

**Studio associato Hattusas di F. Plebani, A. Gritti, M. Mutti**

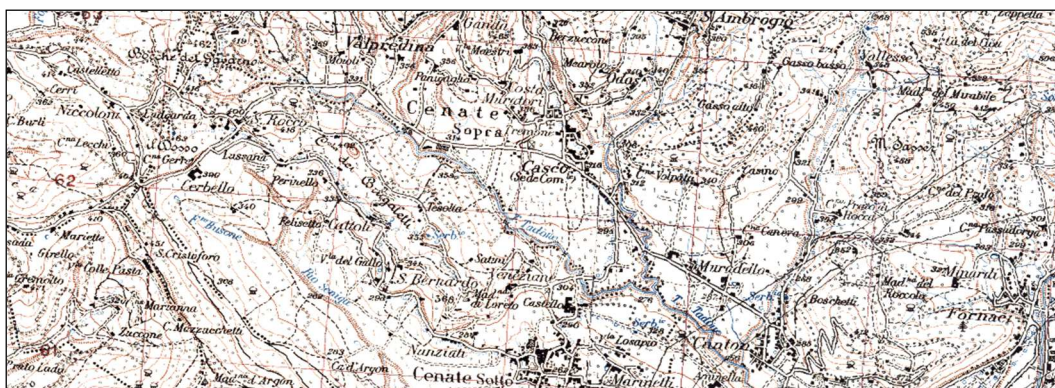
consulenze e servizi nel vasto campo della geologia e dell'ambiente – rilevazioni gas radon e inquinamento indoor



sede legale: Via Torino, 5/b – 24021 – Albino (BG)  
sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassano (BG)  
tel. 035 4425112  
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)  
PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it)  
WEB: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

# ***COMUNE DI CENATE SOPRA***

**(Provincia di Bergamo)**



## **Piano di Governo del Territorio**

### **Relazione Geologica**

Aggiornamento ai sensi del parere regionale Z1.2016.0002513 del 14/03/2016

Ulteriormente aggiornata ai sensi del parere regionale Z1.2016.0005326 del 20/05/2016

Albino (Bg), Settembre 2015

*Dr. Geol. Andrea Gritti*

Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461

*Dr. Geol. Fabio Plebani*

Iscrizione Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884

*Dr. Nat. Marcello Mutti*

Iscriz. A.I.N. – R.N.S.E. n. 150



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>IL SIGNIFICATO DEGLI STUDI GEOLOGICI NEL CAMPO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE PRODOTTA</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DELLO STUDIO</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<i>Introduzione</i>	<i>14</i>
<b>4.2</b>	<i>Fase 1 - analisi</i>	<i>14</i>
<b>4.3</b>	<i>Fase 2 - sintesi</i>	<i>15</i>
<b>4.4</b>	<i>Fase 3 - proposta</i>	<i>15</i>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<i>Inquadramento generale</i>	<i>19</i>
<b>6.2</b>	<i>Precipitazioni</i>	<i>21</i>
<b>6.3</b>	<i>Temperature</i>	<i>24</i>
<b>7</b>	<b>QUADRO GEOLOGICO</b>	<b>26</b>
<b>7.1</b>	<i>Inquadramento geologico generale</i>	<i>26</i>
<b>7.2</b>	<i>Inquadramento tettonico</i>	<i>28</i>
<b>7.3</b>	<i>Evoluzione geologica del territorio</i>	<i>29</i>
<b>7.4</b>	<i>Unità cartografate</i>	<i>30</i>
<b>7.4.1</b>	Rosso ad Aptici	30
<b>7.4.2</b>	Maiolica	30
<b>7.4.3</b>	Marna di Bruntino	31
<b>7.4.4</b>	Sass de la Luna	31
<b>7.4.5</b>	Unità Cenomaniane	31
<b>7.4.6</b>	Peliti Nere Superiori	31





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

7.4.7	Peliti Rosse _____	32
7.4.8	Flysch di Pontida _____	32
7.4.9	Complesso di Palazzago _____	32
<b>8</b>	<b>QUADRO GEOMORFOLOGICO _____</b>	<b>34</b>
<b>8.1</b>	<b><i>Inquadramento geomorfologico generale</i> _____</b>	<b>34</b>
<b>8.2</b>	<b><i>Il carsismo</i> _____</b>	<b>34</b>
<b>8.3</b>	<b><i>Unità e morfologie cartografate</i> _____</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>QUADRO IDROGEOLOGICO _____</b>	<b>38</b>
<b>9.1</b>	<b><i>Premessa</i> _____</b>	<b>38</b>
<b>9.2</b>	<b><i>Struttura idrogeologica</i> _____</b>	<b>39</b>
<b>9.3</b>	<b><i>Acquiferi presenti nei depositi superficiali</i> _____</b>	<b>39</b>
9.3.1	Unità a limi con torbe, rare ghiaie e conglomerati _____	40
9.3.2	Unità a ghiaie e sabbie _____	41
9.3.3	Unità a conglomerati _____	41
9.3.4	Unità superficiale a ghiaie e sabbie _____	41
<b>9.4</b>	<b><i>Acquiferi presenti nel substrato roccioso</i> _____</b>	<b>42</b>
<b>9.5</b>	<b><i>Fonti di approvvigionamento</i> _____</b>	<b>43</b>
<b>9.6</b>	<b><i>Vulnerabilità degli acquiferi</i> _____</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>RETE IDROGRAFICA SUPERFICIALE _____</b>	<b>45</b>
<b>10.1</b>	<b><i>Val Predina</i> _____</b>	<b>45</b>
<b>10.2</b>	<b><i>Val Calchera</i> _____</b>	<b>47</b>
<b>10.3</b>	<b><i>Valle di Sant'Ambrogio</i> _____</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI CONNESSI AL RETICOLO IDROGRAFICO _____</b>	<b>50</b>
<b>11.1</b>	<b><i>Determinazione delle portate liquide di piena</i> _____</b>	<b>50</b>
<b>11.2</b>	<b><i>Stima del tempo di corrivazione</i> _____</b>	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI CONNESSI ALLA CADUTA MASSI _____</b>	<b>55</b>
<b>12.1</b>	<b><i>Metodo del Cono d'ombra</i> _____</b>	<b>57</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<b>13</b>	<b>IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>63</b>
<b>14</b>	<b>IL RISCHIO RADON</b>	<b>75</b>
<b>15</b>	<b>LA CARTA DEI VINCOLI</b>	<b>85</b>
<b>15.1</b>	<i>Vincoli da pianificazione di bacino e da quadro dei dissesti</i>	<b>85</b>
<b>15.2</b>	<i>Vincoli di polizia idraulica</i>	<b>86</b>
<b>15.3</b>	<i>Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile</i>	<b>87</b>
<b>16</b>	<b>DEGUAMENTO AI SENSI DELLA D.G.R. 2616/2011 RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE SISMICA</b>	<b>96</b>
<b>16.1</b>	<i>Scenari di amplificazione sismica</i>	<b>99</b>
16.1.1	Applicazione del 1° livello	99
16.1.2	Zona Z1	104
16.1.3	Zona Z3	104
16.1.4	Zona Z4	106
16.1.5	Zona Z5	107
<b>16.2</b>	<i>Applicazione del secondo livello</i>	<b>108</b>
16.2.1	Amplificazioni litologiche e geometriche (Scenari Z4)	109
16.2.2	Amplificazione topografica/morfologica (Scenari Z3)	111
16.2.3	Ambito urbanizzato centro storico	115
16.2.4	Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di Cenate Sopra (Bg) – Zona Sismica 3 -	117
<b>16.3</b>	<i>Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Cenate Sopra</i>	<b>119</b>
<b>16.4</b>	<i>Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni</i>	<b>123</b>
<b>17</b>	<b>LA CARTA DI SINTESI</b>	<b>128</b>
<b>18</b>	<b>I BENI GEOLOGICI E AMBIENTALI</b>	<b>130</b>
<b>19</b>	<b>LA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO</b>	<b>134</b>
<b>19.1</b>	<i>Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune</i>	<b>136</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<b>20</b>	<b>RICHIAMI NORMATIVI</b>	<b>142</b>
<b>21</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>147</b>
<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>157</b>
1.1	<i>Informazioni preliminari</i>	157
<b>2</b>	<b>STATO ATTUALE DELL’AZZONAMENTO</b>	<b>158</b>
2.1	<i>Normative di riferimento per lo studio di dettaglio dell’area</i>	158
2.2	<i>Procedura seguita per la zonazione</i>	159
<b>3</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E CLASSIFICAZIONE RICOGNITIVA DEI DISSESTI ALLO STATO ATTUALE</b>	<b>160</b>
3.1	<i>Autorità di Bacino del Fiume Po (L. 183/89)</i>	160
3.1.1	<i>Valutazioni PAI sulla rizonizzazione dei dissesti</i>	163
3.2	<i>Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia</i>	165
3.3	<i>Piano Territoriale di coordinamento Provinciale</i>	166
3.4	<i>Studio geologico di supporto al P.G.T.</i>	168
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA DEL SITO</b>	<b>171</b>
4.1	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	171
4.2	<i>Inquadramento geologico</i>	173
4.3	<i>Inquadramento idrografico</i>	175
4.4	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	176
4.5	<i>Analisi storica e documentale</i>	177
4.6	<i>Caratteristiche idrometeorologiche</i>	180
<b>5</b>	<b>RILIEVO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO</b>	<b>182</b>
5.1	<i>Obiettivi e metodi</i>	182
5.1.1	<i>Affioramento 1</i>	183
<b>6</b>	<b>PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE E LA ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' PER FENOMENI DI CROLLO</b>	<b>189</b>
6.1	<i>APPLICAZIONE METODO DEL CONO D'OMBRA</i>	191



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<i>7.1 La zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia: crolli di singoli massi inferiori a 1000 m<sup>3</sup></i>	<b>194</b>
<i>Caratterizzazione aree omogenee</i>	<b>196</b>
<i>Parametri Aree omogenee</i>	<b>196</b>
<b>8 SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI</b>	<b>198</b>
<b>9 INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>203</b>
<i>9.1 Piano dell'indagine</i>	<b>203</b>
<i>9.2 Prove penetrometriche dinamiche</i>	<b>204</b>
9.2.1 Caratteristiche della strumentazione	204
9.2.2 Profondità raggiunta dalle prove	205
9.2.3 Commento dei risultati ottenuti	205
<i>9.3 Rilievo geomeccanico</i>	<b>206</b>
<b>10 MODELLAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>207</b>
<i>10.1 Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni</i>	<b>207</b>
<b>11 ANALISI SISMICA</b>	<b>208</b>
<i>11.1 Zona sismica</i>	<b>208</b>
<i>11.2 Valutazione del rischio sismico</i>	<b>209</b>
11.2.1 Classificazione del sito	209
11.2.2 Parametri sismici del sito	212
<i>Risposta sismica e stabilità del sito</i>	<b>213</b>
Amplificazione stratigrafica	214
Amplificazione topografica	214
Stabilità nei confronti della liquefazione	215
<b>12 DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PRELIMINARE E FINALE</b>	<b>218</b>
<b>13 CONCLUSIONI</b>	<b>219</b>
<b>14 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>221</b>





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**ALLEGATI**

- f\_bibliografia indagini

**TAVOLE**

- Tav.01\_ Carta geologica
- Tav.02\_ Carta Geomorfologica
- Tav.03\_ Carta Idrogeologica
- Tav.04\_ Carta dei Vincoli
- Tav.05\_ Carta del dissesto con legenda PAI
- Tav.06\_ Carta della Pericolosità Sismica Locale
- Tav.07\_ Carta di Sintesi
- Tav.08\_ Carta di Fattibilità Geologica



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **1 PREMESSA**

Il Comune di Cenate Sopra (Provincia di Bergamo), ha affidato agli scriventi l'incarico per una completa rivisitazione dello studio geologico vigente. Un primo studio geologico risalente all'anno 1998 e redatto dai dottori Geol. Diego Marsetti e Geol. Emanuele Carnevale, l'aggiornamento redatto nel 2009 dallo scrivente al fine di adeguarlo alle normative nel frattempo entrate in vigore, tra le quali si richiamano la L.R. 12/2005 e infine questa nuova variante in aderenza alla più recente D.G.R. 2616/2011.

Quest'ultima definisce, tra l'altro, una più puntuale determinazione delle aree in dissesto, con particolare riferimento al PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), e degli aspetti sismici del territorio in funzione della nuova pianificazione comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.).

Il precedente studio geologico (anno 1998) comprendeva una relazione tecnica, ripresa nella presente, e una serie di carte tematiche, nel rispetto di quanto previsto dall'allora vigente legge regionale 24 novembre 1997, n. 41 “Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”.

L'aggiornamento e la verifica di tale studio geologico, con il completo ridisegno delle cartografie di base, è oggetto della presente relazione, nella quale, come accennato, vengono riprese le descrizioni generali riferite al quadro conoscitivo, comprese le tavole grafiche, integrando il tutto con nuovi rilievi e verifiche di terreno e dati bibliografici resisi disponibili nel tempo, mentre le fasi di analisi/valutazione sono state sostituite ed aggiornate sulla base delle più recenti indicazioni normative.

Gli elaborati costitutivi del presente studio, dunque, sostituiscono integralmente lo studio geologico del 1998, ed entrano a far parte della documentazione fondamentale del Piano di Governo del Territorio.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **2 IL SIGNIFICATO DEGLI STUDI GEOLOGICI NEL CAMPO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**

Il ruolo e i compiti del geologo nel campo della pianificazione sono stati riconosciuti e giustamente definiti già nel Decreto della Giunta della Regione Lombardia n.5/36147 del 18/5/1993, indicante i "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale", pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, 2° Supplemento Straordinario al n.28 del 16 Luglio 1993. Nella presente introduzione, pur riconoscendo l'evoluzione della normativa negli anni recenti, si vogliono riprendere alcuni passi dal documento regionale sopra citato, alcune considerazioni che bene esprimono gli obiettivi e le finalità che hanno spinto i responsabili dei competenti uffici regionali a produrre il documento successivamente approvato dalla giunta regionale e rivolto in primis "alle amministrazioni comunali, provinciali, all'ente regione ed ai professionisti incaricati della progettazione degli strumenti urbanistici, con particolare riferimento ai geologi che partecipano ai gruppi interdisciplinari di progettazione" (dalla "scheda di presentazione").

Nella "Scheda di presentazione" si dice con chiarezza che l'obiettivo del documento "è quello di individuare i contenuti essenziali degli studi geologici da eseguire ai fini della predisposizione degli strumenti urbanistici generali comunali e delle loro varianti generali nell'ottica di contribuire alla prevenzione del dissesto idrogeologico".

Sempre nelle "Premesse", sono richiamate altre considerazioni generali che pare opportuno sottolineare: "Ogni particella del territorio deve essere considerata dal pianificatore con la massima attenzione in quanto anche porzioni apparentemente marginali manifestano una importanza ambientale che deve essere sempre presa in dovuta considerazione nei processi pianificatori". A tal fine, "il contributo della geologia appare un elemento essenziale per effettuare corretti studi analitici di



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

settore e conseguentemente proporre significative indicazioni tecniche da recepire negli strumenti urbanistici".

La conoscenza e la descrizione di un territorio, relativamente ai suoi aspetti geologici, geomorfologici e idrografici è dunque di primaria importanza anche per i successivi approfondimenti legati alla cultura e alla presenza dell'uomo su di esso, e dunque anche per le future decisioni di pianificazione, purché rivolte anche al rispetto e alla valorizzazione delle qualità ambientali e della qualità di vita dei cittadini.

Si è infatti consapevoli come i caratteri fisici condizionino anche fortemente l'ubicazione degli insediamenti ed anzi, in molti casi siano essi stessi la ragione della presenza di una comunità di persone in un determinato luogo.

Capire innanzitutto il proprio territorio, nelle sue forme e nelle sue strutture, significa dunque capire almeno in parte la ragione stessa di un paese e valutare le possibilità per una comunità di crescere anche economicamente.

Ciò che un territorio offre è necessariamente legato ai caratteri fisici che lo condizionano, e dunque alla pendenza e all'esposizione dei versanti, alla tipologia delle rocce e alla qualità dei suoli: tutto ciò può consentire la presenza diffusa di un certo tipo di vegetazione e non altra o può permettere determinate coltivazioni e non altre; così, nelle aree collinari, solo la presenza di rocce stratificate, calcareniti o arenarie, ha permesso la costruzione dei muri a secco che a loro volta hanno sostenuto le più comuni pratiche agricole; nell'alta pianura la presenza e la facile reperibilità di materiali ciottolosi ha consentito la costruzione di muri che sono vere e proprie opere d'arte, oppure la loro mancanza ha indotto l'uomo ad elaborare tecniche per l'utilizzo dei terreni argillosi per la produzione di mattoni. Ancora, il fluire delle acque, anch'esso legato alle condizioni geologiche dei luoghi, ha consentito lo sviluppo di determinate coltivazioni o lavori.

Certo, l'uomo ci ha messo del suo, la fatica e l'ingegno, ma se le comunità hanno potuto crescere e progredire nei secoli è stato anche perché esse hanno trovato condizioni ambientali almeno un poco favorevoli.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Molti, dunque, sono gli elementi e gli spunti che anche la geologia e la geomorfologia possono dare per una valorizzazione complessiva del territorio, soprattutto se integrati con gli aspetti vegetazionali e storici, culturali e di uso tradizionale del territorio, di localizzazione dei centri abitati e delle attività economiche degli uomini, della toponomastica e dello sfruttamento delle risorse naturali.

Anche oggi, in tempi in cui sembra essersi allentato il rapporto tra l'uomo e la natura; quando sembra che l'ambiente esterno condizioni in modo molto più limitato di una volta le decisioni dell'uomo; quando ciò che è importante non è più quello che un territorio può dare in termini di risorse per soddisfare i bisogni immediati della gente; quando ciò che conta non è tanto la tranquillità, la preziosità o l'amenità del paesaggio, ma piuttosto la vicinanza alle aree economicamente più forti, alle industrie, alle principali vie di comunicazione; allora, proprio oggi è forse maggiormente necessario ritornare a prendere coscienza del proprio ambiente, della sua ossatura, delle sue forme, della sua cultura, della sua valenza, soprattutto per riconoscere il valore e l'importanza di quanto hanno fatto le generazioni precedenti alla nostra e per responsabilizzarci su ciò che noi lasceremo a quelle che verranno e, inoltre, per pensare ad uno sviluppo che non trascuri le esigenze attuali, ma che sia coerente con i valori che il territorio ancora oggi esprime, prima che essi vengano completamente dimenticati.

Infine, non bisogna dimenticare che un comune, un paese, una località, non è mai sola con sé stessa, ma che ogni territorio fa parte di un contesto geografico ben più ampio, nel quale esso trova almeno in parte la giustificazione di alcuni dei propri caratteri.

Avvicinarsi allo studio di un territorio deve essere dunque una sfida da raccogliere in collaborazione tra le diverse discipline, con l'obiettivo di una sempre più approfondita conoscenza del territorio e delle comunità che lo abitano e di un



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

sempre maggiore rispetto per l'ambiente, che significa anche riconoscerne i limiti oltre che le valenze, ma soprattutto significa essere curiosi di ciò che ci circonda al fine di trovarne le ragioni e di chiarire le motivazioni che hanno spinto altri prima di noi ad abitare in un luogo e a lavorare, spesso con fatica, perché anche noi potessimo crescere ed abitare in esso: ogni corretta pianificazione dovrebbe quanto meno essere realizzata nel ricordo e nel rispetto della fatica e del lavoro di quanti ci hanno preceduto, i quali hanno saputo modellare a loro vantaggio la natura, controllandone gli eccessi e nello stesso tempo, e proprio per questo, rispettandola.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### **3 DOCUMENTAZIONE PRODOTTA**

La finalità del lavoro svolto è stata dunque la descrizione dell'intero territorio comunale dal punto di vista della geologia, della geomorfologia, dell'idrografia superficiale e dell'idrogeologia, in modo tale da fornire un valido supporto alla pianificazione urbanistica.

La relazione geologica è stata integrata da una serie di cartografie che visualizzano, con opportune simbologie, i caratteri ambientali salienti del territorio comunale.

Nel dettaglio, le cartografie prodotte a corredo della presente relazione sono le seguenti:

- Carta geolitologica scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica scala 1:5.000;
- Carta idrogeologica scala 1:5.000;
- Carta dei vincoli scala 1:5.000;
- Carta della Pericolosità Sismica Locale scala 1:5.000;
- Carta di sintesi scala 1:5.000;
- Carta della Fattibilità geologica scala 1:5.000;
- Carta dei dissesti con legenda P.A.I. scala 1:5.000.

In seguito all'approvazione dei più recenti criteri per la redazione degli studi geologici e alla nuova normativa statale in materia sismica, lo studio è stato aggiornato secondo quanto previsto in merito alla componente sismica, con l'elaborazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale e la sovrapposizione dei relativi retini alla Carta della Fattibilità Geologica.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **4 METODOLOGIA DELLO STUDIO**

### **4.1 Introduzione**

Lo studio è stato effettuato secondo quanto indicato nelle direttive regionali di riferimento all'atto dell'attribuzione dell'incarico: “Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (...)”, Delibera della Giunta Regionale 30 novembre 2011, n. IX/2616.

Le direttive citate stabiliscono i criteri e i contenuti degli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici, delineando altresì degli standard di riferimento. Secondo tali raccomandazioni lo schema metodologico adottato si è basato su tre distinte fasi di lavoro: analisi, sintesi/valutazione e proposta.

### **4.2 Fase 1 - analisi**

La fase di analisi è consistita nella raccolta dei dati bibliografici esistenti di pertinenza geologica, basata principalmente sui dati raccolti durante il lavoro sul terreno, necessari alla produzione della cartografia d'inquadramento e di dettaglio consistente nei seguenti elaborati:

- Carta litologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Carta della pericolosità sismica locale di 1° Livello





#### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### **4.3 Fase 2 - sintesi**

La fase di sintesi/valutazione è consistita nell'analisi critica delle informazioni raccolte e cartografate. Dall'incrocio tra i diversi fattori ambientali è stato possibile evidenziare le zone a maggior criticità e produrre le seguenti cartografie:

- Carta dei Vincoli
- Carta di Sintesi
- Carta del Dissesto con legenda uniformata P.A.I.

### **4.4 Fase 3 - proposta**

La fase propositiva che è seguita, ha permesso la redazione di:

- Carta della Fattibilità geologica.

All'interno di questa carta è stata effettuata una zonazione del territorio in quattro classi principali e relative sottoclassi con diversa attitudine, dal punto di vista geologico, a sostenere interventi antropici; alla carta della fattibilità geologica sono stati infine sovrapposti i poligoni relativi alla Pericolosità Sismica Locale.

Le indicazioni espresse nello studio possono quindi essere utilmente recepite dagli strumenti urbanistici, con lo scopo di minimizzare gli effetti connessi alla fruizione del territorio.

Si ricorda ancora che gli studi condotti nell'attuazione della ex L.R. 41/97 e della L.R. 12/2005 e dei “criteri relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”, non devono essere in alcun modo sostitutivi, anche se le possono comprendere, delle indagini geognostiche e geofisiche di maggior dettaglio prescritte dalla normativa vigente in materia di edilizia sia per la pianificazione attuativa che per la progettazione esecutiva (Norme Tecniche per le Costruzioni).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Per la fase di raccolta dei dati bibliografici l'Amministrazione Comunale, dal canto suo, ha fornito il materiale a sua disposizione, consistente essenzialmente, oltre che nelle previsioni di piano, nella cartografia di base, in studi e relazioni precedentemente eseguiti.

Sono stati inoltre analizzati i dati relativi alle frane storiche che hanno interessato in passato il territorio comunale e quelli limitrofi, le indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche effettuate e tutte quelle conoscenze storiche legate alla gestione delle risorse ambientali, che risultano di fondamentale importanza per il corretto svolgimento del lavoro.

Sono stati consultati e verificati gli studi generali esistenti, prodotti dall'Autorità di Bacino per il Fiume Po nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), la Carta dei dissesti della Regione Lombardia e l'Inventario dei movimenti franosi (IFFI), le tavole di riferimento del Piano Territoriale Provinciale (PTCP), nonché la cartografia geologica e geomorfologica prodotta dalla ex Comunità Montana della Valle Cavallina (ora confluita nella Comunità Montana dei Laghi Bergamaschi).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il comune di Cenate Sopra, distante 15 km da Bergamo, si colloca all'imbocco della Val Cavallina, ai piedi del monte Misma, sulla destra idrografica del Fiume Cherio.

La superficie del territorio è pari a circa 6,9 km<sup>2</sup> ed è in gran parte collinare. Cenate Sopra confina a nord con Albino e Pradalunga, est con Trescore Balneario, a sud con Cenate Sotto e a ovest con Scanzorosciate. Il principale nucleo abitativo è Casco, ubicato nella zona pianeggiante pedecollinare, mentre le principali frazioni sulle pendici collinari sono Piazze, Sant'Ambrogio e Valpredina.

Per quanto riguarda le quote, il centro abitato principale si colloca ad una quota media di 330 m s.l.m. mentre i punti più elevati sono rappresentati dai rilievi che cingono il territorio comunale da ovest a est. Tra questi i principali sono:

- Monte Misma (1160 m s.l.m.),
- Costa Misma (919 m s.l.m.),
- Corna Clima (861 m s.l.m.),
- Monte Bastia (815 m s.l.m.),
- Cascina Pradale (686 m s.l.m.),
- Bocche del Gavarno (462 m s.l.m.).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 1 – Ortofoto digitale 2007 (Siter della Provincia di Bergamo). In rosso sono indicati i principali centri abitati**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **6 INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO**

### **6.1 Inquadramento generale**

Lo studio del territorio non può prescindere dalle conoscenze relative alla situazione climatologica dello stesso per l'importanza più volte dimostrata sia per i tragici eventi che si susseguono con sempre più incalzante frequenza e gravità, sia per gli aspetti legati all'approvvigionamento idrico e infine per quanto attiene allo smaltimento e regolazione delle acque superficiali anche di utilizzo urbano.

A seguito di ciò si impone seriamente che per ogni territorio, la pianificazione si basi anche sulla conoscenza dei valori di temperatura, dei giorni di gelo, dei valori delle precipitazioni medie, minime, massime annue e delle precipitazioni brevi ed intense.

La conoscenza di periodi siccitosi o particolarmente piovosi che possono ricorrere nell'intervallo di una vita umana, può sicuramente costituire un valido supporto per la pianificazione territoriale in tutte le sue sfaccettature.

Seguendo la definizione di clima data da Strahler (1970) e cioè che il clima è la composizione caratteristica dell'atmosfera risultante da lunghi periodi di ripetute osservazioni, dedotta non solo dall'analisi dei valori medi, ma anche di quelli che si discostano da questi ultimi e dall'esame delle possibilità di ricorrenza di eventi particolari, ci si è sforzati di raccogliere la serie di osservazioni riferite ad un periodo sufficientemente lungo per ottenere un quadro significativo del fenomeno in studio.

I dati disponibili si riferiscono a serie pluriennali di osservazioni, rilevate in stazioni istituite dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici o passate in carico allo stesso nei primi decenni di questo secolo dopo essere appartenute ad osservatori locali.



**Studio Associato Hattusas**

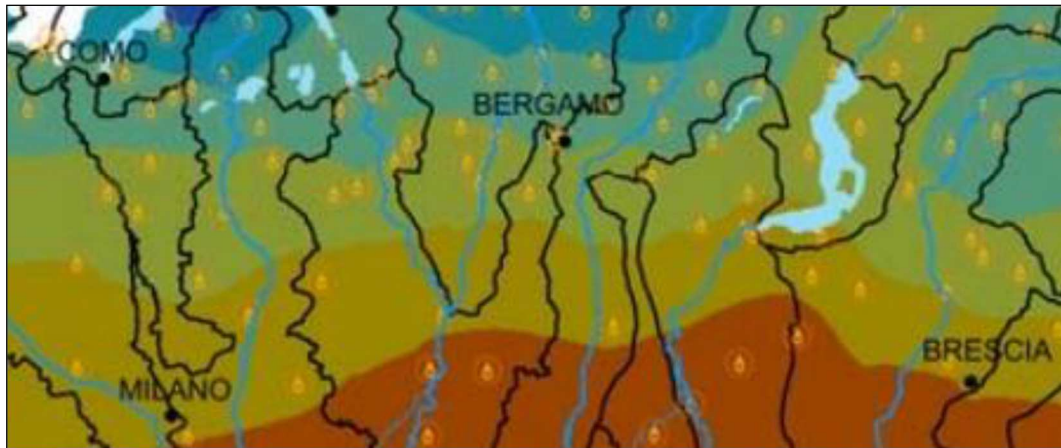
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Precipitazioni medie annue (mm)**



**Figura 2 – Carta delle precipitazioni medie annue con relativa legenda (Regione Lombardia).**

Le presenti note fanno riferimento in particolare alla “relazione sugli aspetti climatici” allegata al progetto di cartografia geoambientale, redatta a cura del Dott. Geol. C. Trovenzi; ulteriori verifiche sono state possibili dalla consultazione della “carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo”, a cura del Dott. Geol. M. Ceriani e del Dott. M. Carelli.

Alcune stazioni di rilevamento dei parametri climatici ricadono nell’ambito del territorio della ex Comunità Montana Valle Cavallina.

I periodi di osservazione si riferiscono a valori annui mensili.

Per intervalli giornalieri le serie a disposizione sono più ridotte in quanto i dati non sono stati sempre pubblicati. Per le tre stazioni elencate, inoltre, non vi sono misure per le piogge brevi e intense.

**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Non vi sono dati utilizzabili nemmeno per quanto riguarda il settore termica atmosferica. Si tratta di valori frammentari e pertanto inadeguati a dare una caratterizzazione attendibile delle condizioni termiche.

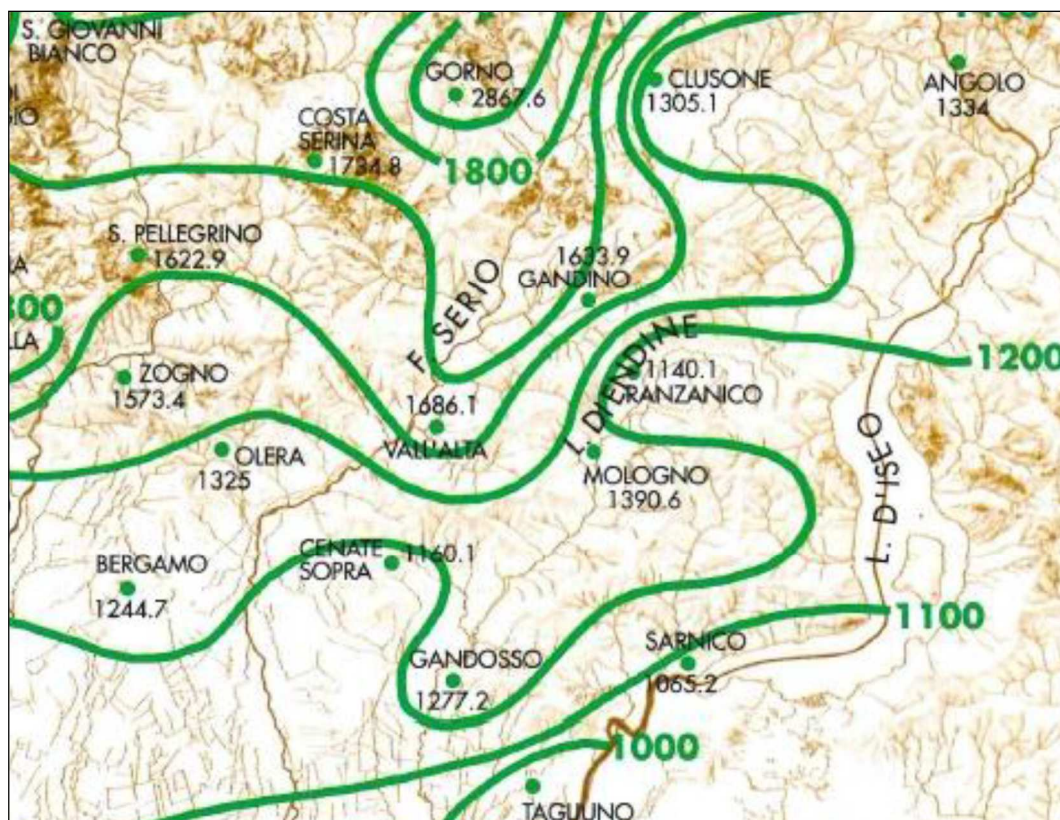
## **6.2 Precipitazioni**

Le stazioni sono corredate di un periodo di osservazioni continuo e di durata tale da poter ottenere risultati più che significativi dell'andamento del fenomeno.

La seguente tabella riporta, per ogni stazione, il corrispondente valore della media annua di precipitazioni e la precipitazione massima giornaliera.

	Quota (m)	Inizio	Fine	Anni	Media	Min	Max
Mologno	350	1916	1974	58	1424,9	745,0	2339,0
Endine Gaiano	400	1921	1983	55	1499,2	591,0	3109,0
Cenate Sopra	330	1921	1975	55	1217,9	538,0	2128,0
Adrara S. M.	335	1921	1944	24	1256,7	712,0	2012,0

Dalla relazione climatologica allegata al progetto di cartografia geoambientale della ex C.M. Val Cavallina, risulta che la stazione di Cenate Sopra è stata caratterizzata da una piovosità massima giornaliera pari a 140 mm, registrata il 31 agosto 1930; l'annata più piovosa è risultata il 1937 con 2128 mm di pioggia, caduti in 98 giorni, mentre l'annata più asciutta è stata il 1952 con 538 mm di pioggia, caduti in un totale di 56 giorni.



**Figura 3 - Carta delle isoiete annue (Fonte: Storia Economica e Sociale di Bergamo)**

La stazione di Mologno (Casazza) ha avuto una piovosità massima giornaliera pari a 140 mm il giorno 28 agosto 1963; l'annata più piovosa è stato ancora il 1937, con 2339 mm di pioggia, caduti in 110 giorni, mentre l'anno meno piovoso è stato il 1921, con 745 mm di pioggia caduti in 61 giorni. La stazione di Endine ha registrato una piovosità massima giornaliera pari a 138 mm il 17 ottobre 1960; l'anno più piovoso è stato il 1939, con 3109 mm di pioggia, caduti in 98 giorni. In tutti i casi i massimi mensili sono concentrati nei mesi di maggio e giugno (140-160 mm), anche se valori elevati di precipitazioni possono riscontrarsi anche tra luglio-agosto (130-150 mm) e ottobre-novembre (120-140 mm); durante i mesi invernali l'entità delle piogge rimane su valori minimi (in media 50-80 mm tra dicembre e febbraio). Non essendovi, all'interno del bacino del Cherio, stazioni pluviografiche in grado di registrare le piogge intense, ci si deve necessariamente riferire a quanto





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

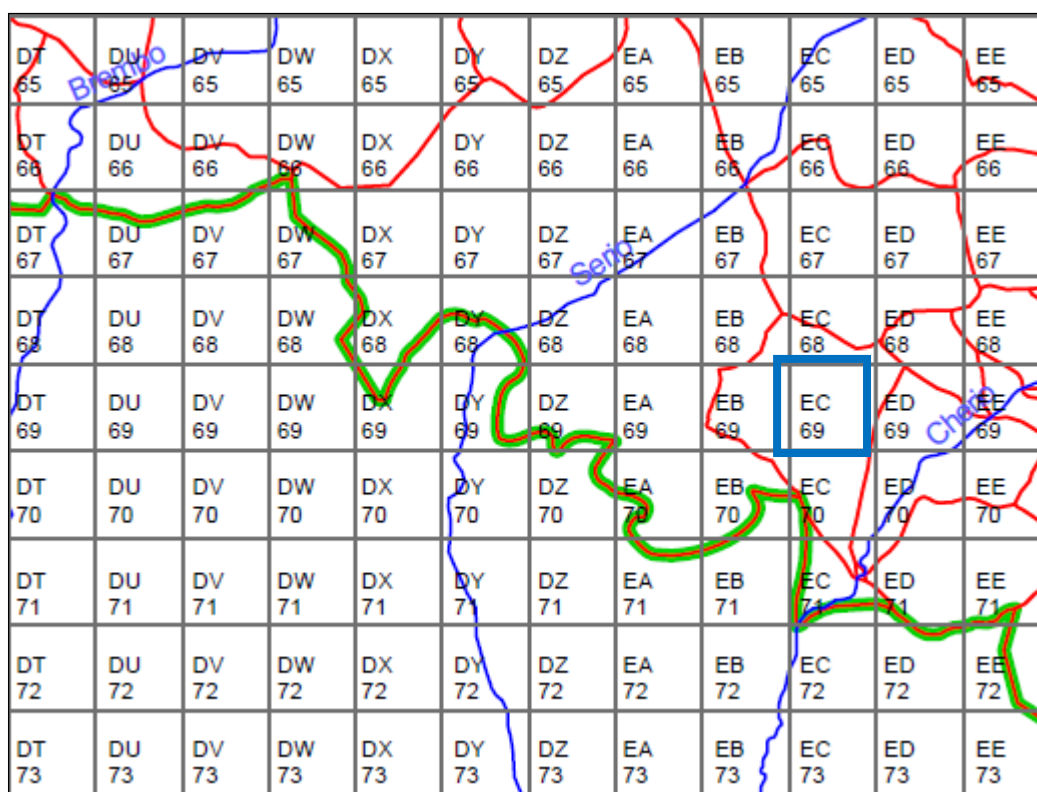
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

rilevato per le precipitazioni massime nell'ambito giornaliero per le stazioni di Bergamo, Clusone e Gorno.

Un utile strumento operativo è stato recentemente predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po: nell'ambito della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", l'intero territorio regionale è stato suddiviso in celle che rappresentano la distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, ottenute elaborando tutte le informazioni relative alle stazioni pluviografiche. Per ciascuna cella del reticolo chilometrico di riferimento sono poi stati determinati i "parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni".



**Figura 4 - Celle del reticolo chilometrico di riferimento scala 1:250.000. Indicata in blu la cella di riferimento**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### 6.3 Temperature

Gli unici riferimenti per le temperature sono i dati disponibili per la stazione di Bergamo - Orio, rilevati per un periodo di tempo compreso tra il 1959 e il 1982, ma piuttosto distante dal territorio considerato, e la stazione di Monasterolo del Castello, che tuttavia ha operato su un arco di tempo molto limitato (1973-1978).

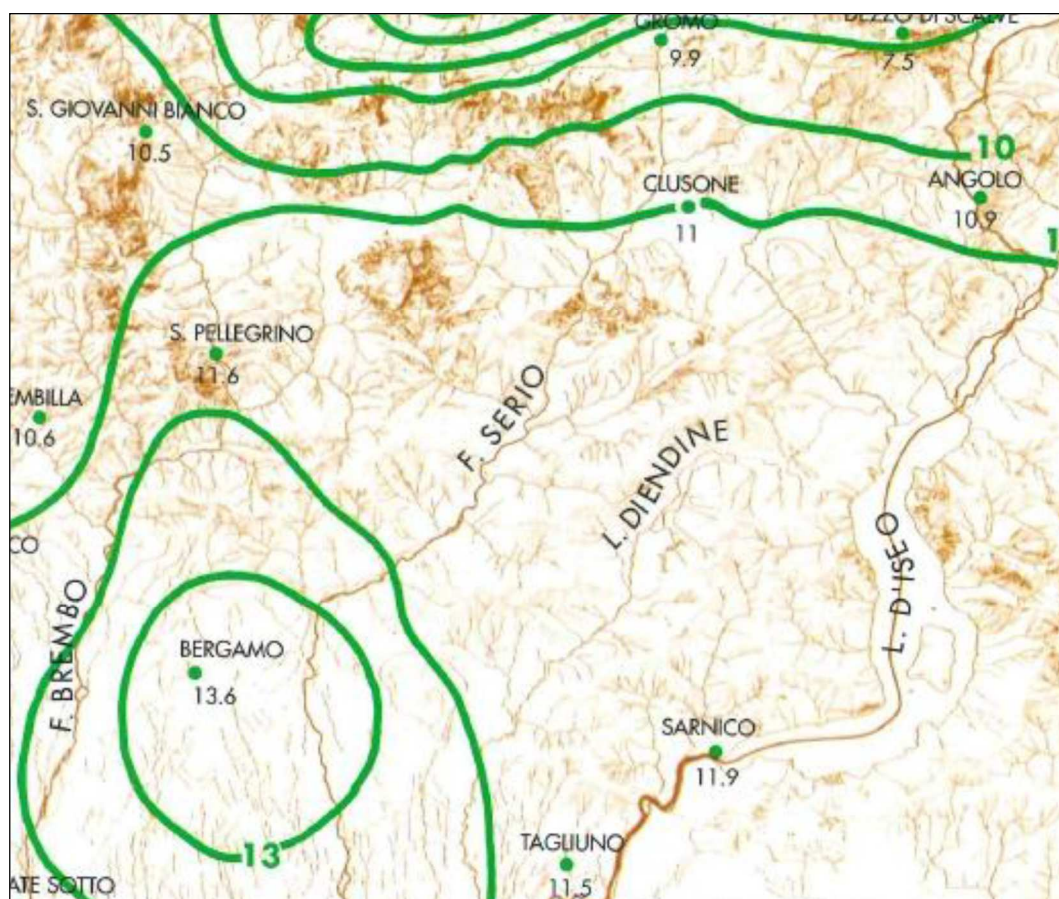


Figura 5 - Carta delle isoterme annue (Fonte: Storia Economica e Sociale di Bergamo)



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Alla stazione di Bergamo - Orio è stata rilevata una temperatura media annua pari a 12,3 °C; i mesi più caldi sono luglio e agosto e il mese più freddo risulta gennaio.

Ciò risulta confermato anche per Cenate Sopra, dove è stato rilevato un massimo assoluto di 34,1 °C in agosto ed un minimo assoluto di – 9 °C in dicembre; le medie massime mensili di luglio e agosto risultano rispettivamente di 30,2 °C e di 29,5 °C; le medie minime mensili di dicembre e gennaio sono rispettivamente di – 4,7 °C e di – 4,9 °C. Le medie mensili annuali risultano, per Cenate Sopra , pari a 16 °C.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **7 QUADRO GEOLOGICO**

### **7.1 Inquadramento geologico generale**

Cenate Sopra si colloca all'imbocco della Val Cavallina. Il substrato roccioso è costituito da unità giurassiche e cretache, tra le quali dominano le litologie marnose calcaree, e da unità quaternarie poligeniche.

Dal punto di vista tettonico il territorio è interessato da sovrascorrimenti e pieghe che hanno interessato le unità del substrato e sono stati poi sigillati dalle unità quaternarie.

Le unità quaternarie sono di natura eterogenea: sono presenti, infatti, depositi alluvionali, di conoide e di versante (comprendenti colluvio, detriti di falda, grèzes litèes e depositi di frana).

Dal punto di vista paleoambientale, le formazioni presenti materializzano l'evoluzione del Bacino Lombardo dalla messa in posto del Rosso ad Aptici fino al Flysch di Pontida.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Dalla più antica alla più recente, nel territorio comunale di Cenate Sopra, affiorano le seguenti unità.

Formazioni giurassiche:

- Rosso ad Aptici (Kimmeridgiano - Titoniano),
- Maiolica (Titoniano Superiore – Aptiano Inferiore).

Formazioni cretaciche:

- Marna di Bruntino (Aptiano Inferiore – Albiano Superiore),
- Sass de la Luna (Albiano Superiore),
- Unità Cenomaniane (Cenomaniano),
- Peliti Nere Superiori (Cenomaniano Superiore – Turoniano Inferiore),
- Peliti Rosse (Turoniano Inferiore - Medio),
- Flysch di Pontida (Turoniano Medio - Superiore).

Unità quaternarie:

- Complesso di Palazzago (Pleistocene Medio - Superiore).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **7.2 Inquadramento tettonico**

Il territorio comunale di Cenate Sopra si colloca nel dominio strutturale delle Alpi Meridionali (Sudalpino) e, in particolare, è compreso tra la Flessura Pedemontana e il margine meridionale del substrato roccioso sovrastato dai depositi della pianura.

I principali lineamenti strutturali regionali hanno direzione est - ovest e si estendono dal Fiume Brembo al Lago d'Iseo.

In corrispondenza del Monte Misma un fascio di faglie inverse determina l'accavallamento delle unità giurassiche sulla successione cretacea mentre nella zona del Torrente Tadone un altro sistema di faglie delimita scaglie tettoniche che coinvolgono le unità cretacee.

Oltre a questi due sovrascorrimenti le unità cretacee sono interessate da due strutture plicative di importanza regionale: la sinclinale Sorisole - Gavarno e l'anticlinale Bergamo - Zandobbio: entrambe derivano da una fase compressiva orientata nord - sud e al loro interno si possono osservare locali micropiegamenti e zone tettonizzate con conseguenti alterazioni dei caratteri giacitureali delle unità rocciose.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### **7.3 Evoluzione geologica del territorio**

La morfologia del territorio è influenzata dalla diversa competenza dei litotipi che ne costituiscono l'ossatura, dall'assetto strutturale della successione mesozoica e dall'effetto dei vari agenti morfogenetici attivi dall'emersione della catena alpina ad oggi.

La posizione della Val Cavallina, con la sua testata ampiamente dentro la fascia prealpina e a quote molto basse, è assai particolare, e questo ne ha condizionato il modellamento (ISPRA, 2012).

Durante le fasi fredde del Quaternario, infatti, essa non ha mai potuto sviluppare un ghiacciaio proprio; il valico che la mette in comunicazione con lo sbocco della limitrofa Val Borlezza nella Valcamonica è però a quota ben inferiore rispetto a quelle ripetutamente raggiunte dal grande ghiacciaio camuno, che in quest'area si attestava, durante le successive espansioni, fra i 400 e i 1200 m s.l.m.. Ciò ha reso possibile che una diffluenza laterale del ghiacciaio stesso scendesse lungo questa direttrice, occupando ripetutamente la valle del Cherio sino quasi allo sbocco in pianura (ISPRA, 2012).

A conferma dell'ingressione glaciale in Val Cavallina la conoide del Cherio, in corrispondenza del suo sbocco in pianura, contiene sedimenti di origine camuna (silicoclasti del basamento e della successione permiana non affioranti entro la Val Cavallina).

Durante la fase di formazione della suddetta conoide, nell'area in esame, si assiste alla deposizione del Complesso di Palazzago, che affiora in corrispondenza del raccordo Prealpi - pianura e delle valli minori che lo incidono. Esso risulta composto da corpi di età differenti, che appartengono a più cicli sedimentari depositi in periodi di resistasia compresi tra il Pleistocene Medio e il Pleistocene Superiore.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Il successivo periodo olocenico vide la comparsa di condizioni erosive, la formazione di nuove valli incise e la forte riduzione della portata dei corsi d'acqua che condussero alla formazione delle valli attuali.

La fase erosiva si interruppe presumibilmente nell'Olocene Inferiore, quando la morfologia assunse un nuovo equilibrio, che probabilmente si è mantenuto senza grandi variazioni fino ai giorni nostri.

### **7.4 Unità cartografate**

#### **7.4.1 Rosso ad Aptici**

L'unità è costituita da una successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne, a stratificazione sottile e media, piano parallela, piano ondulata o pseudo nodulare, con liste e noduli di selce. I colori variano da rosso violacei a grigio rosati a bianchi. Lo spessore varia da 0 m a 30 m. L'età è Kimmeridgiano – Titoniano Superiore.

#### **7.4.2 Maiolica**

L'unità è costituita da una successione di calcilutiti bianche o grigio chiare a stratificazione sottile, con liste di noduli di selce di colore variabile da rosa a grigio/nero. Lo spessore varia da circa 25 m a oltre 180 m (registrati però nella zona di Torre de Busi). L'età della Maiolica, nelle successioni più complete, è Titoniano Superiore – Aptiano Inferiore.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### **7.4.3 Marna di Bruntino**

L'unità è costituita da una successione di argilliti varicolori, marne, siltiti e areniti fini torbiditiche, con sporadiche intercalazioni di corpi conglomeratici lenticolari. Nel territorio provinciale lo spessore varia da meno di 80 m a oltre 140 m. L'età della Marna di Bruntino è compresa tra Aptiano Inferiore e Albiano Superiore.

#### **7.4.4 Sass de la Luna**

L'unità è costituita da una successione di torbiditi marnoso – calcaree a stratificazione variabile da sottile a molto spessa, di colore grigio o bruno, con intercalazioni marnoso – argillose. Lo spessore è compreso tra i 30 m e i 350 m, con un generale assottigliamento verso nord. L'età della formazione è Albiano Superiore, definita in base alla biostratigrafia a foraminiferi planctonici.

#### **7.4.5 Unità Cenomaniane**

L'unità è costituita da diverse unità calcaree, calcareo – marnose ed arenacee, formate da depositi marini profondi di diversa origine e natura: si tratta di torbiditi pelagiche, torbiditi silicoclastiche e depositi caotici. Lo spessore è compreso tra 10 m e 100 m. L'unità è attribuibile al Cenomaniano.

