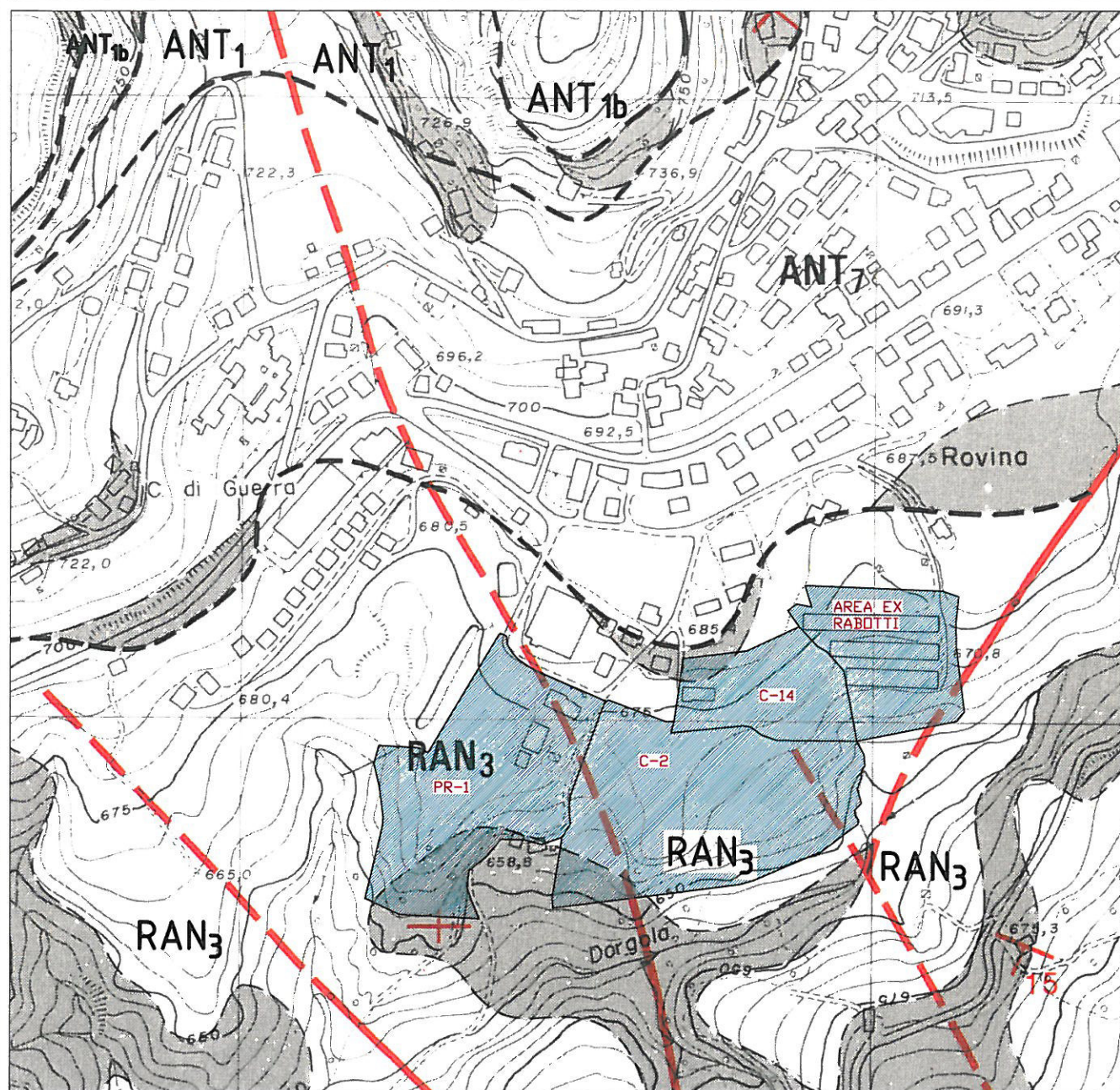
SCALA 1:5000

NORD



## LEGENDA





## TAVOLA 2 GEOLOGIA

ESTR. DA CARTA GEOLOGICA  
DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO  
ELEMENTO N. 218130

SCALA 1:5000

NORD



## LEGENDA



Area di progetto



Faglia certa / presunta



Pendenza strati

### FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT).

ANT<sub>1</sub> Membro delle marne selciose. Aquitaniano - Burdigaliano inf.

ANT<sub>1b</sub> Unità delle arenarie di Villaprara.

ANT<sub>7</sub> Membro marnoso. Oligocene superiore.

### FORMAZIONE DI RANZANO (RAN).

RAN<sub>3</sub> Litozona arenaceo-pelitica. Eocene sup. - Oligocene inf.

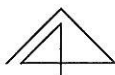




TAV. 3 - CARTA DEL DISSESTO

SCALA 1:5000

NORD



## LEGENDA



Frana attiva



Frana quiescente



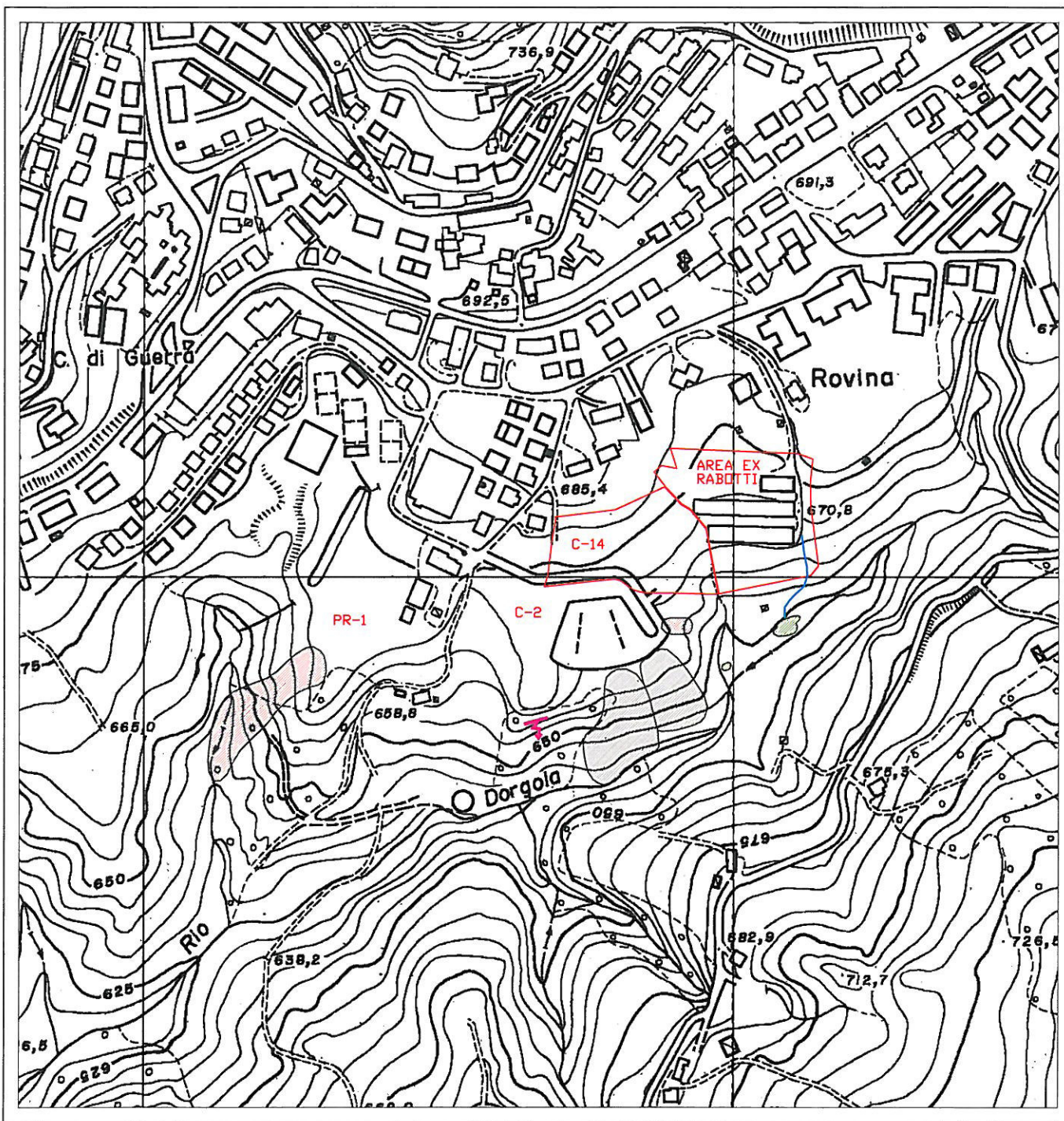
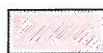