#### **7.4.6 Peliti Nere Superiori**

L'unità è costituita da una successione di argilliti nere talora molto ricche in materia organica, intercalate con marne grigie e torbiditi fini siltoso areniti che, a stratificazione piano parallela. Lo spessore massimo è di 25 m. L'età della formazione è Cenomaniano Superiore – Turoniano Inferiore.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### 7.4.7 Peliti Rosse

L'unità è costituita da una successione di argilliti con subordinati livelli arenacei a stratificazione sottile ed orizzonti calcilutitici normalmente silicizzati. Lo spessore dell'unità varia dai 30 m agli 80 m. L'età della formazione è Turoniano Inferiore – Medio.

#### 7.4.8 Flysch di Pontida

L'unità è costituita da una successione torbiditica comprendente alternanze marnoso – arenacee a stratificazione variabile da sottile a spessa, a granulometria normalmente arenitica fine, cui si alternano strati e banchi calcareo – marnosi potenti fino ad alcuni metri, talora gradati e con base conglomeratica.

Lo spessore della formazione raggiunge i 600 m nell'area tipo, assottigliandosi lateralmente fino alla completa chiusura nel settore orientale della provincia.

L'età della formazione è Turoniano Medio – Superiore.

#### 7.4.9 Complesso di Palazzago

L'unità è costituita da depositi di versante (colluvi e depositi di frana), alluvionali e di conoide.

I depositi di versante sono costituiti da diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, matrice sabbiosa o limosa, supporto di matrice o clastico, in depositi massivi o grossolanamente clinostratificati; talora sono costituiti semplicemente da suoli rimaneggiati. Localmente sono rimaneggiati dalle acque meteoriche. I clasti sono essenzialmente carbonatici o terrigeni, a seconda dei versanti di alimentazione.

I depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi eterometrici da spigolosi ad arrotondati, matrice sabbiosa, supporto in prevalenza clastico; è presente una grossolana stratificazione, talvolta obliqua, con gradazione normale.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Sabbie in corpi lenticolari a laminazione obliqua a basso angolo ed incrociata con rari ciottoli centimetrici.

Per quanto riguarda le caratteristiche pedologiche, per il Complesso di Palazzago non è possibile identificare un suolo i cui caratteri siano rappresentativi dei processi pedogenetici che hanno interessato il complesso stesso. I suoli variano da inceptisuoli ad alfisuoli, con frequenti caratteri idromorfi.

I depositi del Complesso di Palazzago si presentano come glaciai che si raccordano ai versanti senza discontinuità morfologiche. Le falde di detrito, tuttavia, sono reincise dai corsi d'acqua attuali anche per uno spessore di diversi metri. Anche i depositi di frana dal punto di vista morfologico non sono estremamente evidenti: si riconoscono tuttavia contropendenze caratteristiche e nicchie di distacco. Le facies alluvionali danno luogo a pianure di estensione molto limitata, localizzate in valleciole secondarie e reincise dai corsi d'acqua olocenici.

L'età del Complesso di Palazzago è Pleistocene Superiore – Pleistocene Medio.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **8 QUADRO GEOMORFOLOGICO**

### **8.1 Inquadramento geomorfologico generale**

La morfologia attuale del territorio comunale è influenzata da processi legati alla dinamica di versante, alluvionale e carsica.

La prima, in particolare, si manifesta sui versanti montuosi ed è dovuta all'azione della gravità, alla quale si abbina quella dell'acqua sia incanalata sia diffusa, processi accentuati dall'elevata pendenza media, che si attesta attorno ai 43 punti percentuali.

Particolarmente significativa è la varietà litologica presente: le caratteristiche delle rocce e la loro maggiore o minore predisposizione all'alterazione costituiscono un elemento di forte modellamento del paesaggio.

Molteplici sono inoltre le incidenze morfologiche dovute all'attività antropica.

### **8.2 Il carsismo**

La fascia collinare del territorio comunale, come noto, è interessata dall'affioramento di sedimenti marini del Cretacico e del Giurassico. In corrispondenza dei corsi d'acqua che percorrono queste pendici sono osservabili solchi carsici, profondi fino a pochi metri, derivanti dall'attività dell'acqua sulle litologie calcaree. Se il fenomeno si verifica su una formazione calcarea fessurata per la presenza di diaclasi strutturali, le fessure vengono sempre più allargate e in parte approfondite (*Carnevale E., 1998*).

Il carsismo di profondità interessa sia i calcari che le marne. Attraverso la dissoluzione delle rocce carbonatiche si creano dei sistemi di vuoti con fessure ad andamento e sezione molto irregolari, fra loro intercomunicanti, con sviluppo orizzontale (grotte) o verticale (voragini, pozzi, inghiottitoi) (*Carnevale E., 1998*).



#### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Nel territorio comunale prevalgono le grotte di corrosione e le grotte di origine tettonica; queste ultime sono direttamente legate a deformazioni strutturali di più ampia scala. Le grotte di origine tettonica sono cavità a sezione circolare, con incrostazioni molto alterate e riempimento di breccie. Si tratta, quasi sempre, di cavità fossili asciutte (*Carnevale E., 1998*).

### **8.3 Unità e morfologie cartografate**

Nella carta geomorfologica sono rappresentati i processi morfogenetici più significativi che agiscono sul territorio. Di seguito viene proposta una breve descrizione di ciascuno di essi.

#### **FORME STRUTTURALI**

##### *Orli di scarpata di degradazione o frana*

Sono presenti sul versante meridionale del Monte Misma in prossimità della vetta; in genere sono antiche ed inattive, anche se sono segno di una potenziale instabilità del territorio; non sono tuttavia infrequenti le frane attive (*Carnevale E., 1998*).

##### *Orli di scarpata di erosione fluviale attivi*

Sono caratteristici di tutte le aste torrentizie presenti sul territorio ed evidenziano l'attività erosiva svolta dagli stessi.

Localmente l'erosione lineare ha inciso non solo i depositi sciolti superficiali ma anche il substrato roccioso, dando origine ad alvei incassati. Lungo il Torrente Tadone e gli altri torrenti minori sono evidenti terrazzi alluvionali, spesso delimitati a monte da orli di scarpata.

#### **FORME DI VERSANTE DOCUTE ALLA GRAVITA'**

##### *Accumuli di frana di crollo*



#### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Riguardano soprattutto le pareti meridionali del Monte Misma e testimoniano la instabilità complessiva dei versanti in cui sono presenti (*Carnevale E., 1998*).

#### *Soliflusso o creep*

Si tratta di movimenti lenti superficiali di tipo gravitativo; il fenomeno è abbastanza diffuso su gran parte del territorio comunale con una maggiore frequenza sui versanti al di sopra dei 400 m s.l.m.. Essi sono identificabili nella morfologia a dossi e cunette delle coltri colluviali o, dove presenti, da una più o meno pronunciata curvatura alla base dei tronchi degli alberi (*Carnevale E., 1998*).

#### *Tracce di ruscellamento diffuso*

Si tratta di solcature di piccola profondità dovute allo scorrimento disordinato delle acque superficiali. Sono forme diffuse più o meno in tutti i tipi di terreno, ma si accentuano con il diminuire del grado di permeabilità del terreno stesso. Il fenomeno è rilevabile sull'intero territorio in esame ad eccezione della zona di pianura, dove il ruscellamento è incanalato (*Carnevale E., 1998*).

#### *Forme antropiche*

Possono essere elementi tendenti a riequilibrare in senso positivo la dinamica naturale, come nel caso dei ripiani artificiali allungati parallelamente ai versanti collinari (terrazzamenti), sia elementi di degrado, come nel caso di accumulo di terreni di risulta non consolidati (*Carnevale E., 1998*).

### FORME FLUVIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

#### *Orli di scarpata di erosione fluviale attivi*

Sono caratteristici di tutte le aste torrentizie presenti sul territorio ed evidenziano l'attività erosiva svolta dagli stessi.

Localmente l'erosione lineare ha inciso non solo i depositi sciolti superficiali ma anche il substrato roccioso, dando origine ad alvei incassati. Lungo il Torrente



### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Tadone e gli altri torrenti minori sono evidenti terrazzi alluvionali, spesso delimitati a monte da orli di scarpata.

## FORME CARSICHE

## FORME ANTROPICHE

### Idrografia

Vengono rappresentati i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore e principale in aderenza a quanto riportato nella Carta dei Vincoli, secondo l'ultimo aggiornamento del reticolo idrico minore.

Sono riportate le sorgenti presenti sul territorio sia quelle adibite al consumo umano evidenziate anch'esse nella Carta dei Vincoli con relativa fascia di rispetto, che le sorgenti note sia dalla bibliografia e desunte dai rilievi di terreno.

In dettaglio sono cartografate le seguenti sorgenti:

- Loc. Tufi a 530 m s.l.m. (attualmente utilizzata mediante concessione scopo scientifico-didattico dall'Oasi WWF, oltre che ad uso umano mediante 2 fontane);
- Loc. Cà Muratori a 730 m s.l.m. ( uso domestico, con presenza di fontanelle);
- Loc. Cà Mogni a 450 m s.l.m. ( uso domestico, attualmente dismessa);
- Loc. Barbona a 513 m s.l.m. ( uso domestico a Cascina Pessina);
- Loc. S. Ambrogio 550 m s.l.m. ( uso potabile, Uniacque s.p.a.)



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **9 QUADRO IDROGEOLOGICO**

### **9.1 Premessa**

In questo capitolo sono raccolte le conoscenze riguardanti la circolazione idrica sotterranea. Tali informazioni possono essere utilizzate per la localizzazione, la gestione e la difesa, dal punto di vista della vulnerabilità, della risorsa idrica.

Le sorgenti censite sul territorio comunale sono state riportate sulla carta idrogeologica, distinguendo tra le sorgenti non captate, quelle captate e quelle captate ad uso idropotabile. Inoltre sono ubicati i pozzi realizzati per la ricerca e lo sfruttamento delle acque minerali.

Il territorio comunale è stato suddiviso in zone omogenee dal punto di vista della conducibilità idraulica in funzione del terreno o della roccia individuata in affioramento. Pertanto si sono individuate le classi di permeabilità riassunte nella tabella seguente (le sigle in maiuscolo sono riferite alle rocce, e quelle in minuscolo ai terreni di copertura).

<b>Classe di permeabilità</b>	<b>Sigla utilizzata</b>	<b>Valori di permeabilità (m/s)</b>
Bassa	B/b	$K < 10^{-6}$
Media	M/m	$10^{-6} < k < 10^{-3}$
Elevata	E/e	$k > 10^{-3}$ per le rocce, $10^{-3} < k < 10^{-4}$ per i terreni
Molto elevata	me	$k > 10^{-4}$ per i terreni



### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **9.2 *Struttura idrogeologica***

La serie idrogeologica del sottosuolo in ambito risulta costituita dalle seguenti unità:

- substrato roccioso;
- unità a limi con torbe, rare ghiaie e conglomerati;
- unità a ghiaie e sabbie;
- unità a conglomerati;
- unità superficiale a ghiaie e sabbie.

Le unità sopra elencate possono essere distinte, per semplicità, in acquiferi contenuti nei depositi superficiali e acquiferi contenuti nel substrato roccioso.

## **9.3 *Acquiferi presenti nei depositi superficiali***

La conducibilità idraulica dei depositi superficiali è legata alle loro caratteristiche strutturali e granulometriche; pertanto a titolo puramente esemplificativo si riportano le seguenti informazioni di carattere bibliografico.

- $10^{-1}$  -  $10^{-3}$  m/s: intervallo valido per ghiaie e sabbie con ciottoli oppure ghiaie con sabbie, da sciolte a poco addensate, alle quali s'intercalano sottili livelli di conglomerati poco cementati;
- $10^{-3}$  -  $10^{-5}$  m/s: valore indicativo per conglomerati poco compatti (a basso grado di cementazione);
- $10^{-4}$  -  $10^{-6}$  m/s: per ghiaie sabbiose, debolmente limoso - argillose;
- $10^{-7}$  -  $10^{-8}$  m/s: per sabbie ghiaiose – limoso - argillose.
- $10^{-8}$  -  $10^{-10}$  m/s: per limi e argille, sabbie con limo ghiaioso - argillose o ghiaie con limo argilloso - sabbiose.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

La suddivisione adottata per le diverse tipologie di depositi individuati è descritta nella tabella seguente.

CLASSE DI PERMEABILITA'	VALORI DI K (m/s)	TIPOLOGIA DEI DEPOSITI
Bassa (b)	$k < 10^{-6}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Torbe e limi</li><li>• Depositi lacustri</li></ul>
Media (m)	$10^{-5} < k < 10^{-6}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Depositi alluvionali antichi terrazzati</li><li>• Depositi detritici a supporto clastico</li></ul>
Elevata (e)	$10^{-4} < k < 10^{-5}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Depositi di conoide</li></ul>
Molto elevata (me)	$k > 10^{-4}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Depositi detritici di versante e macereti</li><li>• Depositi alluvionali attuali</li><li>• Materiali di riporto</li></ul>

### 9.3.1 Unità a limi con torbe, rare ghiaie e conglomerati

L'unità risulta costituita da limi, limi sabbiosi ed argillosi, con intercalazioni di sabbia e rare ghiaie di origine continentale di età Villafranchiana (*Carnevale E., 1998*). Gli acquiferi manifestano, in linea generale, una forma lenticolare, le ghiaie e le sabbie sono ovunque subordinate ai terreni limosi, che hanno la caratteristica colorazione grigio – azzurra e spesso recano intercalazioni (*Carnevale E., 1998*).

A questa unità appartengono anche i sedimenti marini del Pleistocene Inferiore (contenenti macrofaune fossili), che hanno litologia e comportamento idrogeologico analogo a quello dei sedimenti continentali. Va precisato che i livelli fossiliferi sono stati rinvenuti nelle perforazioni a oltre 150 m da p.c. (*Carnevale E., 1998*).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### 9.3.2 Unità a ghiaie e sabbie

Questa unità, che contiene gli acquiferi più produttivi, ha un certo interesse pratico in quanto ospita lenti ghiaiose – sabbiose di apprezzabile estensione ma non di grande spessore, nelle quali possono essere contenute riserve acquifere potenzialmente sfruttabili.

### 9.3.3 Unità a conglomerati

Questa successione, comunemente nota con il nome di “Ceppo”, sovrasta la precedente unità ed è costituita da conglomerati, sabbia, arenarie e rare ghiaie, con scarse intercalazioni argillose ed presenta, nell’area in esame, uno spessore medio di 65 m (*Carnevale E., 1998*).

### 9.3.4 Unità superficiale a ghiaie e sabbie

Questa unità, in cui spesso è contenuta la prima falda, è costituita dalle sabbie dei sedimenti alluvionali e fluvioglaciali recenti. L’interesse idrogeologico dell’unità risiede nella capacità che hanno tali terreni di trattenere le infiltrazioni dalla superficie e di trasmettere alimentazione alle falde (*Carnevale E., 1998*).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

#### **9.4 Acquiferi presenti nel substrato roccioso**

Occorre pensare che il valore della permeabilità riportato in carta, nelle zone dove affiora/subaffiora il substrato roccioso, non tiene conto dell'eventuale presenza in superficie della copertura detritica. Tale scelta è legata alla discontinuità laterale che caratterizza tali depositi; solo localmente essi possono possedere spessori significativi.

Le rocce che costituiscono il substrato roccioso sono normalmente caratterizzate da una permeabilità primaria (da scarsa a nulla) e da una permeabilità secondaria variabile a seconda della giacitura della stratificazione, del grado di fratturazione e della loro composizione chimica. In particolare si sottolinea che il substrato, nel caso in cui sia fratturato, può contenere falde idriche limitate ma di buona qualità.

La suddivisione adottata per le formazioni rocciose che costituiscono il substrato è riassunta nella tabella seguente.

<b>Classe di permeabilità</b>	<b>Formazioni sedimentarie</b>
Bassa (B)	Rosso ad Aptici Marna di Bruntino Flysch di Pontida
Media (M)	Sass de la Luna Unità Cenomaniane Peliti Nere Superiori - Peliti Rosse
Elevata (E)	Maiolica



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### **9.5 Fonti di approvvigionamento**

Nel territorio comunale sono presenti diverse sorgenti, tutte di modesta entità e a carattere discontinuo. Alcune di queste sono utilizzate per alimentare l'acquedotto comunale, assumendo quindi particolare rilevanza nell'ambito territoriale non solo da un punto di vista morfologico/idrogeologico ma anche dal punto di vista della gestione della risorsa naturale (*Carnevale E., 1998*).



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **9.6 Vulnerabilità degli acquiferi**

In linea generale si è potuto constatare come la circolazione idrica sotterranea avvenga secondo le modalità riconducibili al seguente schema:

- in una prima fase parte delle acque meteoriche si infiltra nel sottosuolo attraverso le discontinuità delle rocce e raggiunge la zona satura (moti prevalentemente verticali, gravitativi);
- successivamente tali acque, prima di raggiungere il recapito naturale, subiscono una serie di deviazioni dovute alla presenza di importanti discontinuità tettoniche e carsiche (moti prevalentemente orizzontali) (*Carnevale E., 1998*).

Sulla base di quanto esposto è evidente che le aree maggiormente vulnerabili per quanto concerne la circolazione idrica delle acque coincidono con le zone del bacino in cui la permeabilità è media/alta. Il settore pianeggiante del territorio comunale è caratterizzato da acquiferi con una struttura tale da non poter sopperire, in caso di contaminazione delle acque captate, con l'attingimento da acquiferi indenni e più profondi (*Carnevale E., 1998*). La modesta soggiacenza della falda rende particolarmente vulnerabile l'acquifero, sia nel caso di infiltrazione di acque contaminate dalla superficie, sia per l'apporto di acque degradate veicolate nei corpi idrici superficiali (*Carnevale E., 1998*).



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **10 RETE IDROGRAFICA SUPERFICIALE**

Per quanto riguarda la dinamica fluviale occorre sottolineare che nella zona meridionale del comune scorre il Torrente Tadone, con direzione Ovest – Est; esso raccoglie le acque provenienti dalle numerose vallette che attraversano l'intero territorio comunale con andamento approssimativamente parallelo da Nord a Sud. Tra queste ultime le più importanti sono la Val Predina, la Val Calchera e la Valle di Sant'Ambrogio.

La Val Calchera e la Valle di Sant'Ambrogio, in particolare, hanno i bacini idrografici più grandi e, pertanto, i punti di confluenza delle stesse rappresentano aree critiche dal punto di vista idraulico.

### **10.1 Val Predina**

La Val Predina, pur non essendo la più ampia Valle del territorio comunale resta estremamente significativa sia dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico, che da quello naturalistico.

Essa ha contribuisce, assieme alle altre valli alla formazione del sistema di conoidi lungo la sponda idrografica sinistra del Torrente Tadone, su cui sorge gran parte dell'abitato di Cenate Sopra.

La valle nasce dalle pendici meridionali del Monte Misma, superando di poco i 1000 m s.l.m. in corrispondenza della cresta del monte, che dalla vetta si protende verso Sud-Sud-Est in direzione del Monte Bastia; la Val Predina ha una direzione generale Nord-Sud con una leggera componente Est-Ovest che assume nel tratto più a valle, prima di andarsi a gettare nel Torrente Tadone a circa 315 m s.l.m. di quota.

Il tratto settentrionale della valle è caratterizzato da ambiente quasi esclusivamente boschivo, scarsamente antropizzato e di valore naturalistico elevato grazie alla presenza del SIC (Sito di Importanza Comunitaria) Valpredina e Misma nel quale è





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

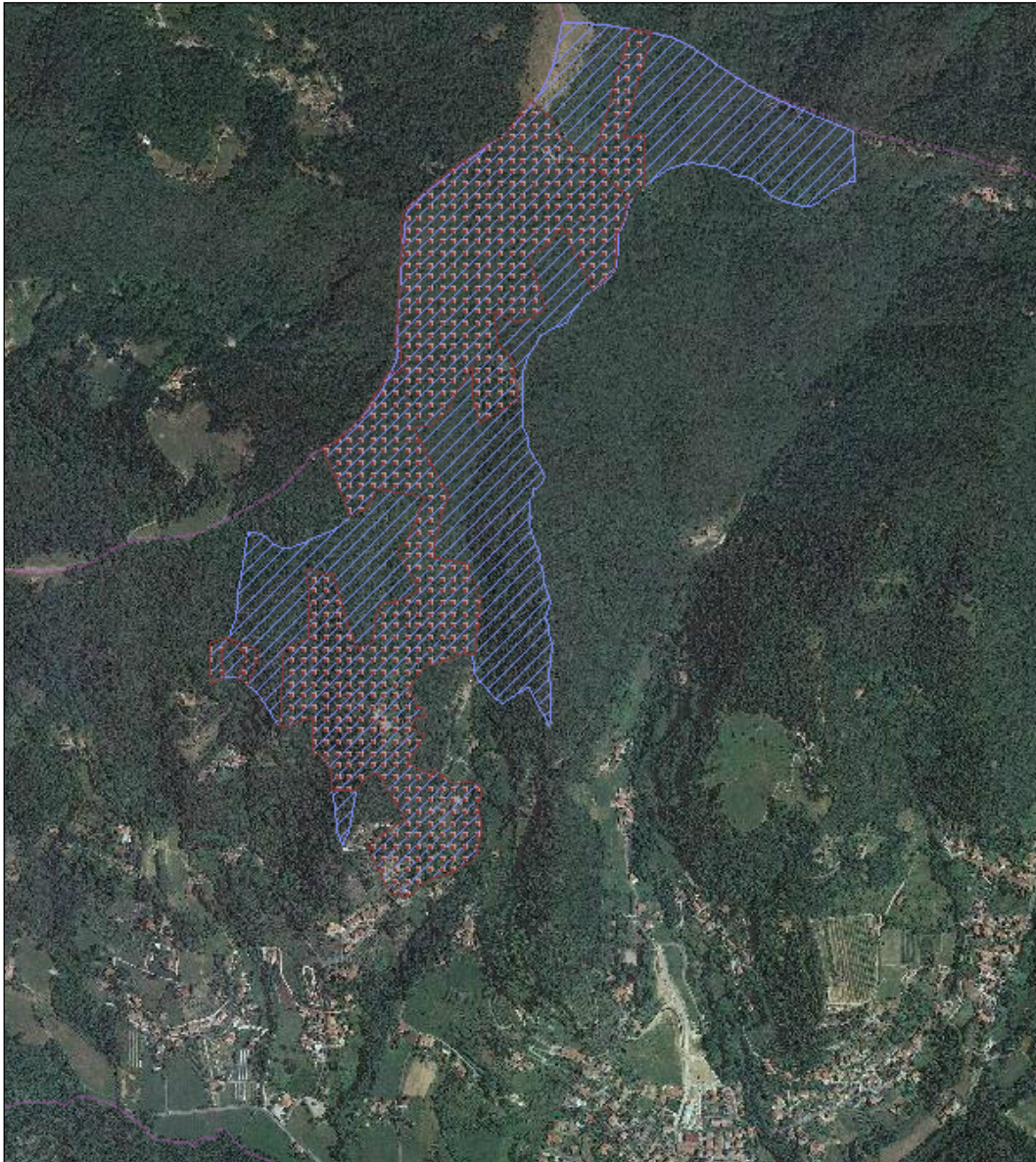
*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

a sua volta contenuta la Riserva Naturale Valpredina gestita dal WWF, delegazione per la Lombardia.



**Figura 6 - Stralcio della carta delle Aree Protette (Fonte: Geoportale della Lombardia)**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

I declivi sono generalmente ripidi, con pendenze comprese prevalentemente fra il 50% e il 75%, mentre i tratti pianeggianti sono situati nella parte medio bassa, e sono essenzialmente il prodotto di terrazzamenti con muretti a secco.

Il Torrente Predina è alimentato da numerose sorgenti con portate generalmente modeste (0,1-0,5 l/sec) e, nonostante l'esiguità della portata, comprende microhabitat di notevole valore e interesse naturalistico grazie al suo alveo vario ed articolato, in cui si alternano zone con ampi salti e zone in cui il corso d'acqua è spazialmente limitato dagli affioramenti rocciosi circostanti.

Le peculiarità dell'Habitat sono strettamente connesse alla disponibilità idrica che risulta fondamentale e da garantire anche mediante operazioni di miglioramento ambientale ed interventi volti a limitare ed eliminare tutte le captazioni abusive.

Il tratto meridionale della Valle è caratterizzato da un aumento dell'ambiente prativo e delle aree edificate che, tuttavia restano limitate e localizzate perlopiù lungo la sponda destra del Torrente Predina, dove trova spazio la frazione Valpredina stessa.

## ***10.2 Val Calchera***

La val Calchera raggiunge i 1140 m s.l.m. in prossimità della vetta del Monte Misma e prosegue con l'omonimo torrente, nel quale a 300 m di quota circa vanno a confluire i corsi d'acqua: Sant'Ambrogio e Modrone, poi il Torrente Calchera prosegue andando a determinare il confine comunale fino a quando si getta nel Torrente Tadone in corrispondenza della minima quota misurabile all'interno del Comune di Cenate Sopra: 283 m s.l.m. circa.

La struttura sommitale della Val Calchera è molto simile a quella della Valpredina, caratterizzata da pendenze generalmente elevate in ambiente boschivo, sebbene si distingua per la ramificazione decisamente maggiore e per il maggior impatto antropico nel fondovalle, percorso pressoché nella sua totalità da Via Calchera, la quale termina in prossimità del Santuario di Santa Maria Assunta del Misma.



#### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

La zona superiore del Monte Misma è altresì caratterizzata dalla presenza di rilevanti scarpate rocciose, con pendenze superiori al 100%, determinate da fenomeni di fratturazione e fagliamento. A tale proposito si ricorda che nel dicembre 1992 si è verificato in un evento franoso, che ha provocato il crollo di un volume di roccia di circa 20 000 m<sup>3</sup>.

L'origine di tale instabilità è collegata alla netta superficie di contatto tra la formazione calcarea della Maiolica con arenarie e conglomerati. Tale superficie è sede di debolezza meccanica e caratterizza tutto il versante meridionale del monte Misma, dalla Costa Misma a Est sin oltre al Monte Bastia a Ovest.

Data la situazione geomorfologica potenzialmente instabile, per ragioni di sicurezza è fatto divieto da un'ordinanza comunale di sostare nei tratti interessati dalla frana e dalle pareti a picco sul sentiero (CAI 626)

Nel tratto meridionale la Valle si apre in un ampio conoide che si ricollega in prossimità del Tadone con i conoidi della Valpredina e, nei pressi del confine con Trescore, della Vallesse.

Il centro abitato e gran parte delle strutture antropiche presenti nel comune sono localizzate in corrispondenza di tale conoide fluviale, prevalentemente localizzato lungo la destra idrografica del torrente che piega a Est, attraversando l'abitato e poi affiancandolo.

Al di sotto dei 350 m s.l.m. circa la pendenza generale si riduce drasticamente, assumendo valori inferiori ai 20 punti percentuale.

### ***10.3 Valle di Sant'Ambrogio***

La Valle di Sant'Ambrogio è la valle più Orientale del Comune di Cenate Sopra, posta al Confine con il Comune di Trescore Balneario essa va dai circa 880 m di quota raggiunti in prossimità di Cima Corna Clima e Costa Misma, ai 300 m s.l.m. circa, dove il Torrente Sant'Ambrogio si getta nel Calchera al margine dell'abitato.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

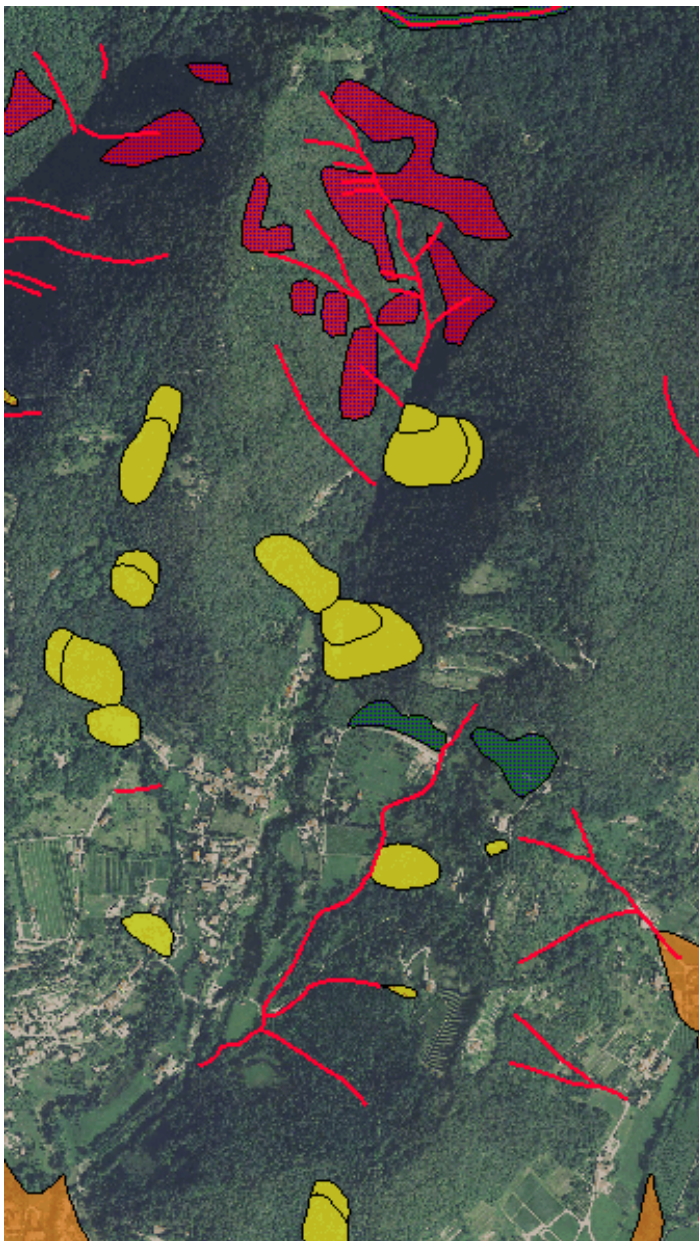
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

La valle non è particolarmente ramificata e, seguendo il suo corso d'acqua principale possiamo vedere che essa inizialmente si dirige verso Sud-Sud Est per alcune centinaia di metri prima di disporsi nella direzione generale Nord-Sud che assumono tutte le valli della zona.

Dopo aver attraversato la frazione di Sant'Ambrogio essa piega gradatamente verso Ovest, in direzione dell'abitato principale e del Torrente Calchera.



I versanti della Valle di Sant'Ambrogio sono molto ripidi alle quote maggiori, con localmente pendenze superiori ai 100 punti percentuale, la pendenza però diminuisce con una certa regolarità procedendo verso Sud, sebbene non si raggiungano le basse percentuali delle altre valli a causa della sua repentina fine in corrispondenza della Valle Calchera.

La valle è caratterizzata da numerose aree soggette a crolli e franosità, soprattutto alle quote maggiori, sebbene siano segnalate frane anche nel tratto intermedio.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **11 ANALISI DEI RISCHI CONNESSI AL RETICOLO IDROGRAFICO**

### ***11.1 Determinazione delle portate liquide di piena***

Per una migliore conoscenza delle caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua è stata predisposta *un'analisi preliminare dei principali bacini idrografici del territorio comunale – precedentemente descritti - al fine di ricavare il valore della portata liquida di massima piena con tempo di ritorno pari a 100 anni.*

Si tratta di valutazioni di massima, utili per dare un opportuno riferimento ad analisi generali e ad indirizzare le scelte di pianificazione, oppure per valutazioni speditive e locali sul dimensionamento della sezione d'alveo o di opere di attraversamento; i risultati delle analisi sono riassunti nelle tabelle e negli schemi allegati alla presente relazione.

Sono state considerate solo le principali valli di Sant'Ambrogio, Calchera e Valpredina, per maggiori approfondimenti si rimanda agli studi di inquadramento realizzati dal Genio Civile di Bergamo nell'ambito della progettazione di interventi di sistemazione e di consolidamento dei rispettivi alvei.

### ***11.2 Stima del tempo di corrivazione***

Normalmente, la misura della portata di massima piena di un corso d'acqua si basa sulla stima del tempo di corrivazione (tc) del bacino. Per *tempo di corrivazione* si intende il tempo necessario perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino.

Sono stati utilizzati alcuni dei metodi più conosciuti, ricavandone poi un valore medio (le formule possono essere facilmente reperite sui testi specializzati in analisi idrologiche): metodo di Giandotti, Pezzoli, Pasini e Kirpich.

**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)**Stima portata liquida di piena**

Le portate di massima piena per i corsi d'acqua provenienti dalle Valli Calchera e di Sant'Ambrogio sono state stimate considerando alcuni parametri morfologici e geologici calcolati tramite software (Adb-Toolbox) o reperiti in bibliografia:

	Val Calchera	Valle di Sant'Ambrogio	Valpredina
Superficie Bacino (km)	2,256	1,570	0,939
Lunghezza Asta Principale (km)	3,000	2,606	2,517
Altezza media del Bacino m. s.l.m.	604	528	565
Quota della Sezione di Chiusura m. s.l.m.	310	310	317

Tutte le superfici sono state calcolate tramite Adb-Toolbox considerando anche l'influenza delle variazioni di quota (superficie 3D).

Tramite i dati qui riportati è stato possibile calcolare il Tempo di corrivazione  $T_c$  (espresso in ore) con la seguente formula:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}}$$

**Tc Val Calchera:** 0,77 h**Tc Valle di Sant'Ambrogio:** 0,76 h**Tc Valpredina:** 0,61 h

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)								
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
<b>EC69</b>	<b>565000</b>	<b>5063000</b>	<b>52,73</b>	<b>0,269</b>	<b>67,22</b>	<b>0,262</b>	<b>73,37</b>	<b>0,260</b>





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Viene quindi calcolata la curva di probabilità pluviometrica tramite la formula:

$$h_{(t)} = at^n$$

$h_{(t)}$  = massima precipitazione in mm al tempo  $t$

$t$  = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione

$a$  = fattore della curva relativo ad un determinato  $T_r$

$n$  = esponente della curva relativo ad un determinato  $T_r$

$T_r$  = tempo di ritorno (20-100-200 anni)

<b>Tc (h)</b>	20	100	200
<b>h(t) Val Calchera</b>	49,08	62,69	68,46
<b>h(t) Valle di Sant'Ambrogio</b>	48,90	62,45	68,21
<b>h(t) Valpredina</b>	46,11	58,99	64,45

Infine vengono calcolate le portate di massima piena:

$$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$$

$Q_c$  = portata di colmo

$c$  = coefficiente di deflusso

Deve quindi essere preliminarmente scelto un appropriato valore per il coefficiente di deflusso ( $c$ ).



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Per tutte le Valli è stato scelto un coefficiente di deflusso pari a 0,40.

Di seguito sono esposti i risultati delle portate finali.

**Val Calchera**

RISULTATI		
Tr		$Q_c$ [mc/sec]
20	⇒	<b>16,073</b>
100	⇒	<b>20,529</b>
200	⇒	<b>22,419</b>

**Valle di Sant'Ambrogio**

RISULTATI		
Tr		$Q_c$ [mc/sec]
20	⇒	<b>11,303</b>
100	⇒	<b>14,437</b>
200	⇒	<b>15,766</b>





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**Valpredina**

RISULTATI		
Tr		$Q_c$ [mc/sec]
20	⇒	<b>7,928</b>
100	⇒	<b>10,141</b>
200	⇒	<b>11,080</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **12 ANALISI DEI RISCHI CONNESSI ALLA CADUTA MASSI**

Le aree interessate da crolli nel comune di Cenate Sopra sono distribuite lungo fasce discontinue su quote diverse, sebbene si possa notare una riduzione dei fenomeni franosi alle quote minori, mentre alle quote più elevate permangono situazioni di rischio latente in prossimità degli affioramenti rocciosi più consistenti, da cui deriva una maggiore attenzione ai fenomeni in prossimità della vetta del Monte Misma.

Il fenomeno certamente più evidente ed importante è riferito alla frana della “Corna Rossa”, una frana di crollo di notevoli proporzioni lungo il versante del Misma, ad oggi ancora soggetta a periodici crolli di blocchi di dimensioni metriche e movimenti lungo le forme di accumulo al piede della scarpata.



**Figura 7- Frana della Corna rossa: superficie di distacco principale e accumulo di blocchi lungo il sentiero.**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Attualmente in seguito alla delibera della giunta comunale, è fatto divieto sostare lungo il sentiero CAI 626 dove questo attraversa i resti della frana del 1992.

Tale aspetto è determinato dalle elevate pendenze e dalla presenza di costoni rocciosi dai quali si possono avere anche importanti crolli di materiale roccioso.

In Loc. S. Maria del Mismo, in corrispondenza dell'omonimo Santuario a monte del fabbricato sono presenti affioramenti rocciosi verticali con fratturazione beante, interessati da locali distacchi di blocchi. Per la mitigazione del rischio è stata predisposta una barriera “artigianale” con funi e travi lungo il confine di proprietà del Santuario.



**Figura 8- Affioramenti rocciosi presso Loc. S. Maria del Mismo**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

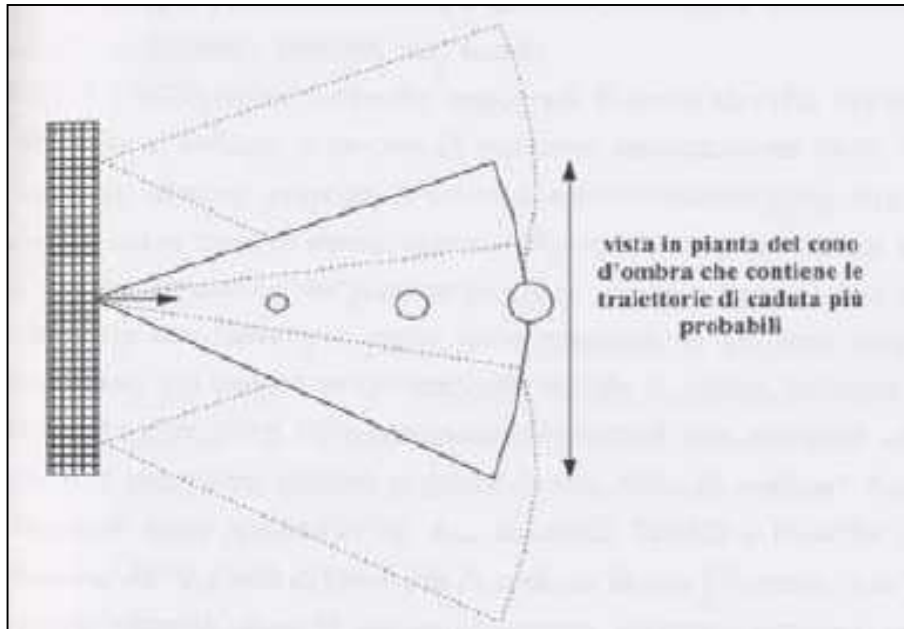
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### ***12.1 Metodo del Cono d'ombra***

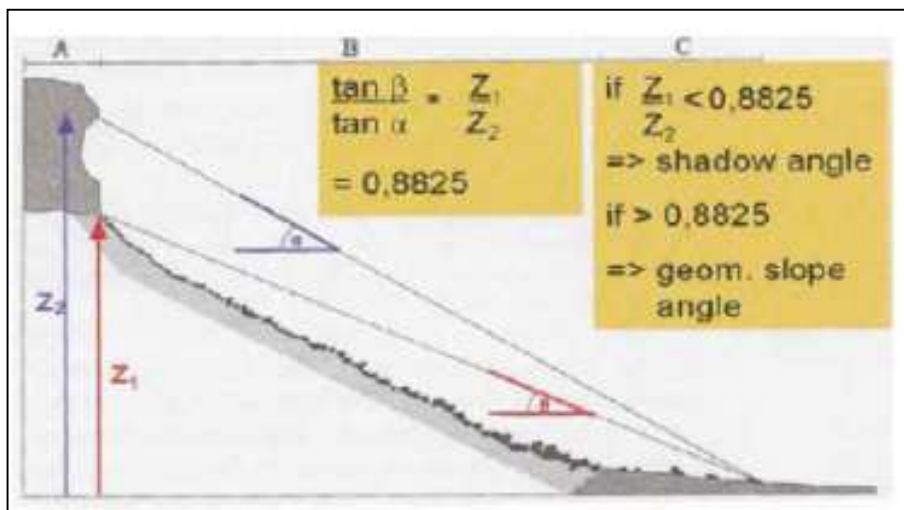
Il metodo empirico per definire l'area interessata da un fenomeno di crollo si basa sul cosiddetto "cono d'ombra", che sottende la zona in cui la maggior parte dei blocchi si dovrebbero arrestare.

Il metodo si basa sugli studi di HEIM (1932), di LIED (1977), di ONOFRI & CANDIAN (1979), di EVANS & HUNGR (1993) e di MEISSL (1998). Questo metodo previsionale empirico si basa sul concetto di linea di energia e di angolo di attrito equivalente; l'area interessata da un crollo può venir delimitata da un "cono" definito utilizzando l'angolo d'ombra minimo, a partire da una parete o da una porzione di versante possibile origine di crolli, oppure l'angolo di inclinazione del versante. L'angolo d'ombra minimo è definito come l'inclinazione della retta che congiunge l'apice del talus con il blocco più lontano; secondo EVANS & HUNGR (1993), il valore medio di tale angolo è di  $27,5^\circ$ . Un'altra possibilità è di utilizzare l'angolo di inclinazione del versante (zona di deposito), calcolato partendo dal punto più alto della zona di distacco, congiungendolo con il masso che ha raggiunto la massima distanza di espansione, che in genere fornisce valori compresi tra  $28^\circ$  e  $41^\circ$  (ONOFRI & CANDIAN, 1979).



Delimitazione in pianta del “cono d'ombra” per frane di crollo.

La scelta tra i due metodi può essere effettuata in modo teorico, utilizzando la seguente relazione:



Basi teoriche che illustrano quando usare l'angolo d'ombra minimo o l'angolo di inclinazione del versante.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

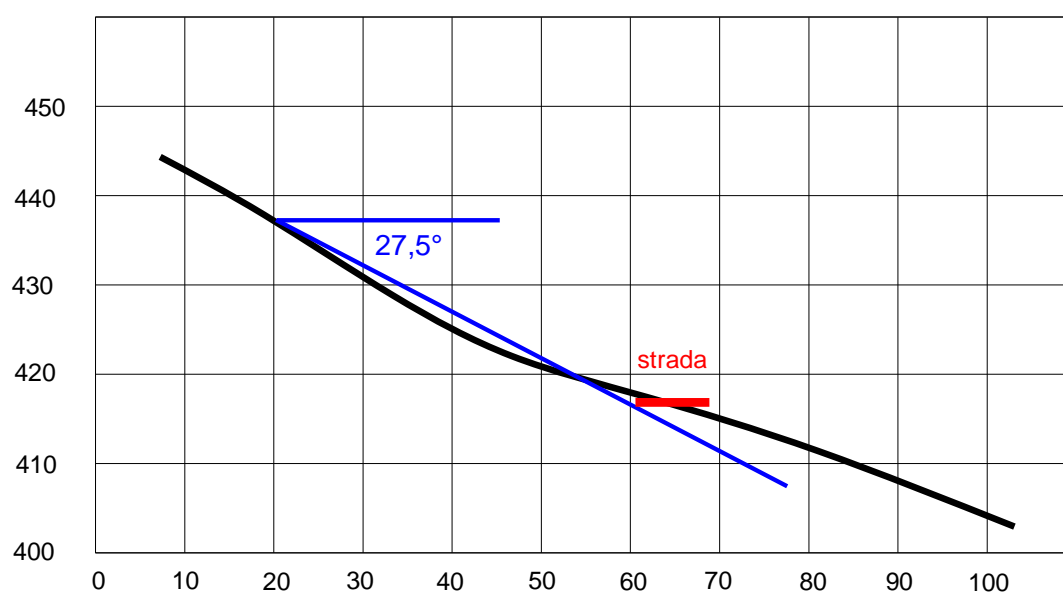
*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Se  $Z1/Z2 < 0.8825$  si utilizza l'angolo d'ombra minimo; se tale rapporto è  $> 0.8825$ , si utilizza l'angolo di inclinazione del versante. Il metodo sopra descritto è stato utilizzato per determinare, su basi tecniche suggerite dalle normative vigenti, sebbene semplificate, le aree potenzialmente raggiunte dai massi provenienti dalle pareti rocciose che fasciano il versante, a quote diverse, presso Cascina Tezza, anche sulla base delle osservazioni di terreno.



L'area di possibile distacco dei massi è posta ad una quota di circa 435-440 m s.l.m. lungo la fascia compresa fra l'appezzamento coltivato più a valle e il lembo di foresta a monte. La strada invece si trova ad una quota di poco inferiore ai 420 m s.l.m. a circa 40 m di distanza.

Il grafico sopra riportato mostra i probabili limiti spaziali raggiunti dai massi in distacco dal versante che in linea teorica non raggiungono la strada, sebbene sia più verosimile che vadano ad arrestarsi direttamente sulla stessa o sui terrazzamenti che la delimitano dalle coltivazioni a monte.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 9- Fotografia dell'area**

Le conclusioni ottenute sono poi state verificate anche alla luce delle informazioni disponibili, soprattutto sul GeoIFFI, dove viene rappresentato il grado di pericolosità dei versanti sottostanti le dette pareti rocciose.

Secondo la carta PAI il sito è prevalentemente classificato come area di frana quiescente e solo nella parte superiore, fra 435 e 440 m s.l.m., è classificato come area di frana attiva.





**Studio Associato Hattusas**

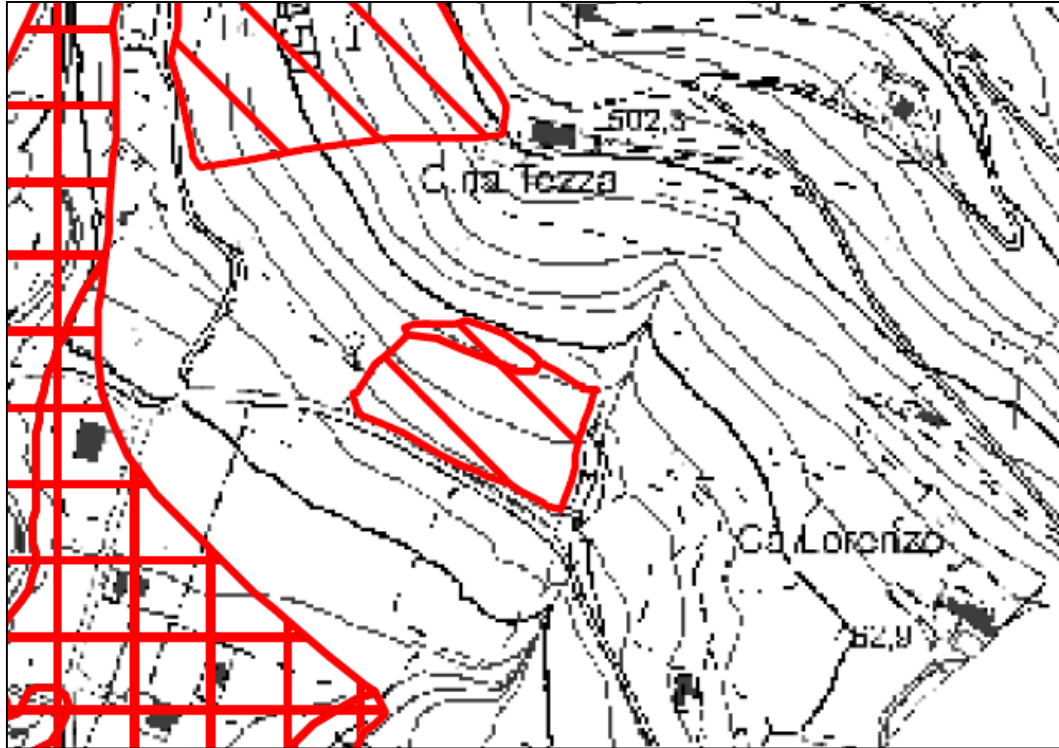
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



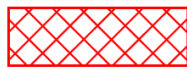
## LEGENDA



*Area di frana attiva (Fa) delimitazione P.A.I.*



*Area di frana quiescente (Fq) delimitazione P.A.I.*



*Area di conoide attivo non protetta (Ca) delimitazione P.A.I.*



*Area di conoide non recentemente attivatosi  
o completamente protetta (Cn) delimitazione P.A.I.*

**Figura 10-** Stralcio della carta PAI (2015) con relativa legenda.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 11- Dettagli dell'area di distacco e dei massi sul versante.**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### **13 IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Anche il Comune di Cenate Sopra risulta naturalmente inserito nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

La documentazione inviata originariamente al Comune, "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – delimitazione delle aree in dissesto" foglio 098 sez. IV- Alzano Lombardo, scala 1:25.000, ha individuato sul territorio comunale alcune aree in dissesto indicate come conoidi attive non protette – "Ca". Le aree di conoide attivo non protetto ("Ca") sono ubicate nel settore centrale e centro-orientale del territorio comunale, in corrispondenza delle immissioni dei torrenti Predina e Calchera nel Torrente Tadone, la seconda delle quali fra l'altro ubicata precisamente in corrispondenza dell'abitato principale.

Secondo questo articolo, la Regione Lombardia, nell'ambito di quanto disposto all'art.5, comma 2 delle citate NDA, ha il compito di emanare delle disposizioni concernenti l'attuazione del Piano (P.A.I.) nel settore urbanistico e conseguenti alle condizioni di dissesto delimitate nella cartografia dell'elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto"; ciò è stato fatto con l'approvazione della Delibera di Giunta Regionale 11 dicembre 2001, n. 7/7365 "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989 n. 183".

Il comune, dovendo adottare tali disposizioni negli strumenti urbanistici ed adeguarli in base all'art.18, comma 1, al fine di migliorare l'efficacia dell'azione di prevenzione, può adottare, in base all'art.18, commi 2 e 3, delle NDA del PAI, delle varianti urbanistiche che contengono delle proposte di aggiornamento all'elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – allegato 4 – Delimitazioni delle aree di dissesto".



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Tali proposte devono essere il risultato di una verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto rilevate nella citata cartografia del Piano, attuata con analisi di dettaglio. Le proposte di adeguamento adottate dal Comune devono essere redatte in base alle risultanze di uno studio geologico redatto ai sensi della l.r. 12/2005 e criteri attuativi. In base all'art.6 della deliberazione di adozione del PAI (18/2001) la Regione trasmetterà all'Autorità di Bacino le proposte di aggiornamento dell'elaborato sopraccitato risultanti dalle varianti adottate secondo quanto sopra indicato.

Il presente studio, che ha per oggetto l'intero territorio comunale così come imposto dalla l.r. 12/2005, e prima ancora dalla ex l.r. 41/1997, contiene dunque in sé la ripresa del precedente azzonamento delle aree di conoide, approvato in prima istanza dalla Regione Lombardia, senza sostanziali modifiche tranne limitati aggiustamenti dovuti alla diversa base cartografica e a ulteriori verifiche sul campo, nonché la proposta di una nuova perimetrazione delle aree a rischio indicate In Loc. Tezze di S. Ambrogio.

La Carta dei dissesti uniformata alla legenda PAI, redatta sulla base del presente studio, che aggiorna ed adegua la precedente del 2010, costituisce parte integrante dello studio geologico del territorio comunale, così come previsto dalla l.r. 12/2005 e dai successivi criteri di attuazione, nonché dalla "Direttiva PAI" citata.

Per quanto riguarda in particolare il Quadro del dissesto regionale, le analisi di terreno e la verifica della documentazione cartografica esistente (consistente sostanzialmente nelle tavole di PTCP, nella Cartografia Geoambientale), hanno portato ad una limitata revisione ed aggiornamento di alcune situazioni segnalate, di cui di seguito si fornisce un sommario resoconto. Tale aggiornamento ha naturalmente una importante ricaduta, combinando le tipologie dei dissesti con le classi di fattibilità all'interno degli schemi proposti nelle d.g.r. 1566/2005 e 7374/2008, sulla Carta di fattibilità finale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

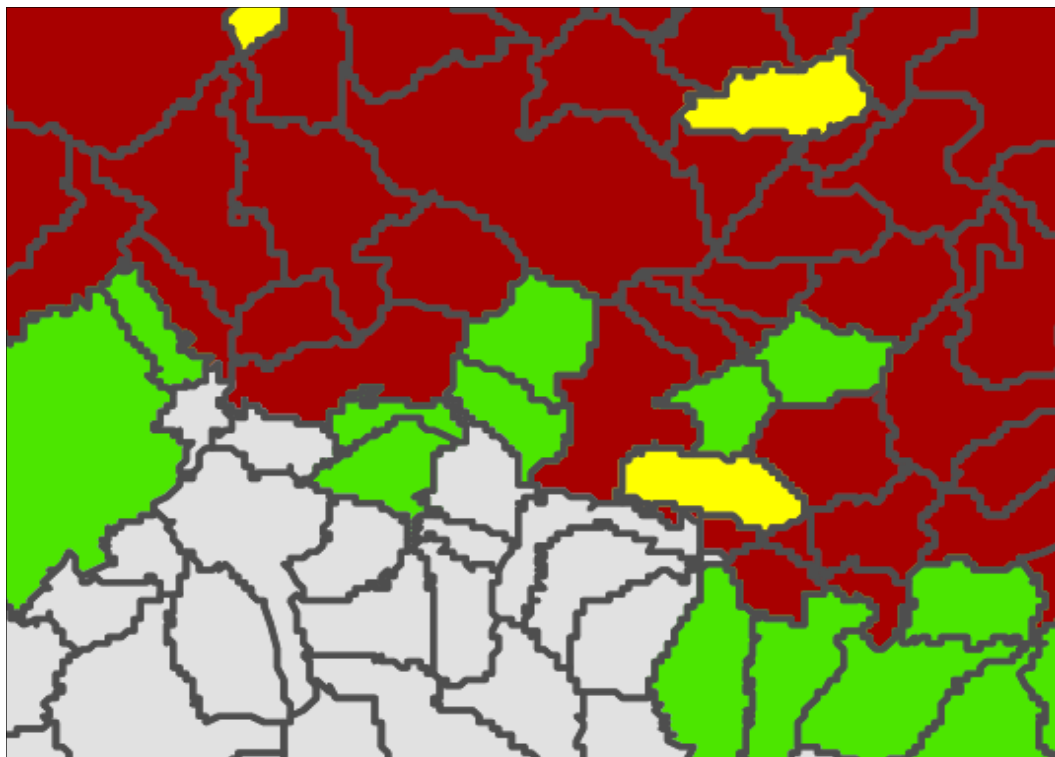
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Come già accennato nel precedente capitolo relativo alla metodologia di redazione dello studio, una parte importante dell'aggiornamento delle superfici considerate a rischio idrogeologico, è consistita nella verifica e valutazione delle informazioni contenute in documenti disponibili in bibliografia o su siti istituzionali, in gran parte aggiornati o redatti o comunque ampliati successivamente all'anno 2010, anno di approvazione del precedente Piano di Governo del Territorio comunale.

Tra la documentazione consultata, assume particolare importanza il “quadro del dissesto” (IFFI) proposto dalla Regione Lombardia nel suo sito internet istituzionale, derivante da un progetto a più ampio respiro, esteso al territorio nazionale, rigidamente codificato e basato soprattutto su segnalazioni di rilevatori o conoscitori dei singoli territori e su fotointerpretazione (in questo caso da verificare con attenzione); ogni segnalazione è corredata da una scheda riassuntiva e descrittiva delle modalità di rilievo e delle caratteristiche del dissesto.



*Stralcio della carta del livello di attenzione per rischio da frana su base comunale*



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In generale, anche il territorio di Cenate Sopra viene rappresentato sinteticamente in una cartografia generale e assolutamente indicativa, che tuttavia riassume le condizioni del territorio comunale in relazione al grado di dissesto rilevato e/o segnalato. Si tratta della “Carta del livello di attenzione per rischio da frana su base comunale”, nella quale al Comune di Cenate sopra viene attribuito un livello di attenzione “medio” (seppur quasi interamente circondato da comuni con livello di attenzione “molto elevato”), determinato sulla base delle frane del Progetto IFFI, degli elementi a rischio derivati dal Corine Land Cover 2000 e delle infrastrutture lineari di trasporto.

Evidentemente, tale cartografia può rappresentare solo un'indicazione molto generale delle condizioni di dissesto di un territorio comunale; tuttavia, la cartografia allegata al Progetto IFFI risulta decisamente più completa e dettagliata e con essa (v. sito web GeoIFFINet della Regione Lombardia), più ancora che con analoghe cartografie regionali e/o provinciali, sono stati eseguiti confronti e verifiche con quanto effettivamente riscontrato sul territorio, al fine dell'adeguamento della Carta PAI e della Carta della Fattibilità Geologica allegate al nuovo studio geologico comunale.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



*Estratto cartografia GeoIFFI Regione Lombardia*

Come si osserva nello stralcio cartografico allegato, relativo all'intero territorio comunale, e dal confronto con le tavole del PAI e della fattibilità geologica, non vi sono sostanziali difformità tra quanto rappresentato nello studio geologico comunale e quanto proposto nella cartografia IFFI: parte delle situazioni di dissesto riconosciute e cartografate nel GeoIFFI sono state ricomprese nelle cartografie PAI e/o della Fattibilità geologica (classe 3 o classe 4, secondo le condizioni riscontrate sul terreno), sia le aree in frana, sia le conoidi alluvionali.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Sono ad oggi chiaramente visibili i segni di frane e dissesti superficiali indicati sulle aree più elevate in prossimità della cima del Monte Misma e delle testate vallive principali. Nella nuova proposta di carta PAI vengono dunque confermate, classificandole come aree “attive” Fa, le pareti rocciose che costituiscono il fianco meridionale del Monte Misma e che ancora alimentano, con uno stillicidio saltuario, ma piuttosto continuo nel tempo, settori alternati della coltre detritica sottostante, ormai ampiamente vegetata e consolidata, dove frequentemente si sono segnalati blocchi e massi rocciosi anche di recente caduta.

La cartografia del GeoIFFI, già esaminata e confrontata con la situazione di terreno, ha offerto spunti interessanti e adeguato supporto alla scelta di introdurre, nel PAI con riscontro nella carta di fattibilità geologica, diversi settori in “Fq” che comprendono aree a maggiore rischio di movimenti superficiali, determinati dalle caratteristiche della coltre superficiale e dalla degradazione dell’ammasso roccioso in posto.

In generale, il grado di pericolosità da frana viene determinato sulla base di numerose e complesse variabili che tengono conto della “susceptibilità” dell’area – dove è probabile che possa verificarsi un evento -, della probabilità temporale e della probabilità dimensionale – quanto potrebbe essere “grande” il dissesto, e dipende da fattori quali, ad esempio, la morfologia, la litologia, la struttura del substrato roccioso, l’uso del suolo.

Va infine considerato che, a livello generale la nuova cartografia vigente resasi disponibile in seguito ai nuovi rilievi, confrontata con la precedente, ha fatto emergere una serie di distorsioni e difformità legate alle diversità di procedure di acquisizione cartografica. Per tale ragione, su diversi poligoni rappresentativi del dissesto P.A.I. sono state apportate minime modifiche ed aggiustamenti per adeguare gli stessi alla rappresentazione cartografica ufficiale vigente.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## Are in Via Odas- Loc. Morrone

In corrispondenza di via Valcachera lungo la sinistra orografica della valle Morrone, il Quadro del dissesto regionale riporta una vasta area interessata da conoide attivo non protetto. Tale area comprende un settore già da tempo urbanizzato entro cui l'assetto litologico, rilevato direttamente sul terreno in occasione anche di precedenti lavori, è caratterizzato per gran parte da depositi eluviali e/o eluvio-colluviali, stabilizzati al disopra di un salto di quota piuttosto marcato.

Si propone dunque di arretrare lievemente il limite del “Conoide attivo” (Ca Nel PAI) facendolo coincidere con il ciglio della scarpata posto a monte dalla strada.

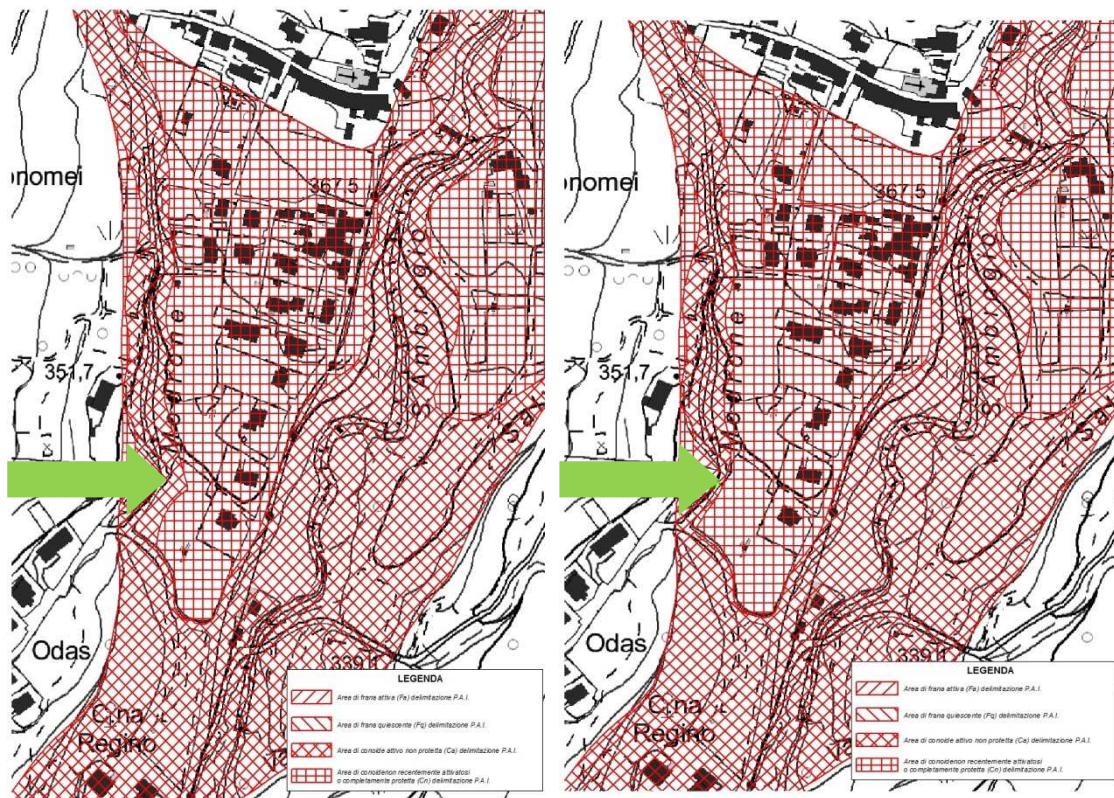


Figura 12- Stato di fatto e proposta di rettifica in Loc. Morrone



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**Conoide in loc. Sant.Ambrogio**

In corrispondenza del raccordo tra l'area classificata a Conoide attivo e la strada comunale lungo la sinistra orografica una consistente porzione di versante è compresa nella classificazione di conoide non protetto. Il rilievo di terreno evidenzia in loco discreti spessori di coltre eluviale poggianti su substrato roccioso e comunque l'assetto morfologico di questo settore offre sufficienti garanzie circa la protezione da eventuali fenomeni alluvionali, pur tuttavia non escludendo eventuali opere di sistemazione del tratto torrentizio a valle.

Va segnalato nel recente periodo, il manifestarsi di dissesti lungo la scarpata prospiciente la strada di Via S. Ambrogio, presso Loc. Cascina Regino in corrispondenza della quale si sono verificati distacchi di porzioni di coltre superficiale in diversi settori della scarpata.

Da un rilievo di dettaglio lungo l'asta torrentizia sono emerse diverse situazioni di dissesto localizzato tra cui: erosione concentrata, instabilità delle sponde, trasporto in massa.



**Figura 13- Franamento lungo la scarpata ed erosione concentrata lungo le sponde (Loc. S. Ambrogio)**



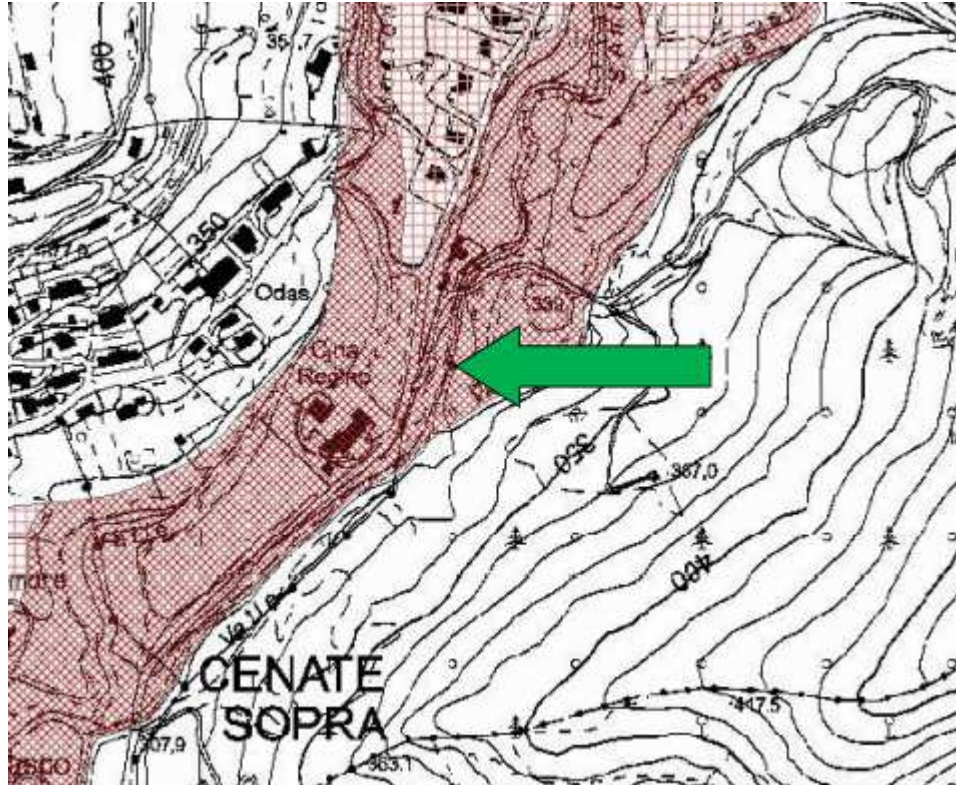


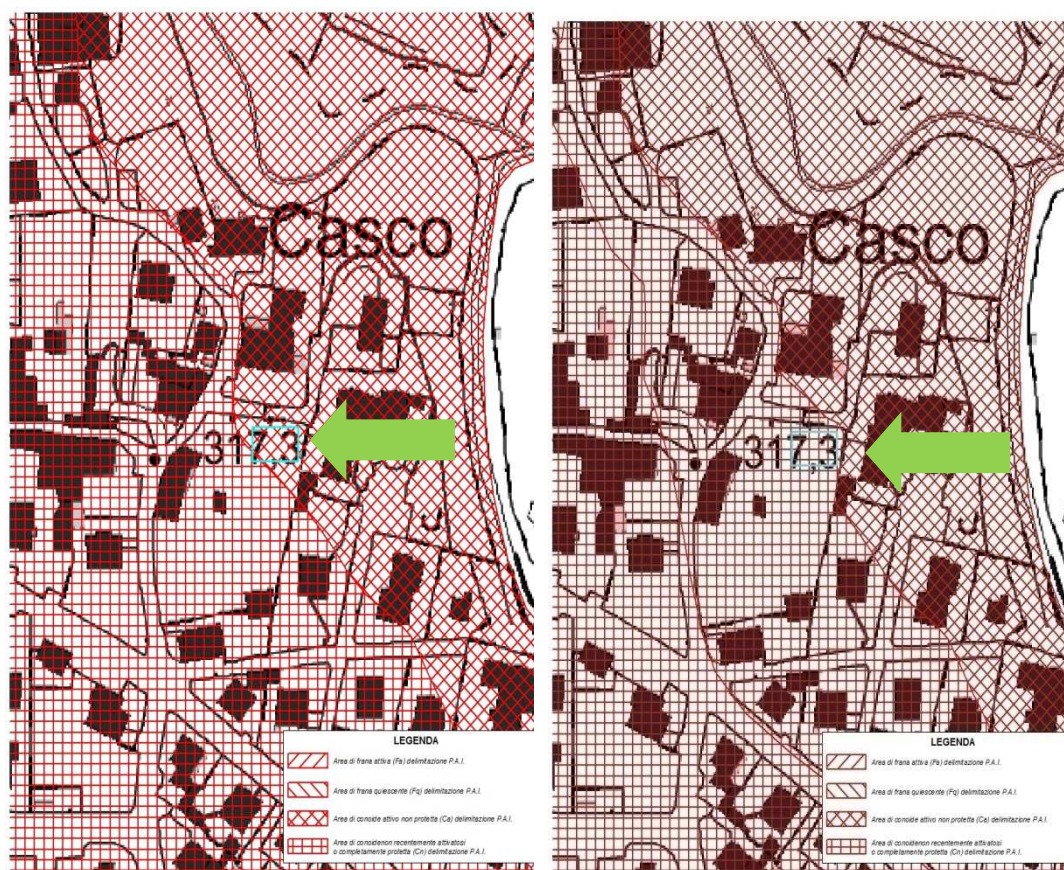
Figura 14- Individuazione franamenti su cartografia P.A.I: nel contesto del Conoide S. Ambrogio

In tale ambito la delimitazione del Conoide viene sostanzialmente confermata: il settore di Conoide attivo (Ca nel P.a.i.) all'incirca in coincidenza con la fascia di rispetto del tratto di alveo.

### **Loc. Basletto - Loc. Casco**

A valle di loc. Basletto lungo via Val Calchera il limite del Conoide attivo è stato leggermente arretrato a valle, analogamente lungo Via Provinciale all'altezza dell'incrocio con Via S.Ambrogio il limite tra aree di conoide attivo e protetto è stato rettificato e reso più armonico con la morfologia esistente, senza comportare sostanziali variazioni o modifiche significative. Le proposte di modifica delle

situazioni descritte sono comunque da ritenersi marginali e comunque nell'ottica di una più precisa uniformità



**Figura 15- Estratto cartografia P.A.I. con lo stato di fatto la modifica puntuale**

### **Loc. S. Ambrogio-Cascina Tezze**

Tale ambito collocato sul versante è stato cartografato come “Fq” a cui è stata assegnata una classe di Fattibilità geologica 4. Sulle aree in questione insiste da anni la coltivazione di vigneti ed il proprietario del fondo in questione mediante apposita osservazione ha richiesto l'approfondimento delle condizioni geologiche e di rischio al fine di valutare eventuali variazioni della classe di fattibilità ed una più precisa ripermimetrazione del dissesto. A tal proposito è stato effettuato uno studio di





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

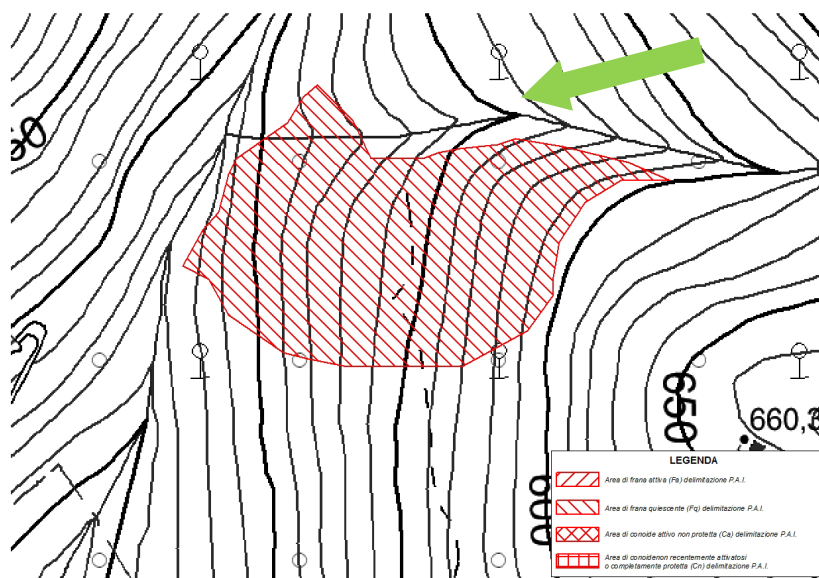
Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

dettaglio secondo i criteri regionali di cui all DGR IX/2616. Gli esiti dello studio sono riportati in allegato alla presente relazione.

### **Loc. Valle Corna**

Il perimetro della frana “Fq” è stato reso coerente ed uniformato alla cartografia ufficiale: in particolare il fianco destro del dissesto è stato fatto coincidere con l’impluvio.







**Studio Associato Hattusas**

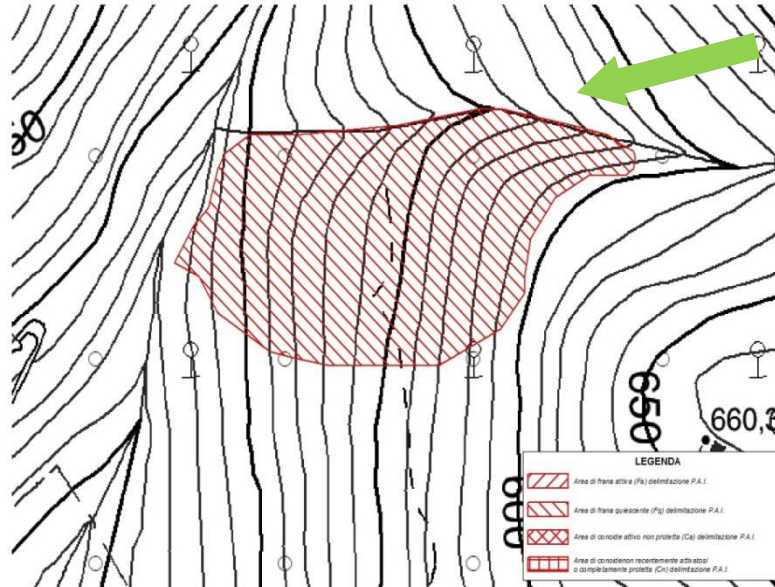
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 16- Estratto cartografia P.A.I. con lo stato di fatto la modifica puntuale**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## 14 IL RISCHIO RADON

Il gas radon, classificato come sostanza cancerogena, è causa in Lombardia di circa il 15% di tumori al polmone secondo i dati dell'Istituto Superiore della Sanità.

I radionuclidi delle famiglie radioattive naturali sono presenti nella crosta terrestre in tutte le rocce e nel suolo, in concentrazioni che dipendono dal tipo di formazione geologica, generalmente comprese fra 0,5 e 5 mg/kg. L'uranio, che genera il radio che a sua volta genera il radon attraverso il decadimento radioattivo, ha la tendenza a concentrarsi in alcuni tipi di roccia di origine vulcanica, e si trova spesso in

LITOLOGIE DEL COMPLESSO DELL'OGGIO (dati parziali – vedi note illustrative Carta Geologica della Provincia di Bergamo)	FREQUENZA SU: 500	%
<u>Granitoidi</u>	1	0,2
<u>Granodioniti</u>	3	0,6
Intrusive basiche	2	0,4
Gneiss e Micascisti	6	1,2
<u>Metamorfiti acide in genere</u>	3	0,6
<u>Metamorfiti basiche in genere</u>	2	0,4
Quarziti	9	1,8
Porfidi	2	0,4

concentrazioni elevate anche nelle rocce fosfatiche e sedimentarie.

Non tutto il radon generato dal decadimento del radio nella roccia viene rilasciato nell'ambiente ma più i grani che costituiscono la roccia sono fini, maggiore è la possibilità di rilascio. Il radon, una volta uscito dalla roccia, può essere trasportato dai fluidi contenuti nel sottosuolo anche a grande distanza dall'origine.

Quando fuoriesce dal terreno, dai materiali da costruzione e anche dall'acqua, nell'atmosfera

tende a disperdersi rapidamente, mentre tende ad accumularsi negli ambienti chiusi, raggiungendo concentrazioni pericolose per la salute, se i ricambi di aria non sono adeguati.



### Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

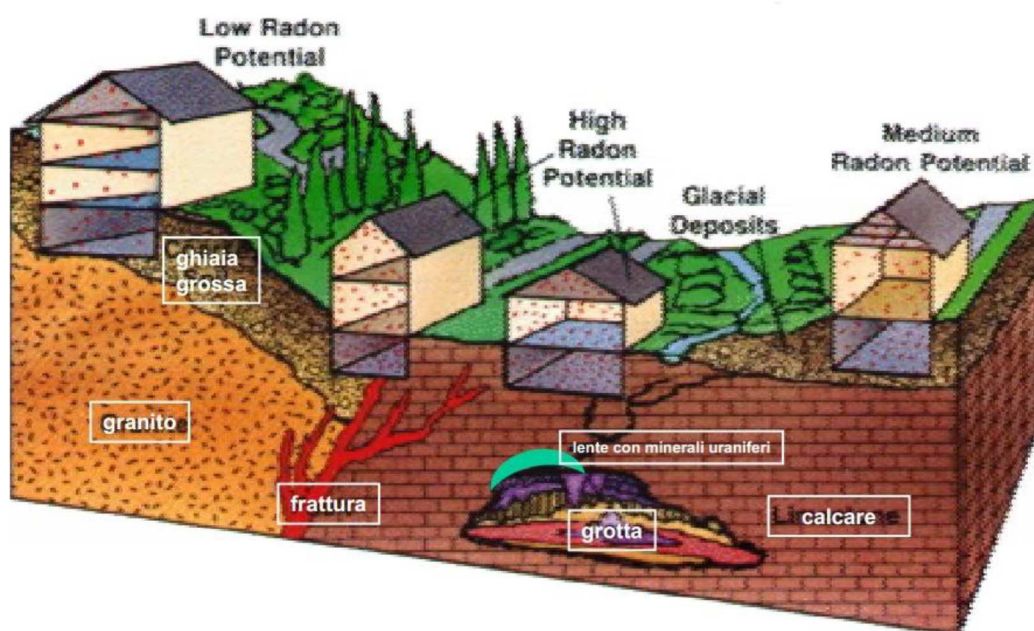
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Il radon si diffonde all'interno degli ambienti chiusi a causa della differenza di pressione fra gli edifici e il suolo: l'aria calda che sale nella casa provoca negli scantinati e nei piani inferiori una lieve depressione dando così luogo a un'aspirazione dal suolo, il cosiddetto effetto "camino". Oltre all'effetto camino, anche il vento o l'uso di dispositivi quali stufe, camini contribuiscono alla depressurizzazione dei locali e quindi all'ingresso del radon negli edifici.

Il radon può penetrare nelle abitazioni attraverso fessure e giunti di muri e pavimenti, canalizzazioni degli impianti idraulici, elettrici e di scarico.



fonte: prof. Giovanni Zannoni, Univ. di Ferrara

A fini preventivi risulta quindi opportuno, o in taluni casi necessario, verificare la penetrazione e l'accumulo del gas Radon nelle abitazioni civili e nelle strutture pubbliche.

E' risaputo che la presenza del gas radon è collegata a determinate formazioni geologiche quali i graniti, il porfido, la fillade quarzifera, i tufi, ecc. che contengono



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

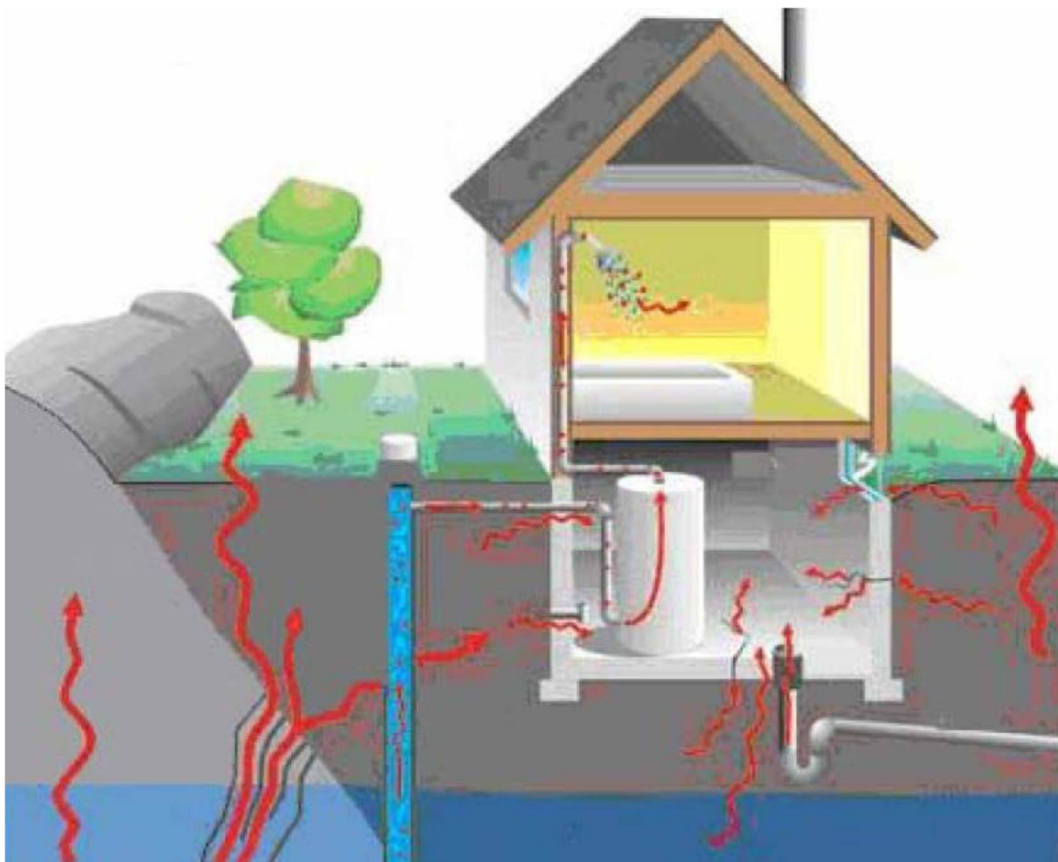
*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

maggiori concentrazioni di uranio o radio. Sebbene sia lecito immaginare che le concentrazioni di Radon siano maggiori nei materiali di origine vulcanica spesso si riscontrano elevati tenori di radionuclidi anche nelle rocce sedimentarie come marmi, marne, flysch etc. Perciò informazioni sulla geologia di una zona possono dare delle indicazioni molto utili a riguardo. Normalmente queste conformazioni sono abbastanza estese e permettono di individuare delle zone a rischio. In alcuni casi però questi minerali possono affiorare in spazi molto ristretti e causare solo in questi punti concentrazioni elevate. Attraverso larghe crepe e fenditure nel terreno le correnti d'aria possono trasportare elevate concentrazioni di radon in superficie. Il valore di radon in una casa non dipende solo dalla concentrazione di uranio/radio presenti nel terreno ma anche, in modo decisivo, da altri fattori contingenti del sito quali la permeabilità del terreno, il modo in cui è costruita la casa ecc.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In generale, considerando il substrato geologico, gli elementi che influenzano la concentrazione di radon nel sottosuolo e il suo rilascio all'interfaccia suolo/fondazione possono essere così riassunti:

- natura delle rocce
- composizione mineralogica
- concentrazione degli elementi precursori (U, Ra, ...)
- posizione dell'atomo  $^{226}\text{Ra}$  rispetto al margine del granulometria
- porosità e permeabilità
- contenuto d'acqua
- presenza di fratturazione e faglie
- presenza di cavità e carsismo.

Provenendo dal sottosuolo, il radon entra poi negli edifici:

- dalle fratture delle fondamenta degli edifici
- dalle giunture e connessioni delle costruzioni
- dalle crepe dei muri
- dalle sconessioni o fratture nelle superfici di calpestio
- da rotture e infiltrazioni nelle tubature di approvvigionamento dell'acqua
- dalle cavità sotto le fondazioni
- tramite le connessioni delle reti fognarie
- tramite ogni forma di continuità dell'ambiente esterno sotterraneo con quello interno
- dai materiali da costruzione.
- Il Rischio Radon è dunque in definitiva un Rischio eminentemente Geologico e le aree di rischio, per fini di pianificazione urbanistico-territoriale, dovrebbero essere perimetrate non tanto o non solo su valutazioni indoor, ma anche su indicatori geologici e possibilmente corredate da misure di Radon nel suolo.



**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Pietra Ornamentale	Tipo	Provincia d'origine	Radon-226 in Bq/Kg
MONTE BIANCO	Gneiss	AO	166
PIETRA DI LUSERNA	Gneiss	CN	125
BEOLA GHIANDONATA	Beola	NO	68
BEOLA VERDE	Beola	NO	34
BEOLA GRIGIA	Beola	NO	101
BEOLA BIANCA	Beola	NO	48
ROSA BAVENO	Granito	NO	50
SERIZZO FORMAZZA	Serizzo	NO	35
SERIZZO ANTIGORIO	Serizzo	NO	24
BIANCO MONTORFANO	Granito	NO	72
SERIZZO SEMPIONE	Serizzo	NO	29
ROSA BAVENO	Granito	NO	65
SIENTE DELLA BALMA	Sienite	VC	375
SIENTE GRIGIA A GRANA FINE	Sienite	VC	364
GRANITO ROSATO S. PAOLO CERVO	Sienite	VC	239
GRANITO BIANCO DI CAMPIGLIO	Sienite	VC	269
ROSA CERVO	Granito	VC	348
ARDESIA	Ardesia	GE	46
PORTORO	Marmo	SP	4.02
SERIZZO VALMASINO	Serizzo	SO	42
SERIZZO GHIANDONE	Serizzo	SO	31
TONALITE	Gneiss	SO	30
PORFIDO DI ALBIANO	Porfido	TN	51
CEPPO DI POLTRAGNO	Ceppo	BG	63
GRANODIORITE	Gneiss	BS	30
MULTICOLOR	Granito	BS	29
PORFIDO	Porfido	BS	39
NUVOLERA	Marmo	BS	2
BOTTICINO	Marmo	BS	13

Tuttavia, come dimostrano anche recenti studi ed esperienze della Regione Piemonte, le cui considerazioni generali possono essere utili ed estese anche al nostro caso, la grande variabilità geologica e geomorfologica dei nostri territori “può a priori suggerire che l'ipotesi di una non uniforme distribuzione territoriale dei livelli di radon sia molto credibile. Le diverse formazioni rocciose presenti, con litologie assai differenziate, e le notevoli varietà che si incontrano tra strutture abitative poste in diverse zone del territorio (...), sono tutti fattori che rendono assai probabile una distribuzione non uniforme delle concentrazioni di radon”. Sono comunque note da tempo, grazie alla precoce e lungimirante attenzione al tema prestata da ARPA regionale e dalla ASL locale, che alcune aree del territorio





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

bergamasco presentano più di altre concentrazioni anomale di radon e radioattività naturale, e ciò sulla base delle sole indagini eseguite, in numero contenuto rispetto alle necessità. Infatti, lo stato delle attuali conoscenze “non consente di derivare “mappe del rischio” a partire dalla conoscenza delle caratteristiche litologiche e geologiche del territorio a prescindere da una base dati sperimentale di misure di concentrazione radon negli edifici”. Pur con tutte le attenzioni e le consapevoli limitazioni del solo approccio geologico, condividendo comunque quanto bene espresso dalla Regione Piemonte, “la necessità di possedere una mappa radon del territorio resta comunque uno strumento necessario per attuare le corrette politiche di prevenzione e rendere più mirati ed efficaci gli interventi”, anche mediante misure e studi delle concentrazioni di radon nel suolo, per le quali esistono consolidate esperienze, necessariamente associate e confrontate con i risultati delle misure indoor, auspicabilmente estese al maggior numero possibile di abitazioni ed edifici, grazie alla sensibilizzazione degli enti pubblici territoriali.

Nel caso in esame, il quadro geologico di riferimento è rappresentato dalla estesa presenza di depositi di origine fluvio-glaciale, di conoide e di versate che si appoggiano e parzialmente ricoprono il substrato geologico in buona parte rappresentato da formazioni giurassiche e cretache, tra le quali dominano le litologie marnose calcaree.

I depositi di versante sono costituiti da diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, matrice sabbiosa o limosa, supporto di matrice o clastico, in depositi massivi o grossolanamente clinostatificati; talora sono costituiti semplicemente da suoli rimaneggiati. Localmente sono rimaneggiati dalle acque meteoriche. I clasti sono essenzialmente carbonatici o terrigeni, a seconda dei versanti di alimentazione.

I depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi eterometrici da spigolosi ad arrotondati, matrice sabbiosa, supporto in prevalenza clastico; è presente una grossolana stratificazione, talvolta obliqua, con gradazione normale.





**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

In seguito ad analisi dei dati misurati il comune di Cenate Sopra è stato definito a rischio basso.

COMUNE	MEDIA GEOMETRICA (Bq/m <sup>3</sup> )	ANNO CAMPAGNA REGIONALE	NUMERO PUNTI DI MISURA	MEDIA (Bq/m <sup>3</sup> )	DEVIAZIONE STANDARD (Bq/m <sup>3</sup> )	MEDIANA (Bq/m <sup>3</sup> )
CAZZANO SANT'ANDREA	274	2003	2	285	112	285
CENATE SOPRA	125	2003	2	144	99	144
CENATE SOTTO	50	2003	4	59	40	49
CENE	117	2003	2	117	20	117

Codice Maglia	Riferimento CTR	Comune	valore misurato (Bq/m <sup>3</sup> )	valore misurato (Bq/m <sup>3</sup> )	media annua singolo punto
C5d2A	C5d2	CENATE SOPRA	89,16	57,81	73,49
C5d2A	C5d2	CENATE SOPRA	165,28	262,10	213,69

COMUNE	ANNO CAMPAGNA REGIONALE	NUMERO PUNTI DI MISURA	MEDIA (Bq/m <sup>3</sup> )	DEVIAZIONE STANDARD (Bq/m <sup>3</sup> )	MEDIANA (Bq/m <sup>3</sup> )	MEDIA GEOMETRICA (Bq/m <sup>3</sup> )
CENATE SOPRA	2003	2	144	99	144	125

*E' dunque ormai acquisita, dalle normative, dalle buone pratiche e dalla consapevolezza del rischio per la salute che può rappresentare una elevata concentrazione di gas radon, l'importanza di opportuni controlli, non solo nei locali pubblici, ma anche nelle residenze private, della presenza di gas radon, facendo riferimento in particolare alle normative vigenti in materia e alle note ed approfondimenti tecnici specifici, di cui al seguente elenco, solo esemplificativo:*

- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, “Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti ...” L13 17 gennaio 2014



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

- 
- Raccomandazione del Sottocomitato Scientifico del progetto CCM “Avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia”, approvata il 10 novembre 2008
  - Dlgs 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i.
  - Ministero della Salute, 2002 - “Piano Nazionale Radon”
  - Regione Lombardia, Direzione Generale Sanità, Decreto n. 12678 del 21.12.2011, “Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor”
  - raccomandazioni e circolari Regione Lombardia, ARPA Lombardia e ASL Bergamo
  - APAT, 2004 - “Linee guida per le misure di radon in ambienti residenziali”
  - Regione Veneto – ARPAV, 2000 - “Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto”
  - ARPA Piemonte - “La mappatura del radon in Piemonte”
  - Castelluccio M. ed al., Università di Roma, 2012 - “La classificazione della pericolosità radon nella pianificazione territoriale finalizzata alla gestione del rischio”
  - Moroni M. - Georex sas - “Determinazione del rischio radon geologico: dalla scala regionale a quella di cantiere”

In breve, in conclusione, si ricorda che operativamente la misurazione della concentrazione del gas radon in un luogo di lavoro e/o in un'abitazione dovrebbe essere valutata su due semestri consecutivi, in modo da avere un valore rappresentativo che tenga conto della forte fluttuabilità del radon (parametri atmosferici, variabilità stagionale, condizioni del suolo, clima, ecc.), ma possono essere eseguite anche misure più brevi, almeno 3 mesi, purché siano riconducibili a ben definiti periodi temporali ed eventualmente i valori ottenuti possano essere ricondotti ad una stima annua. Le misure di breve durata (fino a una-due settimane)



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

dovrebbero essere eseguite possibilmente nelle condizioni più critiche (p.es. nei mesi invernali, nei locali ai piani più bassi, con il sistema di riscaldamento in funzione, mettendo in depressione la stanza, ...), favorevoli all'ingresso del radon, sia relativamente alle caratteristiche dell'edificio e alla disposizione degli ambienti più a “rischio”, sia relativamente alle condizioni climatiche, per cui debbono essere preferite le stagioni fredde (dall'autunno alla primavera), in cui le abitazioni sono meno arieggiate e il riscaldamento è acceso (v. APAT, “Linee guida ...”).

In particolare, si fa riferimento alla sopra citata Direttiva dell'Unione Europea, nella quale, oltre a determinare in 300 Bq/mq la concentrazione massima ammissibile in ambienti chiusi, nell'elenco degli “elementi da considerare nell'elaborazione del piano d'azione nazionale per affrontare i rischi di lungo termine derivanti dall'esposizione al radon ...” (Allegato XVIII), al punto 1 si raccomandano gli stati membri di adottare “strategie per l'esecuzione di indagini sulle concentrazioni di radon in ambienti chiusi o concentrazioni di gas nel suolo al fine di stimare la distribuzione delle concentrazioni di radon in ambienti chiusi, per la gestione dei dati di misurazione e per la determinazione di altri parametri pertinenti ...”.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **15 LA CARTA DEI VINCOLI**

La fase di sintesi/valutazione è stata definita inizialmente tramite la carta dei vincoli, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico, e la successiva carta di sintesi, che propone una zonizzazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica. La carta dei vincoli è stata redatta su tutto il territorio comunale e vi sono state rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

### ***15.1 Vincoli da pianificazione di bacino e da quadro dei dissesti***

Si rappresentano i vincoli derivanti dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, per il quale valgono prioritariamente le normative di cui alle relative Norme di Attuazione (NdA), che si richiamano esplicitamente. Per quanto riguarda in particolare il Quadro del dissesto regionale, le analisi di terreno e la verifica della documentazione cartografica esistente (consistente sostanzialmente nelle tavole di PTCP, nella Cartografia Geoambientale, nelle cartografie prodotte dalla ex Comunità Montana della Valle Cavallina, dal precedente studio geologico e da nuove verifiche e valutazioni sul campo), hanno portato ad una parziale revisione ed aggiornamento di alcune situazioni segnalate. Tale aggiornamento ha naturalmente una importante ricaduta, combinando le tipologie dei dissesti con le classi di fattibilità all'interno degli schemi proposti nella d.g.r. 2616/2011, sulla Carta di fattibilità finale.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **15.2 Vincoli di polizia idraulica**

Ai sensi della originaria d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni, fino alla recente d.g.r. n. 883/2013, sono riportate le fasce di rispetto individuate nello studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, così come definite dalla legge 5 gennaio 1994, n. 36, e relativo regolamento, e sono evidenziati i vincoli disposti dall'art. 96, lettera f), del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523.

A proposito del reticolo idrico minore, si segnala che ai sensi della normativa vigente in materia, lo studio finalizzato all'individuazione di tale reticolo deve essere preventivamente sottoposto alla Sede Territoriale Regionale competente per l'espressione di parere vincolante e che, fino all'espressione del parere sopra menzionato e al recepimento dello studio mediante variante urbanistica, sulle acque pubbliche, così come definite dalla legge 5 gennaio 1994, n. 36, e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, e in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri.

Il Comune di Cenate Sopra ha prodotto lo studio per la determinazione del reticolo idrico minore ai sensi della citata d.g.r. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 aggiornato al 2003. In sede di definizione della cartografia dei Vincoli sono emerse alcune difformità tra il reticolo approvato e la reale situazione dello stato di fatto rapportata alla cartografia ufficiale. Per tale ragione l'Amministrazione comunale ha incaricato gli scriventi di produrre un aggiornamento del Reticolo Idrico Minore rettificando le difformità e adeguando lo stesso alla D.G.R. n° X/2591 del 31 ottobre 2014.

*Si sottolinea che per quanto riguarda la definizione del reticolo idrico e delle relative fasce di rispetto vale prioritariamente lo studio verificato e validato dallo Ster territoriale, al quale direttamente si rimanda per qualsiasi applicazione delle*



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

*normative di polizia idraulica e che prevale su quanto riportato nella presente carta dei vincoli.*

Nella cartografia dei Vincoli viene dunque riportato il reticolo minore, così come definito in seguito alle ricognizioni su terreno, nella versione aggiornata secondo la normativa vigente.

### ***15.3 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile***

Sono state riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del d.lgs. 258/2000, art. 5, comma 4. Si ricorda che le aree di rispetto individuate con i criteri idrogeologico e temporale ai sensi della d.g.r. n. 6/15137 del 27 giugno 1996 diventano efficaci solo a seguito del rilascio del relativo atto autorizzativo da parte dell'Autorità competente; per il comune di Cenate Sopra i relativi vincoli sono stati applicati sull'ambito individuato con criterio geometrico.

Le norme relative alle captazioni ad uso idropotabile, alle aree di rispetto e di tutela assoluta devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla Circolare 38/SAN/83 della Regione Lombardia e dalla d.g.r. n. 6/15137 del 27.6.1996, dal D.P.R. del 24/05/1988 n.236 e dal D.Lgs. 152/2006, nonché della d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003 e del **r.r. n. 2 del 24 marzo 2006**.