TAVOLA 4  
AREE CRITICHE / CONSOLIDATE

SCALA 1:5000

NORD



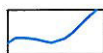
Frana



Area consolidata



Area in erosione



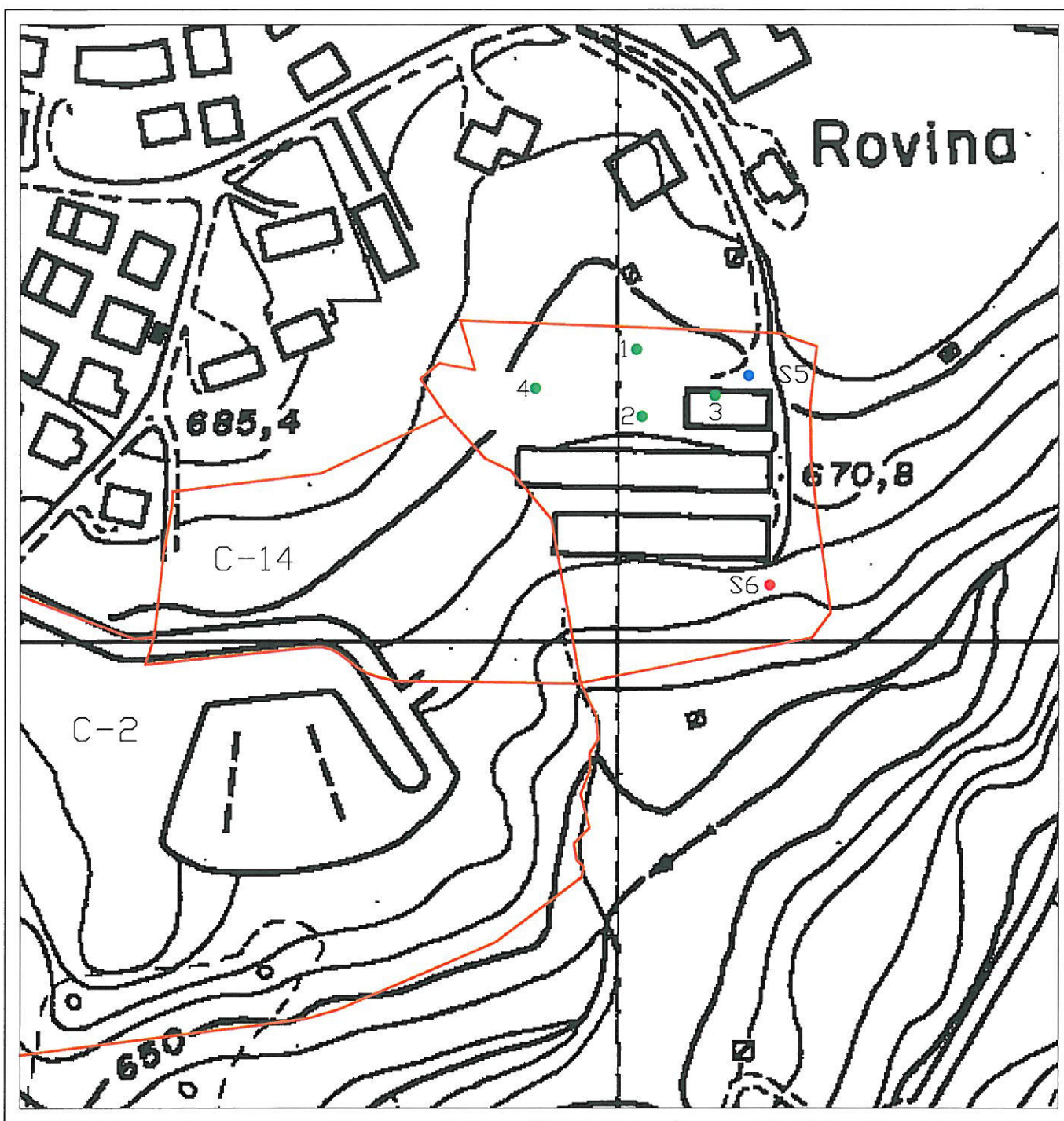
Fosso



Palude

LEGENDA





**TAVOLA 5**  
**UBICAZIONE SONDAGGI**

ESTR. DA C.T.R.  
ELEMENTO N. 218130

SCALA 1:2000

NORD



**LEGENDA**



Prova penetrometrica dinamica