In particolare si richiamano di seguito alcune indicazioni relative alle opere di captazione per approvvigionamento idropotabile contenute nella citata delibera regionale ( n. 7/12693 del 10 aprile 2003).

**Nella zona di rispetto sono vietati** l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

- g) apertura di pozzi a eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e alla protezione delle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa idrica;
- h) gestioni di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;

Eventuali nuovi tratti di fognatura da collocare nell' area di rispetto devono:

- costituire un sistema a tenuta bidirezionale, e recapitare esternamente all' area
- ai fini della tenuta tali tratti potranno essere realizzati con tubazioni a cunicolo interrato dotato di pareti impermeabilizzate, corredato di pozzetti rompitratta opportunamente ispezionabili.

Nella zona di rispetto di un acquifero non protetto:

- non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo liquami, e impianti di depurazione.
- È in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti e la realizzazione di vasche di laminazione.
- Per tutte le nuove fognature (principali, secondarie) è richiesta la verifica di collaudo.

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

I comuni al fine di proteggere le risorse idriche captate, attraverso gli strumenti di pianificazione urbanistica favoriscono la destinazione delle aree di rispetto a verde pubblico.

Nelle zone di rispetto:



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

- 
- per la progettazione e realizzazione di edifici non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda.
  - I volumi interrati delle nuove abitazioni dovranno avere una distanza di 5 metri dalla superficie freatica

In tali zone non è inoltre consentito:

- realizzazione di depositi di materiali pericolosi
- insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose
- utilizzo di diserbanti e pesticidi in parchi e giardini.

**Pratiche agricole:**

Nelle zone di rispetto sono consigliate coltivazioni biologiche, nonché bosco o prato stabile. E' vietato:

- a) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche.

La **zona di tutela assoluta di 10 metri:** deve essere delimitata secondo le indicazioni delle regioni per assicurare la protezione del patrimonio idrico.

Esse devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione ed ad infrastrutture di servizio.

**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

I pozzi e le sorgenti comunali censiti sono riassunti nella seguente tabella, le adduzioni idropotabili effettivamente adibite a consumo umano sono la Sorgente S. Ambrogio e il Pozzo “Prati Molini”.

<b>NOME</b>	<b>QUOTA (m s.l.m.)</b>	<b>PORTATA (l/s)</b>
Sorgente Cop	490	1,00
Torrente Modrone	600	0,40
Corne di Misma	745	0,00
Pozzo AQUALIS (pozzo)	300	5,00

(Dati da SITer Provincia di Bergamo, aggiornati al 4 agosto 2014)

**Sorgente Cop**

<b>id pratica</b> BG03203632012 <b>Codice faldone</b> 162/10 <b>n. captazione</b> 7			
<b>Descrizione</b> Sorgente <b>Nome pratica</b>			
<b>Comune</b> CENATE SOPRA <b>Località</b> Foglio 5 <b>Mappale</b> 1699b			
<b>Tipo pratica</b> Subentro <b>Stato pratica</b> Attiva			
<b>Data domanda</b> 18/10/2010 <b>Inizio concessione</b> 19/8/1999 <b>Fine concessione</b> 18/8/2029			
<b>Usi</b>			
<b>Portata media (l/s)</b>	<b>Potenza media (kW)</b>	<b>Uso</b>	
1	0	Potabile	
<b>Titolari</b>			
<b>Concessionario</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Comune</b>	<b>Prov.</b>
COMUNE DI CENATE SOPRA	CORSO EUROPA 3	CENATE SOPRA	BG
<b>Denominazione sorgente</b>			
<b>Idrico derivato</b> S. AMBROGIO			





## Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### Torrente Modrone

<b>id pratica</b> BG011651985 <b>Codice faldone</b> 2034 <b>n. captazione</b> 1			
<b>Descrizione</b> Sorgente <b>Nome pratica</b>			
<b>Comune</b> CENATE SOPRA <b>Località</b> CASA D'ALTO <b>Foglio Mappale</b>			
<b>Tipo pratica</b> Nuova <b>Stato pratica</b> In istruttoria			
<b>Data domanda</b> 18/9/1985 <b>Inizio concessione</b> // <b>Fine concessione</b> //			
<b>Usi</b>			
<b>Portata media (l/s)</b>	<b>Potenza media (kW)</b>	<b>Uso</b>	
0,4	0	Igienico	
<b>Titolari</b>			
<b>Concessionario</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Comune</b>	<b>Prov.</b>
POZZONI MARIA		TRESCORE BALNEARIO	BG
<b>Denominazione sorgente</b> TORRENTE MODRONE			

### Corne di Misma

<b>id pratica</b> BG011641986 <b>Codice faldone</b> 2035 <b>n. captazione</b> 1			
<b>Descrizione</b> Sorgente <b>Nome pratica</b>			
<b>Comune</b> CENATE SOPRA <b>Località</b> Foglio Mappale 553			
<b>Tipo pratica</b> Nuova <b>Stato pratica</b> Chiusa			
<b>Data domanda</b> 22/4/1986 <b>Inizio concessione</b> // <b>Fine concessione</b> //			
<b>Usi</b>			
<b>Portata media (l/s)</b>	<b>Potenza media (kW)</b>	<b>Uso</b>	
0	0	Potabile	
<b>Titolari</b>			
<b>Concessionario</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Comune</b>	<b>Prov.</b>
COMUNE DI CENATE SOPRA	CORSO EUROPA 3	CENATE SOPRA	BG
<b>Denominazione sorgente</b> CORNE DI MISMA			

**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

**Pozzo Aqualis s.p.a. (1)**

<b>id pratica</b> BG0138922000 <b>Codice faldone</b> 5177 <b>n. captazione</b> 1			
<b>Descrizione</b> Pozzo <b>Nome pratica</b>			
<b>Comune</b> CENATE SOPRA <b>Località Foglio</b> 9 <b>Mappale</b> 2464			
<b>Tipo pratica</b> Nuova <b>Stato pratica</b> Attiva			
<b>Data domanda</b> 28/7/2000 <b>Inizio concessione</b> 10/8/1999 <b>Fine concessione</b> 9/8/2029			
<b>Usi</b>			
<b>Portata media (l/s)</b>	<b>Potenza media (kW)</b>	<b>Uso</b>	
5	0	Potabile	
<b>Titolari</b>			
<b>Concessionario</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Comune</b>	<b>Prov.</b>
AQUALIS S.P.A.	VIA MALPAGA 22	GHISALBA	BG
<b>Note prelievo</b>			

È infine da segnalare la presenza di un pozzo (297 m s.l.m. circa) adibito ad uso idropotabile posto nel territorio comunale di Cenate Sotto, appena 20 metri circa a Sud del confine comunale con Cenate Sopra e quindi oltre il Torrente Tadone.

**Pozzo Aqualis s.p.a. (2)**

<b>id pratica</b> BG0138932000 <b>Codice faldone</b> 5176 <b>n. captazione</b> 1			
<b>Descrizione</b> Pozzo <b>Nome pratica</b>			
<b>Comune</b> CENATE SOTTO <b>Località Foglio</b> 6 <b>Mappale</b> 2321			
<b>Tipo pratica</b> Nuova <b>Stato pratica</b> Attiva			
<b>Data domanda</b> 28/7/2000 <b>Inizio concessione</b> 10/8/1999 <b>Fine concessione</b> 9/8/2029			
<b>Usi</b>			
<b>Portata media (l/s)</b>	<b>Potenza media (kW)</b>	<b>Uso</b>	
1,5	0	Potabile	
<b>Titolari</b>			
<b>Concessionario</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Comune</b>	<b>Prov.</b>
AQUALIS S.P.A.	VIA MALPAGA 22	GHISALBA	BG
<b>Note prelievo</b>			



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 17- Pozzo idropotabile “Prati Molini: area di tutela assoluta e presa**

Nel dettaglio la cartografia dei Vincoli sono state riportate le fasce di rispetto e tutela assoluta rispettivamente delle Fonti S. Ambrogio e del Pozzo Acqualis denominato “Prati Molini”, che ad oggi in base alle informazioni fornite dall’ente gestore Uniacque, risultano essere le fonti di approvvigionamento idrico effettivamente captate e destinate alla rete di distribuzione pubblica sul territorio di Cenate Sopra.

Per quanto riguarda le Fonti S. Ambrogio, sono state oggetto di richiesta di derivazione e concessione preferenziale nel 2002 da parte dell’ente “Val Cavallina Servizi”, a corredo della domanda è stato predisposto uno studio geologico, idrochimico e ambientale<sup>1</sup> al fine di caratterizzare la fonte idrica: Nell’elaborato è stata anche indicata la fascia di rispetto con criterio geometrico ( $r=200$  m.).

---

<sup>1</sup> Plebani F., Pedrali C. “Domanda di concessione preferenziale per la derivazione di acque ad uso idropotabile dalla Sorgente S. Ambrogio in Comune di Cenate Sopra (BG)”, Bergamo 2002, Val Cavallina Servizi S.r.l.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

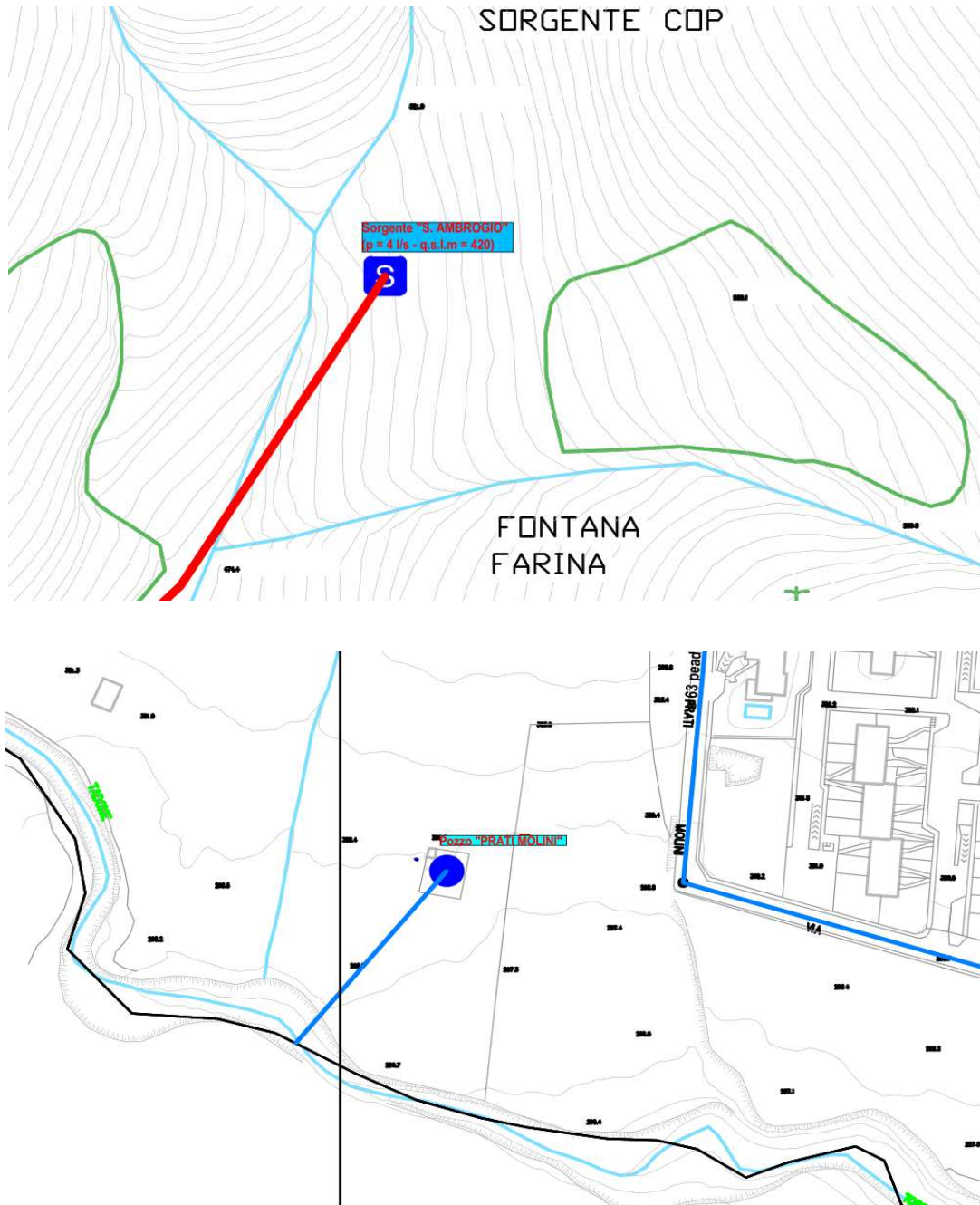
Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Da un raffronto cartografico l'ubicazione delle prese della sorgente S. Ambrogio risulta in difformità con quanto riportato nella tavola di Uniacque, pertanto si è proceduto ad una verifica sui luoghi e mediante rilievo GPS al posizionamento esatto delle prese con la definizione della relativa fascia di rispetto con criterio geometrico.

Una serie di ulteriori sorgenti in parte ancora attive e in parte dismesse o non più utilizzate, comunque non immesse nella rete di distribuzione, sono riportate solo con la relativa ubicazione unitamente ai serbatoi di raccolta, nella Carta Geomorfologica.



**Figura 18- Individuazione captazioni ad uso idropotabile (Sorgente S. Ambrogio e Pozzo Prati Molini)<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Estratti da “Rete acquedotto in gestione Uniacque S.p.a.” Planimetria generale 18/05/2015





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **16 DEGUAMENTO AI SENSI DELLA D.G.R. 2616/2011 RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE SISMICA**

Lo studio per zonazione sismica del territorio comunale, così come indicato nell'Allegato 5 della d.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente. Le procedure da seguire ed i livelli di approfondimento da adottare sono riportati, in funzione della Zona sismica di appartenenza e della fase progettuale, nella seguente tabella.

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

PSL = Pericolosità Sismica Locale

I primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza,) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

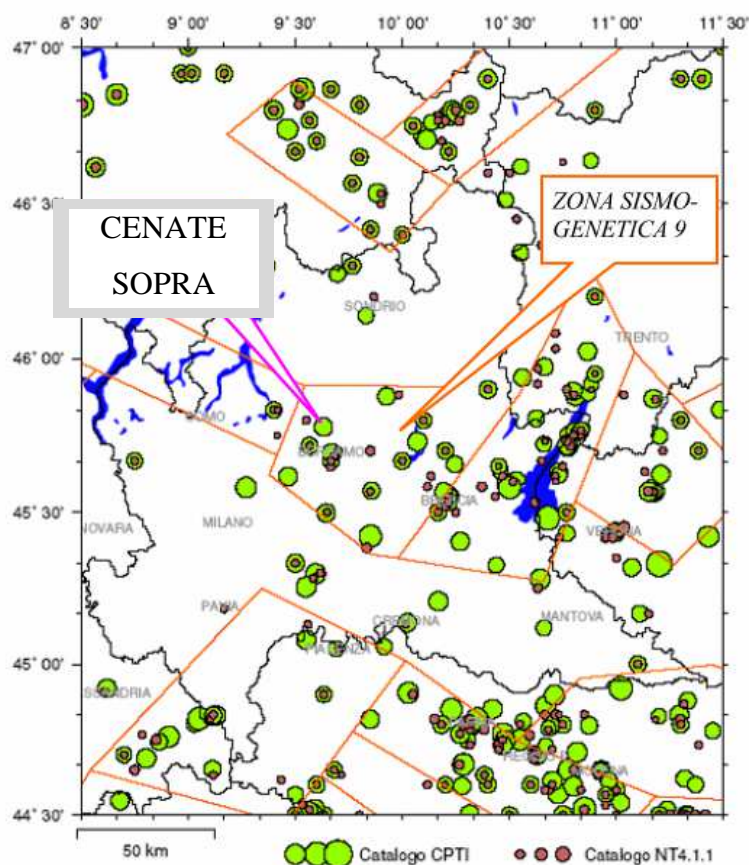
Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse. Il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.



**Figura 19-Estratto catalogo Sismicità Lombardia**

In base alla Classe Sismica del territorio comunale vengono attribuiti valori dell'accelerazione sismica attesa, secondo quanto riportato nella seguente tabella:



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Le risultanze dello studio sismico del territorio comunale sono riassunte nella “Carta della pericolosità sismica locale”.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **16.1 Scenari di amplificazione sismica**

### **16.1.1 Applicazione del 1° livello**

Il 1° livello si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico-geomorfologico del territorio comunale. La raccolta sistematica di osservazione sui diversi effetti prodotti dai terremoti in funzione di parametri geologici, topografici e geotecnici, ha permesso di definire un numero limitato di situazioni tipo (scenari di pericolosità sismica locale) in grado di determinare gli effetti sismici locali. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area (quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte, e che sono state oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.). Il 1° livello è obbligatorio per tutti i comuni ed è esteso a tutto il territorio comunale. Nel caso specifico, oltre alle conoscenze del territorio e alla mole di dati geotecnici e stratigrafici disponibili opportunamente elaborati, rispetto alla prima versione della carta, sono stati richiamati diversi dati derivati da indagini dirette effettuate a corredo di progetti ed interventi edilizi oltre all'attività di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc. dello studio geologico a supporto del PRG) e nella redazione di un'apposita cartografia (a scala 1:5.000), rappresentata dalla Carta della pericolosità sismica locale, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, in grado di determinare gli effetti di amplificazione sismica locale. Gli scenari



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

di pericolosità sismica locale proposti dalla normativa vigente, ed i relativi effetti, sono illustrati nella tabella sottostante:

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

Dal punto di vista degli scenari di pericolosità sismica locale, per il territorio comunale di Cenate Sopra, sono stati considerati gli scenari riportati nella tabella seguente, in grado di rappresentare tutte le possibili condizioni potenzialmente in grado di determinare fenomeni di amplificazione, riconosciute sul territorio:



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Sigla	Scenario pericolosità sismica locale	Effetti	Ambiti di applicazione
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	Amplificazioni topografiche	Culminazioni di cresta nella parte più elevata del territorio
Z4a	zone di fondovalle/pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	Area di fondovalle, in fregio al lago, con presenza di sedimenti alluvionali prevalentemente granulari
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre		Area con presenza di sedimenti alluvionali/detritici da porre in relazione a conoidi alluvionali
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)		Aree con presenza di coltri moreniche lungo i versanti

Gli aggiornamenti proposti e le relative cartografie di 2° livello, seguono i riferimenti normativi della Regione Lombardia che prevede i seguenti livelli di approfondimento:

**1° livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. *Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a Pericolosità Sismica Locale – PSL).*

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

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

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

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5 – d.g.r. 2616/2011) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, come specificato al punto successivo.

Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

prevedere opportuni accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

**3° livello:** definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale, il cui utilizzo è dettagliato nell'allegato 5 della d.g.r 2616/2011.

Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Pertanto per i comuni in Zona Sismica 3, è obbligatorio il 1° Livello di approfondimento, mediante la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale, estesa a tutto il territorio comunale. Il 2° Livello è obbligatorio, in fase di pianificazione, solo per le Zone Z3 e Z4 e solo per le aree interferenti con il centro abitato e/o edificabili. Nel caso specifico di Cenate Sopra il 2° Livello è stato applicato solo alle Zone Z3 e Z4 che interessano l'urbanizzato e/o il centro abitato. La distribuzione geografica degli scenari suscettibili di amplificazioni litologiche/geometriche è evidenziata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Essa rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento, relativi esclusivamente agli scenari Z3 e Z4, suscettibili di amplificazione sismica.

### **16.1.2 Zona Z1**

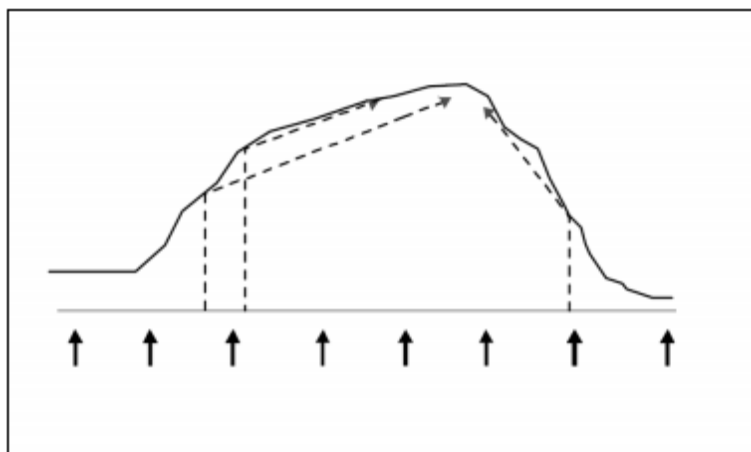
In questa ampia categoria rientrano tutte le aree in frana, attive o quiescenti, individuate secondo i criteri P.A.I. evidenziate nella cartografia di riferimento. In tali ambiti un sisma potrebbe generare o riattivare forme di instabilità dei pendii, sia direttamente, imprimendo un'accelerazione alle singole particelle del terreno, sia indirettamente, aumentando la pressione dell'acqua nei pori (pressione neutra).

La cartografia rivista conferma sostanzialmente le aree considerate franose lungo il territorio comunale, fatte salve piccole variazioni e riduzioni ( S. Ambrogio- Loc. Tezze) S. Maria del Misma.

Aree di frana attiva o quiescente (rispettivamente zona Z1a e Z1b) si trovano sul versante meridionale del monte Misma, e sulle pendici delle testate della valle S. Ambrogio, e Calchera; tra le più importanti si evidenziano la frana di crollo di Corna Rossa e le aree interessate da distacco superficiale e caduta di massi sui fianchi delle valli di S. Ambrogio.

### **16.1.3 Zona Z3**

Ci si riferisce in particolare ai cigli delle scarpate alte più di dieci metri (Z3a) e le creste rocciose (Z3b), che sono suscettibili ad amplificazioni di tipo “topografico”, cioè legate alla particolare morfologia e alle aspre irregolarità del terreno, che determinano focalizzazione delle onde sismiche, per fenomeni di riflessione e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto.



**Figura 20- Rappresentazione schematica dei possibili effetti di amplificazione topografica su creste e cucuzzoli**

Tali ambiti rispetto alla cartografia precedente rimangono sostanzialmente invariati le modifiche apportate alla cartografia precedente sono limitate: le segnalazioni riguardano solamente i crinali estesi, togliendo quelli brevi e le culminazioni e le convessità irrilevanti. Non sono prese in considerazione le scarpate dei terrazzi fluvio-glaciali, poiché in questi casi il fattore di amplificazione litologico (cfr. Z4) è maggiore di quello topografico e, poiché l'amplificazione topografica dovrebbe essere considerata a riguardo degli ammassi rocciosi (elevata velocità delle onde sismiche). Queste morfologie dunque sono indicate in carta solo se lo spessore del terreno è limitato o la roccia è subaffiorante.

Viene mantenuta la distinzione tra creste appuntite e creste arrotondate (Z3b), anche ai fini della realizzazione dell'approfondimento di II livello, in seguito ad una lettura più attenta della morfologia diverse creste appuntite sono state riproiettate come arrotondate.

Le creste compaiono soprattutto nelle zone settentrionali del territorio in corrispondenza dei vertici del Misma, mentre interessano da Nord a Sud gli spartiacche che segnano la distinzione tra le valli principali quali Valle Forner, Val Predina, Calchera e S. Ambrogio.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### 16.1.4 Zona Z4

In quest'ampia categoria rientrano quei terreni di varia origine che possono generare effetti di amplificazione di tipo "litologico" (legate alle proprietà meccaniche del materiale che costituisce il sedimento stesso) e/o geometrico (legate a forma e geometria del corpo sedimentario - lenti, eteropie, ecc). Si possono avere amplificazioni locali, fenomeni di risonanza tra l'onda sismica incidente e il moto sismico proprio del terreno e fenomeni di doppia risonanza tra il periodo fondamentale del moto sismico incidente e quello del terreno e le eventuali sovrastrutture presenti. In dettaglio per quanto riguarda la classe Z4b (zona pedemontana: falda di detrito conoide alluvionale con terreni granulari alluvionali e/o fluvioglaciali e/o coesivi) vi è una sostanziale analogia con la carta precedente, in cui vengono confermati i principali sistemi di conoidi alluvionali di Val Predina, Calchera, S. Ambrogio con una netta espansione nel centro abitato. È depennata la classe Z4a (zona di fondovalle, depositi alluvionali). È invece inserita in cartografia la classe Z4d (presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio colluviale) poiché tale tipo di terreno è molto frequente sulle pendici lungo la fascia altimetrica intermedia, in Loc. Piazza bassa, Valle del Terzo, Loc. Bassetti Val Calchera Bassa Zona Scuole, anche se nelle parti più elevate dei versanti lo spessore di queste terre diviene irrilevante andando ad elidersi lasciando spazio al cappellaccio di alterazione della roccia. Localmente vengono tuttavia raggiunti spessori metrici (Loc. Bassetti) e plurimetrici (3). Questa classe determina la maggior estensione delle aree soggette a possibile amplificazione litologica soprattutto in corrispondenza tra i limiti del centro abitato verso monte. Tale categoria inoltre si commistiona con lo scenario Z4b con situazioni di eteropia, possibili fasce di transizione che rendono i limiti delle due classi del tutto indicativi e passibili di variazioni locali, sebbene sufficientemente precisi perché ricostruiti mediante la lettura delle indagini di bibliografia.



### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### **16.1.5 Zona Z5**

Le zone Z5 sono interessate da amplificazioni locali complesse e difficilmente classificabili, legate a differenze sostanziali di proprietà meccaniche dei terreni in un punto o più precisamente lungo una fascia di contatto. Sulla “Carta degli scenari di pericolosità sismica” sono indicati con tratto lineare rosso i passaggi (contatti) tra le rocce e i terreni sciolti (alluvionali, fluvioglaciali, di versante, ecc.). Per questi casi non è necessaria una valutazione quantitativa con approfondimento d’indagine a livello superiore (studi di secondo e terzo livello), poiché questo scenario esclude la possibilità di costruire, cioè non si può fabbricare un edificio poggiandolo parte su roccia e parte su terre; tuttavia si possono adottare accorgimenti per uniformare il piano di fondazione (fondazioni profonde, riporti, ecc). Vengono inoltre evidenziate in tale scenario le diverse faglie ad andamento Est-Ovest che interessano a diverse quote il substrato roccioso che costituisce l’ossatura del Misma. Gli elementi lineari e le “zone” perimetrate sulla “Carta degli scenari di pericolosità sismica” sono riportate con retinatura trasparente anche sulle carte di fattibilità geologica, come prescritto dai Criteri regionali. La zonazione sismica non influisce sull’attribuzione delle classi di fattibilità, ma fornisce indicazioni utili sullo spettro di risposta elastica da utilizzare in fase di progettazione delle strutture, come previsto dal già citato Testo Unificato sulle Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

---

<sup>3</sup> 2011, “Relazione geologico geotecnica di supporto al progetto di realizzazione delle nuove scuole elementari”, F. Plebani, A. Gritti



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **16.2 Applicazione del secondo livello**

Il 2° livello, implementato in presenza dello scenario Z4 e Z3 (amplificazioni litologiche e topografiche), si basa su metodi quantitativi semplificati, che prevedono il confronto tra un fattore di amplificazione sismica locale (Fa) e un valore soglia calcolato per ciascun comune. Il 2° livello, per i comuni classificati in Zona Sismica 3, è obbligatorio solo per le aree edificate e/o edificabili.

La scelta delle stratigrafie (spessori delle diverse unità), dei caratteri geotecnici (granulometria) e di quelli geofisici (andamento di VS con la profondità e periodo caratteristico del sito T0), utilizzati per la valutazione sismica di secondo livello del territorio di cenate è di attendibilità media, poiché la maggior parte dei dati proviene da prove e indagini dirette, come si ricava dalla “Tabella dei livelli di Attendibilità” della procedura di analisi normativa (D.G.R. n.8/7374 del 28.05.2008, ALLEGATO 5) qui di seguito evidenziata.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	<b>Bassa</b>	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	<b>Alta</b>	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Spessori Stratigrafici	<b>Bassa</b>	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	<b>Media</b>	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	<b>Alta</b>	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici	<b>Bassa</b>	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	<b>Media</b>	Da prove indirette e relazioni empiriche
	<b>Alta</b>	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,1 E 0,5 S	VALORI SOGLIA				
	Classificazione	B	C	D	E
COMUNE					
CENATE SOPRA	3	1,5	1,9	2,3	2,0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,5 E 1,5 S	VALORI SOGLIA				
	Classificazione	B	C	D	E
COMUNE					
CENATE SOPRA	3	1,7	2,4	4,3	3,1

### 16.2.1 Amplificazioni litologiche e geometriche (Scenari Z4)

Per le procedure semplificate di questo livello è richiesta la conoscenza di alcuni parametri geofisici (andamento delle velocità delle onde di taglio (Vs) con la profondità; spessore e Vs di ogni unità geofisica) necessari alla definizione del modello geofisico del sottosuolo. La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri: litologia prevalente dei materiali presenti nel sito; - stratigrafia del sito; - andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s; - spessore e velocità di ciascun strato; - sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei - punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi. Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento. Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità; in particolare si è verificato



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

L'andamento delle Vs con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di Vs inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2. All'interno della scheda di valutazione è stata scelta, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa 1 formula), in base al valore del periodo proprio del sito T. Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

ove  $h_i$  e  $Vs_i$  sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello. Il valore di Fa determinato è stato approssimato alla prima cifra decimale ed è utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Come già ricordato l'assunzione dei dati stratigrafici è ricavata da stratigrafie già disponibili allegate alla presente relazione (Allegato 1) e ubicate nella Tavola di Pericolosità Sismica di 2° Livello.

### 16.2.2 Amplificazione topografica/morfologica (Scenari Z3)

La procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo – cigli di scarpata (Z3a e Z3b); il rilievo è stato identificato sulla base di cartografia CTR a scala 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H). Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una  $V_s$  maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni:

3. rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
  4. rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno 1/3 della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a  $10^\circ$  (cresta arrotondata).
- Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

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

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5s, in base al valore del coefficiente di forma H/L.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Il valore di Fa determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l, mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di Fa così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di Fa ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ( $V_s$  800 m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati della Regione Lombardia e 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.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di Fa con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

1. il valore di Fa è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
2. il valore di Fa è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

In relazione all'amplificazione topografica, nell'ambito comunale è stato individuato lo scenario PSL Z3a, che riguarda le zone di ciglio (scarpata con parete subverticale, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica). La procedura per questo scenario è illustrata nell'integrazione all'Allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005", scaricabile dal portale web della Regione Lombardia. Secondo l'allegato, sono da considerarsi scarpate le morfologie che soddisfano i seguenti criteri: criteri geometrici:

- H (distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale) > 10 m;
- inclinazione del fronte principale) 10°;
- l'estensione del fronte superiore (distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica) deve essere paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m e, se inclinato, deve rispondere ai seguenti requisiti:
- scarpate in pendenza (pendenza concordante con quella del fronte principale)
- inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore deve essere  $\leq 1/5\alpha$
- scarpate in contropendenza (pendenza opposta a quella del fronte principale): il dislivello altimetrico minimo (h) deve essere  $\leq 1/3H$



**Studio Associato Hattusas**

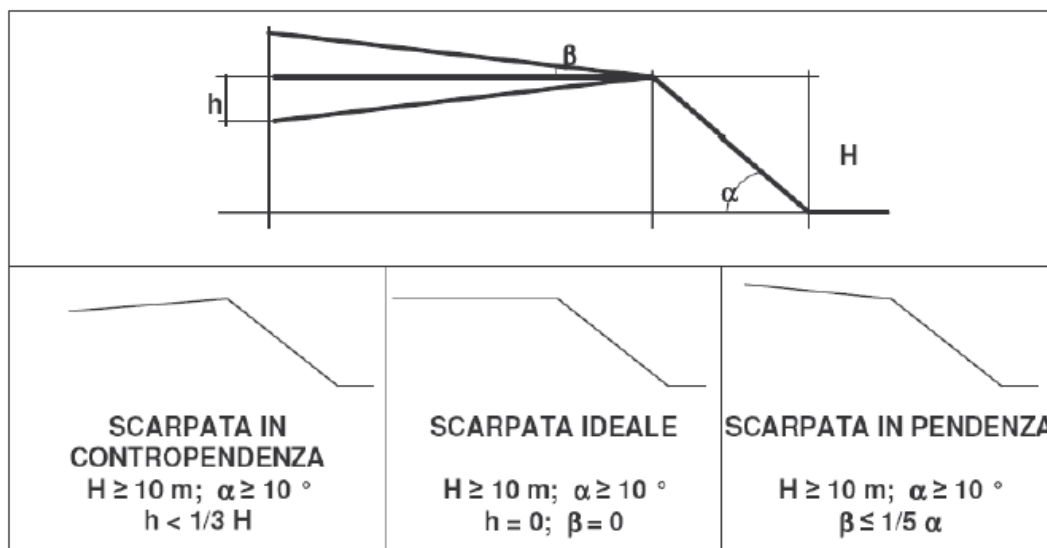
Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Criteri litologici: attualmente il campo di validità della procedura è limitato a terreni di classe A (bedrock), identificati, secondo la definizione dell'O.P.C.M. n. 3274/03, sulla base dell'impronta sismica ( $V_s$  800 m/s). Un'ulteriore limitazione della procedura deriva dal fatto che il suo campo di validità è limitato al periodo (T) 0,1 – 0,5 s, perché i risultati per l'intervallo 0,5 – 1,5 s appaiono eccessivamente influenzati dalla variabilità del moto di input e quindi non sufficientemente adatti a rappresentare in modo univoco la risposta sismica al sito. Nel territorio comunale gli elementi rispondenti, in prima approssimazione, ai criteri geometrici sono rappresentati oltre alle creste dei rilievi non direttamente interessate da pressione antropica, particolare attenzione è stata dedicata a località S. Maria, che rappresenta uno scenario tipico di cucuzzolo.

La procedura comporta il confronto tra i valori di H ottenuti per le varie tipologie di scarpata con una tabella che riporta, per classi altimetriche e di inclinazione, il valore  $F_a$  di sito e l'estensione della relativa area di influenza ( $A_i$ ), che indica l'ampiezza del settore in prossimità del ciglio di scarpata in cui si risente maggiormente dei fenomeni di amplificazione sismica, secondo la tabella sotto indicata.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di Fa	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	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

**16.2.3 Ambito urbanizzato centro storico**

La zona in esame è caratterizzata dalla presenza di terreni limoso-argillosi, che con la profondità tendono a divenire ghiaiosi e a migliorare progressivamente le proprietà geotecniche. Tale terreno poggia sul cappellaccio di alterazione del sottostante substrato resistente. Questo deposito superficiale è stato interpretato come materiale di origine colluviale (accumuli di materiali dilavati dai versanti) che hanno portato alla formazione del substrato attuale.

Sulla base di questi dati la stratigrafia dell'area in oggetto è verosimilmente data dalle seguenti tre unità litotecniche:

- *Strato 1*: deposito superficiale non consolidato avente uno spessore di circa 2 m
- *Strato 2*: deposito consolidato avente uno spessore di circa 5 m
- *Strato 3*: Cappellaccio di alterazione





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Le Vs ottenute dall'indagine sismica effettuata hanno dato i seguenti risultati:

	Spessore (m)	Vs (m/s)
Strato 1	2	210-250
Strato 2	5	500-600
Strato 3	2	600-800

Sulla base della stratigrafia del territorio e dei valori di Vs ottenuti, li settori considerati sono classificabili nella categoria del suolo relativa al Profilo B “Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt>50 o coesione non drenata >250 kPa).”.

Per effettuare il calcolo del Fattore di amplificazione delle aree, individuate come scenario di Pericolosità Sismica per la presenza di un conoide e di terreni limoso-sabbiosi con ghiaie, è stato necessario scegliere la scheda di riferimento, fra quelle riportate nell'Allegato 5 dalla DGR relative agli effetti litologici. La scheda che più si associa alla litologia dell'area in esame è quella “limoso -sabbiosi tipo 1”.

Dopo averne verificato la validità in base all'andamento delle Vs con la profondità, è stato calcolato il valore del periodo proprio del sito T, utilizzando l'equazione proposta dalla normativa e considerando lo spessore di terreno oltre il quale la velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s:



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

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

il valore calcolato è **T= 0,08 s**

E' stata poi scelta, all'interno della scheda di valutazione, la curva più appropriata, in funzione della profondità e della velocità delle Vs: nel caso in esame è stata scelta la curva 2 (verde). Considerando il periodo proprio del sito nell'intervallo 0,1-0,5 s (relativo a strutture basse, regolari e piuttosto rigide) dal grafico si ricava il **Fattore di amplificazione sismica Fa= 1,15**

Confrontando il valore di Fa ottenuto con il corrispondente valore di soglia calcolato dalla Regione Lombardia per il Comune di Cenate Sopra, per la categoria di suolo B e per l'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, si osserva che il valore di Fa calcolato è inferiore al Valore di soglia ( pari a 1,5). Si ha quindi che la normativa vigente è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione sismica litologica.

#### 16.2.4 Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di Cenate Sopra (Bg) – Zona Sismica 3 -

Per il territorio comunale di Cenate Sopra, relativamente all'urbanizzato di fondovalle, il confronto tra i valori di Fa ottenuti dalla valutazione di 2° livello ed i valori di soglia, per gli scenari Z4, adottando quanto previsto dall'Allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

12/2005” e delle relative integrazioni per gli effetti morfologici, ha consentito di verificare che: i valori di Fa di sito sono inferiori a Fa soglia definita per il territorio in esame e per il tipo di suolo considerato, pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa e la classe sismica di appartenenza.

Zona sismica	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello Fase pianificatoria	2° livello Fase pianificatoria	3° Livello Fase progettuale
2- 3	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
4	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore di soglia comunale. Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici rilevanti

Si evidenzia che sulla base dei risultati emersi per la valutazione degli effetti di sito di amplificazione sismica per tutte le condizioni geologiche e geomorfologiche considerate ed estrapolabili all'urbanizzato di Cenate Sopra (applicazione del 2° Livello) non sono emerse condizioni geologiche, strutturali e morfologiche che comportino un incremento del rischio sismico.

Si ritiene che il grado di attendibilità delle valutazioni eseguite, sulla base di dati geotecnici disponibili, sia MEDIO, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa. Su tutto il territorio comunale, come previsto dalla suindicata normativa antisismica Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274 del 20 Marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

tecniche per le costruzioni in zona sismica”, si dovrà prevedere l’applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 4.

Ne consegue che non sono necessarie ulteriori prescrizioni oltre quelle di legge; la normativa è da considerarsi sufficiente per determinati ambiti a tenere in considerazione anche possibili effetti di amplificazione litologica e morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla legislazione regionale e nazionale. Costituiscono parte integrante del presente aggiornamento la Carta della Pericolosità Sismica Locale e la Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, con la sovrapposizione, con retino trasparente, della Pericolosità Sismica Locale.

Si fa presente che tale sovrapposizione non comporta un cambio di classe di fattibilità (che rimane la stessa) ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dal d.m. 14 settembre 2005.

Per il Comune di Cenate Sopra compreso in classe 3, tali approfondimenti si rendono necessari solo in aree di Pericolosità locale Z3 e Z4.

### ***16.3 Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Cenate Sopra***

Sulla scorta delle precedenti indicazioni, è stata condotta l’analisi dei dati litologici, stratigrafici e geofisici, disponibili per il territorio comunale di cenate sopra, al fine di pervenire alla classificazione sismica dei terreni e per consentire le successive elaborazioni per definire i valori del fattore di amplificazione sismica locale Fa.

Dall’analisi delle sezioni stratigrafiche disponibili per il territorio comunale, nonché dai dati forniti dalle indagini geotecniche in sito, messe a disposizione dall’Amministrazione Comunale, è stato possibile stimare, attraverso metodi indiretti di conversione, la velocità delle onde S e sono stati ricavati gli andamenti principali dei depositi, sciolti granulari, che caratterizzano il sottosuolo indagato. Oltre alla raccolta dei dati geotecnici è stato anche possibile effettuare indagini



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

dirette in sito, utilizzando metodologie geofisiche. In particolare è stata realizzata una linea simica a rifrazione, da cui è stato possibile ricostruire una sezione bidimensionale che esprime l'andamento delle Vs30 richieste dalla normativa. La definizione delle Vs30 e il metodo con il quale si sono determinate, rappresentano i parametri fondamentali di ingresso per le determinazioni del fattore di amplificazione secondo i diversi scenari.

Per la ricostruzione della sezioni stratigrafiche del territorio comunale, come già ricordato, si è fatto riferimento ai dati di bibliografia, relativi a numerose indagini geotecniche eseguite sul territorio, di supporto alla realizzazione di opere edilizie e ad interventi più generali sul territorio.

Se dal punto di vista topografico/morfologico, la situazione risulta abbastanza semplice e pertanto non si sono individuati scenari di possibile amplificazione, diversamente per gli scenari Z4 che sono stati individuati lungo l'abitato comunale si sono applicate le schede previste per il 2° livello di approfondimento; per necessità di sintesi si è dovuta operare una semplificazione nell'individuazione delle tipologie da inquadrare secondo gli scenari di pericolosità sismica locale.

Sono comunque state riconosciute zone di ciglio di scarpata/terrazzo e zone di creste rocciose/cocuzzolo con morfologie appuntite/arrotondate, il cui impatto con l'abitato e le strutture antropiche risulta pressoché modesto o assente.

Gli scenari litologici rappresentano invece un grado di maggiore complessità: l'ambito urbanizzato comunale poggia infatti su un substrato variamente organizzato che a partire dai settori di raccordo con il fianco collinare, si caratterizzano per litologie eluvio-colluviali con argille, limose e ciottoli, per poi variare verso sud a litologie più fini argilloso-ghiaiose, con la frazione ghiaiosa maggiormente diffusa.

Localmente tali litologie si possono trovare in condizioni scadenti o comunque, per ciò che attiene alle litologie ghiaiose, scarsamente addensate.

Dalle sezioni stratigrafiche/geotecniche ricavate e dalle relative correlazioni empiriche per la stima dei parametri geofisici, è stato ricavato il parametro Vs30





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

(velocità media nei primi 30 m di sottosuolo), variabile da 244 a circa 800 m/s e colloca i terreni in categoria tra C e D dei suoli di fondazione secondo la distinzione indicata dal O.P.C.M. 3274/03.

In particolare la piana del Tadone - Prati Molini - Gewiss è da ricomprendere nella categoria C, così come la zona del centro storico del paese sino verso l'imbocco della Valle Calchera. In ragione di tali evidenze si può ritenere che i terreni di sottofondo del territorio comunale di Cenate Sopra siano classificabili, dal punto di vista sismico, come terreni:



**Figura 21-La piana dei Prati Molini**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 22- Tratto terminale della Val Calchera**

Classe	Descrizione
<b>A</b>	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
<b>B</b>	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt>50 o coesione non drenata >250 kPa).
<b>C</b>	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (15<Nspt<50, 70<cu<250 kPa).
<b>D</b>	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs30<180 m/s (Nsp<15, cu<70 kPa).
<b>E</b>	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs30 simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con Vs30>800 m/s.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Sulla base delle informazioni raccolte, il territorio comunale è classificabile cautelativamente secondo la Classe C per buona parte dei settori del fondovalle e per la fascia pedemontana; come Classe A per la rimanente porzione del territorio.

La presenza del bedrock a profondità variabili lungo la fascia di raccordo con la collina, raccomanda particolare cautela nella scelta della categoria di suolo, rendendo necessari puntuali approfondimenti per escludere eventuali categorie maggiormente penalizzanti o addirittura speciali (S1 e S2).

#### ***16.4 Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni***

I dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° livello sono stati desunti principalmente dalle numerose stratigrafie di trincee esplorative/scavi eseguite sia sul territorio comunale di Cenate Sopra, sia in comuni limitrofi, nonché sulla base di numerose indagini geotecniche in sito che hanno interessato gli orizzonti superficiali del suolo (indicativamente inferiori ai 10 m da p.c.).

I dati geofisici sono invece stati ottenuti attraverso relazioni empiriche di correlazione con i dati stratigrafici e geotecnici, e attraverso indagini dirette. Quest'ultime sono dettagliatamente descritte nell'apposito allegato.

Il grado di attendibilità per ciascuna tipologia di dato utilizzato è rappresentato nella seguente tabella:

**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

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

L'analisi dei dati geotecnici e geofisici disponibili ha permesso di suddividere i depositi superficiali che ricadono nel territorio comunale in unità definite e di distinguere, al loro interno, litofacies omogenee dal punto di vista litologico.

E' stato dunque possibile associare, sia pure in modo qualitativo, alcuni parametri geotecnici indicativi alle diverse litofacies operando una distinzione in 3 ambiti di seguito descritti:

**Depositi di versante – depositi eluvio/colluviali:** Si tratta di depositi costituiti da limi, argille e limi sabbiosi con matrice da sabbiosa a limoso sabbiosa, a comportamento coesivo.

Sono distribuiti lungo la fascia di raccordo tra i rilievi e le prime propaggini del fondovalle pianeggiante, partendo dai fianchi, lungo le aste torrentizie della Val Calchera e Sant'Ambrogio comprendendo le zone di raccordo dell'abitato comunale, fino al settore occidentale nella zona della Val Predina. In generale possono essere ritenuti terreni di qualità geotecnica discreto-scadente, con valori di modulo elastico intermedi, anche se puntualmente possono presentare caratteristiche decisamente mediocri; localmente possono altresì raggiungere spessori notevoli, come in Loc. Bassetti e S. Ambrogio. Anche per tali sedimenti



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

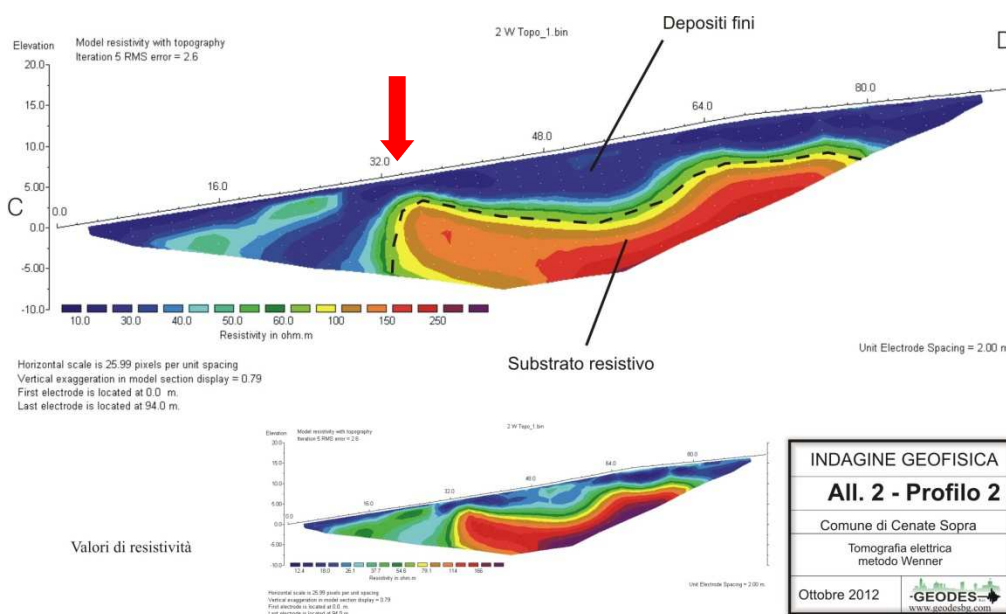
Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

sono possibili correlazioni con i dati stratigrafici/geofisici, sulla base di trincee esplorative, scassi stradali, scavi per fondazioni e indagini geotecniche in sito.

Tali depositi, che poggiano alla base su ammassi rocciosi, tendenzialmente appartenenti alle Unità Cretaciche, piuttosto erodibili sono caratterizzati per lo più da spessore, compreso tra 5 e 10 m, mentre localmente possono raggiungere anche decine di metri di spessore.

La variabilità dello spessore è legata anche alle condizioni morfologiche e litologiche, con la presenza di morfologie sepolte, che possono far variare repentinamente gli spessori e i rapporti stratigrafici tra la coltre eluviale e il substrato in posto.



**Figura 23- Estratto profilo di tomografia elettrica realizzato in occasione delle indagini per il comparto edilizio S. Leone: in evidenza la morfologia sepolta costituita dal bedrock posta al disotto di materiali fini.**

Tutto ciò rende particolarmente delicata l'assegnazione della categoria di suolo di fondazione, soprattutto per la presenza di riflettori con  $V_s > 800$  m/s dove può variare dalle categorie C alle categorie E ed S1





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

***Depositi alluvionali:*** I depositi in questione vengono considerati una particolare categoria, caratterizzata da litotipi prevalentemente fini con matrice ghiaiosa, caratterizzati da scadenti proprietà geotecniche, coesione intermedia e modulo elastico medio-basso.

I depositi descritti sono diffusi nelle aree comprese tra località Casco, lungo la sinistra idrografica del Tadone sono il frutto di una dinamica deposizionale complessa scaturita dall'interdigitarsi delle aree di deposizione del torrente e dei conoidi di deiezione, su cui si imposta il nucleo abitato.

Alla luce dei dati raccolti si è ritenuto indispensabile istituire una categoria a se che consenta di distinguere tali livelli e la loro distribuzione areale con conseguenti riflessi nella classificazione dei suoli dal punto di vista sismico.

Per tali livelli si è adottata una classificazione del suolo corrispondente alla categoria C.

***Depositi alluvionali/detritici:*** I depositi superficiali, riferibili alle alluvioni presenti sul territorio comunale rappresentano sostanzialmente le coltri terrigene quaternarie complessivamente individuabili sul territorio comunale; sono pertanto stati associati, anche per analogia nelle caratteristiche granulometriche e geotecniche, ai depositi detritici e di conoide. Sono terreni con componente clastica variabile, spesso prevalente e una matrice a tessitura limoso-argillosa e sabbiosa e, solo subordinatamente, argillosa. Si tratta di sedimenti dotati di discrete proprietà meccaniche, dove in alcuni tratti la componente ghiaiosa è dominante. Sulla base delle indagini geotecniche disponibili è stato possibile procedere ad una correlazione con i dati geofisici attribuendo valori elevati sia per le Vs superficiali (mediamente attorno a 400 m/s), che per le Vs30 (comprese tra 530 e 740 m/s), tali da comportare l'attribuzione di tali terreni alla classe C dei suoli di fondazione. Lungo i settori marginali dei depositi alluvionali- detritici, dove gli spessori rientrano in un range inferiore ai 20 metri, con la presenza di affioramenti degli ammassi rocciosi, le categorie di suolo di fondazione possono passare ad E.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

***Aree con ammassi rocciosi affioranti o sub affioranti:*** Interessano le porzioni del territorio poste alle quote più elevate, lungo il fianco meridionale del Monte Misma. In questo ambito è possibile distinguere gli affioramenti costituiti da unità Cretaciche, diffusi fino alle quote più elevate.

In generale è comunque possibile attribuire a tali terreni una categoria di suolo di fondazione compresa tra le categorie A e B.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **17 LA CARTA DI SINTESI**

La Carta di Sintesi è redatta a Scala 1:5000 su tutto il territorio comunale.

Come richiesto dalla normativa regionale, “la carta di sintesi deve rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Pertanto tale carta sarà costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto in atto o potenziale (...) o da vulnerabilità idrogeologica”. Da essa “verrà desunta la carta di fattibilità attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono definito dalla carta di sintesi”, avendo come riferimento indispensabile le tabelle contenute nella d.g.r. 2616/2011 che forniscono, per ciascuna area omogenea, le classi di ingresso della fattibilità geologica.

Nella costruzione della carta di sintesi sono state tenute in considerazione tutte le informazioni raccolte nelle precedenti fasi d’indagine e dal confronto con l’amministrazione comunale (in merito alle condizioni di rischio e agli eventi alluvionali o franosi più recenti).



## Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

<b>Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti</b>	
Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo). Da definire in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	4
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	4
Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	4
Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	4
Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	4
Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprenditive di aree di distacco ed accumulo)	4
Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide	4*
Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	4
Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	3
Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	
Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	4*
Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)	3
Aree interessate da valanghe già avvenute	4
Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti	3
Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	3
<b>Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico</b>	
Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero	3
Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti, aree con emergenza della falda)	4
Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	3
Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	4
<b>Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico</b>	
Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	4
Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	3
Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	4
Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è stato possibile definire un tempo di ritorno	4
Aree soggette ad esondazioni lacuali	3
Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni efficaci ed efficienti, dei quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo l'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	3
Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	3
<b>Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche</b>	
aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
aree con consistenti disomogeneità tessiture verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
aree con riporti di materiale, aree colmate	3

\*classe di fattibilità non modificabile



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **18 I BENI GEOLOGICI E AMBIENTALI**

Il territorio comunale di Cenate Sopra trova espressione principe delle valenze ambientali in esso contenute all'interno della Riserva Regionale Naturale Oasi WWF di Valpredina, contenuta nel Sito di Interesse Comunitario tutelato proprio in virtù del suo elevato valore naturalistico e di supporto a precise specie animali e vegetali. Esso comprende al suo interno numerose sorgenti e alcuni stagni naturali o artificiali utilizzati come habitat per le specie animali da preservare, inoltre è dotato di un orto botanico e di spazi appositi tali da permettere la fruizione dell'area a turisti e scolaresche a scopo didattico.

All'interno del SIC e lungo i versanti del Misma si sviluppano numerosi sentieri, in origine collegamenti fra le varie cascate e località ed ora segnalati soprattutto per scopi turistici.

La riscoperta della viabilità minore è un'opera che porta necessariamente il segno di una nuova civiltà urbana consapevole della condizione umana del cittadino dei giorni nostri, consapevolezza di una nuova armonia tra l'assenza dell'uomo e la ricchezza economica di uno spazio montano.

Il recupero di questa importante risorsa, può significare una linea da seguire verso una nuova cultura sociale e urbanistica, verso il recupero di tradizioni in via di estinzione, verso la conoscenza della storia del nostro recente passato e della natura e civiltà che ci circonda.

Una migliore difesa ecologico-ambientale del territorio ed in particolare degli elementi di viabilità minore presenti permetterebbe:

- una più efficace protezione e valorizzazione del patrimonio forestale, agevolando l'accesso ai boschi
  - I. per il prelievo e l'utilizzo del legname;
  - II. per gli interventi antincendio;
  - III. per una più idonea fruizione del territorio in termini ricreativi e culturali;





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

- 
- la riscoperta e il potenziamento delle residue attività contadine;
  - un idoneo collegamento delle cascine rurali e delle stalle esistenti, con la restante rete viaria del paese.

In passato tutta l'area circostante il Monte Misma: soprattutto nei comuni di Albino e Pradalunga, ma anche Nembro e Cenate Sopra era caratterizzata dall'attività estrattiva di rocce sedimentarie ricche di silice con cui realizzare le pietre coti; la particolarità di questa pietra è l'alta percentuale di silice contenuta, che la rende particolarmente efficace nella molatura degli utensili.

Per secoli ha costituito un'attività primaria della zona, tanto importante che ha suscitato in tempi recenti un nuovo interesse da parte di ricercatori e documentaristi. Le prime estrazioni, a cielo aperto in quanto affioramenti superficiali sulle sommità, risalgono all'epoca romana, addirittura a prima della fondazione di Roma, come testimonia anche Plinio il Vecchio.

Questa attività conobbe un notevole sviluppo soprattutto fra i due conflitti mondiali; ad un certo punto la pietra diventa talmente popolare e l'attività assai prospera che viene addirittura esportata oltre oceano.

I primi sintomi di crisi arrivarono alla fine degli anni Cinquanta, con notevole inasprimento negli anni Settanta, periodo nel quale si registra un declino dell'utilizzo delle pietre dovuto soprattutto a fattori commerciali e concorrenziali. Nel tempo anche le esportazioni vengono meno e questo contribuisce alla cessazione dell'attività.

Oggi le miniere sono impraticabili e stessa sorte hanno subito le cave di marmo e altri materiali della Vallotella che, insieme, hanno rappresentato una risorsa importante. Rimangono però tangibili testimonianze di tutto ciò, nella memoria delle genti locali ma anche nelle miniere, che potrebbero essere risanate parzialmente, almeno per un uso didattico e turistico.



### Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Comune: **Cenate Sopra** (già Cenate S. Leone)  
n°: **R.309**  
Den. comm.: Rosso cupo venato di bianco  
Litologia: Calcarea nodulare  
Descrizione: Calcarea nodulare rosso-violaceo con screziature bianche e gialle; stiloliti scure ben evidenti.

Quest'area della Val Cavallina è nota anche per l'attività estrattiva della pietra ornamentale commercializzata in passato col nome di "Rosso del Cherio" o più precisamente Rosso di Entratico: pietra ornamentale o da

costruzione di un bel colore rosso acceso è un calcarea nodulare del Giurassico inferiore usato frequentemente nella Valle Cavallina, ma talvolta utilizzato anche al di fuori dell'ambito strettamente locale. Già Maironi da Ponte nel 1803 citava l'attività estrattiva presso Entratico, nominando il marmo rosso vinato. Varietà molto simili per quanto più marnose e ricche di fossili erano anche quelle estratte fino a pochi anni fa in località Selva presso Zandobbio; le pietre ornamentali qui estratte rispondono ad una nomenclatura più complessa: Rosso Cherio Macchiato, Rosso Cherio Venato e Perlato, Rosso Radica, Rosso Orobico.

L'utilizzo più celebre di questi materiali è come rivestimento esterno della Cappella Colleoni, utilizzati per realizzare le varie tonalità di rosso presenti.

Sul territorio di Cenate Sopra, la Collezione Galletti ha in sé un reperto del "Rosso cupo venato di bianco" un calcarea nodulare dal colore rosso violaceo. Non si ha notizia di usi particolari della pietra ornamentale come non sono note le ubicazioni delle antiche cave di estrazione.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Dal punto di vista artistico il paese presenta una serie di edifici sacri di particolare interesse. In primo luogo vi è la chiesa parrocchiale, dedicata a San Leone, la cui erezione portò alla creazione del paese di Cenate Sopra. Questa struttura custodisce opere di Giovan Battista Moroni, di Carlo Ceresa e di Francesco Capella (San Pietro appare a San Leone). Infine vi è il santuario di Santa Maria Assunta posto sul Monte Misma, raggiungibile solo a piedi e comunemente chiamata chiesetta del Misma: è una delle costruzioni più antiche del paese, costruita intorno XII secolo.

Sono state segnalate, in corrispondenza del quadro vincolistico comunale alcune sorgenti o pozzi adibiti ad uso idropotabile, sono tuttavia presenti sul territorio altre derivazioni adibite ad uso differente e generalmente di minori dimensioni, esse sono ancora in uso in numerosi casi, ad esempio per quanto riguarda le sorgenti del SIC Valpredina utilizzate per rifornire gli stagni-habitat artificiali realizzati nella riserva stessa.

Le sorgenti inoltre sono spesso posizionate in punti storicamente adatti a rifornire le abitazioni delle varie località. Si prende ad esempio la sorgente Sant'Ambrogio, meglio studiata in virtù delle dimensioni maggiori e dell'uso a fine idropotabile: le acque della sorgente riforniscono la frazione omonima ed alcune case sparse della zona limitrofa, la posizione di tale sorgente risulta infatti strategica in quanto assicura per tutto l'anno il rifornimento idrico alla frazione in questione.

È pertanto importante preservare le piccole sorgenti o i pozzi che hanno determinato la struttura attuale dell'abitato e che possono ancora essere sfruttate dalla comunità locale per i fini più disparati.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **19 LA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

La carta di Fattibilità è redatta a Scala 1:5000 per l'ambito urbanizzato e per tutto il territorio comunale.

Le indicazioni relative alla fattibilità geologica e gli indirizzi per la pianificazione sono stati desunti dalla valutazione analitica e incrociata degli elementi contenuti nelle carte precedentemente descritte.

L'esame dei suddetti fattori ha consentito di sviluppare un processo diagnostico che ha permesso di zonizzare l'intero territorio comunale e di formulare proposte operative sulla base delle classi di fattibilità geologica di appartenenza

Pertanto, non essendo limitata la carta alle sole aree interessate dalle nuove azioni di piano, ma comprendendo essa stessa l'intero territorio comunale, si è voluto attivare e proporre una nuova politica di gestione del territorio che, pur all'interno di un modello di sviluppo consolidato, consenta di operare correttamente su di esso e di attivare tutti gli interventi necessari per il recupero di situazioni già compromesse.

La classificazione adottata fornisce inoltre utili indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, ed infine alle opere necessarie per la riduzione ed il controllo del rischio geologico ed idrogeologico.

\*\*\*

Secondo quanto disposto dalla normativa, la presente relazione, redatta ai sensi della l.r. 12/2005, in sostituzione della precedente l.r. 41/1997 alla quale è conforme lo studio geologico di base, dovrà essere integralmente compresa negli strumenti urbanistici comunali.

**La normativa prescrive inoltre che prima dell'adozione del nuovo strumento urbanistico comunale (PGT) debba essere ottenuto il parere della Regione Lombardia sull'aggiornamento della Carta dei dissesti con legenda uniformata**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**PAI e che anche il precedente studio geologico venga nuovamente adottato contestualmente al Piano di Governo del Territorio, ai sensi della l.r. 12/2005. Nel caso presente, tuttavia, considerato che lo studio geologico riprende complessivamente e fa proprie le conclusioni e le analisi dello studio precedente, si ritiene che lo stesso possa efficacemente sostituire in toto lo studio ex l.r. 14/1997.**

In particolare, la Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano deve fornire indicazioni relative alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

Le indicazioni relative alla fattibilità geologica e gli indirizzi per la pianificazione territoriale sono stati desunti dalla valutazione analitica e incrociata degli elementi ricavati dallo studio geologico redatto per l'aggiornamento previsto dalla l.r. 12/2005 e dallo studio geologico originario, come più volte accennato.

L'esame dei dati ha consentito di sviluppare un processo diagnostico che ha permesso di suddividere e classificare l'intero territorio comunale di Cenate Sopra dal punto di vista della fattibilità geologica e di formulare proposte operative in relazione alla classe di appartenenza.

Per quanto riguarda il territorio di Cenate Sopra, la specifica conoscenza dei caratteri del territorio porta ad escludere la presenza di aree classificate in classe di fattibilità 1.

La carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano in particolare fornisce utili indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, ed infine alle opere necessarie per la riduzione ed il controllo del rischio geologico ed idrogeologico.

Ai sensi delle normative vigenti, si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stesse.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38)

Si ricorda ancora che gli studi condotti nell'attuazione della ex l.r. 41/97 e della l.r. 12/2005 e dei “criteri relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”, **non devono essere in alcun modo sostitutivi, anche se le possono comprendere, delle indagini geognostiche e geofisiche di maggior dettaglio prescritte dalla normativa vigente in materia di edilizia sia per la pianificazione attuativa che per la progettazione esecutiva (NTC 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni).**

### ***19.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune***

La legge Regionale N°12/2005 e le successive delibere di attuazione impongono la suddivisione dell'area interessata da azioni di piano in quattro classi di fattibilità geologica, in seguito descritte

- Classe 1 ( non definita sul territorio di Cenate Sopra)
- Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni
- Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni
- Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni.

#### **Classe II – Fattibilità con modeste limitazioni**

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Si ritiene che per tutte le aree di Classe II sulle quali è prevista una consistente modificazione della destinazione d'uso o la costruzione di nuovi insediamenti, debbano essere richieste da parte dell'Amministrazione Comunale indagini geologiche-geotecniche con diversi livelli di approfondimento a seconda della situazione locale; l'indagine geologico-geotecnica sarà comunque obbligatoria nel caso di P.L.I., P.I.P., piani urbanistici particolareggiati o attuativi in genere, strade, insediamenti industriali, opere pubbliche.

Tali indagini dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia, con la geomorfologia e l'idrogeologia del sito oltre al buon governo delle acque di scorrimento superficiale.

Si dovranno valutare pertanto le interferenze prodotte da eventuali scavi e/o riporti nei confronti della stabilità locale e generale del pendio ed in relazione al grado di permeabilità dei terreni, dovranno essere opportunamente valutati e dimensionati i sistemi di drenaggio, di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali, facendo attenzione ad evitare lo scarico nel sottosuolo di agenti inquinanti.

Le suddette indagini, sulla base dell'entità dell'intervento e a discrezione del professionista incaricato, potranno essere costituite o da una semplice relazione geologica o richiedere specifici approfondimenti geotecnici attraverso l'effettuazione di prove penetrometriche in sito, sondaggi diretti, indagini geofisiche, analisi geostrutturali degli ammassi rocciosi potenzialmente instabili, ecc.; l'area di studio si dovrà estendere per un intorno significativo rispetto all'intervento edificatorio proposto.

Anche per interventi di piccola entità, l'Amministrazione Comunale dovrà chiedere la relazione geologica, con particolare riferimento ai casi in cui l'intervento possa interferire significativamente con edifici vicini o con le condizioni geologiche locali.

.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In particolare si ritiene necessario, per la realizzazione di qualsiasi nuovo edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 10 metri dal ciglio di scarpate morfologiche di qualsiasi origine se classificate in classe 3 ed almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di cigli di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

Per quanto riguarda il territorio comunale di cenate sopra, nella Classe II ricadono tutte quelle aree poco acclivi presenti ai piedi dei versanti, i terrazzi morenici dove non si è evidenziata l'esistenza di particolari fenomeni di dissesto in atto.

***Classe III – Fattibilità con consistenti limitazioni***

**La Classe III comprende zone in cui 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.**

Sono comprese aree acclivi potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico e fenomeni alluvionali con trasporto in massa, terreni con scarsa qualità geotecnica o potenziale instabilità, forme di degrado antropico.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto necessariamente subordinato alla realizzazione di indagini **dettagliate** finalizzate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi specifici di varia natura (geologici, geofisici, idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, ecc.).

Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, non ch  le necessarie opere di sistemazione e bonifica.

Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento.

L'utilizzo di queste zone sar  pertanto subordinato alla realizzazione di indagini mirate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica, idrogeologica o idraulica dell'area e di un suo immediato intorno. Tale approfondimento tecnico dovr  essere attuato attraverso l'effettuazione di approfonditi studi geologici-geotecnici, idrogeologici e l'esecuzione di campagne geognostiche, prove di laboratorio, verifiche di stabilit , etc.

Nel caso di problematiche di tipo idraulico, gli studi saranno necessari non solo in corrispondenza dei principali corsi d'acqua, ma anche dei corsi d'acqua minori che nel passato hanno manifestato significative forme di dissesto.

Il risultato delle indagini condotte dovr  valutare la compatibilit  dell'intervento edificatorio e la portata massima che esso pu  avere in relazione alle caratteristiche del sito.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

Pur tenendo conto del fatto che sarebbe opportuno limitare nuovi consistenti insediamenti nelle aree appartenenti alla Classe III, si ribadisce naturalmente che in questo caso le relazioni geologiche e geologico-tecniche andranno eseguite sui nuovi fabbricati singoli e su tutti quegli interventi che presentano un significativo impatto sul territorio (es. viabilità, reti tecnologiche, ecc.).

Anche in questo caso si ritiene opportuno, nel caso della realizzazione di qualsiasi edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di un ciglio di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante, che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

***Classe IV – Fattibilità con gravi limitazioni***

In questa classe ricadono tutte quelle aree per le quali la situazione di alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica della destinazione d'uso delle particelle: in particolare le aree su pendio con eccessiva acclività, le aree franose, aree in dissesto per caduta massi, le zone carsiche riconosciute (doline grotte ecc.), le zone di tutela assoluta delle sorgenti e dei pozzi (D.P.R. 236/88), parte delle incisioni vallive e relative fasce di rispetto.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In tutte queste aree dovrà pertanto essere di norma esclusa qualsiasi nuova edificazione: potranno essere previste: la manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici esistenti, la demolizione senza ricostruzione, il restauro-risanamento conservativo; per i quali in ogni caso saranno consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall'art. 27.1 alle lettere a), b), c) della LR 12/05, senza incremento di superficie o volume e senza aumento di carico insediativo, sono altresì consentiti gli interventi di adeguamento sismico di strutture esistenti.

Eventuali opere pubbliche e di interesse collettivo quali acquedotti, strade, fognature, ecc., oltre alle operazioni di manutenzione di piccole strutture non residenziali di supporto all'attività agricola che non prevedano la presenza continuativa di persone e altrimenti non localizzabili, dovranno essere valutate puntualmente.

A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità pubblica, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica, che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. In questi casi, sulla base dei risultati emersi dall'indagine dovrà essere elaborato un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, di trattamento e/o miglioramento dei terreni. Il progetto dovrà tenere conto altresì di un programma di monitoraggio ambientale destinato a verificare gli effetti degli interventi eseguiti in relazione all'entità dell'opera.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

La classe 4 viene inoltre assegnata limitatamente anche a settori montani e collinari dove, sebbene non soggetti a particolari dinamiche di rischio geologico, mostrano peculiarità di carattere morfologico e ambientale tali da renderne inopportuno l'utilizzo antropico.

A tal proposito, anche per quanto illustrato nell'introduzione del presente studio, la carta di fattibilità geologica non "carta della pericolosità e del rischio geologico" o



### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

sua diretta derivazione (Criteria attuativi della L.r. 12/05)<sup>4</sup>, ma anche come proposta di salvaguardia della naturalità e della risorsa territorio. In quest'ottica si mette dunque in risalto la scarsa propensione di determinati lacerti territoriali all'utilizzo insediativo sotto una prospettiva più ampia, comprendente di certo gli aspetti geologici, ma anche (e in certi casi soprattutto) quelli infrastrutturali o dell'erogazione di beni e servizi (reti acquedottistiche, elettriche e quant'altro). Fermo restando che se per i motivi su indicati una certa parte del territorio ricade in classe 4 di fattibilità geologica, non significa che esso sia tutto dissestato o pericoloso o a rischio.

## **20 RICHIAMI NORMATIVI**

Qui di seguito si propone un elenco dei principali riferimenti normativi in materia geologico- tecnica e ambientale, cui fare riferimento nella programmazione e nella gestione del territorio:

### **GOVERNO DEL TERRITORIO**

L.r. 11 marzo 2005, n.12 - “Legge per il Governo del territorio”. D.G.R. 30 novembre 2011 n.IX/2616 - “Aggiornamento dei Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art.57, comma 1, della L.r. 11 marzo 2005, n.12, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n.8/7374” E D.G.R. N° IX/2616 del 30 novembre 2011.

---

<sup>4</sup> L. R. 12 2005 “Criteria attuativi” [...]



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**EDILIZIA, INGEGNERIA**

Circolare del 2 febbraio 2009 n.617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n.27) – “Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

D.M. 14 gennaio 2008 - “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” In attuazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086 e della L. 2 febbraio 1974, n.64, così come riunite nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, e dell’art.5 del D.L. 28 maggio 2004 n.136 convertito in legge con modificazioni dall’art.1 della L. 27 luglio 2004, n. 186 e successive modificazioni e integrazioni.

La normativa pregressa è in gran parte superata ma per alcuni aspetti specifici rimane ad oggi valida:

D.M. 14 settembre 2005 - “Norme tecniche per le costruzioni”.

D.M. 16 gennaio 1996 - “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

D.M. 16 gennaio 1996 - “Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

D.M. 6 gennaio 1996 - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

D.M. 4 maggio 1990 - “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali”.

D.M. 11 marzo 1988 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

D.M. 3 dicembre 1987 - “ Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.

D.M. 20 novembre 1987 - “Norme tecniche per gli edifici in muratura”.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

D.M. 24 marzo 1982 - “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento”.

D.M. 10 agosto 2012 n.161 – “Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e delle rocce da scavo”

D.L. 16 aprile 2006 n.152 – “Testo unico ambientale” e successive modifiche e integrazioni (D.L. 16 gennaio 2008, n.4 et al.) in cui si normano le terre e rocce da scavo

#### PREVENZIONE SISMICA

D.d.u.o. 21 novembre 2003, n.19904 - “Approvazione elenco delle tipologie edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art.2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n.3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 149647 del 7 novembre 2003”.

D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 - “Disposizioni preliminari per l’attuazione dell’Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 ‘Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica’”.

O.P.C.M. 20 marzo 2003, n.3274 - “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

#### ACQUE SUPERFICIALI

D.G.R. 25 ottobre 2012 n.IX/4287 - “Riordino dei reticoli idrici e revisione dei canoni di polizia idraulica,”. L.r. 5 gennaio 2000, n. 1 - “Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del decreto legislativo n. 112 del 1998” (obbligo di definire il Reticolo Idrico Principale; ai Comuni le competenze sul Reticolo Idrico Minore).

D.G.R. 22 dicembre 1999 n°47310 con successivi aggiornamenti, indica i criteri per l’individuazione del Reticolo Idrico Principale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## DIFESA DEL SUOLO

D.G.R. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 – “Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico”.

D.P.C.M. 24 maggio 2001 “Approvazione del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po”.

NORME DI ATTUAZIONE DEL P.A.I.: all’art. 9, commi 5, 6, 6 bis: delimitazione delle aree di esondazione e di dissesto morfologico di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d’acqua; all’art.12 portate scaricabili in alveo dalle reti di drenaggio artificiale.

DIRETTIVA P.A.I., ai sensi L. 18 maggio 1989 n. 183, art. 17, comma 5, per l’applicazione del Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico. L. 18 maggio 1989, n. 183 - “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”

## TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE AD USO POTABILE

D.G.R. 10 aprile 2003, n.7/12693 - “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano”.

D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 - “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall’inquinamento, a norma dell’articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128”.

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

D.G.R. 27 giugno 1996 n.6/15137 - “Direttive per l'individuazione aree di salvaguardia captazione acque sotterranee per consumo umano”.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **21 BIBLIOGRAFIA**

- AA.VV., Piano di gestione SIC IT2060016 “Valpredina e Misma”.
- AA.VV. Repertorio cartografico del Geoportale della Regione Lombardia, liberamente consultabile su [www.cartografia.regione.lombardia.it](http://www.cartografia.regione.lombardia.it)
- AA.VV. Repertorio cartografico di Google Maps, liberamente consultabile su [www.maps.google.it](http://www.maps.google.it).
- AA.VV. Repertorio cartografico del Siter@ della Provincia di Bergamo, liberamente consultabile su [www.siter.provincia.bergamo.it](http://www.siter.provincia.bergamo.it).
- AA.VV. Progetto cartografia CARG “Foglio Bergamo”
- Angelini L., 1940, “L’industria bergamasca dei marmi e delle pietre lavorate nei secoli scorsi ad oggi, in industrie in terra bergamasca, Bergamo.
- Forcella F. & Jadoul F., Eds., 2000. Carta geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000 con relativa nota illustrativa. 300 pp, 3 fogli geologici. Monti Ed., Bergamo.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

# ALLEGATI



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **Addendum 2**

**AZZONAMENTO DEL QUADRO DEL  
DISSESTO P.A.I. IN LOCALITÀ “S. Ambrogio-  
Tezza ” RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI  
DELLA D.G.R. N. IX/2616**

Grassobbio (Bg), 10 Settembre 2015

*Dr. Geol. Andrea Gritti*

*Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461*

*Dr. Geol. Fabio Plebani*

*Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884*

*Dr. Nat. Marcello Mutti*

*Iscriz. A.I.N. – R.N.S.E. n. 150*



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>IL SIGNIFICATO DEGLI STUDI GEOLOGICI NEL CAMPO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE PRODOTTA</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DELLO STUDIO</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<i>Introduzione</i>	<i>14</i>
<b>4.2</b>	<i>Fase 1 - analisi</i>	<i>14</i>
<b>4.3</b>	<i>Fase 2 - sintesi</i>	<i>15</i>
<b>4.4</b>	<i>Fase 3 - proposta</i>	<i>15</i>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO</b>	<b>19</b>
<b>6.1</b>	<i>Inquadramento generale</i>	<i>19</i>
<b>6.2</b>	<i>Precipitazioni</i>	<i>21</i>
<b>6.3</b>	<i>Temperature</i>	<i>24</i>
<b>7</b>	<b>QUADRO GEOLOGICO</b>	<b>26</b>
<b>7.1</b>	<i>Inquadramento geologico generale</i>	<i>26</i>
<b>7.2</b>	<i>Inquadramento tettonico</i>	<i>28</i>
<b>7.3</b>	<i>Evoluzione geologica del territorio</i>	<i>29</i>
<b>7.4</b>	<i>Unità cartografate</i>	<i>30</i>
<b>7.4.1</b>	Rosso ad Aptici	30
<b>7.4.2</b>	Maiolica	30
<b>7.4.3</b>	Marna di Bruntino	31
<b>7.4.4</b>	Sass de la Luna	31





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

7.4.5	Unità Cenomaniane	31
7.4.6	Peliti Nere Superiori	31
7.4.7	Peliti Rosse	32
7.4.8	Flysch di Pontida	32
7.4.9	Complesso di Palazzago	32
<b>8</b>	<b>QUADRO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>34</b>
8.1	<i>Inquadramento geomorfologico generale</i>	34
8.2	<i>Il carsismo</i>	34
8.3	<i>Unità e morfologie cartografate</i>	35
<b>9</b>	<b>QUADRO IDROGEOLOGICO</b>	<b>38</b>
9.1	<i>Premessa</i>	38
9.2	<i>Struttura idrogeologica</i>	39
9.3	<i>Acquiferi presenti nei depositi superficiali</i>	39
9.3.1	Unità a limi con torbe, rare ghiaie e conglomerati	40
9.3.2	Unità a ghiaie e sabbie	41
9.3.3	Unità a conglomerati	41
9.3.4	Unità superficiale a ghiaie e sabbie	41
9.4	<i>Acquiferi presenti nel substrato roccioso</i>	42
9.5	<i>Fonti di approvvigionamento</i>	43
9.6	<i>Vulnerabilità degli acquiferi</i>	44
<b>10</b>	<b>RETE IDROGRAFICA SUPERFICIALE</b>	<b>45</b>
10.1	<i>Val Predina</i>	45
10.2	<i>Val Calchera</i>	47
10.3	<i>Valle di Sant'Ambrogio</i>	48
<b>11</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI CONNESSI AL RETICOLO IDROGRAFICO</b>	<b>50</b>
11.1	<i>Determinazione delle portate liquide di piena</i>	50
11.2	<i>Stima del tempo di corrivazione</i>	50
<b>12</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI CONNESSI ALLA CADUTA MASSI</b>	<b>55</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<b>12.1</b>	<b><i>Metodo del Cono d'ombra</i></b>	<b>57</b>
<b>13</b>	<b>IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>63</b>
<b>14</b>	<b>IL RISCHIO RADON</b>	<b>75</b>
<b>15</b>	<b>LA CARTA DEI VINCOLI</b>	<b>85</b>
<b>15.1</b>	<b><i>Vincoli da pianificazione di bacino e da quadro dei dissesti</i></b>	<b>85</b>
<b>15.2</b>	<b><i>Vincoli di polizia idraulica</i></b>	<b>86</b>
<b>15.3</b>	<b><i>Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile</i></b>	<b>87</b>
<b>16</b>	<b>DEGUAMENTO AI SENSI DELLA D.G.R. 2616/2011 RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE SISMICA</b>	<b>96</b>
<b>16.1</b>	<b><i>Scenari di amplificazione sismica</i></b>	<b>99</b>
16.1.1	Applicazione del 1° livello	99
16.1.2	Zona Z1	104
16.1.3	Zona Z3	104
16.1.4	Zona Z4	106
16.1.5	Zona Z5	107
<b>16.2</b>	<b><i>Applicazione del secondo livello</i></b>	<b>108</b>
16.2.1	Amplificazioni litologiche e geometriche (Scenari Z4)	109
16.2.2	Amplificazione topografica/morfologica (Scenari Z3)	111
16.2.3	Ambito urbanizzato centro storico	115
16.2.4	Norme tecniche di attuazione per le costruzioni sul territorio comunale di Cenate Sopra (Bg) – Zona Sismica 3 -	117
<b>16.3</b>	<b><i>Classificazione sismica dei terreni nel Comune di Cenate Sopra</i></b>	<b>119</b>
<b>16.4</b>	<b><i>Caratterizzazione geotecnica qualitativa dei terreni</i></b>	<b>123</b>
<b>17</b>	<b>LA CARTA DI SINTESI</b>	<b>128</b>
<b>18</b>	<b>I BENI GEOLOGICI E AMBIENTALI</b>	<b>130</b>
<b>19</b>	<b>LA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO</b>	<b>134</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<i>19.1 Criteri classificativi delle aree e zonazione del comune</i>	<i>136</i>
<b>20 RICHIAMI NORMATIVI</b>	<b>142</b>
<b>21 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>147</b>
<b>1 PREMESSA</b>	<b>157</b>
<i>1.1 Informazioni preliminari</i>	<i>157</i>
<b>2 STATO ATTUALE DELL’AZZONAMENTO</b>	<b>158</b>
<i>2.1 Normative di riferimento per lo studio di dettaglio dell’area</i>	<i>158</i>
<i>2.2 Procedura seguita per la zonazione</i>	<i>159</i>
<b>3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E CLASSIFICAZIONE RICOGNITIVA DEI DISSESTI ALLO STATO ATTUALE</b>	<b>160</b>
<i>3.1 Autorità di Bacino del Fiume Po (L. 183/89)</i>	<i>160</i>
<i>3.1.1 Valutazioni PAI sulla rizonizzazione dei dissesti</i>	<i>163</i>
<i>3.2 Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia</i>	<i>165</i>
<i>3.3 Piano Territoriale di coordinamento Provinciale</i>	<i>166</i>
<i>3.4 Studio geologico di supporto al P.G.T.</i>	<i>168</i>
<b>4 GEOLOGIA DEL SITO</b>	<b>171</b>
<i>4.1 Inquadramento geomorfologico</i>	<i>171</i>
<i>4.2 Inquadramento geologico</i>	<i>173</i>
<i>4.3 Inquadramento idrografico</i>	<i>175</i>
<i>4.4 Inquadramento idrogeologico</i>	<i>176</i>
<i>4.5 Analisi storica e documentale</i>	<i>177</i>
<i>4.6 Caratteristiche idrometeorologiche</i>	<i>180</i>
<b>5 RILIEVO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO</b>	<b>182</b>
<i>5.1 Obiettivi e metodi</i>	<i>182</i>
<i>5.1.1 Affioramento 1</i>	<i>183</i>
<b>6 PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE E LA ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' PER FENOMENI DI CROLLO</b>	<b>189</b>

---



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

<b>6.1</b>	<b>APPLICAZIONE METODO DEL CONO D'OMBRA</b>	<b>191</b>
<b>7.1</b>	<b>La zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia: crolli di singoli massi inferiori a 1000 m<sup>3</sup></b>	<b>194</b>
	<b>Caratterizzazione aree omogenee</b>	<b>196</b>
	<b>Parametri Aree omogenee</b>	<b>196</b>
<b>8</b>	<b>SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI</b>	<b>198</b>
<b>9</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>203</b>
<b>9.1</b>	<b>Piano dell'indagine</b>	<b>203</b>
<b>9.2</b>	<b>Prove penetrometriche dinamiche</b>	<b>204</b>
9.2.1	Caratteristiche della strumentazione	204
9.2.2	Profondità raggiunta dalle prove	205
9.2.3	Commento dei risultati ottenuti	205
<b>9.3</b>	<b>Rilievo geomeccanico</b>	<b>206</b>
<b>10</b>	<b>MODELLAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>207</b>
<b>10.1</b>	<b>Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni</b>	<b>207</b>
<b>11</b>	<b>ANALISI SISMICA</b>	<b>208</b>
<b>11.1</b>	<b>Zona sismica</b>	<b>208</b>
<b>11.2</b>	<b>Valutazione del rischio sismico</b>	<b>209</b>
11.2.1	Classificazione del sito	209
11.2.2	Parametri sismici del sito	212
	<b>Risposta sismica e stabilità del sito</b>	<b>213</b>
	Amplificazione stratigrafica	214
	Amplificazione topografica	214
	Stabilità nei confronti della liquefazione	215
<b>12</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PRELIMINARE E FINALE</b>	<b>218</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>219</b>



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**ALLEGATI**

- a\_Rapporto rilievo geomeccanico
- b\_Rapporto rilievo geomeccanico
- c\_Documentazione fotografica
- d\_Simulazioni di caduta massi

**TAVOLE**

- Carta geologica
- Carta Geomorfológica
- Carta delle Pendenze
- Carta della Pericolosità Preliminare
- Carta delle aree omogenee
- Perimetrazione area PAI – stato di fatto-
- Perimetrazione PAI- proposta-
- Carta della Fattibilità geologica – stato di fatto
- Carta della Fattibilità Geologica – proposta di azzonamento



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **1 PREMESSA**

### ***1.1 Informazioni preliminari***

La presente indagine geologica di dettaglio è volta alla migliore e più corretta definizione delle effettive aree a rischio delle aree presso la località S. Ambrogio - Tezza nel comune di Cenate Sopra, individuando sia la forma che il reale stato di attività del dissesto, al fine di procedere alla corretta definizione dell'azzonamento delle aree P.A.I.

L'area in esame è compresa in un perimetro di Frana quiescente (Fq), che insiste sul versante sotto Loc. Tezza compresa tra le quote di 450 m s.l.m. e la strada comunale. Di fatto nello sviluppo delle analisi e delle indagini del presente elaborato si è comunque tenuto conto dell'estensione complessiva dell'ambito attualmente campito come Fq (Frana Quiescente) e di un intorno significativo d'indagine.

Il perimetro derivante in parte dall'inventario I.F.F.I. della regione è stato inserito nel quadro del dissesto PAI in occasione dell'aggiornamento dello studio geologico nel 2010. Il suddetto perimetro era stato riconsiderato e ridotto sulla scorta dei rilievi di terreno ed in mancanza di informazioni di dettaglio e di approfondimenti, mantenuta la classificazione a franosità diffusa superficiale. L'attuale scarpata in roccia ancora presente era stata considerata come limite del coronamento superiore del dissesto, senza entrare nel merito riguardo alla zona di accumulo soggetta in passato a trasformazioni legate all'attività vitivinicola.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **2 STATO ATTUALE DELL'AZZONAMENTO**

La necessità di approntare uno studio di dettaglio che meglio definisca il reale status idrogeologico dell'area in località S. Ambrogio-Tezza, nasce dalla constatazione che allo stato attuale, il perimetro di Fq (frana quiescente) investe una porzione di versante, che da alcuni anni a questa parte è gestito a vigneto. Il proprietario del fondo in questione, mediante apposita osservazione alla variante ha richiesto una verifica più puntuale dello stato del dissesto ed un eventuale cambio di fattibilità geologica, attualmente indicata in fattibilità 4. A partire dallo studio geologico vigente, con specifico riferimento alla carta Geomorfologica, sono state effettuate indagini e rilievi ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30 Novembre 2011, con particolare riferimento alle metodologie di studio per le aree in frana.

Come già ricordato il presente studio prende in considerazione una porzione più estesa del versante, rispetto all'azzonamento P.A.I. di Fq al fine di caratterizzare il dissesto nella sua globalità e il suo intorno significativo.

### ***2.1 Normative di riferimento per lo studio di dettaglio dell'area***

La procedura prevede la predisposizione di studi di dettaglio condotti secondo le metodologie di cui agli allegati 2 – parte II, III e IV della direttiva regionale approvata con D.G.R. n. 8/1566 del 22.12.2005 “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”, della successiva D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 (aggiornamento), e dell'attuale D.G.R. IX/2616 del 30 Novembre 2011, comprendenti la revisione della carta della fattibilità con le relative norme d'uso del suolo e la nuova perimetrazione con legenda uniformata a quella del P.A.I. per gli ambiti oggetto di modifica.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## ***2.2 Procedura seguita per la zonazione***

La zonazione delle aree deve essere effettuata, ai fini della perimetrazione delle stesse, ad una scala di dettaglio adeguata alla applicazione di misure di salvaguardia rivolte ad evitare l'aumento delle condizioni di rischio, cioè a impedire azioni di trasformazione dell'uso del suolo non compatibili con lo stato di dissesto presente. È per altro da tenere presente che, l'attribuzione puntuale di un livello di rischio e la perimetrazione delle aree alla scala adeguata all'applicazione di misure di limitazione d'uso del suolo, richiede un approfondimento delle informazioni in merito, sia ai processi di dissesto presenti, sia agli effetti degli stessi sui beni esposti. Tale approfondimento corrisponde a una scala di lavoro compresa tra 1:10.000 e 1:2.000, con necessità di scendere anche a dettagli maggiori per particolari fenomeni. La zonazione risulta possibile valutando gli elementi geomorfologici dell'area e le caratteristiche di pericolosità che interessano l'area, definite in base ai metodi (empirici, semi-empirici, statistici, ecc.) maggiormente accreditati in letteratura. Per determinare lo stato di un frana si ritiene preferibile valutare, nel loro insieme, tutti quei fattori (geologici, geomorfologici, idrogeologici, di pericolosità, climatici, temporali, ecc.) che concorrono a caratterizzare lo stato del dissesto, non assumendo la data dell'ultima riattivazione come unico parametro discriminante. È stata valutata la pericolosità geomorfologica dei fenomeni di dissesto sia dai rilievi in campo, sia sulla scorta degli elementi geomorfologici del sito e delle caratteristiche di pericolosità.

Sono stati quindi definiti dei livelli di pericolosità che concorrono, unitamente agli altri fattori esaminati nella fase di analisi, a definire l'idoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio. L'individuazione delle aree del bacino a rischio, sulle quali attuare la perimetrazione, è stata quindi il risultato di un processo di omologazione e condivisione dei criteri di analisi dei dati conoscitivi disponibili.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

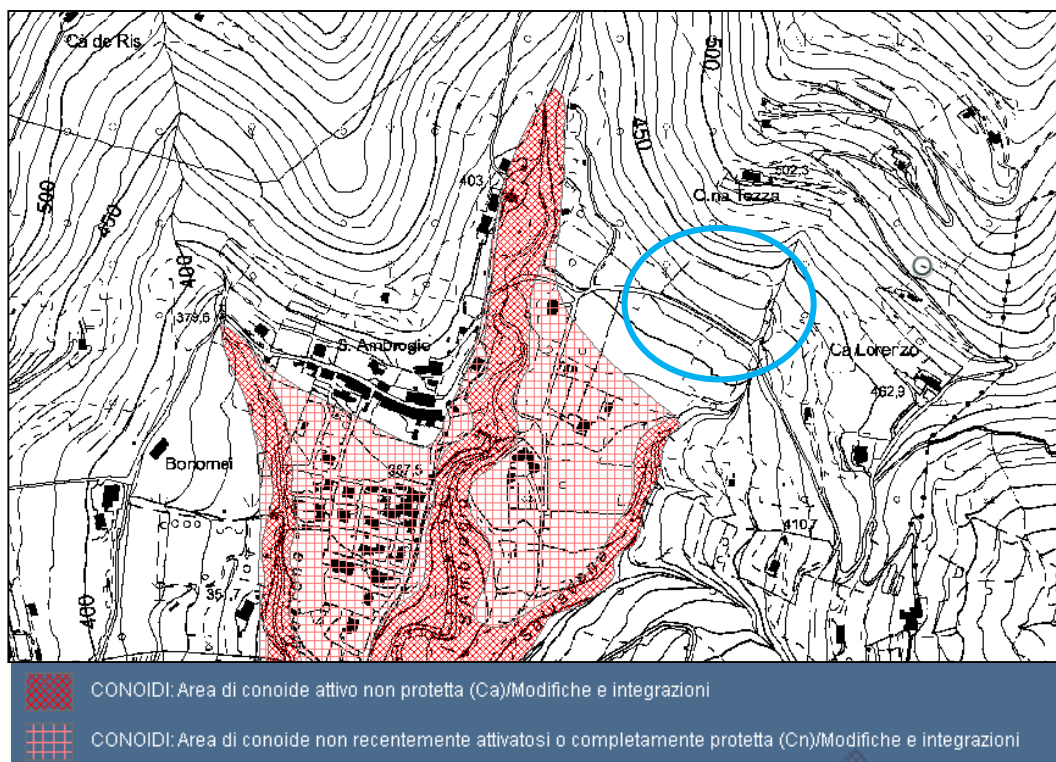
### **3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E CLASSIFICAZIONE RICOGNITIVA DEI DISSESTI ALLO STATO ATTUALE**

#### ***3.1 Autorità di Bacino del Fiume Po (L. 183/89)***

Nella prima fase di formazione dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici l'Autorità di Bacino del Fiume Po aveva realizzato un prodotto cartografico, alla scala 1:50.000, che consentiva una descrizione omogenea della localizzazione delle principali tipologie di dissesto per processi gravitativi, erosivi, torrentizi e valanghivi nei sottobacini.

Nella seconda fase, condotta sempre dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, finalizzata alla identificazione e alla delimitazione delle aree in dissesto in funzione dello stato di pericolosità, le informazioni di cui sopra sono state reinterpretate a livello cartografico, mediante tecniche informatiche, per assicurare l'esatta corrispondenza dimensionale ed ubicazionale alle fonti originali. L'insieme di tali informazioni sono state cartografate alla scala 1:25.000.





**Figura 24 - Azzonamento P.A.I. allo stato attuale. Servizio di mappa Studi Geologici Comunali con relativa legenda. Indicata in azzurro l'area in esame.**

La cartografia alla scala 1:25.000 redatta dall'Autorità di Bacino consente di individuare con una codifica omogenea, delimitandole e/o localizzandole puntualmente, le situazioni di pericolo. I principali elementi informativi sono di seguito elencati:

- Frane
  - Area di frana attiva
  - Area di frana quiescente
  - Area di frana stabilizzata
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio
  - Area con pericolosità molto elevata o elevata
  - Area con pericolosità media o moderata
- Trasporto di massa sui conoidi



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

- Area di conoide attivo parzialmente protetta
- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta

In particolar modo i “Criteri e modalità di valutazione e perimetrazione puntuale dei livelli di rischio idraulico e idrogeologico” sono stati effettuati così come di seguito meglio evidenziato.

Per ogni dissesto l’Autorità di Bacino ha definito un set di parametri, raccolti in una scheda di rilevamento, che consente il confronto, all’interno dello stesso insieme tipologico, dei dissesti catalogati in una scala relativa di rischio. La metodologia viene proposta come strumento utile alla definizione delle priorità di intervento per una corretta gestione del territorio.

Questi set di parametri vengono successivamente combinati fra loro e processati secondo uno sviluppo, in serie, di matrici. Infatti, pur trattando situazioni puntuali, occorre ricordare che si tratta di una valutazione da intraprendere a scala di intero bacino dove non sempre le informazioni relative ai singoli dissesti hanno lo stesso grado di dettaglio e accuratezza. Le matrici interessate sono:

- Definizione massa solida
- Tipologia del processo
- Valutazione massa critica
- Valutazione dell’intensità
- Prima definizione della pericolosità
- Valutazione interventi di sistemazione
- Valutazione finale

Da questa procedura ne deriva la classificazione dell’area.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### 3.1.1 Valutazioni PAI sulla rizonizzazione dei dissesti

Così come riporta l'Atlante dei rischi idrogeologici e Idraulici:

“È doveroso precisare ed avere ben presente i limiti connessi alle tecniche usate per la predisposizione di queste carte. Innanzitutto la mancanza di eventi franosi in una qualsiasi area non significa in assoluto che tale area sia priva di dissesti e tantomeno che essa non sia suscettibile a franare. La carta non può, in altri termini, essere utilizzata per valutazioni di stabilità di un singolo sito, per il quale dovranno essere comunque svolti studi geologico - tecnici accurati e puntuali.

In secondo luogo l'indicazione del dissesto è il risultato di una valutazione/interpretazione di tutta la documentazione resa disponibile il cui grado di accuratezza dipende, come dicevamo in precedenza, da numerosi fattori e principalmente dai diversi schemi classificatori adottati negli studi e rilevamenti consultati e dall'esattezza della documentazione resa disponibile. Le fonti informative, riferite prevalentemente a banche dati regionali sullo stato di dissesto e a studi specifici a diversa scala territoriale, dimostrano un elevato grado di disomogeneità territoriale e di aggiornamento, sia dal punto di vista quantitativo (densità di dissesti) che qualitativo (dettaglio dell'informazione). I limiti conoscitivi anzidetti influenzano l'analisi condotta sulle condizioni di pericolosità per il territorio collinare e montano del bacino.

Si ritiene tuttavia che in molte aree la delimitazione effettuata sia esaustiva e di adeguata precisione alla scala di piano prescelta (1:25.000).