Sondaggio a rotazione con prospezione sismica DH



Sondaggio a rotazione



SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO



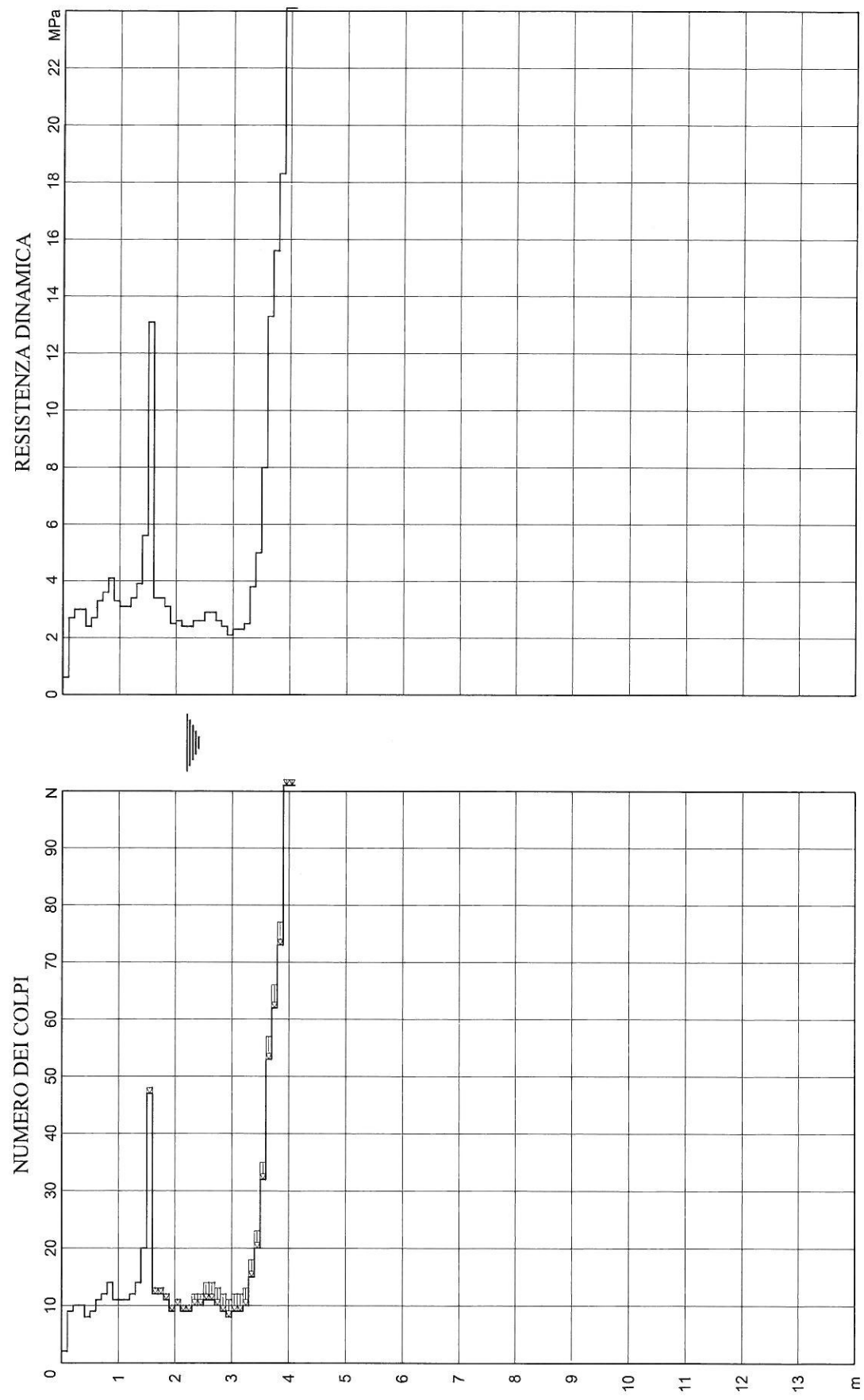
PROVA N. 1	ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA	DATA 05.09.08
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI	LOCALITA' CASTELNOVO MONTI	
CANTIERE AREA EX RABOTTI	D.L. DR.R.FARIOLI	TAV. 6

NOTE:

Attrito sulle aste valutato mediante reinfissioni

PESO DEL MAGLIO	kg 30
VOLATA DEL MAGLIO	cm 20
SEZIONE DELLA PUNTA	cm² 10
PASSO DELLE MISURE	cm 10
PESO DELL'INCUDINE	kg 26
LUNGHEZZA DELL'ASTA	cm 100
PESO DELL'ASTA	kg 3.6

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO





# SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO



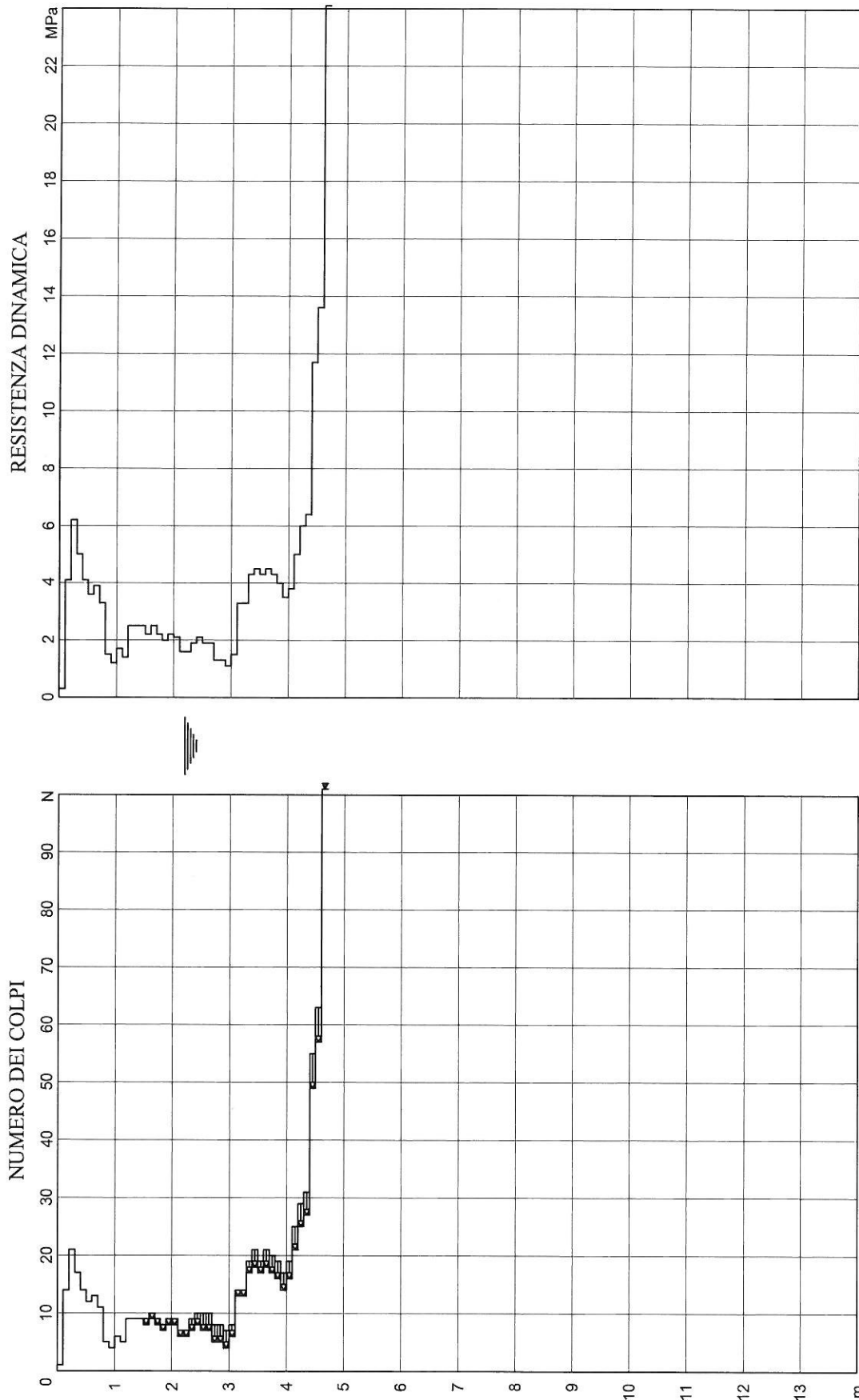
PROVA N. 2	ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA	DATA 05.09.08
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI	LOCALITA' CASTELNOVO MONTI	
CANTIERE AREA EX RABOTTI	D.L. DR.R.FARIOLI	TAV. 7