È implicito che ove tale delimitazione risultasse inefficace ad esprimere la complessità dei fenomeni di dissesto e di pericolosità si renderà necessaria la trasposizione delle informazioni, l'analisi e se del caso studi ulteriori e approfondimenti ad una scala di maggior dettaglio propria ad esempio dei Piani di Coordinamento Provinciale e dei Piani Regolatori Generali comunali.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Tali approfondimenti risulteranno particolarmente efficaci ed auspicabili dove in base alla cartografia di Piano si individuino interferenze rilevanti con la presenza di insediamenti, beni e attività vulnerabili”.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### ***3.2 Inventario dei fenomeni franosi della Regione Lombardia***

Indicazioni essenziali allo studio effettuato sono state tratte dall’Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI). I dati relativi ai dissesti contenuti nel Progetto IFFI sono costituiti da una componente alfanumerica associata ad una componente geometrica (punti, linee, aree) georeferenziata. Ogni fenomeno è identificato in modo univoco attraverso un proprio ID numerico.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

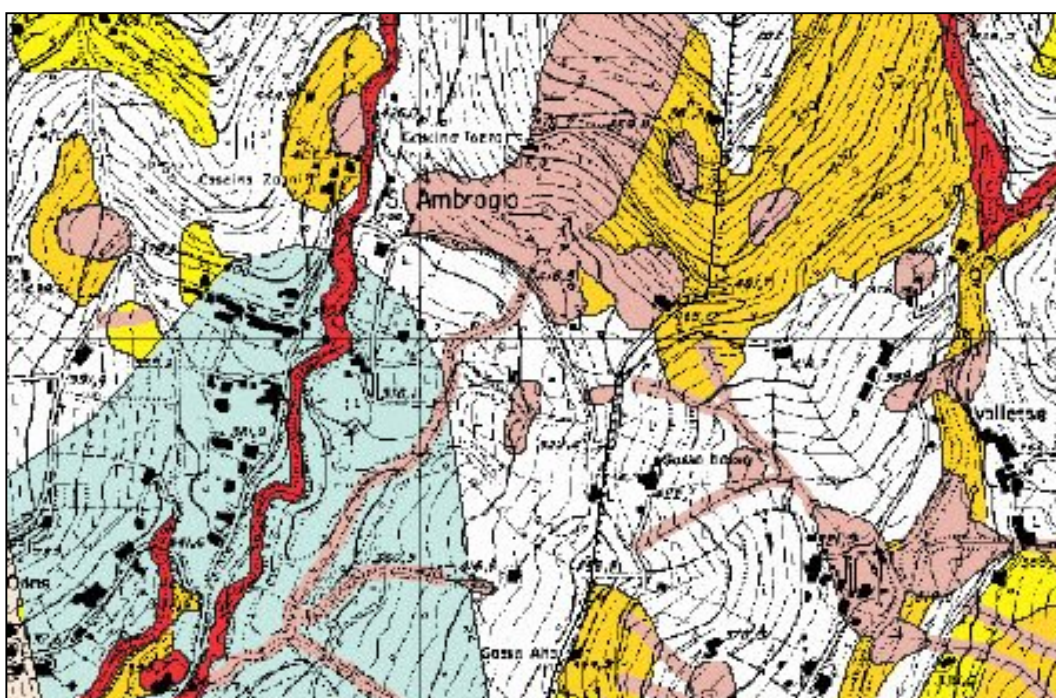
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### ***3.3 Piano Territoriale di coordinamento Provinciale***

Osservando il Piano Territoriale di coordinamento della Provincia di Bergamo, si osserva come l'area oggetto di studio si classifica fra: Aree prevalentemente inedificate nelle quali la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale è condizionata ad approfondimenti e studi di dettaglio di carattere idrogeologico ed idraulico che accertino la propensione dell'area all'intervento proposto o ambiti urbani che per particolari condizioni geomorfologiche o idrogeologiche richiedono verifica delle condizioni al contorno e specifica attenzione negli interventi di modificazione edilizia e di nuova costruzione (art. 43).



**Figura 25 - Estratto cartografia PTCP (Provincia di Bergamo)**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

L'area rientra infatti fra quelle interessata direttamente o indirettamente da fenomeni di tipo geomorfologico e idrogeologico.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### ***3.4 Studio geologico di supporto al P.G.T.***

Lo studio geologico di supporto al P.G.T. cataloga l'area in esame con classi di fattibilità 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni) e 4 (Fattibilità con gravi limitazioni).

Nella classe 3 ricadono le aree in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla variazione di destinazione d'uso. Dovranno essere definiti puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire al fine di valutare la compatibilità degli interventi.

In classe di fattibilità 4 ricadono tutte quelle aree in cui sono state riscontrate gravi limitazioni alla variazione di destinazione d'uso per le condizioni di elevata pericolosità e vulnerabilità individuate.

Nell'area dovrà pertanto essere di norma esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non la manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici esistenti, manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia in genere per i quali saranno consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall'Art. l'art. 27.1 della LR 12/05, nonché piccoli ampliamenti funzionali all'edificio e puntualmente verificati.

Eventuali opere pubbliche e di interesse collettivo quali acquedotti, strade, fognature, ecc., oltre alle operazioni di manutenzione di piccole strutture non residenziali di supporto all'attività agricola che non prevedano la presenza continuativa di persone, dovranno essere valutate puntualmente.

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

In questi casi, sulla base dei risultati emersi dall'indagine dovrà essere elaborato un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, di trattamento e/o miglioramento dei terreni. Il progetto dovrà tenere conto altresì di un programma di



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

monitoraggio ambientale destinato a verificare gli effetti degli interventi eseguiti in relazione all'entità dell'opera.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

In classe 4 rientrano tutte le aree di frana attiva, ed oltre alle indicazioni specificate per la classe stessa si applicano le norme di cui all'art. 9 comma 2 delle NTA del PAI di seguito riportate.

Nelle aree di frana attiva (Fa) sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti 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;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi - le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Ed infine sempre in questa classe rientrano tutte le aree valanghive con pericolosità elevata o molto elevata, ed oltre alle indicazioni specificate per la classe 4 si applicano le norme di cui all'art. 9 comma 10 delle NTA del PAI di seguito riportate. Nelle aree di valanga (Ve) sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione, di rimboschimento in terreni idonei e di monitoraggio dei fenomeni.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **4 GEOLOGIA DEL SITO**

### ***4.1 Inquadramento geomorfologico***

L'area oggetto di indagine è ubicata ad una quota compresa tra i 410 m s.l.m. e i 500 m s.l.m., ed è caratterizzata da una morfologia acclive.

I processi morfogenetici più significativi che hanno determinato il modellamento del paesaggio di questo comparto territoriale sono ascrivibili alla dinamica di versante e alle acque superficiali.

La dinamica delle acque superficiali è materializzata dalla presenza di numerosi impluvi che percorrono i versanti della zona; si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da una portata intermittente legata soprattutto a eventi meteorici particolarmente significativi.

I pendii risultano più o meno incisi da questi corsi d'acqua, tanto che numerose aree di frana si sviluppano nelle vallecole venutesi a formare, provocando spostamenti di massa in direzione dell'alveo vero e proprio.

Un impatto significativo sulla morfologia del territorio, infine, è da attribuire all'attività antropica, che si manifesta soprattutto con la realizzazione di infrastrutture viarie, rimodellamenti dei pendii a scopo agrario e con una limitata urbanizzazione civile.



**Studio Associato Hattusas**

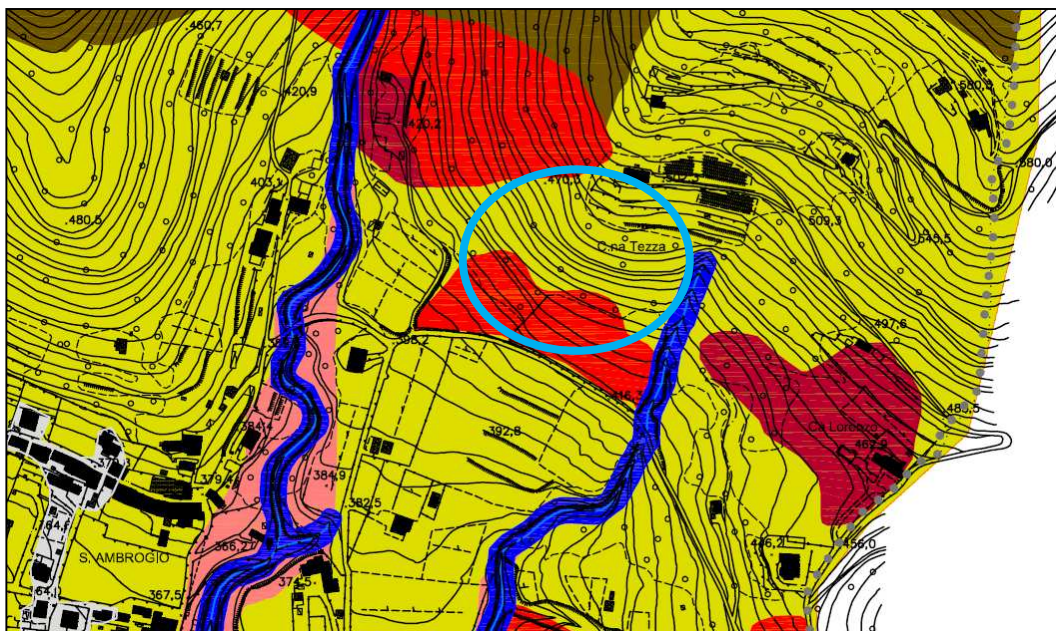
Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



#### LEGENDA

##### AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITA' DEI VERSANTI

- Area di frana attiva
- Potenziali instabilità anche connesse all'acclività del versanti
- Area a medio-alta acclività localmente interessata da dissesti superficiali; Aree alluvionabili
- Area a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni
- Aree subpianeggianti localmente con piccoli dissesti
- Aree con scadenti caratteristiche geotecniche

##### AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- Area di conoide attivo non protetta, definita dal PAI
- Area di conoide protetta
- Reticolo minore e fascia di rispetto 10 m

##### AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- Aree di rispetto o d'esondazione dei corsi d'acqua o idrogeologicamente vulnerabili

**Figura 26 - Stralcio della Carta Geologica di sintesi P.G.T. con relativa legenda. (Febbraio 2009, Agg. Gennaio 2010). Cerchiata in azzurro l'area in esame.**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

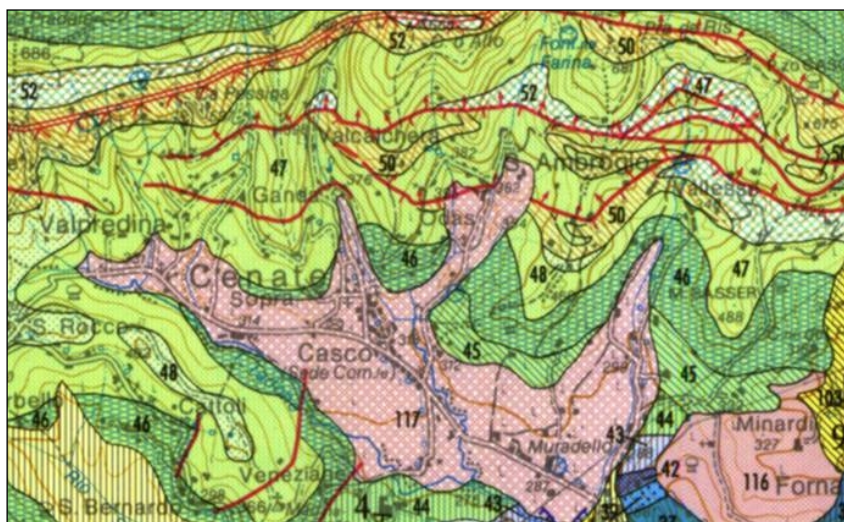
e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **4.2 Inquadramento geologico**

L'area si inquadra nell'ambito della bassa Val Cavallina, caratterizzata in questa zona dall'affioramento di unità cretacicke coperte da depositi quaternari di versante.

In particolare, l'area di intervento è posta sull'unità nota come Scaglia Lombarda (Eocene Medio – Barremiano Superiore), caratterizzata da marne, calcari marnosi, calcari selciferi.

Secondo la più recente cartografia Carg, lungo l'area sono presenti le Unità del Cenomaniano Superiore delle torbiditi sottili in contatto con una scaglia di peliti rosse della Formazione di Gavarno GVR2, mentre il contatto tettonico con la formazione del Sass de La Luna si imposta a quote superiori appena sopra l'area oggetto di studio.



**Figura 27- Carta Geologica provincia di Bergamo**



## Studio Associato Hattusas

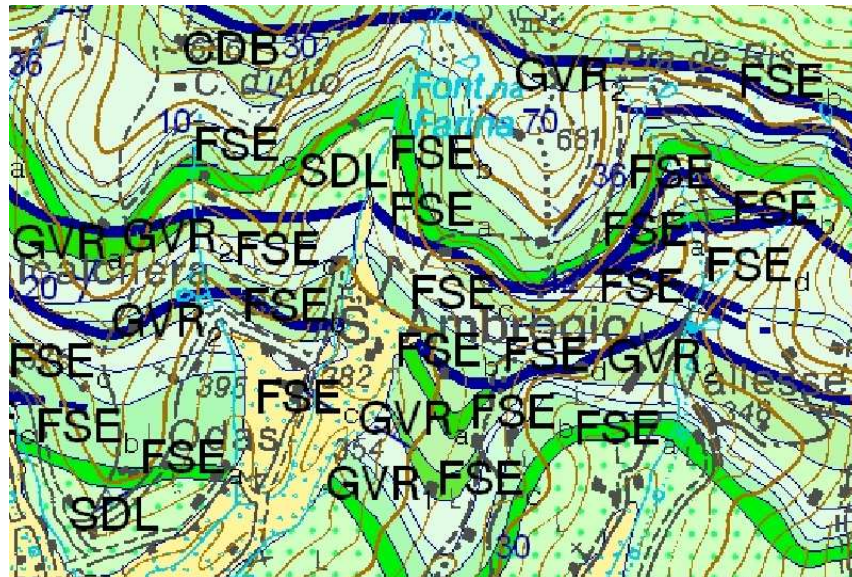
Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



- FORMAZIONE DI GAVARNO**  
Completivamente si tratta di peliti varicolori, nere e rosse in particolare, associate ad alternanze arenaceo-pelittiche sottilmente stratificate. Calcarei massivi ad assetto caotico.  
Membro delle peliti rosse (GVR<sub>2</sub>): alternanze arenaceo-pelittiche in sequenze medio-sottili con arenarie micacee e marne - marne argillose verdi e rosse prevalenti verso l'alto; intercalazioni subordinate di strati calcilutitici e banchi metrici calcareo-marnosi a base arenacea. Localmente si intercala un megastrato a struttura caotica (Banco caotico III - GVR<sub>2</sub>).  
Foraminiferi planctonici con: *Marginootruncana sigali*, *M. pseudolinneiana*, *M. schneegansi*. Spessore: 0-30 m.  
Membro delle peliti nere (GVR<sub>1</sub>): marne da grigie a verdi in strati da medi a spessi talora laminati, argilliti nere (*black shale*) ed alternanze arenaceo-pelittiche in strati da sottili a medi con arenarie fini laminate e peliti grigio scure e nere. Nella parte basale associazione a foraminiferi planctonici con: *Rotalipora cushmani*, *R. greenhornensis*, *Praeglobotruncana stephani*, *R. delrioensis*, *Schackoina cenomana*. Spessore: 10-40 m.  
Cuneo torbiditico di avampese.  
CENOMANIANO SUPERIORE - TURONIANO MEDIO
- CENOMANIANO MEDIO-SUPERIORE.**  
Torbiditi sottili (FSE<sub>1</sub>): arenarie medie e fini in strati da gradati a laminati, piano-paralleli o lenticolari, alternate a peliti in rapporto variabile; si intercalano calcareniti fini e calcilutiti silicee in strati da sottili a medi. Associazione a foraminiferi planctonici con *Rotalipora cushmani*, *R. greenhornensis*, *R. deeckei*, *Praeglobotruncana gibba*, *Whiteinella baltica*. Spessore: 0-80 m.  
CENOMANIANO MEDIO - SUPERIORE.  
Marni Rosse (FSE<sub>2</sub>): marne emipelagiche rosse da massive a stratificate, con intercalati strati medi e sottili gradati di calcareniti-calcilutiti ed orizzonti discontinui di paraconglomerati a clasti calcarei e silicei. Associazioni a foraminiferi planctonici con: *Rotalipora brotzeni*, *R. gandolfi*, *R. appenninica*, *Praeglobotruncana delrioensis* e *P. stephani* alla base della litozona; *Rotalipora cushmani*, *R. montsalvensis*, *Praeglobotruncana gibba* e *Whiteinella archaeoretacea* alla sommità.  
Spessore: 0-10 m. CENOMANIANO INFERIORE - MEDIO  
Membro del Monte S. Onofrio (FSE<sub>3</sub>): marne emipelagiche varicolori associate ad alternanze calcilutitico-marnose ed arenaceo-pelittiche in strati laminati da sottili a medi, a calcilutiti sottilmente stratificate, ad orizzonti calcarei a struttura caotica. Radiolari e associazioni a foraminiferi planctonici a *Rotalipora brotzeni*, *R. greenhornensis*, *R. reicheli*, *Schackoina cenomana*. (Flysch di Valdona Auci).  
Spessore massimo: 80 m CENOMANIANO INFERIORE - MEDIO.  
Cuneo torbiditico di avampese.  
CENOMANIANO



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

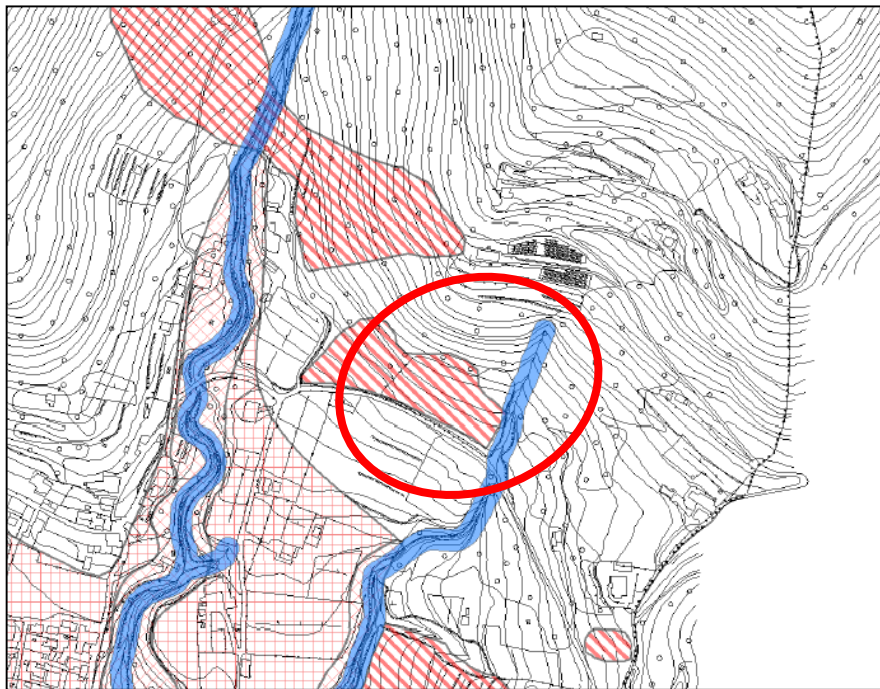
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### **4.3 Inquadramento idrografico**

Gli elementi idrografici più vicini sono due impluvi, che confluiscono l'uno nell'altro e in poche centinaia di metri anche nel Calchera e poi nel torrente Tadone. Posti a est e Ovest del sito scorrono entrambi verso Sud, il più vicino ricade parzialmente nell'area di interesse, mentre il maggiore ad Ovest è distante un centinaio di metri.



**Figura 28 – Stralcio della Carta Idrogeologica del P.G.T. con indicazione dei corsi d'acqua (Febbraio 2009, Agg. Gennaio 2010). Cerchiata in rosso l'area in esame.**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### ***4.4 Inquadramento idrogeologico***

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in esame è posta su rocce caratterizzate da conducibilità idraulica scarsa, con valori compresi tra  $10^{-6}$  m/s e  $10^{-8}$  m/s.

L'area in esame, inoltre, si colloca in un contesto in cui il substrato roccioso presenta una intensa fratturazione, che favorisce la permeabilità secondaria del substrato.

Nell'area in esame non sono segnalate sorgenti, venute d'acqua e nemmeno fenomeni di ristagno superficiale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### ***4.5 Analisi storica e documentale***

La consultazione degli archivi bibliografici ha previsto una ricognizione cartografica a partire dalla base IGM 25.0000, confrontando successivamente le ortofoto disponibili sia sul Geoportale regionale che Nazionale. La ricognizione non ha evidenziato particolari elementi legati al rischio se non la conferma di morfologie legate all'antropizzazione storica, che si è però effettivamente manifestata solo dopo la seconda metà del 2000 con la realizzazione di operazioni rimodellamento del pendio per la realizzazione del vigneto, in precedenza le aree oggetto di studio sono state governate a bosco con chiare erbose abbastanza estese, ma senza particolari modificazioni.

La vallecchia laterale che segna il limite dell'area si presenta sdoppiata con una biforcazione molto stretta e incisa nella parte alta e via via alle quote più moderate verso la strada va riducendosi il tratto inciso.

A valle del pendio in corrispondenza del limite superiore della strada comunale è stato realizzato un muro di contenimento in pietrame e cls.



Figura 29- Estratto IGM 1860



Figura 30- Estratto Cartografia IGM al 25.000





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 31- Estrapolazione delle ortofotografica disponibile dalla bibliografia, nell'ordine: ortofoto colori 2000, 2007 e 2012, ortofoto b/n 1996, 1988**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

#### ***4.6 Caratteristiche idrometeorologiche***

La conoscenza della distribuzione delle precipitazioni nel tempo e nello spazio, sono di estrema utilità per poter correlare i valori pluviometrici con gli eventi alluvionali.

Attraverso la raccolta, archiviazione ed analisi statistica dei dati pluviometrici è possibile caratterizzare il regime pluviometrico dell'area in esame, nonché individuare relazioni empiriche tra piogge e frane. Nel caso di fenomeni di dissesto superficiali è plausibile fare riferimento principalmente alle piogge di massima intensità e breve durata. Per quanto riguarda i dissesti di grandi dimensioni, con superfici di scivolamento profonde che coinvolgono anche il substrato, occorre considerare soprattutto i valori cumulati delle precipitazioni relative all'evento e al periodo precedente.

Per lo studio della distribuzione delle precipitazioni massime, medie e minime sul territorio di Cenate Sotto si è preso come riferimento uno studio effettuato su tutta la Provincia di Bergamo, utilizzando i dati relativi alla "Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia" (Ceriani & Carelli, 2000). La stazione più vicina all'area oggetto di studio è quella di Cenate Sotto, ubicata ad una quota di 1200 metri s.l.m.. La stazione funzionante nel periodo 1928-1983 era provvista di pluviometro.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

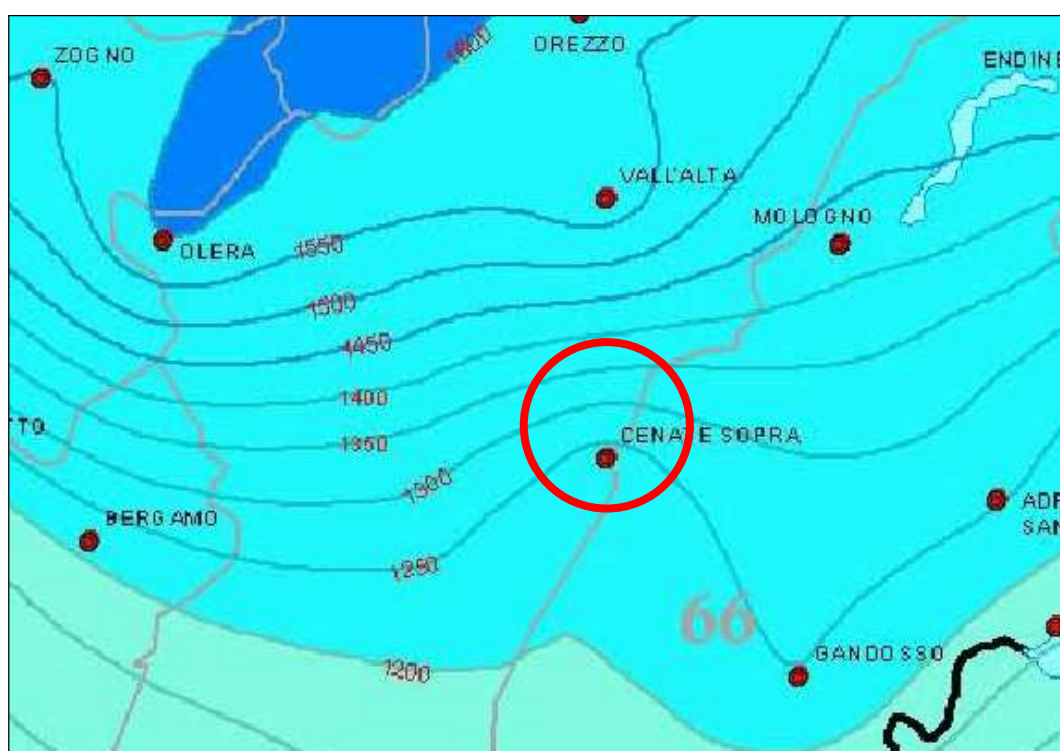
*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

In Provincia di Bergamo si registrano valori di piovosità media variabili tra 900 e 2250 mm circa. La piovosità media annuale, fortemente controllata dall'orografia, cresce gradualmente verso nord nell'area compresa tra la pianura e la fascia pedemontana all'imbocco delle valli principali. I valori decrescono spostandosi verso est nel settore idrografico destro del Fiume Oglio.



**Figura 32 - Stralcio della Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (Ceriani & Carelli, 2000). Indicata in rosso l'area in esame**

I valori annui relativi alla stazione di Cenate Sotto indicano una piovosità media di 1494 mm, una piovosità minima di 496 mm e una piovosità massima annua di 2650 mm.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **5 RILIEVO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO**

### ***5.1 Obiettivi e metodi***

Per accertare le reali condizioni dell'area in esame, è stato eseguito un rilievo geomorfologico di dettaglio, finalizzato ad appurare la presenza e la tipologia di eventuali dissesti attivi, e a definire la probabilità di innesco di altri dissesti.

Durante il rilievo, oltre alle morfologie del territorio, è stata curata in modo particolare la descrizione litologica degli affioramenti individuati, relativi sia a “spaccati” della copertura superficiale, sia al substrato roccioso.

Gli affioramenti individuati sono comunque distribuiti sia all'interno della zona di interesse sia in un suo significativo intorno.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Descrizione degli affioramenti

**5.1.1 Affioramento 1**

Coordinate WGS84 -UTM 32N – 565098.632 m E, 506159,305 m N

Partendo dal basso sono stati individuati i seguenti livelli.

Litologia – Calcare/calcare marareanrie micascee/argilliti verdi rosse.

Spessore - >2 m.

Umidità – Asciutto.

Addensamento/consistenza, cementazione, consolidazione – Scarsa.

Geometria dell'affioramento - Irregolare.

Limite superiore – Contatto netto Formazione del Sass de La Luna.

Limite inferiore – Non visibile.

Strutture e caratteristiche aggiuntive – Locali ricristallizzazioni di calcite, intensa fratturazione, ammasso roccioso debole (weak rock)

Conclusioni – Peliti Rosse.

Litologia – Calcare/calcare marnoso.

Spessore - >2 m.

Umidità – Asciutto.

Addensamento/consistenza, cementazione, consolidazione – Cementazione buona.

Geometria dell'affioramento - Irregolare.

Limite superiore – Contatto netto con il colluvio.

Limite inferiore – Non visibile.

Strutture e caratteristiche aggiuntive – Locali ricristallizzazioni di calcite, intensa fratturazione

Conclusioni – Sass de la Luna.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Litologia - Diamicton massivo a supporto di matrice.

Spessore - 0,25 m.

Selezione – Poco selezionato.

Forma, arrotondamento, diametro granuli - Granuli polimorfi, angolari, centimetrici.

Umidità – Debolmente umido.

Addensamento/consistenza, cementazione, consolidazione – Poco consistente, non cementato, normalconsolidato.

Petrografia e alterazione dei clasti - Clasti monolitologici di calcare/calcare marnoso, clasti con cortex/inalterati.

Matrice – Limo argilloso di colore marrone scuro.

Geometria dell'affioramento - Irregolare.

Limite superiore – Coincidente con la superficie topografica.

Limite inferiore - Contatto netto con il substrato roccioso.

Strutture e caratteristiche aggiuntive – Sporadica presenza di radici.

Conclusioni - Colluvio.

|





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 34- Affioramento Peliti Rosse**



**Figura 33- Affioramento Sass de La Luna**





**Studio Associato Hattusas**

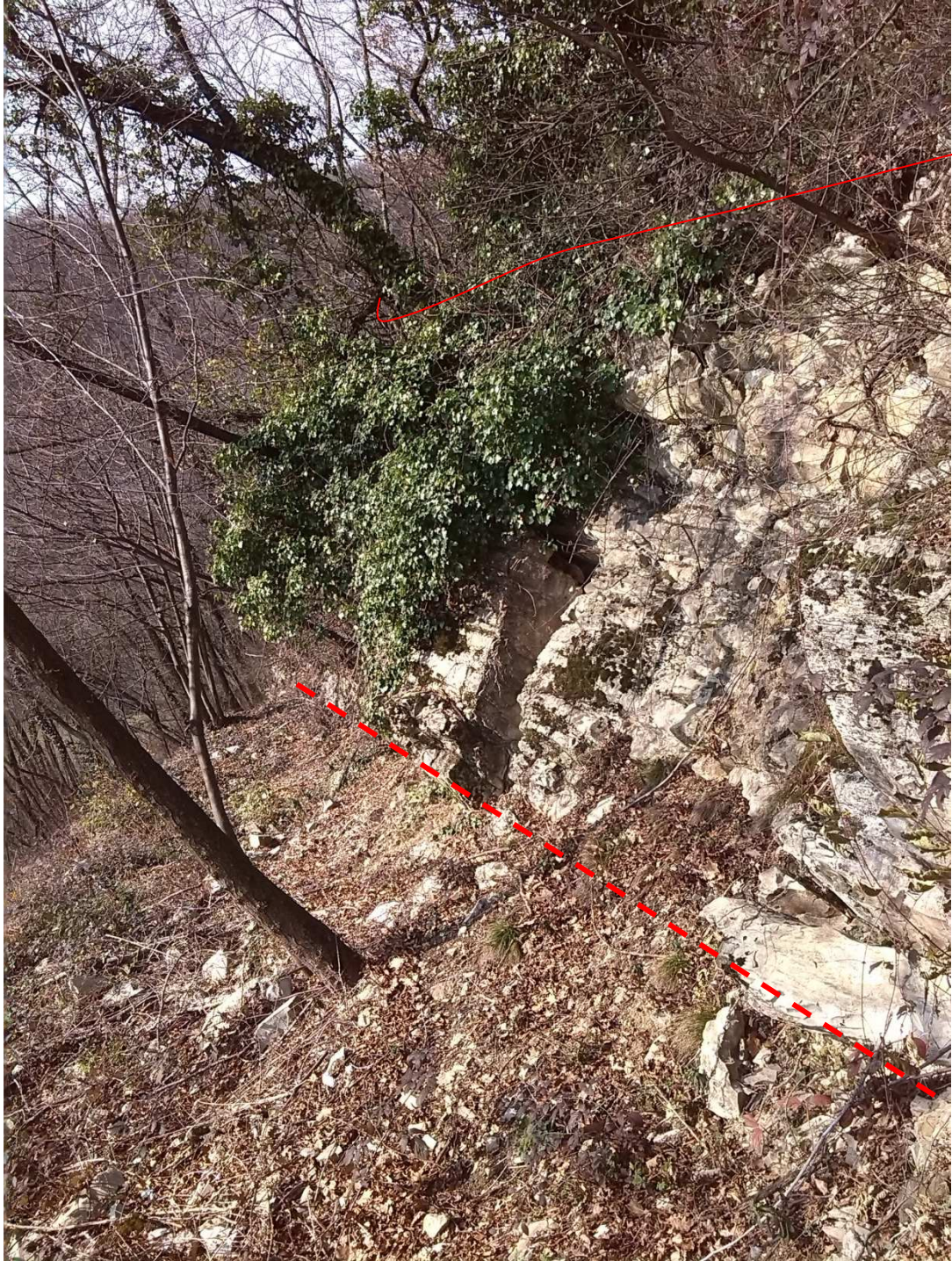
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 35- Ripresa fotografica area d'affioramento con distinzione dei limiti descritti**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 36- Individuazione settore di rilievo a scala più ampia**

In dettaglio lungo il pendio a monte dell'area governata a vigneto è presente una scarpata di circa 5 metri, che interrompe l'andamento regolare del pendio con un brusco aumento delle pendenze fino al piede della scarpata, da cui poi partono i primi filari del vigneto. E' presente un contatto stratigrafico netto tra la formazione del Sass de La Luna e le Peliti Rosse, quest'ultime risultano maggiormente erodibili con un comportamento da roccia debole, mentre i calcari marnosi sovrastanti rimangono maggiormente esposti con volumi rocciosi unitari localmente anche cospicui, che in qualche caso raggiungono anche il m<sup>3</sup>.

La scarpata con gli ammassi rocciosi esposti è limitata ad un settore più ristretto del pendio con più ampia esposizione nel settore occidentale e tende via via ad elidersi verso il settore orientale, obliterata dalla coltre eluviale superficiale raccordandosi



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

con la morfologia più blanda segnata dalla copertura vegetale del bosco e limitando dunque il rischio di distacco di porzioni di roccia al settore descritto.



**Figura 37- Dettaglio della scarpata nel settore più occidentale con volumi rocciosi mobilizzati in precarie condizioni di equilibrio**





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **6 PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE E LA ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' PER FENOMENI DI CROLLO**

Il metodo empirico per definire l'area interessata da un fenomeno di crollo si basa sul cosiddetto “cono d'ombra”, che sottende la zona in cui la maggior parte dei blocchi si dovrebbero arrestare.

Il metodo si basa sugli studi di HEIM (1932), di LIED (1977), di ONOFRI & CANDIAN (1979), di EVANS & HUNGR (1993) e di MEISSL (1998). Questo metodo previsionale empirico si basa sul concetto di linea di energia e di angolo di attrito equivalente; l'area interessata da un crollo può venir delimitata da un “cono” definito utilizzando l'angolo d'ombra minimo, a partire da una parete o da una porzione di versante possibile origine di crolli, oppure l'angolo di inclinazione del versante. L'angolo d'ombra minimo è definito come l'inclinazione della retta che congiunge l'apice del talus con il blocco più lontano; secondo EVANS & HUNGR (1993), il valore medio di tale angolo è di 27,5°. Un'altra possibilità è di utilizzare l'angolo di inclinazione del versante (zona di deposito), calcolato partendo dal punto più alto della zona di distacco, congiungendolo con il masso che ha raggiunto la massima distanza di espansione, che in genere fornisce valori compresi tra 28° e 41° (ONOFRI & CANDIAN, 1979).



**Studio Associato Hattusas**

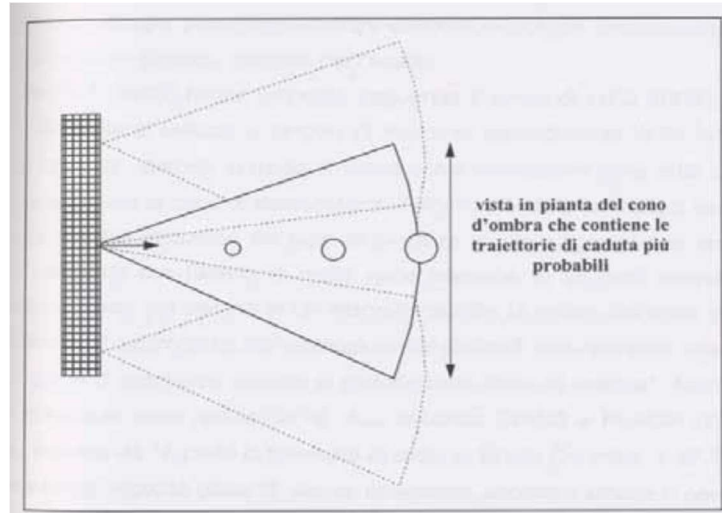
Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

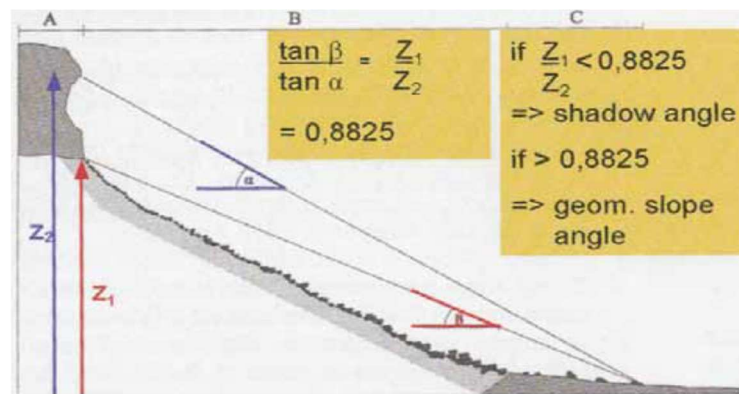
Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Delimitazione in pianta del "cono d'ombra" per frane di crollo.

La scelta tra i due metodi può essere effettuata in modo teorico, utilizzando la



seguente relazione:

*Basi teoriche che illustrano quando usare l'angolo ombra minimo o l'angolo di inclinazione del versante.*

se  $Z_1/Z_2 < 0.8825$  si utilizza l'angolo d'ombra minimo; se tale rapporto è  $> 0.8825$ , si utilizza l'angolo di inclinazione del versante. Il metodo sopra descritto è stato utilizzato per determinare, su basi tecniche suggerite dalle normative vigenti, sebbene semplificate, le aree potenzialmente raggiunte dai massi che potrebbero staccarsi dai settori descritti, anche sulla base delle osservazioni di terreno che



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

hanno determinato in molti casi le quote potenziali da possibili massi in movimento.

Il metodo in particolare è stato applicato su una sezione tracciata lungo il versante a monte del vigneto esistente considerata rappresentativa, vista la morfologia regolare delle aree sottostanti la scarpata.

### **6.1 APPLICAZIONE METODO DEL CONO D'OMBRA**

Il profilo considerato è stato scelto in funzione dei rilievi effettuati sul territorio comunale. Per questo motivo in seguito all'individuazione di due aree specifiche in cui si sono riscontrati crolli, si è proceduto estraendo alcuni profili topografici rappresentativi del percorso potenziale seguito dai massi durante la caduta.

Gli angoli presi in considerazione sono misurati considerando costante il punto d'arresto e variabile il punto d'innescio del distacco; sarà perciò possibile individuare l'angolo di inclinazione del versante ( $\alpha$ ) e l'angolo d'ombra minimo ( $\beta$ ). Il rapporto tra la tangente di beta e la tangente di alfa potrà essere inferiore o superiore ad un valore costante, 0.8825.

Nel caso tale rapporto risulti minore di 0.8825 verrà impiegato l'angolo d'ombra minimo per definire l'ampiezza del cono d'espansione in pianta; in caso contrario verrà impiegato l'angolo di inclinazione del versante.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

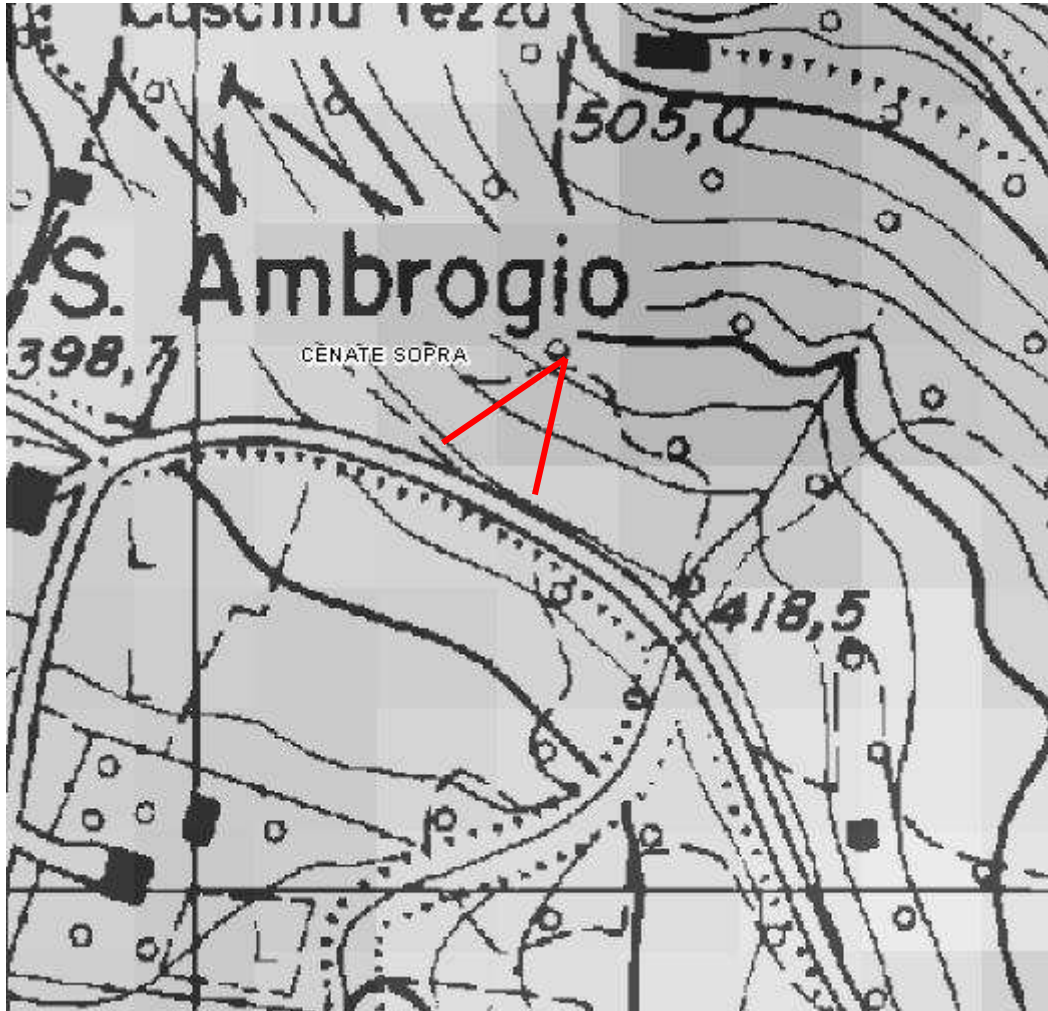


Figura 38- Rappresentazione della possibile propagazione dei blocchi

### Profilo n.1

$$\alpha=33^\circ \quad \beta=28^\circ$$

$$\tan\beta/\tan\alpha=z1/z2=0.8187$$

Risultando  $\tan\beta/\tan\alpha < 0,8825 \Rightarrow$  ANGOLO D'OMBRA MINIMO



**Studio Associato Hattusas**

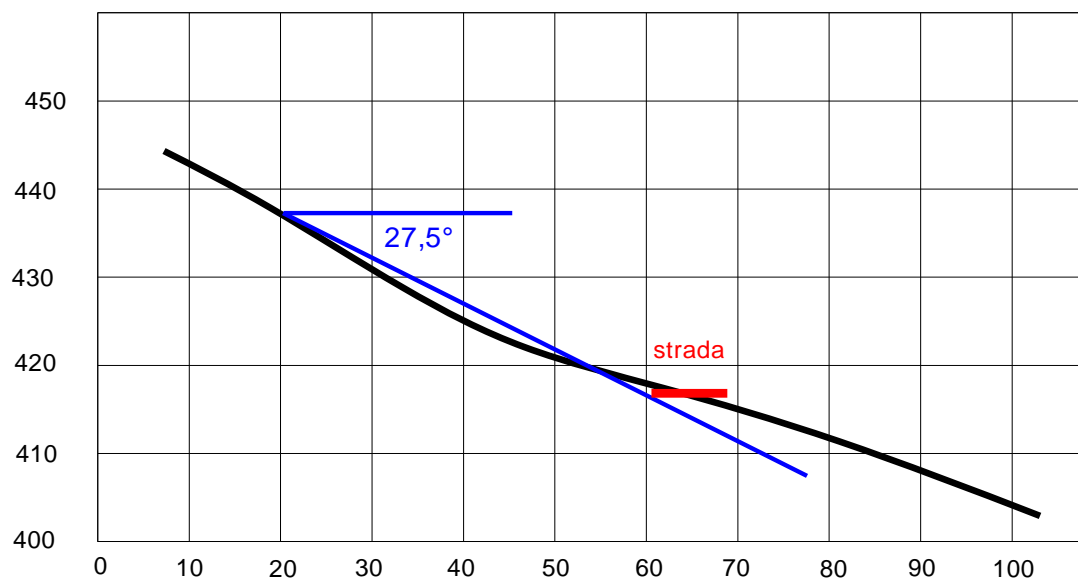
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



Concluso il calcolo degli angoli seguendo i parametri imposti da tale metodo, è possibile rappresentare in pianta i coni d'espansione caratteristici di ognuna delle sezioni tracciate.

\*\*\*





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

**7.1 La zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia: crolli di singoli massi inferiori a 1000 m<sup>3</sup>**

Secondo quanto ben descritto nella d.g.r. 2616/2011, All. parte 2.2.1.1, alla quale si rimanda per maggiori dettagli e dalla quale si riprendono le seguenti note tecniche, la procedura adottata, denominata R.H.A.P. (*Rockfall Hazard Assessment Procedure*), è valida per crolli di singoli blocchi o per crolli di massi fino ad una volumetria massima complessiva di 1000 m<sup>3</sup>. Questa procedura comprende più fasi. Il primo passo è l'individuazione dei settori di parete rocciosa potenziale origine di crolli: nel caso specifico, si tratta generalmente di affioramenti di limitata estensione, lungo i quali sono presenti blocchi rocciosi potenzialmente mobilizzabili.

Segue quindi la delimitazione di aree omogenee in funzione di:

- caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso ricavate da rilievi in sito;
- morfologia del versante lungo le traiettorie di discesa (zone di transito e d'arresto) dei blocchi, come ad esempio altezza della parete e pendenza del versante sottostante;
- presenza di opere di difesa, di cui vanno valutati le caratteristiche di assorbimento di energia e il loro stato di efficienza;

questi parametri vengono poi utilizzati nella modellazione numerica.

In ciascuna delle aree omogenee così definite, sono scelte, in pianta, una o più traiettorie di discesa dei blocchi su cui effettuare analisi di rotolamento tramite simulazioni di caduta con modelli numerici di tipo stocastico supportate da rilievi geomeccanici e da osservazione degli accumuli di detrito.

Le simulazioni di caduta con modelli numerici (cinematici e/o dinamici) vanno effettuate prendendo in considerazione i seguenti parametri: zona di partenza dei blocchi; volumetria dei massi; forma dei massi; coefficienti di restituzione e



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

rugosità; numero di simulazioni: essendo questa analisi di tipo probabilistico, è necessario effettuare numerose simulazioni di caduta (sono da effettuare almeno 1000 cadute per ogni traiettoria).

Successivamente si valuta la probabilità di accadimento del fenomeno in ciascuna delle aree omogenee, definendo la propensione al distacco dei blocchi. A tale scopo si suddivide la parete in maglie, con lato da 5 m fino a 20 m, secondo la complessità geomeccanica dell'area omogenea o in base alle dimensioni della parete.

Per ciascuna maglia si verifica la presenza dei seguenti elementi di instabilità:

- fratture aperte con evidenze di attività associate a cinematismi possibili;
- blocchi ruotati;
- zone intensamente fratturate;
- superfici non alterate che testimoniano recenti distacchi;

emergenze di acqua alla base dei blocchi.

Per ogni maglia viene quindi indicato il numero degli elementi di instabilità presenti. Poi, per ogni area omogenea viene calcolata la somma di tutti gli elementi di instabilità presenti e viene ricavata la percentuale di attività in relazione al numero massimo ottenibile nell'area omogenea, dando a ciascuna maglia il valore massimo 5.

In base alle percentuali così ricavate, le aree omogenee vengono raggruppate in 3 gruppi a differente attività relativa per il sito indagato: alta, media, bassa. Non vengono indicati valori di percentuali di riferimento assolute per evitare che gran parte delle aree omogenee risultino avere lo stesso valore di pericolosità, impedendo una zonazione.



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### ***Caratterizzazione aree omogenee***

In funzione delle risultanze delle indagini di terreno l'area oggetto di studio, è stata suddivisa in 2 macro aree omogenee, che riassumono condizioni simili secondo una serie di parametri e dati raccolti in sede di rilievi di campagna; la copertura di dettaglio del rilievo ha consentito di individuare le situazioni di criticità in modo puntuale con un rilievo di campagna generale e 2 rilievi di dettaglio.

### ***Parametri Aree omogenee***

Le aree omogenee, entro le quali si è suddivisa l'area di studio, sono state definite dai risultati ottenuti dai rilievi geomeccanici, dalla morfologia complessiva del versante, lungo le possibili traiettorie di discesa e dall' altezza e dalla pendenza dello stesso.

Queste valutazioni hanno portato alla suddivisione dell'area in 2 aree omogenee a differenti caratteristiche in relazione alle quali si è deciso di privilegiare una zonazione di forma irregolare, che meglio asseconda il reale stato dei luoghi.

I rilievi geomeccanici hanno posto in evidenza una situazione di assetto strutturale piuttosto regolare senza grosse differenze delle condizioni dell'ammasso roccioso, tuttavia sono le evidenze morfologiche a segnare le maggiori variabili.