NOTE:

← Attrito sulle aste valutato mediante reinfissioni

PESO DEL MAGLIO kg 30  
 VOLATA DEL MAGLIO cm 20  
 SEZIONE DELLA PUNTA cm² 10  
 PASSO DELLE MISURE cm 10  
 PESO DELL'INCUDINE kg 26  
 LUNGHEZZA DELL'ASTA cm 100  
 PESO DELL'ASTA kg 3.6

## CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO





# SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO



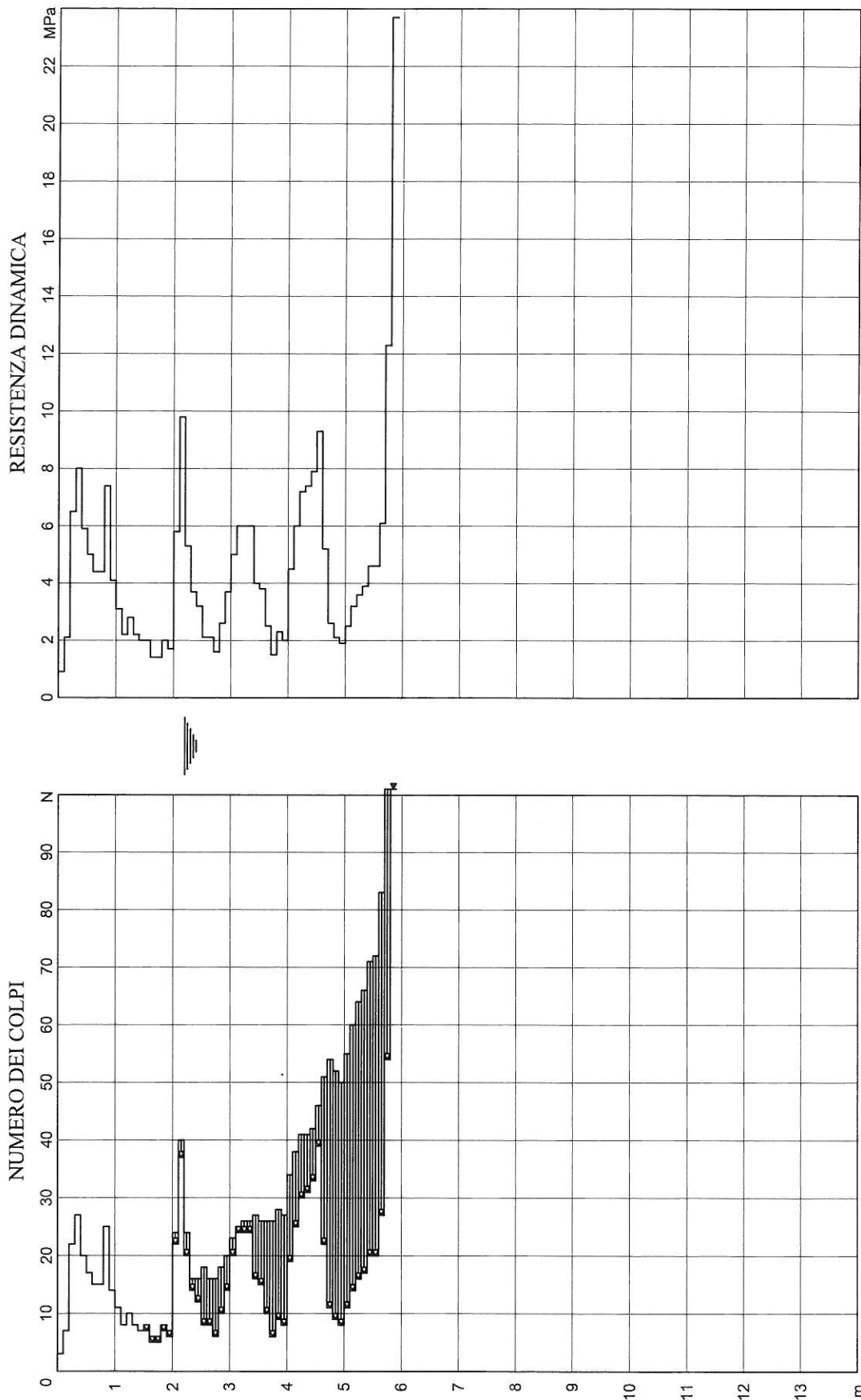
PROVA N. 3	ESECUTORE <i>GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA</i>	DATA 05.09.08
COMMITTENTE <i>COMUNE CASTELNOVO MONTI</i>	LOCALITA' <i>CASTELNOVO MONTI</i>	
CANTIERE <i>AREA EX RABOTTI</i>	D.L. <i>DR.R.FARIOLI</i>	TAV. 8

NOTE:

Attrito sulle aste valutato mediante reinfiSSIONi

PESO DEL MAGLIO kg 30  
VOLATA DEL MAGLIO cm 20  
SEZIONE DELLA PUNTA cm<sup>2</sup> 10  
PASSO DELLE MISURE cm 10  
PESO DELL'INCUDINE kg 26  
LUNGHEZZA DELL'ASTA cm 100  
PESO DELL'ASTA kg 3.6

## CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO





SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO



PROVA N. 4	ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA	DATA 05.09.08
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI	LOCALITA' CASTELNOVO MONTI	
CANTIERE AREA EX RABOTTI	D.L. DR.R.FARIOLI	TAV. 9

NOTE:

Attrito sulle aste valutato mediante reinfissioni

PESO DEL MAGLIO kg 30  
VOLATA DEL MAGLIO cm 20  
SEZIONE DELLA PUNTA cm² 10  
PASSO DELLE MISURE cm 10  
PESO DELL'INCUDINE kg 26  
LUNGHEZZA DELL'ASTA cm 100  
PESO DELL'ASTA kg 3.6