L'area omogenea 1, posta alle quote più elevate dell'area delimitata a sud dalla base degli affioramenti rocciosi, a settentrione dal poggio presso C.na Tezza. L'area omogenea **contrassegnata in arancione**, si presenta quasi completamente boscata, pendio ad andamento variabile: a partire dalle quote più elevate 480 m.s.l.m., sono presenti limitati affioramenti rocciosi che diventano più estesi e cospicui alle quote comprese tra 440-450 ms.l.m., lungo questo settore sono presenti blocchi fratturati e localmente mobilizzati in affioramento appartenenti alla formazione del "Sass de la Luna", che a sua volta poggia in contatto stratigrafico



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

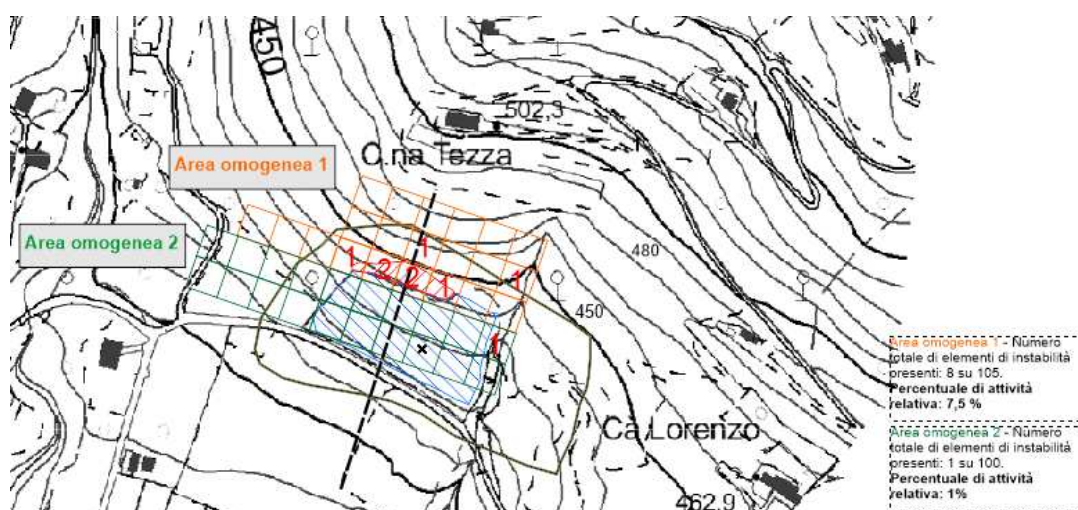
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

sulla formazione delle “Peliti Rosse” Alle quote comprese tra 440-420 s.l.m. il pendio assume una pendenza più moderata, pressoché priva di affioramenti rocciosi.

A seguire l' **Area omogenea 2, contrassegnata in verde**, ha una superficie più regolare ed allungata è segnata da pendenze moderate, e per buona parte le superfici si presentano antropizzate, gestite a vigneto fino al limite della strada comunale. Lungo questo settore non sono state rilevate allo stato attuale criticità particolari in relazione all'assetto strutturale, ne si sono rinvenuti blocchi mobilizzati. Anche l'eventuale presenza di coltri superficiali mobilizzabili è stata esclusa richiamando le indagini eseguite dagli scriventi di cui al Capitolo 8 del presente elaborato.



**Figura 39 - mappa delle aree omogenee e percentuali di attività**

Nel caso in esame, come si osserva nello stralcio cartografico allegato, non essendosi raggiunte, in tutte le aree omogenee, percentuali di attività relative superiori al 10% , non si è proseguito con l'applicazione delle successive fasi proposte dalla metodologia indicata nella normativa regionale.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **8 SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI**

Il moto di caduta di un blocco lungo una scarpata rocciosa dipende da numerosi fattori che non è facile esprimere numericamente.

Le traiettorie dei blocchi dipendono dalla geometria della scarpata, dalla forma del blocco in caduta e dalla sua velocità iniziale al momento del distacco dal pendio, ed inoltre dall'entità dell'energia dissipata per effetto degli urti durante la caduta.

I blocchi in caduta possono, infatti, scivolare, rotolare o rimbalzare a valle a seconda della loro forma, appiattita o arrotondata, e della inclinazione del pendio.

L'energia dissipata per effetto degli urti è in genere diversa al variare delle caratteristiche del moto e dipende dalle caratteristiche meccaniche del blocco e dai materiali presenti lungo la scarpata (*roccia, terreno, vegetazione*) che si oppongono in misura differente al moto dei blocchi.

Nella realtà, tuttavia, è praticamente impossibile determinare puntualmente il profilo di un pendio ed individuare la forma dei diversi blocchi che potrebbero distaccarsi.

Inoltre la geometria del pendio e la natura dei materiali affioranti subiscono nel tempo modifiche, anche sensibili, per effetto, dell'alterazione della roccia, per l'accumulo di detriti nelle zone meno acclivi e per lo sviluppo della vegetazione.

Infine, diviene praticamente impossibile modellare il moto di caduta dei blocchi nei casi in cui questi si frantumino per effetto degli urti, né è possibile individuare le zone del pendio in cui si verifica la frantumazione.

Per l'analisi delle traiettorie di caduta è necessario fare riferimento a modelli molto semplificati: la progettazione geotecnica degli interventi di protezione deve essere, perciò, sviluppata sulla base di un'ampia sperimentazione numerica, che consenta di indagare sui diversi aspetti del fenomeno e riconoscere i fattori principali che influenzano il moto di caduta nella particolare situazione in esame.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Nei casi più complessi potrà essere opportuno tarare il modello sulla base di un'analisi di traiettorie rilevate con cinematografia in sito in seguito, al crollo dei blocchi.

***Metodo di calcolo Lumped mass***

Le ipotesi del modello *Lumped mass* sono:

- 1) schema piano, profilo del pendio assimilabile ad una spezzata costituita da segmenti rettilinei;
- 2) blocco puntiforme e resistenza dell'aria trascurabile.

In tal caso la traiettoria del blocco può essere determinata utilizzando le equazioni del moto di un grave;

Lungo l'asse x il moto è uniforme, lungo l'asse y il moto è uniformemente accelerato.

In tal modo la traiettoria del moto risulta composta da una serie di parabole tracciate fra il punto in cui avviene il distacco ed il punto in cui il blocco urta sul pendio per la prima volta, nella fase iniziale del moto, e fra due successivi punti di impatto sul pendio, o al piede, in seguito, fino al punto finale di arresto.

Le coordinate dei punti d'impatto e le componenti della velocità si determinano risolvendo il sistema fra l'equazione (1) e l'equazione delle rette che rappresentano il profilo del pendio.

In pratica si procede dal punto in cui avviene il distacco del blocco e si risolve tale sistema di equazioni considerando di volta in volta le diverse equazioni delle rette che contengono i successivi segmenti della spezzata fino a trovare le coordinate di un punto, punto di impatto che appartiene alla parabola che rappresenta la traiettoria e ricade all'interno di uno dei segmenti della spezzata ed è pertanto anche un punto del pendio.

Tale punto rappresenta il primo punto di impatto del blocco sul pendio. Il procedimento viene ripetuto a partire da tale punto per determinare il successivo arco della traiettoria ed un nuovo punto d'impatto.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

**CARATTERISTICHE DEL BLOCCO**

Forma del blocco	Sferico
Densità	2300,0 Kg/m <sup>3</sup>
Elasticità	98066,0 kPa
Velocità iniziale in x	3,0 m/s
Velocità iniziale in y	-3,0 m/s
Velocità limite di arresto	0,01 m/s
Diametro	1,0 m

Massa	1204,277 Kg
Peso	1204,277 Kgf
Momento d'inerzia	120,428 Kgxm <sup>2</sup>

Per il dimensionamento del blocco tipo utilizzato nelle simulazioni si è fatto riferimento alla situazione maggiormente sfavorevole rilevata su terreno e cioè il volume roccioso unitario massimo rilevato.

**Elenco materia li**

N	Descrizione	Rn	Rt	Rugosità (m)	Frequenza (m)	Texture
1	Roccia integra	0,9	0,8	0		
2	Roccia alterata	0,7	0,7	0		
3	Sabbia	0,4	0,6	0		
4	Detrito	0,6	0,6	0		
5	Detrito fino	0,32	0,82	0		
6	Detrito vegetato	0,29	0,8	0		
7	Detrito con arbusti	0,3	0,7	0		
8	Terreno o prato	0,31	0,79	0		
9	Superficie pavimentata	0,4	0,9	0		

**DATI PENDIO**

N	X (m)	Y (m)	Materiale
1	12,11	79,12	Detrito vegetato
2	58,0	50,0	Roccia alterata
3	58,01	45,0	Roccia alterata
4	65,85	45,12	Roccia alterata
5	101,95	33,08	Terreno o prato
6	120,0	28,0	Terreno o prato
7	124,58	25,86	Terreno o prato
8	124,58	25,86	Terreno o prato
9	194,51	4,23	Terreno o prato



**Studio Associato Hattusas**

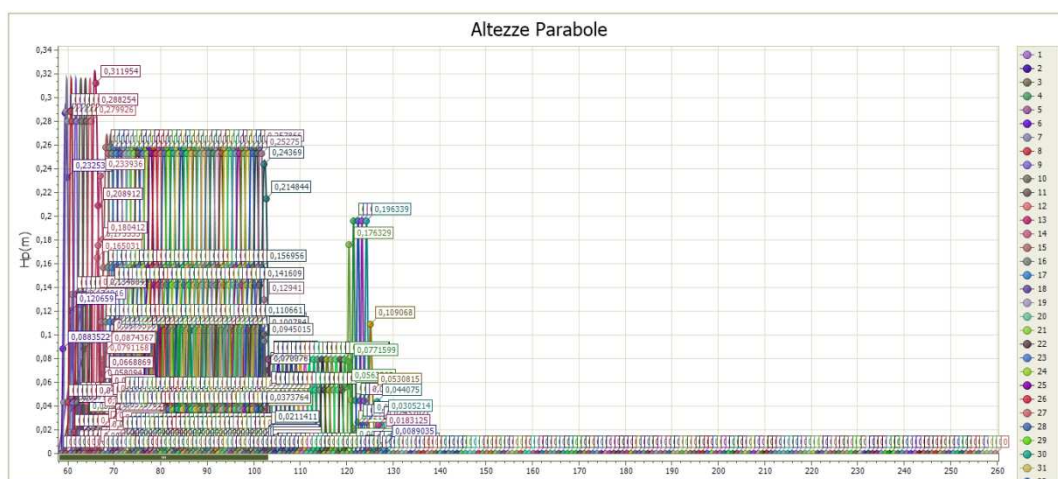
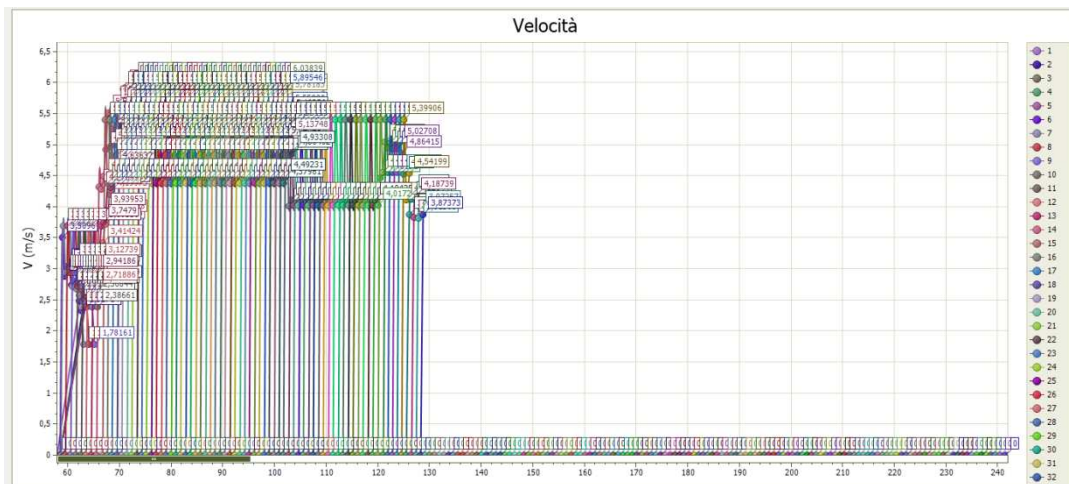
Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



## ELABORAZIONI STATISTICHE

Velocità massima	11,317 m/s
Velocità minima	0,124 m/s
Velocità media	2,94 m/s
Scarto quadratico medio	2,309 m/s
<b>Energia massima pre-impatto</b>	<b>79,291 KJ</b>
Energia media pre-impatto	11,247 KJ
Scarto quadratico energia	11,7 KJ
Ascissa media di arresto	512,415 m
Ascissa massima raggiunta	967,987 m



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

% Massi fermati

X (m)	% Massi fermati
67,91	68,75
77,91	69,23077
87,91	75,67567
97,91	82,97872
107,91	96,55173
117,91	97,05882
127,91	98,73418
137,91	100
147,91	100
157,91	100
167,91	100
177,91	100
187,91	100



## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## **9 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### **9.1 Piano dell'indagine**

Al fine di caratterizzare i terreni in esame, dal punto di vista stratigrafico e litotecnico, sono state eseguite le indagini geognostiche e geofisiche riassunte nella tabella seguente. Si Precisa che le prove penetrometriche e la lettura HVSR mediante tromografo, con le successive elaborazioni sono richiamate e ritenute utili per escludere la presenza di coltri superficiali mobilizzabili per completare le valutazioni riguardanti l'effettiva tipologia di dissesto.

<b>Codice</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Numero</b>	<b>Descrizione</b>
P1 – P4	Prove penetrometriche dinamiche (DP)	4	Eseguite con penetrometro Pagani DP 10 manuale
RGM1	Rilievo geomeccanico	2	/
Tr1	Sismica	1	Tromno

Le prove pentrometriche e la lettura con stazione singola sono state effettuate lungo il pendio per caratterizzare il substrato in posto, mentre i rilievi geomeccanici sono stati effettuati in parete lungo la scarpata in corrispondenza degli affioramenti degli ammassi rocciosi.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **9.2 Prove penetrometriche dinamiche**

### **9.2.1 Caratteristiche della strumentazione**

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite con penetrometro Pagani DP 10 manuale, conforme alle norme geotecniche in materia (norma DIN 4094).

<b>Diametro delle aste</b>	22 mm
<b>Punta conica – diametro</b>	28 mm
<b>Conicità</b>	60°
<b>Peso del maglio</b>	10 kg
<b>Altezza di caduta - volata</b>	50 cm

**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### 9.2.2 Profondità raggiunta dalle prove

La prove pentrometriche hanno raggiunto le profondità indicate nella tabella seguente.

Numero prova	Profondità (m)	Acqua sulle aste (m)
1	0,70	No
2	0,90	No
3	0,80	No
4	1,40	No

Il rifiuto all'avanzamento della punta penetrometrica è imputabile, in tutti i casi, al raggiungimento di un livello resistente.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata rinvenuta la presenza di acqua.

### 9.2.3 Commento dei risultati ottenuti

Le prove sono piuttosto simili tra loro e quindi correlabili lateralmente ottenendo una stratigrafia media del sito.

Tale stratigrafia è costituita da un livello superficiale di depositi sciolti poco resistente e di spessore limitato; a questo segue un passaggio netto al substrato roccioso, spesso subaffiorante nell'area esaminata.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

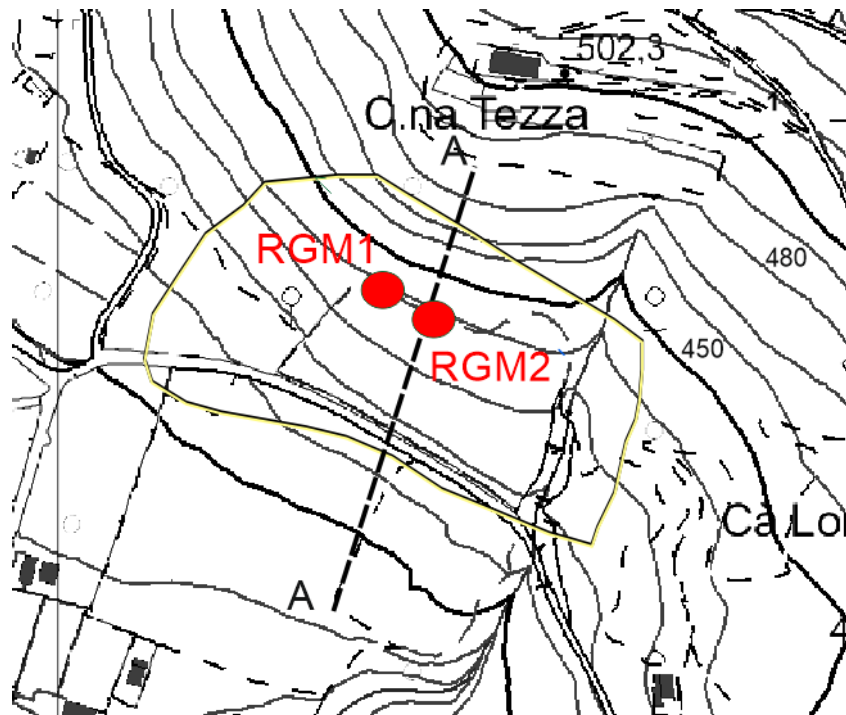
Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### **9.3 Rilievo geomeccanico**

Sono stati eseguiti n. 2 rilievi geomeccanici (RGM1-2) per caratterizzare l'ammasso roccioso e le sue discontinuità, in corrispondenza degli affioramenti rocciosi.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## 10 MODELLAZIONE GEOTECNICA

### *10.1 Stratigrafia e caratterizzazione geotecnica dei terreni*

L'interpretazione e l'elaborazione dei dati forniti dalle indagini eseguite ha consentito di ipotizzare, relativamente alla porzione di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa, una stratigrafia costituita dai livelli descritti di seguito, ai quali sono stati assegnati i parametri di base riportati nella tabella.

Descrizione	Profondità del letto (m da p.c.)	Nspt medio equivalente	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata (kg/cmq)	Angolo d'attrito (°)
Coltre limoso-argillosa	1 – 2,2	3 - 5	1,53 – 1,66	0,1	19 - 22
Substrato resistente	1,2 – 2,6	> 70	2,35		> 35



## Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## 11 ANALISI SISMICA

### 11.1 Zona sismica

A partire dal 2003 sono stati emanati i criteri della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Il territorio italiano è stato diviso in 4 zone a pericolosità sismica decrescente.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Figura 40 - Zone sismiche e relativi valori di accelerazione (O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006)

Il comune di Cenate Sopra ricade nella zona sismica 3, a cui corrisponde una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresa tra 0,05 (a<sub>g</sub>/g) e 0,15 (a<sub>g</sub>/g), che si traduce in una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,15 (a<sub>g</sub>/g) riferita a suoli molto rigidi.





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **11.2 Valutazione del rischio sismico**

### **11.2.1 Classificazione del sito**

Per quanto riguarda la classificazione di base del sito, il DM 14 gennaio 2008, riprendendo quanto definito dall' Euro codice 8, distingue 5 classi, facendo riferimento sia alla velocità delle onde S nel substrato sia allo spessore dello stesso. A ogni classe è associato uno spettro di risposta elastico.

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è riportato alla pagina seguente.

Per la determinazione delle categorie di suolo di fondazione si è fatto riferimento alla bibliografia esistente ed alle conoscenze dello scrivente circa le aree in esame e del loro intorno nonché alle risultanze di una lettura tromografica mediante Tromino.

La registrazione effettuata evidenzia due picchi di risonanza, registrati alle frequenze di 40 Hz e 22 Hz. Il primo può essere interpretato come il passaggio dalla coltre superficiale limoso argillosa al substrato roccioso, verosimilmente alterato almeno nella porzione superficiale. Il secondo picco, invece, può essere interpretato come un miglioramento delle caratteristiche del substrato roccioso, materializzate da un notevole incremento della Vs. Globalmente la registrazione può essere ragionevolmente interpretata con un modello che prevede un graduale aumento della Vs con la profondità, con un picco particolarmente significativo posto in corrispondenza del passaggio dalla coltre superficiale al substrato roccioso.; ciò ha consentito di attribuire il suolo locale, in via cautelativa, alla categoria sismica B.



**Studio Associato Hattusas**

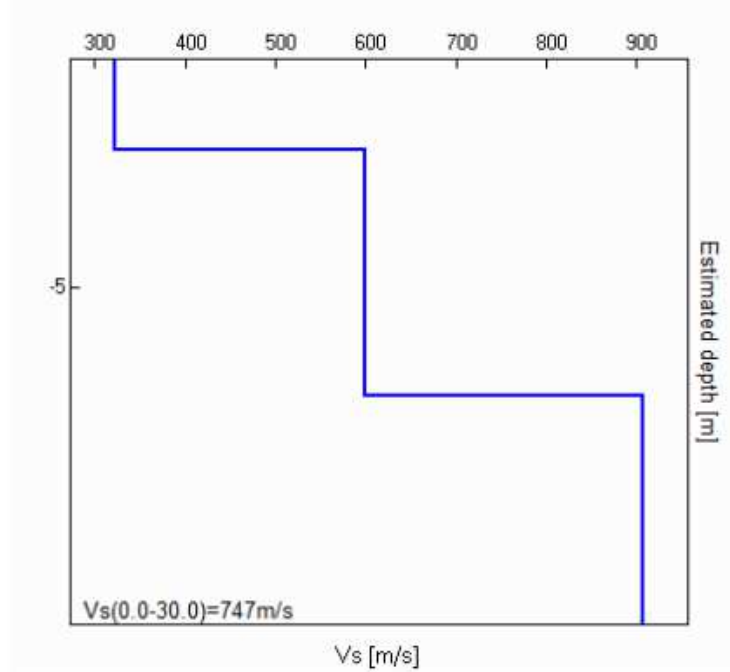
*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 6 - Andamento della Vs con la profondità**

<b>Vs (m/s)</b>	<b>Spessore (m)</b>
323	2,00
599	5,40
906	0

**Vs = 747 m/s**

**Figura 41- Profilo di Vs30 del sito con andamento in relazione alla profondità**



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

C – Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

D – Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

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

S1 – Depositati di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < c_{u30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 – Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

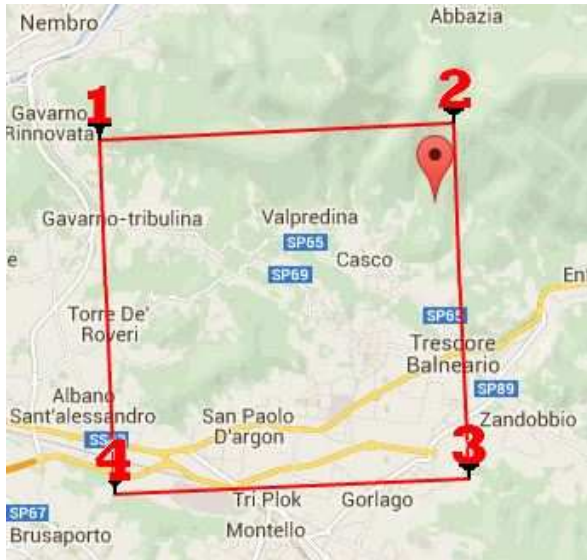
Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### 11.2.2 Parametri sismici del sito



In accordo con il D.M. 14/01/2008 vengono assegnati i valori di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al sito)  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T^*C$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) sulla base delle coordinate geografiche dell'area di

intervento e in funzione della vita nominale dell'opera.

Tali valori si rendono necessari per la determinazione delle azioni sismiche puntualmente per ogni sito considerato.

**Determinazione dei parametri sismici**

(1)* Coordinate WGS84	
Lat. <input type="text" value="45.718025"/>	Long. <input type="text" value="9.837316"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat. <input type="text" value="45,718947"/>	Long. <input type="text" value="9,838365"/>
Classe dell'edificio	
II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche <input type="text" value="Cu = 1"/>	
Vita nominale <input type="text" value="50"/>	
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione <input type="text" value="Media ponderata"/>	
<input type="button" value="Calcola"/>	

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0,033	2,428	0,201
Danno (SLD)	50	0,044	2,431	0,222
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,122	2,428	0,273
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,158	2,478	0,278
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			



### Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

## Risposta sismica e stabilità del sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

**Calcolo dei coefficienti sismici**

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Ss*</b> Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>
<b>Cc*</b> Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,52"/>	<input type="text" value="1,49"/>	<input type="text" value="1,43"/>	<input type="text" value="1,42"/>
<b>St*</b> Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,042	0,055
kv	0,005	0,006	0,021	0,027
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,471	0,617	1,725	2,235
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Alla scala della singola opera e del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).





## **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

### Amplificazione stratigrafica

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione  $a_{max} = S_s * a_g$ , dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intende aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante specifiche analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A).

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, sono state definite 7 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione.

Come già detto in precedenza, il sito indagato appartiene, a partire dalla profondità di posa delle fondazioni, alla categoria B.

### Amplificazione topografica

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica ST. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Categorie topografiche secondo (D.M. 14 gennaio 2008)**

Ad ogni categoria topografica è associato un coefficiente di amplificazione topografica ST, in funzione della categoria stessa e dell'ubicazione del sito di studio.

L'area di progetto si trova in un contesto pianeggiante. Dunque in questo caso è opportuno considerare la categoria topografica T2. A tale categoria si può associare un fattore ST pari a 1,2.

Stabilità nei confronti della liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

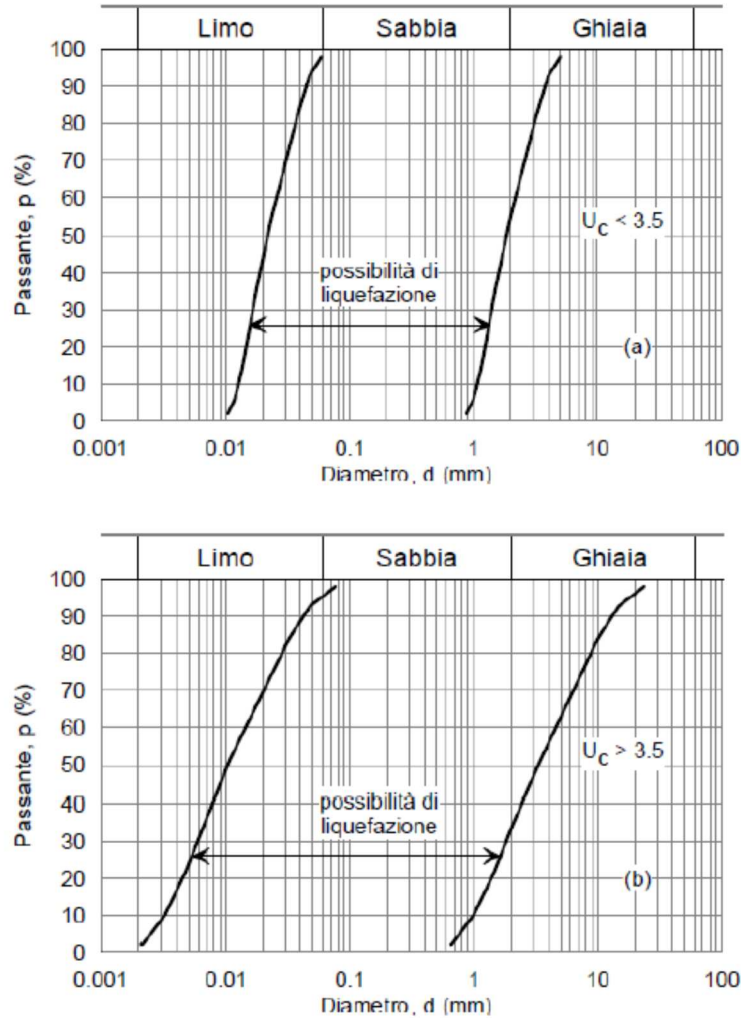
Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub - orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti (dove con  $U_c$  è indicato il coefficiente di uniformità).



**Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione (D.M. 14 gennaio 2008)**

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

Nel caso in oggetto non vi sono le condizioni affinché si verifichi la liquefazione; risultano infatti soddisfatte le condizioni 3, 4 e 5.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **12 DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PRELIMINARE E FINALE**

In relazione ai risultati ottenuti mediante il rilievo di terreno, le prove eseguite e l'analisi documentale, all'area nel suo complesso nonché gli esiti delle simulazioni di caduta massi è stata attribuita una classe di pericolosità di base riferibile ad H4, H3 e H2. in funzione delle mesh di percentuale d'arresto dei blocchi indicate dalla procedura e ottenute con i calcoli di simulazione.

La successiva individuazione delle aree omogenee ha portato a calcolare percentuali d'attività al di sotto della soglia del 10%, per tale ragione non si è proceduto a determinare la zonazione della pericolosità finale.





#### **Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **13 CONCLUSIONI**

Sulla base delle considerazioni sopra espresse, dall'esame della documentazione esistente, dalle osservazioni in loco e dai rilievi su terreno eseguiti per l'occasione, nonché dei risultati della metodologia applicata ai sensi della d.g.r. 2616/2011 per la “valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana”, si è giunti alla proposta di ridelimitazione locale della classe di fattibilità geologica e di ripermetrazione delle aree PAI in loc. S. Ambrogio Tezze, in risposta all'osservazione specifica presentata nel corso della Variante 1 al P.G.T. D di Cenate Sopra . Da ciò, le condizioni rilevate e le elaborazioni descritte hanno portato ad indicare come possibile una riduzione delle aree PAI. in particolare viene considerata attiva una porzione piuttosto limitata del versante in corrispondenza degli affioramenti rocciosi . L'applicazione del metodo del cono d'ombra indica la possibile propagazione di eventuali crolli fino al limite della strada esistente, comunque su una porzione molto limitata del versante nel suo complesso. Le simulazioni di caduta con codice di calcolo hanno comunque evidenziato scarsa propensione alla mobilizzazione dei blocchi, con percentuali di arresto del 75% degli stessi in settori prossimi agli affioramenti.

La classe di pericolosità H4 (Carta della Pericolosità preliminare) viene mantenuta con Fa (per possibile distacco di blocchi), mentre le classi H3 e H2 vengono considerate in via cautelativa come Fq

La classe di fattibilità geologica, in conseguenza della ripermetrazione delle aree PAI, è stata a sua volta rivista, applicando la classe 4 nei settori di affioramento degli ammassi rocciosi, confermando in classe 3 di fattibilità geologica gran parte dell'area, caratterizzato complessivamente da pendenze relativamente moderate e da una frequentazione antropica moderata (con funzione di presidio agricolo)

Grassobbio (Bg), Settembre 2015



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

*Dr. Geol. Andrea Gritti*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461

*Dr. Geol. Fabio Plebani*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884

*Dr. Nat. Marcello Mutti*

Iscriz. A.I.N. – R.N.S.E. n. 150



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## 14 BIBLIOGRAFIA

- Forcella F. & Jadoul F., Eds., 2000. Carta geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50.000 con relativa nota illustrativa. 300 pp, 3 fogli geologici. Monti Ed., Bergamo.
- Castellaro S., 2010. La prova H/V in sintesi. 43 pp. Micromed s.p.a..
- Castellaro S., 2012. Tecnica sismica passiva a stazione singola. 137 pp. Micromed s.p.a..
- Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica. 38 pp. Il Geologo dell'Emilia Romagna.
- Nakamura, Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. 33 pp. Quaterly Reports of RTRI Japan.
- Okada, H., 2003. The microtremor survey method: Geophysical monograph series, no. 12. Society of Exploration Geophysics.
- Pesci A., Teza G., Casula G., Bonali E., Tarabusi G., Boschi E., 2011. Esperienza di misura mediante lo strumento Tromino per lo studio delle vibrazioni e delle sollecitazioni naturali e antropiche. 36 pp. INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Repertorio cartografico del Geoportale della Regione Lombardia, liberamente consultabile su [www.cartografia.regione.lombardia.it](http://www.cartografia.regione.lombardia.it)
- Repertorio cartografico di Google Maps, liberamente consultabile su [www.maps.google.it](http://www.maps.google.it).
- Repertorio cartografico del Siter@ della Provincia di Bergamo, liberamente consultabile su [www.siter.provincia.bergamo.it](http://www.siter.provincia.bergamo.it).
- ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2012. Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 con relativa nota illustrativa:



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

Foglio 77 - Clusone. 260 pp, 1 foglio geologico. Regione Lombardia,  
Milano.



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

# ALLEGATI





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **ALLEGATO a e b**

### ***Rilievi geomeccanici***



**Studio Associato Hattusas**

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

<b>SCHEDA DI RILEVAMENTO N. 1</b>	<b>Descrizione del sito e dell'ammasso roccioso</b>
-----------------------------------	---

<b>1.1 DATI GENERALI</b>			
<b>Rilevatore</b>	Hattusas s.r.l.	<b>Data</b>	30/07/2015
<b>Stazione n°</b>	R1	<b>Comune</b>	Cenate Sopra (BG)
<b>Quota (m s.l.m.)</b>	435	<b>Riferimento cartografico</b>	CTR
<b>Coordinate UTM 32N (WGS 84)</b>	<b>Long. Est</b>	565098,632	
	<b>Lat. Nord</b>	5063159,305	

<b>1.2 VERSANTE</b>	
<b>Orientazione media</b>	120/70

<b>1.3 AFFIORAMENTO</b>				
<b>Orientazione (imm./inc.)</b>	60/70			
<b>Altezza (m)</b>	1,60	<b>Larghezza (m)</b>	2,00	
<b>Esposizione</b>	<b>Naturale</b>	<b>Affioramento</b>	Nicchia di frana	Erosione accelerata
	<b>Artificiale</b>	Scavo superficiale	Scavo sotterraneo	Trincea
		<b>Metodo di scavo</b>		

<b>1.4 DESCRIZIONE GEOLOGICA</b>	
<b>Schizzo geologico</b>	<b>Fotografia</b>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nome dell'unità:</b> Peliti Rosse</li> <li>• <b>Età:</b> Turoniano inferiore</li> <li>• <b>Descrizione:</b> Marne Rosse sottilmente stratificate. Presenza di zone tettonizzate.</li> </ul>	





**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

**1.11 GSI (GEOLOGICAL STRENGHT INDEX)**

30

**1.12 SISTEMI DI DISCONTINUITA**

<b>Sistema n°</b>	<b>S</b>	<b>Tipo</b>	<b>Stratificazione</b>	
<b>Giaciture</b>				
11/75	21/35	31/30		

<b>Sistema n°</b>	<b>K1</b>	<b>Tipo</b>	<b>Discontinuità</b>	
<b>Giaciture</b>				
120/75	110/70	128/65		

<b>Sistema n°</b>	<b>K2</b>	<b>Tipo</b>	<b>Discontinuità</b>	
<b>Giaciture</b>				
180/85	85/85	120/90		

**Numero di sistemi di discontinuità**

3

**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112


e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

<b>SCHEMA DI RILEVAMENTO N. 2</b>	<b>Descrizione del sito e dell'ammasso roccioso</b>
-----------------------------------	---

<b>1.1 DATI GENERALI</b>			
<b>Rilevatore</b>	Hattusas s.r.l.	<b>Data</b>	30/07/2015
<b>Stazione n°</b>	R1	<b>Comune</b>	Cenate Sopra (BG)
<b>Quota (m s.l.m.)</b>	430	<b>Riferimento cartografico</b>	CTR
<b>Coordinate UTM 32N (WGS 84)</b>	<b>Long. Est</b>	565098,632	
	<b>Lat. Nord</b>	5063159,305	

<b>1.2 VERSANTE</b>	
<b>Orientazione media</b>	120/80

<b>1.3 AFFIORAMENTO</b>				
<b>Orientazione (imm./inc.)</b>	120/80			
<b>Altezza (m)</b>	2	<b>Larghezza (m)</b>	2,00	
<b>Esposizione</b>	<b>Naturale</b>	<b>Affioramento</b>	Nicchia di frana	Erosione accelerata
	<b>Artificiale</b>	Scavo superficiale	Scavo sotterraneo	Trincea
		<b>Metodo di scavo</b>		

<b>1.4 DESCRIZIONE GEOLOGICA</b>	
<b>Schizzo geologico</b>	<b>Fotografia</b>
	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nome dell'unità:</b> Sass de la Luna</li><li>• <b>Età:</b> Albiano Superiore (Cretacico)</li><li>• <b>Descrizione:</b> Calcari marnosi grigio in strati piano paralleli da centimetrici a decimetrici. Presenza di zone tettonizzate.</li></ul>	





## Studio Associato Hattusas

Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.

Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

### 1.5 ELEMENTI GEOLOGICI

Struttura monoclinale	Faglie	Vene	Terreno residuale
Pieghe	Rocce di faglia	Filoni	Carsismo
Cerniere/fianchi piega	Fratture beanti	Laminazioni	Suolo (spessore)
Giunti	Discordanze	Contatti litologici	Altro (specificare)

### 1.6 CLASSE LITOTECNICA

Estremamente debole (sbriocchia a mano)	Molto debole (sbriocchia a martellate)	Debole (difficile da sbriocciare a martellate)	Mediamente resistente (frattura con 1 colpo di martello)	Resistente (frattura con pochi colpi di martello)	Molto resistente (frattura con molti colpi di martello)	Estremamente resistente (scheggiata dal martello)
---	--	--	--	---	---	---

### 1.7 AMMASSO

Massivo	A blocchi		Tabulare		
Colonnare	Irregolare		Frantumato		
Struttura	Massiccia	Spessore strati (m)	Massimo	0,35	
	Stratificata		Minimo	0,30	
V.R.U. (m³)					
Valore massimo	0,1	Valore medio	0,03	Valore minimo	0,002
Forma dei blocchi					
Cubica	Prismatica	Romboedrica	Tetraedrica	Irregolare	

### 1.8 ALTERAZIONE

Inalterato	Decolorato	Decolorato < 50 %	Decolorato > 50 %	Completamente decolorato
Tipo di alterazione	Alterazione chimica	Alterazione fisica	Alterazione biologica	

### 1.9 INSTABILITÀ

Scivolamenti	Planari	A cuneo	Rotazionali
Ribaltamenti	Di blocchi	Per flessione	

### 1.10 INTERCETTA

Intercetta orizzontale (cm) - in progressiva								
40	67	82	106	123	140	142	170	
Intercetta verticale (cm) - in progressiva								
25	39	50	73	101	115	130		

**Studio Associato Hattusas***Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.**Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)**1.11 GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX)**

40

**1.12 SISTEMI DI DISCONTINUITA**

<b>Sistema n°</b>	S	<b>Tipo</b>	Stratificazione	
<b>Giaciture</b>				
11/75	40/35	31/30		

<b>Sistema n°</b>	K1	<b>Tipo</b>	Discontinuità	
<b>Giaciture</b>				
205/75	195/70	235/65		

<b>Sistema n°</b>	K2	<b>Tipo</b>	Discontinuità	
<b>Giaciture</b>				
180/90	85/85	120/90		

**Numero di sistemi di discontinuità**

3



**Studio Associato Hattusas**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **ALLEGATO c**

### ***Documentazione fotografica***



**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Figura 1 – Ammasso roccioso affiorante nei dintorni dell'area in esame**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Figura 2 - Ripresa generale dell'area in esame dalla strada**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 3- Ripresa panoramica dalla sinistra orografica con individuazione della scarpata principale**



**Figura 4 - Ripresa dalla parte sommitale al limite del bosco verso valle**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Figura 5-Dettaglio affioramento ammasso roccioso alla base della scarpata**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 6 - Affioramento roccioso lungo il pendio**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 7 - Orlo di scarpata principale in roccia con blocchi mobilizzati**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Figura 8 - Scarpata in roccia con blocco di dimensioni metriche in precarie condizioni di equilibrio**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)



**Figura 9-Stato fessurativo degli ammassi rocciosi lungo la scarpata**





**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Figura 10 – Affioramento 2**



**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---



**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **ALLEGATO d**

### ***Simulazioni di caduta massi***

=====

**Lancio n° 1 Xp=57,91 m Yp=50,65 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	60,334	45,036	2,717	3,189	0,807	79,291
2,0	62,077	45,063	2,594	2,01	0,642	12,094
3,0	63,119	45,079	2,495	1,356	0,402	7,955
4,0	63,789	45,089	2,408	0,941	0,269	6,256
5,0	64,233	45,096	2,332	0,662	0,184	5,359
6,0	64,531	45,1	2,262	0,471	0,128	4,805
7,0	64,732	45,104	2,197	0,339	0,089	4,418
8,0	64,868	45,106	2,136	0,246	0,062	4,119
9,0	64,961	45,107	2,078	0,181	0,043	3,87
10,0	65,024	45,108	2,023	0,135	0,03	3,653
11,0	65,067	45,109	1,97	0,103	0,021	3,456
12,0	65,097	45,109	1,919	0,081	0,015	3,275
13,0	65,117	45,109	1,87	0,064	0,01	3,106
14,0	65,13	45,11	1,822	0,054	0,007	2,948
15,0	65,14	45,11	1,775	0,047	0,005	2,798
16,0	65,147	45,11	1,729	0,05	0,004	2,657
17,0	65,155	45,11	1,685	0,046	0,005	2,522
18,0	65,162	45,11	1,642	0,049	0,004	2,394
19,0	65,17	45,11	1,6	0,047	0,004	2,273
20,0	65,177	45,11	1,559	0,041	0,005	2,158
21,0	65,183	45,11	1,519	0,045	0,003	2,049
22,0	65,189	45,111	1,48	0,043	0,004	1,945
23,0	65,195	45,111	1,442	0,041	0,004	1,846
24,0	65,201	45,111	1,405	0,041	0,004	1,753
25,0	65,206	45,111	1,369	0,036	0,004	1,664
26,0	65,211	45,111	1,334	0,04	0,003	1,58
27,0	65,216	45,111	1,3	0,034	0,004	1,5
28,0	65,22	45,111	1,266	0,039	0,003	1,424
29,0	65,224	45,111	1,234	0,035	0,004	1,352
30,0	65,228	45,111	1,202	0,034	0,003	1,283
31,0	65,232	45,111	1,171	0,031	0,003	1,218
32,0	65,236	45,111	1,141	0,03	0,003	1,157



33,0	65,239	45,111	1,112	0,032	0,003	1,098
34,0	65,242	45,111	1,083	0,029	0,003	1,042
35,0	65,245	45,111	1,056	0,028	0,003	0,99
36,0	65,247	45,111	1,029	0,031	0,002	0,94
37,0	65,25	45,111	1,002	0,027	0,003	0,892
38,0	65,253	45,112	0,976	0,03	0,002	0,847
39,0	65,256	45,112	0,951	0,025	0,003	0,804
40,0	65,258	45,112	0,927	0,029	0,002	0,763
41,0	65,26	45,112	0,903	0,024	0,003	0,725
42,0	65,262	45,112	0,88	0,028	0,002	0,688
43,0	65,265	45,112	0,857	0,023	0,003	0,653
44,0	65,267	45,112	0,836	0,022	0,002	0,62
45,0	65,268	45,112	0,814	0,026	0,002	0,589
46,0	65,27	45,112	0,793	0,021	0,003	0,559
47,0	65,272	45,112	0,773	0,02	0,002	0,53
48,0	65,273	45,112	0,753	0,02	0,002	0,504
49,0	65,275	45,112	0,734	0,023	0,002	0,478
50,0	65,276	45,112	0,715	0,019	0,002	0,454
51,0	65,277	45,112	0,697	0,018	0,002	0,431
52,0	65,279	45,112	0,679	0,022	0,001	0,409
53,0	65,28	45,112	0,661	0,017	0,002	0,388
54,0	65,281	45,112	0,644	0,019	0,002	0,369
55,0	65,282	45,112	0,628	0,017	0,002	0,35
56,0	65,283	45,112	0,612	0,016	0,002	0,332
57,0	65,284	45,112	0,596	0,02	0,001	0,316
58,0	65,286	45,112	0,581	0,019	0,002	0,299
59,0	65,287	45,112	0,566	0,015	0,002	0,284
60,0	65,287	45,112	0,551	0,015	0,002	0,27
61,0	65,288	45,112	0,537	0,014	0,001	0,256
62,0	65,289	45,112	0,523	0,014	0,001	0,243
63,0	65,29	45,112	0,51	0,013	0,001	0,231
64,0	65,29	45,112	0,497	0,017	0,002	0,219
65,0	65,291	45,112	0,484	0,013	0,002	0,208
66,0	65,292	45,112	0,472	0,015	0,001	0,198
67,0	65,292	45,112	0,46	0,014	0,001	0,188
68,0	65,293	45,112	0,448	0,016	0,001	0,178
69,0	65,294	45,112	0,436	0,015	0,001	0,169

70,0	65,294	45,112	0,425	0,013	0,001	0,16
71,0	65,295	45,112	0,414	0,013	0,001	0,152
72,0	65,295	45,112	0,403	0,014	0,001	0,145
73,0	65,296	45,112	0,393	0,01	0,001	0,137
74,0	65,296	45,112	0,383	0,014	0,002	0,13
75,0	65,297	45,112	0,373	0,01	0,001	0,124
76,0	65,297	45,112	0,363	0,013	0,001	0,117
77,0	65,298	45,112	0,354	0,012	0,001	0,111
78,0	65,298	45,112	0,345	0,01	0,001	0,106
79,0	65,299	45,112	0,336	0,012	0,001	0,1
80,0	65,299	45,112	0,327	0,009	0,001	0,095
81,0	65,299	45,112	0,319	0,009	0,001	0,09
82,0	65,3	45,112	0,311	0,008	0,001	0,086
83,0	65,3	45,112	0,303	0,008	0,001	0,081
84,0	65,3	45,112	0,295	0,008	0,001	0,077
85,0	65,3	45,112	0,288	0,008	0,001	0,073
86,0	65,301	45,112	0,28	0,007	0,001	0,07
87,0	65,301	45,112	0,273	0,007	0,001	0,066
88,0	65,301	45,112	0,266	0,007	0,001	0,063
89,0	65,301	45,112	0,259	0,007	0,001	0,06
90,0	65,301	45,112	0,253	0,007	0,001	0,057
91,0	65,302	45,112	0,246	0,007	0,001	0,054
92,0	65,302	45,112	0,24	0,011	0,001	0,051
93,0	65,302	45,112	0,234	0,006	0,001	0,048
94,0	65,302	45,112	0,227	0,01	0,001	0,046
95,0	65,303	45,112	0,222	0,01	0,002	0,044
96,0	65,303	45,112	0,216	0,009	0,001	0,041
97,0	65,303	45,112	0,21	0,007	0,001	0,039
98,0	65,303	45,112	0,205	0,005	0,001	0,037
99,0	65,303	45,112	0,199	0,009	0,001	0,035
100,0	65,304	45,112	0,194	0,007	0,001	0,034
101,0	65,304	45,112	0,189	0,005	0,001	0,032
102,0	65,304	45,112	0,184	0,008	0,001	0,03
103,0	65,304	45,112	0,18	0,005	0,001	0,029
104,0	65,304	45,112	0,175	0,008	0,001	0,027
105,0	65,304	45,112	0,171	0,005	0,001	0,026
106,0	65,304	45,112	0,166	0,008	0,001	0,025

107,0	65,304	45,112	0,162	0,004	0,001	0,023
108,0	65,305	45,112	0,158	0,007	0,001	0,022
109,0	65,305	45,112	0,154	0,004	0,001	0,021
110,0	65,305	45,112	0,15	0,007	0,001	0,02
111,0	65,305	45,112	0,146	0,004	0,001	0,019
112,0	65,305	45,112	0,142	0,006	0,001	0,018
113,0	65,305	45,112	0,138	0,004	0,001	0,017
114,0	65,305	45,112	0,135	0,006	0,001	0,016
115,0	65,305	45,112	0,131	0,008	0,001	0,015
116,0	65,305	45,112	0,128	0,003	0,001	0,014
117,0	65,306	45,112	0,124	0,006	0,001	0,014
118,0	65,306	45,112	0,121	0,007	0,001	0,013

=====

**Lancio n° 2 Xp=58,5 m Yp=49,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	60,563	45,039	2,737	3,234	0,687	64,75
2,0	62,344	45,067	2,613	2,032	0,651	12,352
3,0	63,404	45,083	2,512	1,37	0,406	8,087
4,0	64,086	45,094	2,426	0,95	0,271	6,351
5,0	64,537	45,101	2,348	0,668	0,186	5,437
6,0	64,84	45,105	2,278	0,476	0,129	4,874
7,0	65,044	45,108	2,213	0,342	0,09	4,481
8,0	65,183	45,11	2,151	0,248	0,063	4,177
9,0	65,278	45,112	2,093	0,183	0,044	3,925
10,0	65,342	45,113	2,038	0,137	0,031	3,704
11,0	65,386	45,114	1,984	0,104	0,021	3,505
12,0	65,415	45,114	1,933	0,081	0,015	3,321
13,0	65,436	45,114	1,883	0,065	0,011	3,15
14,0	65,45	45,115	1,834	0,054	0,007	2,989
15,0	65,459	45,115	1,788	0,047	0,005	2,837
16,0	65,466	45,115	1,742	0,052	0,004	2,694
17,0	65,475	45,115	1,697	0,045	0,005	2,557
18,0	65,482	45,115	1,653	0,049	0,004	2,428
19,0	65,49	45,115	1,611	0,043	0,005	2,305
20,0	65,496	45,115	1,57	0,045	0,004	2,188