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

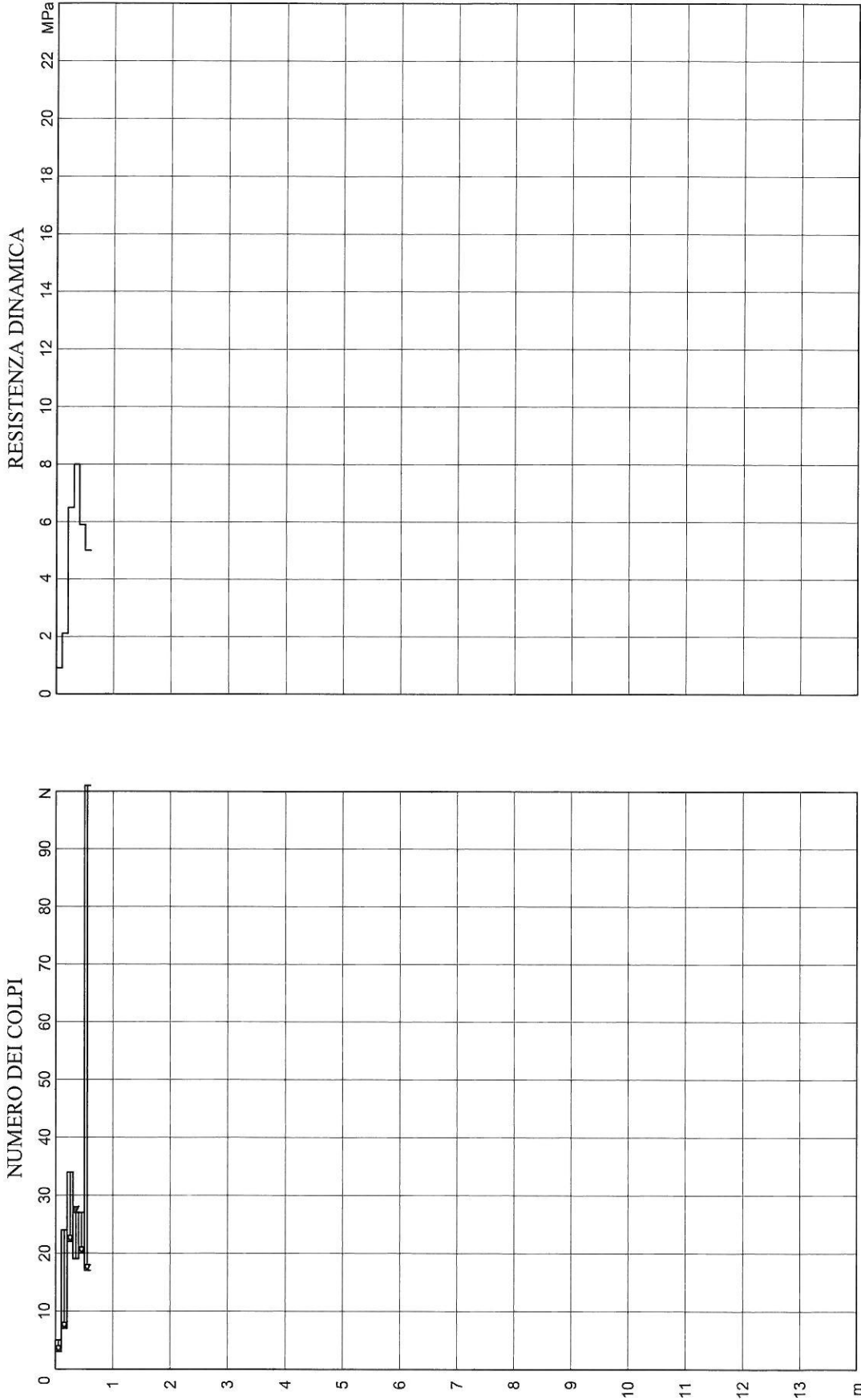


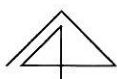




TAVOLA 10  
MICROZONAZIONE  
SU BASE C.T.R.  
ELEMENTO N. 218130

SCALA 1:5000

NORD



## LEGENDA

**1.3**

Coefficiente di amplificazione sismica

**215**

Accelerazione orizzontale massima di picco al suolo (gal)