21,0	65,502	45,115	1,529	0,045	0,004	2,078
22,0	65,509	45,115	1,49	0,039	0,005	1,972
23,0	65,514	45,116	1,452	0,044	0,003	1,873
24,0	65,52	45,116	1,415	0,041	0,004	1,778
25,0	65,526	45,116	1,379	0,036	0,004	1,687
26,0	65,53	45,116	1,343	0,041	0,003	1,602
27,0	65,536	45,116	1,309	0,037	0,004	1,521
28,0	65,54	45,116	1,275	0,039	0,003	1,444
29,0	65,545	45,116	1,242	0,033	0,004	1,371
30,0	65,548	45,116	1,21	0,036	0,003	1,301
31,0	65,553	45,116	1,179	0,034	0,003	1,235
32,0	65,557	45,116	1,149	0,035	0,003	1,173
33,0	65,56	45,116	1,119	0,033	0,003	1,113
34,0	65,564	45,116	1,091	0,029	0,003	1,057
35,0	65,567	45,116	1,063	0,03	0,003	1,003
36,0	65,57	45,116	1,036	0,03	0,003	0,952
37,0	65,573	45,116	1,009	0,027	0,003	0,904
38,0	65,575	45,116	0,983	0,03	0,002	0,859
39,0	65,578	45,117	0,958	0,029	0,003	0,815
40,0	65,581	45,117	0,933	0,025	0,003	0,774
41,0	65,583	45,117	0,909	0,026	0,002	0,734
42,0	65,585	45,117	0,886	0,026	0,002	0,697
43,0	65,587	45,117	0,863	0,026	0,002	0,662
44,0	65,589	45,117	0,841	0,025	0,002	0,628
45,0	65,591	45,117	0,82	0,023	0,002	0,596
46,0	65,593	45,117	0,799	0,021	0,002	0,566
47,0	65,595	45,117	0,778	0,021	0,002	0,538
48,0	65,596	45,117	0,758	0,02	0,002	0,51
49,0	65,597	45,117	0,739	0,023	0,002	0,485
50,0	65,599	45,117	0,72	0,022	0,002	0,46
51,0	65,601	45,117	0,701	0,022	0,002	0,437
52,0	65,602	45,117	0,683	0,022	0,002	0,415
53,0	65,604	45,117	0,666	0,018	0,002	0,393
54,0	65,605	45,117	0,649	0,019	0,001	0,374
55,0	65,606	45,117	0,632	0,018	0,002	0,355
56,0	65,607	45,117	0,616	0,019	0,001	0,337
57,0	65,608	45,117	0,6	0,016	0,002	0,32

58,0	65,609	45,117	0,584	0,019	0,001	0,303
59,0	65,61	45,117	0,569	0,015	0,002	0,288
60,0	65,611	45,117	0,555	0,016	0,001	0,273
61,0	65,612	45,117	0,541	0,018	0,001	0,26
62,0	65,613	45,117	0,527	0,016	0,001	0,246
63,0	65,614	45,117	0,513	0,018	0,001	0,234
64,0	65,614	45,117	0,5	0,016	0,001	0,222
65,0	65,615	45,117	0,487	0,017	0,001	0,211
66,0	65,616	45,117	0,474	0,013	0,002	0,2
67,0	65,617	45,117	0,462	0,014	0,001	0,19
68,0	65,617	45,117	0,45	0,012	0,001	0,18
69,0	65,618	45,117	0,439	0,012	0,001	0,171
70,0	65,618	45,117	0,428	0,011	0,001	0,162
71,0	65,619	45,117	0,417	0,011	0,001	0,154
72,0	65,619	45,117	0,406	0,011	0,001	0,146
73,0	65,62	45,117	0,396	0,01	0,001	0,139
74,0	65,62	45,117	0,385	0,014	0,002	0,132
75,0	65,621	45,117	0,376	0,01	0,001	0,125
76,0	65,621	45,117	0,366	0,013	0,002	0,119
77,0	65,622	45,117	0,356	0,013	0,001	0,113
78,0	65,622	45,117	0,347	0,011	0,002	0,107
79,0	65,623	45,117	0,338	0,009	0,001	0,102
80,0	65,623	45,117	0,33	0,01	0,001	0,097
81,0	65,623	45,117	0,321	0,012	0,0	0,092
82,0	65,624	45,117	0,313	0,01	0,001	0,087
83,0	65,624	45,117	0,305	0,011	0,001	0,083
84,0	65,624	45,117	0,297	0,008	0,001	0,078
85,0	65,625	45,117	0,289	0,008	0,001	0,074
86,0	65,625	45,117	0,282	0,007	0,001	0,071
87,0	65,625	45,117	0,275	0,007	0,001	0,067
88,0	65,625	45,117	0,268	0,007	0,001	0,064
89,0	65,625	45,117	0,261	0,007	0,001	0,06
90,0	65,626	45,117	0,254	0,007	0,001	0,057
91,0	65,626	45,117	0,248	0,007	0,001	0,054
92,0	65,626	45,117	0,241	0,011	0,001	0,052
93,0	65,626	45,117	0,235	0,006	0,001	0,049
94,0	65,627	45,117	0,229	0,01	0,001	0,047



95,0	65,627	45,117	0,223	0,01	0,002	0,044
96,0	65,627	45,117	0,217	0,009	0,001	0,042
97,0	65,627	45,117	0,211	0,008	0,001	0,04
98,0	65,627	45,117	0,206	0,005	0,001	0,038
99,0	65,628	45,117	0,201	0,009	0,001	0,036
100,0	65,628	45,117	0,195	0,007	0,001	0,034
101,0	65,628	45,117	0,19	0,005	0,001	0,032
102,0	65,628	45,117	0,186	0,008	0,001	0,031
103,0	65,628	45,117	0,181	0,005	0,001	0,029
104,0	65,628	45,117	0,176	0,008	0,0	0,028
105,0	65,629	45,117	0,172	0,005	0,001	0,026
106,0	65,629	45,117	0,167	0,008	0,001	0,025
107,0	65,629	45,117	0,163	0,004	0,001	0,024
108,0	65,629	45,117	0,159	0,007	0,001	0,022
109,0	65,629	45,117	0,154	0,004	0,001	0,021
110,0	65,629	45,117	0,15	0,007	0,001	0,02
111,0	65,629	45,117	0,147	0,004	0,001	0,019
112,0	65,629	45,117	0,143	0,006	0,001	0,018
113,0	65,629	45,117	0,139	0,004	0,001	0,017
114,0	65,63	45,117	0,135	0,006	0,001	0,016
115,0	65,63	45,117	0,132	0,008	0,001	0,016
116,0	65,63	45,117	0,129	0,003	0,001	0,015
117,0	65,63	45,117	0,125	0,006	0,001	0,014
118,0	65,63	45,117	0,122	0,007	0,001	0,013

=====

**Lancio n° 3 Xp=58,5 m Yp=48,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	60,24	45,034	2,754	3,238	0,579	52,995
2,0	62,035	45,062	2,63	2,034	0,652	12,45
3,0	63,103	45,078	2,529	1,371	0,406	8,168
4,0	63,79	45,089	2,442	0,951	0,272	6,425
5,0	64,245	45,096	2,364	0,669	0,186	5,505
6,0	64,55	45,101	2,293	0,476	0,129	4,938
7,0	64,756	45,104	2,228	0,342	0,09	4,541
8,0	64,896	45,106	2,166	0,249	0,063	4,234

9,0	64,991	45,108	2,107	0,183	0,044	3,979
10,0	65,056	45,108	2,052	0,137	0,031	3,755
11,0	65,1	45,109	1,998	0,105	0,022	3,553
12,0	65,13	45,11	1,946	0,082	0,015	3,367
13,0	65,15	45,11	1,896	0,065	0,011	3,193
14,0	65,164	45,11	1,847	0,055	0,008	3,03
15,0	65,174	45,11	1,8	0,048	0,006	2,877
16,0	65,182	45,11	1,754	0,049	0,004	2,731
17,0	65,19	45,111	1,709	0,045	0,005	2,593
18,0	65,197	45,111	1,665	0,047	0,004	2,462
19,0	65,204	45,111	1,622	0,043	0,005	2,337
20,0	65,21	45,111	1,581	0,046	0,004	2,219
21,0	65,217	45,111	1,54	0,041	0,005	2,106
22,0	65,223	45,111	1,501	0,042	0,004	2,0
23,0	65,229	45,111	1,462	0,039	0,004	1,899
24,0	65,234	45,111	1,425	0,038	0,004	1,803
25,0	65,238	45,111	1,388	0,037	0,004	1,712
26,0	65,243	45,111	1,353	0,036	0,004	1,625
27,0	65,247	45,111	1,318	0,039	0,003	1,543
28,0	65,252	45,112	1,284	0,034	0,004	1,465
29,0	65,256	45,112	1,251	0,037	0,003	1,391
30,0	65,26	45,112	1,219	0,035	0,003	1,32
31,0	65,264	45,112	1,188	0,036	0,003	1,253
32,0	65,269	45,112	1,157	0,034	0,003	1,19
33,0	65,273	45,112	1,128	0,03	0,004	1,129
34,0	65,275	45,112	1,099	0,029	0,003	1,072
35,0	65,278	45,112	1,071	0,032	0,002	1,018
36,0	65,282	45,112	1,043	0,031	0,003	0,966
37,0	65,285	45,112	1,016	0,027	0,003	0,917
38,0	65,287	45,112	0,99	0,026	0,003	0,871
39,0	65,289	45,112	0,965	0,028	0,002	0,827
40,0	65,292	45,112	0,94	0,029	0,002	0,785
41,0	65,295	45,112	0,916	0,027	0,003	0,745
42,0	65,297	45,112	0,892	0,028	0,002	0,707
43,0	65,299	45,112	0,869	0,026	0,002	0,672
44,0	65,302	45,112	0,847	0,026	0,002	0,637
45,0	65,304	45,112	0,825	0,022	0,003	0,605

46,0	65,305	45,112	0,804	0,025	0,002	0,575
47,0	65,307	45,112	0,784	0,024	0,002	0,545
48,0	65,309	45,112	0,763	0,02	0,002	0,518
49,0	65,311	45,112	0,744	0,024	0,001	0,491
50,0	65,312	45,112	0,725	0,019	0,002	0,466
51,0	65,314	45,112	0,706	0,019	0,002	0,443
52,0	65,315	45,112	0,688	0,018	0,002	0,421
53,0	65,316	45,113	0,67	0,022	0,001	0,399
54,0	65,317	45,113	0,653	0,02	0,002	0,379
55,0	65,319	45,113	0,636	0,017	0,002	0,36
56,0	65,32	45,113	0,62	0,016	0,002	0,342
57,0	65,321	45,113	0,604	0,016	0,002	0,324
58,0	65,322	45,113	0,589	0,019	0,001	0,308
59,0	65,323	45,113	0,574	0,017	0,002	0,292
60,0	65,324	45,113	0,559	0,015	0,002	0,277
61,0	65,325	45,113	0,545	0,014	0,002	0,263
62,0	65,325	45,113	0,531	0,014	0,001	0,25
63,0	65,326	45,113	0,517	0,014	0,001	0,237
64,0	65,327	45,113	0,504	0,018	0,001	0,225
65,0	65,328	45,113	0,491	0,015	0,001	0,214
66,0	65,328	45,113	0,478	0,014	0,001	0,203
67,0	65,329	45,113	0,466	0,012	0,001	0,193
68,0	65,33	45,113	0,454	0,013	0,001	0,183
69,0	65,33	45,113	0,442	0,015	0,001	0,174
70,0	65,331	45,113	0,431	0,011	0,002	0,165
71,0	65,331	45,113	0,42	0,011	0,001	0,157
72,0	65,332	45,113	0,409	0,011	0,001	0,149
73,0	65,332	45,113	0,399	0,011	0,001	0,141
74,0	65,333	45,113	0,388	0,014	0,002	0,134
75,0	65,333	45,113	0,378	0,01	0,001	0,127
76,0	65,334	45,113	0,369	0,013	0,001	0,121
77,0	65,334	45,113	0,359	0,013	0,001	0,115
78,0	65,335	45,113	0,35	0,013	0,001	0,109
79,0	65,335	45,113	0,341	0,011	0,001	0,103
80,0	65,335	45,113	0,332	0,009	0,001	0,098
81,0	65,336	45,113	0,324	0,01	0,001	0,093
82,0	65,336	45,113	0,315	0,011	0,001	0,088

83,0	65,336	45,113	0,307	0,008	0,001	0,084
84,0	65,337	45,113	0,299	0,008	0,001	0,08
85,0	65,337	45,113	0,292	0,008	0,001	0,076
86,0	65,337	45,113	0,284	0,008	0,001	0,072
87,0	65,337	45,113	0,277	0,007	0,001	0,068
88,0	65,338	45,113	0,27	0,007	0,001	0,065
89,0	65,338	45,113	0,263	0,007	0,001	0,061
90,0	65,338	45,113	0,256	0,007	0,001	0,058
91,0	65,338	45,113	0,25	0,007	0,001	0,055
92,0	65,339	45,113	0,243	0,006	0,001	0,053
93,0	65,339	45,113	0,237	0,011	0,001	0,05
94,0	65,339	45,113	0,231	0,006	0,001	0,047
95,0	65,339	45,113	0,225	0,01	0,001	0,045
96,0	65,34	45,113	0,219	0,01	0,002	0,043
97,0	65,34	45,113	0,213	0,009	0,001	0,04
98,0	65,34	45,113	0,208	0,005	0,001	0,038
99,0	65,34	45,113	0,202	0,009	0,0	0,036
100,0	65,34	45,113	0,197	0,007	0,001	0,035
101,0	65,34	45,113	0,192	0,005	0,001	0,033
102,0	65,341	45,113	0,187	0,009	0,001	0,031
103,0	65,341	45,113	0,182	0,005	0,001	0,029
104,0	65,341	45,113	0,177	0,008	0,0	0,028
105,0	65,341	45,113	0,173	0,005	0,001	0,027
106,0	65,341	45,113	0,168	0,008	0,001	0,025
107,0	65,341	45,113	0,164	0,004	0,001	0,024
108,0	65,341	45,113	0,16	0,007	0,001	0,023
109,0	65,341	45,113	0,156	0,004	0,001	0,022
110,0	65,342	45,113	0,152	0,007	0,001	0,02
111,0	65,342	45,113	0,148	0,004	0,001	0,019
112,0	65,342	45,113	0,144	0,007	0,001	0,018
113,0	65,342	45,113	0,14	0,004	0,001	0,017
114,0	65,342	45,113	0,137	0,006	0,001	0,017
115,0	65,342	45,113	0,133	0,008	0,001	0,016
116,0	65,342	45,113	0,13	0,003	0,001	0,015
117,0	65,342	45,113	0,126	0,006	0,001	0,014
118,0	65,342	45,113	0,123	0,007	0,001	0,013

=====

Lancio n° 4 Xp=58,5 m Yp=47,42 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	59,872	45,029	2,775	3,182	0,456	41,248
2,0	61,648	45,056	2,651	2,007	0,64	12,332
3,0	62,71	45,072	2,55	1,354	0,401	8,195
4,0	63,394	45,083	2,463	0,94	0,268	6,487
5,0	63,847	45,09	2,385	0,662	0,184	5,578
6,0	64,151	45,095	2,313	0,471	0,127	5,013
7,0	64,356	45,098	2,247	0,339	0,089	4,615
8,0	64,496	45,1	2,185	0,246	0,062	4,306
9,0	64,591	45,101	2,126	0,181	0,043	4,048
10,0	64,655	45,102	2,07	0,136	0,03	3,821
11,0	64,699	45,103	2,015	0,104	0,021	3,616
12,0	64,729	45,103	1,963	0,081	0,015	3,427
13,0	64,749	45,104	1,913	0,065	0,01	3,25
14,0	64,763	45,104	1,864	0,054	0,007	3,084
15,0	64,773	45,104	1,816	0,05	0,005	2,928
16,0	64,781	45,104	1,769	0,053	0,004	2,78
17,0	64,79	45,104	1,724	0,046	0,005	2,639
18,0	64,797	45,105	1,68	0,05	0,004	2,506
19,0	64,805	45,105	1,637	0,043	0,005	2,379
20,0	64,811	45,105	1,594	0,048	0,004	2,258
21,0	64,818	45,105	1,554	0,043	0,005	2,144
22,0	64,825	45,105	1,514	0,043	0,004	2,035
23,0	64,831	45,105	1,475	0,043	0,004	1,932
24,0	64,837	45,105	1,437	0,042	0,004	1,834
25,0	64,842	45,105	1,4	0,038	0,004	1,741
26,0	64,847	45,105	1,364	0,039	0,003	1,653
27,0	64,852	45,105	1,329	0,035	0,004	1,569
28,0	64,856	45,105	1,295	0,039	0,003	1,49
29,0	64,861	45,106	1,262	0,033	0,004	1,414
30,0	64,865	45,106	1,23	0,033	0,003	1,343
31,0	64,868	45,106	1,198	0,034	0,003	1,275
32,0	64,872	45,106	1,167	0,034	0,003	1,211
33,0	64,876	45,106	1,138	0,03	0,003	1,149



34,0	64,879	45,106	1,108	0,031	0,003	1,091
35,0	64,882	45,106	1,08	0,029	0,003	1,036
36,0	64,885	45,106	1,052	0,028	0,003	0,983
37,0	64,887	45,106	1,025	0,031	0,002	0,934
38,0	64,89	45,106	0,999	0,026	0,003	0,886
39,0	64,893	45,106	0,973	0,029	0,002	0,842
40,0	64,896	45,106	0,948	0,029	0,002	0,799
41,0	64,898	45,106	0,924	0,026	0,003	0,758
42,0	64,901	45,106	0,9	0,027	0,002	0,72
43,0	64,903	45,106	0,877	0,023	0,003	0,683
44,0	64,905	45,106	0,855	0,025	0,002	0,649
45,0	64,907	45,106	0,833	0,026	0,002	0,616
46,0	64,909	45,106	0,811	0,025	0,002	0,585
47,0	64,911	45,106	0,79	0,023	0,002	0,555
48,0	64,913	45,106	0,77	0,02	0,002	0,527
49,0	64,914	45,106	0,75	0,024	0,001	0,5
50,0	64,916	45,106	0,731	0,019	0,002	0,475
51,0	64,917	45,106	0,712	0,019	0,002	0,451
52,0	64,918	45,106	0,694	0,018	0,002	0,428
53,0	64,919	45,106	0,676	0,022	0,001	0,406
54,0	64,921	45,106	0,659	0,017	0,002	0,386
55,0	64,922	45,106	0,642	0,018	0,002	0,366
56,0	64,923	45,106	0,626	0,021	0,001	0,348
57,0	64,924	45,106	0,61	0,016	0,002	0,33
58,0	64,925	45,106	0,594	0,02	0,001	0,313
59,0	64,927	45,107	0,579	0,018	0,002	0,297
60,0	64,928	45,107	0,564	0,015	0,002	0,282
61,0	64,928	45,107	0,549	0,015	0,002	0,268
62,0	64,929	45,107	0,535	0,014	0,001	0,254
63,0	64,93	45,107	0,522	0,014	0,001	0,242
64,0	64,931	45,107	0,508	0,013	0,001	0,229
65,0	64,931	45,107	0,495	0,017	0,002	0,218
66,0	64,932	45,107	0,482	0,013	0,002	0,207
67,0	64,933	45,107	0,47	0,015	0,001	0,196
68,0	64,933	45,107	0,458	0,012	0,002	0,186
69,0	64,934	45,107	0,446	0,012	0,001	0,177
70,0	64,934	45,107	0,435	0,011	0,001	0,168

71,0	64,935	45,107	0,424	0,011	0,001	0,159
72,0	64,935	45,107	0,413	0,011	0,001	0,151
73,0	64,936	45,107	0,402	0,011	0,001	0,144
74,0	64,936	45,107	0,392	0,015	0,002	0,136
75,0	64,937	45,107	0,382	0,01	0,001	0,129
76,0	64,937	45,107	0,372	0,013	0,0	0,123
77,0	64,938	45,107	0,362	0,014	0,002	0,117
78,0	64,938	45,107	0,353	0,013	0,001	0,111
79,0	64,939	45,107	0,344	0,013	0,001	0,105
80,0	64,939	45,107	0,335	0,012	0,001	0,1
81,0	64,94	45,107	0,326	0,009	0,001	0,095
82,0	64,94	45,107	0,318	0,008	0,001	0,09
83,0	64,94	45,107	0,31	0,008	0,001	0,085
84,0	64,94	45,107	0,302	0,008	0,001	0,081
85,0	64,941	45,107	0,294	0,008	0,001	0,077
86,0	64,941	45,107	0,287	0,008	0,001	0,073
87,0	64,941	45,107	0,279	0,007	0,001	0,069
88,0	64,941	45,107	0,272	0,007	0,001	0,066
89,0	64,942	45,107	0,265	0,007	0,001	0,062
90,0	64,942	45,107	0,258	0,007	0,001	0,059
91,0	64,942	45,107	0,252	0,007	0,001	0,056
92,0	64,942	45,107	0,245	0,006	0,001	0,053
93,0	64,942	45,107	0,239	0,011	0,001	0,051
94,0	64,943	45,107	0,233	0,006	0,001	0,048
95,0	64,943	45,107	0,227	0,01	0,001	0,046
96,0	64,943	45,107	0,221	0,01	0,002	0,043
97,0	64,943	45,107	0,215	0,009	0,001	0,041
98,0	64,944	45,107	0,21	0,007	0,001	0,039
99,0	64,944	45,107	0,204	0,005	0,001	0,037
100,0	64,944	45,107	0,199	0,009	0,001	0,035
101,0	64,944	45,107	0,194	0,007	0,001	0,033
102,0	64,944	45,107	0,189	0,005	0,001	0,032
103,0	64,944	45,107	0,184	0,008	0,001	0,03
104,0	64,945	45,107	0,179	0,005	0,001	0,028
105,0	64,945	45,107	0,174	0,008	0,001	0,027
106,0	64,945	45,107	0,17	0,004	0,001	0,026
107,0	64,945	45,107	0,166	0,008	0,001	0,024

108,0	64,945	45,107	0,161	0,004	0,001	0,023
109,0	64,945	45,107	0,157	0,007	0,001	0,022
110,0	64,945	45,107	0,153	0,004	0,001	0,021
111,0	64,945	45,107	0,149	0,007	0,001	0,02
112,0	64,945	45,107	0,145	0,004	0,001	0,019
113,0	64,946	45,107	0,141	0,006	0,001	0,018
114,0	64,946	45,107	0,138	0,004	0,001	0,017
115,0	64,946	45,107	0,134	0,006	0,001	0,016
116,0	64,946	45,107	0,131	0,008	0,001	0,015
117,0	64,946	45,107	0,127	0,003	0,001	0,014
118,0	64,946	45,107	0,124	0,006	0,001	0,014
119,0	64,946	45,107	0,121	0,007	0,001	0,013

=====

**Lancio n° 5 Xp=58,5 m Yp=46,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	59,432	45,022	2,8	2,994	0,309	29,514
2,0	61,116	45,048	2,679	1,912	0,602	11,763
3,0	62,138	45,064	2,578	1,296	0,381	8,101
4,0	62,798	45,074	2,491	0,902	0,256	6,521
5,0	63,237	45,081	2,413	0,636	0,176	5,658
6,0	63,532	45,085	2,342	0,454	0,122	5,11
7,0	63,731	45,088	2,275	0,327	0,085	4,718
8,0	63,866	45,09	2,213	0,238	0,059	4,409
9,0	63,958	45,092	2,153	0,176	0,042	4,148
10,0	64,021	45,093	2,096	0,132	0,029	3,918
11,0	64,063	45,093	2,041	0,101	0,02	3,708
12,0	64,093	45,094	1,988	0,08	0,014	3,515
13,0	64,112	45,094	1,937	0,065	0,01	3,334
14,0	64,126	45,094	1,887	0,055	0,007	3,164
15,0	64,136	45,094	1,839	0,049	0,006	3,004
16,0	64,144	45,094	1,792	0,052	0,004	2,852
17,0	64,153	45,095	1,746	0,049	0,005	2,707
18,0	64,16	45,095	1,701	0,048	0,005	2,57
19,0	64,168	45,095	1,658	0,047	0,004	2,44
20,0	64,175	45,095	1,615	0,044	0,005	2,317

21,0	64,182	45,095	1,574	0,042	0,004	2,199
22,0	64,187	45,095	1,533	0,043	0,004	2,088
23,0	64,193	45,095	1,494	0,044	0,004	1,983
24,0	64,2	45,095	1,456	0,043	0,004	1,882
25,0	64,206	45,095	1,418	0,04	0,004	1,787
26,0	64,211	45,095	1,382	0,039	0,004	1,696
27,0	64,216	45,096	1,346	0,04	0,003	1,61
28,0	64,221	45,096	1,312	0,038	0,004	1,529
29,0	64,226	45,096	1,278	0,037	0,003	1,451
30,0	64,23	45,096	1,245	0,036	0,003	1,378
31,0	64,234	45,096	1,214	0,032	0,004	1,308
32,0	64,238	45,096	1,182	0,031	0,003	1,242
33,0	64,241	45,096	1,152	0,032	0,003	1,179
34,0	64,245	45,096	1,123	0,03	0,003	1,119
35,0	64,248	45,096	1,094	0,029	0,003	1,063
36,0	64,25	45,096	1,066	0,031	0,003	1,009
37,0	64,254	45,096	1,039	0,027	0,003	0,958
38,0	64,256	45,096	1,012	0,028	0,003	0,909
39,0	64,259	45,096	0,986	0,026	0,003	0,863
40,0	64,261	45,096	0,961	0,027	0,002	0,82
41,0	64,264	45,096	0,936	0,025	0,003	0,778
42,0	64,266	45,096	0,912	0,027	0,002	0,739
43,0	64,268	45,096	0,889	0,023	0,003	0,701
44,0	64,27	45,096	0,866	0,027	0,002	0,666
45,0	64,272	45,096	0,844	0,026	0,002	0,632
46,0	64,274	45,096	0,822	0,025	0,002	0,6
47,0	64,276	45,097	0,801	0,021	0,003	0,57
48,0	64,278	45,097	0,78	0,021	0,002	0,541
49,0	64,279	45,097	0,76	0,02	0,002	0,513
50,0	64,281	45,097	0,741	0,023	0,001	0,487
51,0	64,283	45,097	0,722	0,023	0,002	0,463
52,0	64,284	45,097	0,703	0,019	0,002	0,439
53,0	64,285	45,097	0,685	0,018	0,002	0,417
54,0	64,286	45,097	0,668	0,021	0,001	0,396
55,0	64,288	45,097	0,65	0,019	0,002	0,376
56,0	64,289	45,097	0,634	0,018	0,002	0,357
57,0	64,29	45,097	0,617	0,019	0,001	0,339

58,0	64,291	45,097	0,602	0,016	0,002	0,321
59,0	64,292	45,097	0,586	0,019	0,001	0,305
60,0	64,293	45,097	0,571	0,015	0,002	0,29
61,0	64,294	45,097	0,557	0,016	0,001	0,275
62,0	64,295	45,097	0,542	0,018	0,001	0,261
63,0	64,296	45,097	0,528	0,018	0,001	0,248
64,0	64,297	45,097	0,515	0,018	0,001	0,235
65,0	64,298	45,097	0,501	0,015	0,001	0,223
66,0	64,299	45,097	0,488	0,016	0,001	0,212
67,0	64,299	45,097	0,476	0,016	0,001	0,201
68,0	64,3	45,097	0,464	0,016	0,001	0,191
69,0	64,301	45,097	0,452	0,015	0,001	0,181
70,0	64,301	45,097	0,44	0,012	0,002	0,172
71,0	64,302	45,097	0,429	0,011	0,001	0,163
72,0	64,302	45,097	0,418	0,011	0,001	0,155
73,0	64,303	45,097	0,407	0,011	0,001	0,147
74,0	64,303	45,097	0,397	0,01	0,001	0,14
75,0	64,304	45,097	0,386	0,014	0,002	0,133
76,0	64,304	45,097	0,377	0,01	0,001	0,126
77,0	64,305	45,097	0,367	0,013	0,002	0,12
78,0	64,305	45,097	0,357	0,013	0,002	0,113
79,0	64,306	45,097	0,348	0,012	0,001	0,108
80,0	64,306	45,097	0,339	0,009	0,001	0,102
81,0	64,306	45,097	0,33	0,01	0,001	0,097
82,0	64,307	45,097	0,322	0,013	0,0	0,092
83,0	64,307	45,097	0,314	0,01	0,001	0,087
84,0	64,308	45,097	0,305	0,012	0,0	0,083
85,0	64,308	45,097	0,298	0,008	0,001	0,079
86,0	64,308	45,097	0,29	0,008	0,001	0,075
87,0	64,308	45,097	0,283	0,007	0,001	0,071
88,0	64,309	45,097	0,275	0,007	0,001	0,067
89,0	64,309	45,097	0,268	0,007	0,001	0,064
90,0	64,309	45,097	0,261	0,007	0,001	0,061
91,0	64,309	45,097	0,255	0,007	0,001	0,058
92,0	64,31	45,097	0,248	0,007	0,001	0,055
93,0	64,31	45,097	0,242	0,011	0,001	0,052
94,0	64,31	45,097	0,236	0,006	0,001	0,049



95,0	64,31	45,097	0,229	0,01	0,001	0,047
96,0	64,311	45,097	0,223	0,01	0,002	0,044
97,0	64,311	45,097	0,218	0,009	0,001	0,042
98,0	64,311	45,097	0,212	0,008	0,001	0,04
99,0	64,311	45,097	0,207	0,005	0,001	0,038
100,0	64,311	45,097	0,201	0,009	0,001	0,036
101,0	64,311	45,097	0,196	0,007	0,001	0,034
102,0	64,312	45,097	0,191	0,005	0,001	0,032
103,0	64,312	45,097	0,186	0,008	0,001	0,031
104,0	64,312	45,097	0,181	0,005	0,001	0,029
105,0	64,312	45,097	0,176	0,008	0,0	0,028
106,0	64,312	45,097	0,172	0,005	0,001	0,026
107,0	64,312	45,097	0,167	0,008	0,001	0,025
108,0	64,312	45,097	0,163	0,004	0,001	0,024
109,0	64,312	45,097	0,159	0,007	0,001	0,022
110,0	64,313	45,097	0,155	0,004	0,001	0,021
111,0	64,313	45,097	0,151	0,007	0,001	0,02
112,0	64,313	45,097	0,147	0,004	0,001	0,019
113,0	64,313	45,097	0,143	0,007	0,001	0,018
114,0	64,313	45,097	0,139	0,004	0,001	0,017
115,0	64,313	45,097	0,136	0,006	0,001	0,016
116,0	64,313	45,097	0,132	0,008	0,001	0,016

=====

**Lancio n° 6 Xp=58,5 m Yp=45,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	58,847	45,013	2,836	2,458	0,114	17,806
2,0	60,243	45,034	2,722	1,622	0,492	10,216
3,0	61,12	45,048	2,626	1,114	0,322	7,704
4,0	61,695	45,057	2,541	0,781	0,219	6,477
5,0	62,079	45,063	2,464	0,554	0,151	5,753
6,0	62,338	45,067	2,392	0,397	0,105	5,263
7,0	62,513	45,069	2,325	0,287	0,073	4,894
8,0	62,633	45,071	2,262	0,211	0,051	4,591
9,0	62,714	45,072	2,202	0,157	0,036	4,33
10,0	62,769	45,073	2,144	0,119	0,025	4,094

11,0	62,807	45,074	2,088	0,092	0,018	3,879
12,0	62,832	45,074	2,034	0,074	0,012	3,678
13,0	62,85	45,075	1,982	0,061	0,009	3,49
14,0	62,862	45,075	1,931	0,051	0,006	3,313
15,0	62,871	45,075	1,882	0,055	0,004	3,145
16,0	62,881	45,075	1,834	0,048	0,006	2,986
17,0	62,888	45,075	1,787	0,051	0,004	2,835
18,0	62,897	45,075	1,741	0,046	0,005	2,691
19,0	62,904	45,075	1,696	0,048	0,004	2,555
20,0	62,912	45,076	1,653	0,045	0,005	2,426
21,0	62,918	45,076	1,61	0,047	0,004	2,303
22,0	62,926	45,076	1,569	0,041	0,005	2,186
23,0	62,931	45,076	1,529	0,046	0,003	2,076
24,0	62,938	45,076	1,49	0,039	0,005	1,97
25,0	62,943	45,076	1,451	0,044	0,003	1,871
26,0	62,95	45,076	1,414	0,041	0,004	1,776
27,0	62,955	45,076	1,378	0,04	0,004	1,686
28,0	62,96	45,076	1,342	0,039	0,004	1,6
29,0	62,965	45,076	1,308	0,035	0,004	1,519
30,0	62,969	45,076	1,275	0,034	0,004	1,443
31,0	62,973	45,076	1,242	0,035	0,003	1,37
32,0	62,977	45,077	1,21	0,032	0,004	1,3
33,0	62,98	45,077	1,179	0,036	0,003	1,235
34,0	62,985	45,077	1,149	0,035	0,003	1,172
35,0	62,988	45,077	1,119	0,03	0,004	1,112
36,0	62,991	45,077	1,09	0,034	0,002	1,056
37,0	62,995	45,077	1,062	0,032	0,003	1,003
38,0	62,998	45,077	1,035	0,031	0,003	0,952
39,0	63,001	45,077	1,009	0,03	0,003	0,903
40,0	63,004	45,077	0,983	0,026	0,003	0,858
41,0	63,006	45,077	0,958	0,026	0,003	0,814
42,0	63,009	45,077	0,933	0,027	0,002	0,773
43,0	63,011	45,077	0,909	0,024	0,003	0,734
44,0	63,013	45,077	0,886	0,023	0,002	0,697
45,0	63,015	45,077	0,863	0,026	0,002	0,662
46,0	63,017	45,077	0,841	0,025	0,002	0,628
47,0	63,019	45,077	0,819	0,026	0,002	0,596

48,0	63,021	45,077	0,798	0,021	0,003	0,566
49,0	63,023	45,077	0,778	0,021	0,002	0,537
50,0	63,024	45,077	0,758	0,02	0,002	0,51
51,0	63,026	45,077	0,738	0,023	0,002	0,484
52,0	63,027	45,077	0,719	0,022	0,002	0,46
53,0	63,029	45,077	0,701	0,022	0,002	0,436
54,0	63,03	45,077	0,683	0,021	0,002	0,414
55,0	63,032	45,077	0,665	0,018	0,002	0,393
56,0	63,033	45,077	0,648	0,019	0,001	0,373
57,0	63,034	45,077	0,632	0,017	0,002	0,354
58,0	63,035	45,077	0,615	0,018	0,002	0,336
59,0	63,036	45,077	0,6	0,019	0,001	0,319
60,0	63,037	45,077	0,584	0,017	0,002	0,303
61,0	63,038	45,077	0,569	0,015	0,002	0,288
62,0	63,039	45,077	0,555	0,016	0,001	0,273
63,0	63,04	45,077	0,54	0,017	0,001	0,259
64,0	63,041	45,077	0,526	0,016	0,002	0,246
65,0	63,041	45,078	0,513	0,017	0,001	0,234
66,0	63,042	45,078	0,5	0,013	0,002	0,222
67,0	63,043	45,078	0,487	0,016	0,001	0,211
68,0	63,044	45,078	0,474	0,013	0,002	0,2
69,0	63,044	45,078	0,462	0,014	0,002	0,19
70,0	63,045	45,078	0,45	0,012	0,001	0,18
71,0	63,046	45,078	0,439	0,012	0,001	0,171
72,0	63,046	45,078	0,428	0,011	0,001	0,162
73,0	63,047	45,078	0,417	0,011	0,001	0,154
74,0	63,047	45,078	0,406	0,011	0,001	0,146
75,0	63,048	45,078	0,396	0,01	0,001	0,139
76,0	63,048	45,078	0,385	0,014	0,002	0,132
77,0	63,049	45,078	0,376	0,01	0,001	0,125
78,0	63,049	45,078	0,366	0,013	0,002	0,119
79,0	63,049	45,078	0,356	0,013	0,002	0,113
80,0	63,05	45,078	0,347	0,011	0,001	0,107
81,0	63,05	45,078	0,338	0,009	0,001	0,102
82,0	63,051	45,078	0,33	0,01	0,001	0,096
83,0	63,051	45,078	0,321	0,012	0,0	0,092
84,0	63,051	45,078	0,313	0,01	0,001	0,087

85,0	63,052	45,078	0,305	0,011	0,001	0,082
86,0	63,052	45,078	0,297	0,008	0,001	0,078
87,0	63,052	45,078	0,289	0,008	0,001	0,074
88,0	63,053	45,078	0,282	0,007	0,001	0,071
89,0	63,053	45,078	0,275	0,007	0,001	0,067
90,0	63,053	45,078	0,268	0,007	0,001	0,064
91,0	63,053	45,078	0,261	0,007	0,001	0,06
92,0	63,053	45,078	0,254	0,007	0,001	0,057
93,0	63,054	45,078	0,248	0,007	0,001	0,054
94,0	63,054	45,078	0,241	0,011	0,001	0,052
95,0	63,054	45,078	0,235	0,006	0,001	0,049
96,0	63,054	45,078	0,229	0,01	0,001	0,047
97,0	63,055	45,078	0,223	0,01	0,002	0,044
98,0	63,055	45,078	0,217	0,009	0,001	0,042
99,0	63,055	45,078	0,211	0,008	0,001	0,04
100,0	63,055	45,078	0,206	0,005	0,001	0,038
101,0	63,055	45,078	0,201	0,009	0,001	0,036
102,0	63,056	45,078	0,195	0,007	0,001	0,034
103,0	63,056	45,078	0,19	0,005	0,001	0,032
104,0	63,056	45,078	0,185	0,008	0,001	0,031
105,0	63,056	45,078	0,181	0,005	0,001	0,029
106,0	63,056	45,078	0,176	0,008	0,0	0,028
107,0	63,056	45,078	0,172	0,005	0,001	0,026
108,0	63,056	45,078	0,167	0,008	0,001	0,025
109,0	63,056	45,078	0,163	0,004	0,001	0,024
110,0	63,057	45,078	0,159	0,007	0,001	0,022
111,0	63,057	45,078	0,154	0,004	0,001	0,021
112,0	63,057	45,078	0,15	0,007	0,001	0,02
113,0	63,057	45,078	0,147	0,004	0,001	0,019
114,0	63,057	45,078	0,143	0,006	0,001	0,018
115,0	63,057	45,078	0,139	0,004	0,001	0,017
116,0	63,057	45,078	0,135	0,006	0,001	0,016
117,0	63,057	45,078	0,132	0,008	0,001	0,015
118,0	63,057	45,078	0,129	0,003	0,001	0,015
119,0	63,058	45,078	0,125	0,006	0,001	0,014
120,0	63,058	45,078	0,122	0,007	0,001	0,013

=====

Lancio n° 7 Xp=58,58 m Yp=45,51 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	58,983	45,015	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	60,42	45,037	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	61,319	45,051	2,62	1,141	0,331	7,761
4,0	61,907	45,06	2,535	0,799	0,224	6,487
5,0	62,3	45,066	2,457	0,566	0,155	5,743
6,0	62,565	45,07	2,386	0,405	0,108	5,245
7,0	62,744	45,073	2,319	0,293	0,075	4,872
8,0	62,866	45,075	2,256	0,215	0,052	4,569
9,0	62,948	45,076	2,196	0,16	0,037	4,307
10,0	63,005	45,077	2,138	0,121	0,026	4,072
11,0	63,043	45,078	2,082	0,094	0,018	3,857
12,0	63,07	45,078	2,029	0,075	0,013	3,657
13,0	63,087	45,078	1,976	0,062	0,009	3,47
14,0	63,1	45,078	1,926	0,051	0,006	3,294
15,0	63,108	45,079	1,876	0,054	0,004	3,127
16,0	63,118	45,079	1,828	0,048	0,006	2,969
17,0	63,126	45,079	1,782	0,05	0,005	2,819
18,0	63,134	45,079	1,736	0,05	0,005	2,676
19,0	63,142	45,079	1,691	0,047	0,005	2,54
20,0	63,15	45,079	1,648	0,044	0,005	2,412
21,0	63,156	45,079	1,606	0,048	0,004	2,29
22,0	63,164	45,079	1,564	0,043	0,005	2,174
23,0	63,17	45,079	1,524	0,04	0,004	2,064
24,0	63,175	45,08	1,485	0,044	0,003	1,959
25,0	63,182	45,08	1,447	0,042	0,004	1,86
26,0	63,187	45,08	1,41	0,04	0,004	1,766
27,0	63,192	45,08	1,374	0,037	0,004	1,676
28,0	63,197	45,08	1,339	0,039	0,003	1,592
29,0	63,202	45,08	1,304	0,038	0,004	1,511
30,0	63,206	45,08	1,271	0,034	0,004	1,434
31,0	63,21	45,08	1,238	0,035	0,003	1,362
32,0	63,214	45,08	1,207	0,032	0,004	1,293
33,0	63,218	45,08	1,176	0,036	0,003	1,228



34,0	63,222	45,08	1,145	0,032	0,003	1,165
35,0	63,225	45,08	1,116	0,03	0,003	1,106
36,0	63,228	45,08	1,087	0,034	0,002	1,05
37,0	63,232	45,08	1,059	0,03	0,003	0,997
38,0	63,234	45,08	1,032	0,027	0,003	0,946
39,0	63,237	45,081	1,006	0,027	0,003	0,899
40,0	63,239	45,081	0,98	0,03	0,002	0,853
41,0	63,242	45,081	0,955	0,026	0,003	0,81
42,0	63,244	45,081	0,93	0,027	0,002	0,769
43,0	63,247	45,081	0,907	0,028	0,002	0,73
44,0	63,249	45,081	0,883	0,023	0,003	0,693
45,0	63,251	45,081	0,861	0,026	0,002	0,658
46,0	63,253	45,081	0,839	0,023	0,002	0,624
47,0	63,255	45,081	0,817	0,025	0,002	0,593
48,0	63,257	45,081	0,796	0,025	0,002	0,563
49,0	63,259	45,081	0,776	0,023	0,002	0,534
50,0	63,261	45,081	0,756	0,02	0,002	0,507
51,0	63,262	45,081	0,736	0,023	0,002	0,481
52,0	63,264	45,081	0,717	0,02	0,002	0,457
53,0	63,265	45,081	0,699	0,023	0,001	0,434
54,0	63,267	45,081	0,681	0,018	0,002	0,412
55,0	63,268	45,081	0,663	0,021	0,001	0,391
56,0	63,269	45,081	0,646	0,017	0,002	0,371
57,0	63,27	45,081	0,63	0,017	0,002	0,352
58,0	63,271	45,081	0,614	0,016	0,002	0,335
59,0	63,272	45,081	0,598	0,016	0,002	0,318
60,0	63,273	45,081	0,583	0,019	0,001	0,302
61,0	63,274	45,081	0,568	0,015	0,002	0,286
62,0	63,275	45,081	0,553	0,015	0,001	0,272
63,0	63,276	45,081	0,539	0,016	0,001	0,258
64,0	63,277	45,081	0,525	0,014	0,002	0,245
65,0	63,277	45,081	0,512	0,014	0,001	0,233
66,0	63,278	45,081	0,499	0,017	0,002	0,221
67,0	63,279	45,081	0,486	0,013	0,002	0,21
68,0	63,279	45,081	0,473	0,015	0,001	0,199
69,0	63,28	45,081	0,461	0,014	0,001	0,189
70,0	63,281	45,081	0,449	0,012	0,001	0,179

71,0	63,281	45,081	0,438	0,012	0,001	0,17
72,0	63,282	45,081	0,427	0,011	0,001	0,162
73,0	63,282	45,081	0,416	0,011	0,001	0,153
74,0	63,283	45,081	0,405	0,011	0,001	0,146
75,0	63,283	45,081	0,395	0,01	0,001	0,138
76,0	63,284	45,081	0,384	0,014	0,002	0,131
77,0	63,284	45,081	0,375	0,01	0,001	0,125
78,0	63,285	45,081	0,365	0,013	0,002	0,118
79,0	63,285	45,081	0,355	0,013	0,001	0,112
80,0	63,286	45,081	0,346	0,011	0,001	0,107
81,0	63,286	45,081	0,337	0,009	0,001	0,101
82,0	63,286	45,081	0,329	0,01	0,001	0,096
83,0	63,287	45,081	0,32	0,012	0,0	0,091
84,0	63,287	45,081	0,312	0,009	0,001	0,086
85,0	63,287	45,081	0,304	0,01	0,001	0,082
86,0	63,288	45,081	0,296	0,011	0,001	0,078
87,0	63,288	45,081	0,289	0,008	0,001	0,074
88,0	63,288	45,081	0,281	0,007	0,001	0,07
89,0	63,289	45,081	0,274	0,007	0,001	0,067
90,0	63,289	45,081	0,267	0,007	0,001	0,063
91,0	63,289	45,081	0,26	0,007	0,001	0,06
92,0	63,289	45,081	0,253	0,007	0,001	0,057
93,0	63,289	45,081	0,247	0,007	0,001	0,054
94,0	63,29	45,081	0,241	0,011	0,001	0,051
95,0	63,29	45,081	0,234	0,006	0,001	0,049
96,0	63,29	45,081	0,228	0,01	0,001	0,046
97,0	63,29	45,081	0,222	0,01	0,002	0,044
98,0	63,291	45,081	0,217	0,009	0,001	0,042
99,0	63,291	45,081	0,211	0,007	0,001	0,04
100,0	63,291	45,081	0,206	0,005	0,001	0,038
101,0	63,291	45,081	0,2	0,009	0,001	0,036
102,0	63,291	45,081	0,195	0,007	0,001	0,034
103,0	63,291	45,081	0,19	0,005	0,001	0,032
104,0	63,292	45,081	0,185	0,008	0,001	0,03
105,0	63,292	45,081	0,18	0,005	0,001	0,029
106,0	63,292	45,081	0,176	0,008	0,0	0,027
107,0	63,292	45,081	0,171	0,005	0,001	0,026

108,0	63,292	45,081	0,167	0,008	0,001	0,025
109,0	63,292	45,081	0,162	0,004	0,001	0,023
110,0	63,292	45,081	0,158	0,007	0,001	0,022
111,0	63,292	45,081	0,154	0,004	0,001	0,021
112,0	63,293	45,081	0,15	0,007	0,001	0,02
113,0	63,293	45,081	0,146	0,004	0,001	0,019
114,0	63,293	45,081	0,142	0,006	0,001	0,018
115,0	63,293	45,081	0,139	0,004	0,001	0,017
116,0	63,293	45,081	0,135	0,006	0,001	0,016
117,0	63,293	45,081	0,132	0,008	0,001	0,015
118,0	63,293	45,081	0,128	0,003	0,001	0,015
119,0	63,293	45,081	0,125	0,006	0,001	0,014
120,0	63,293	45,081	0,122	0,007	0,001	0,013

=====

**Lancio n° 8 Xp=59,58 m Yp=45,52 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	59,983	45,03	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	61,42	45,053	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	62,319	45,066	2,62	1,141	0,331	7,761
4,0	62,907	45,075	2,535	0,799	0,224	6,487
5,0	63,3	45,081	2,457	0,566	0,155	5,743
6,0	63,564	45,086	2,386	0,405	0,108	5,245
7,0	63,744	45,088	2,319	0,293	0,075	4,872
8,0	63,865	45,09	2,256	0,215	0,053	4,569
9,0	63,948	45,091	2,196	0,16	0,037	4,307
10,0	64,005	45,092	2,138	0,121	0,026	4,072
11,0	64,043	45,093	2,082	0,094	0,018	3,857
12,0	64,069	45,093	2,029	0,074	0,013	3,657
13,0	64,087	45,094	1,976	0,061	0,009	3,47
14,0	64,1	45,094	1,926	0,051	0,006	3,294
15,0	64,108	45,094	1,876	0,055	0,004	3,127
16,0	64,118	45,094	1,828	0,048	0,006	2,969
17,0	64,126	45,094	1,782	0,05	0,005	2,819
18,0	64,134	45,094	1,736	0,05	0,005	2,676
19,0	64,142	45,094	1,691	0,048	0,005	2,54

20,0	64,15	45,095	1,648	0,047	0,004	2,412
21,0	64,157	45,095	1,606	0,042	0,005	2,29
22,0	64,163	45,095	1,565	0,043	0,004	2,174
23,0	64,169	45,095	1,524	0,04	0,004	2,064
24,0	64,174	45,095	1,485	0,044	0,003	1,96
25,0	64,181	45,095	1,447	0,042	0,004	1,86
26,0	64,187	45,095	1,41	0,04	0,004	1,766
27,0	64,192	45,095	1,374	0,041	0,003	1,676
28,0	64,197	45,095	1,339	0,039	0,004	1,591
29,0	64,202	45,095	1,304	0,034	0,004	1,511
30,0	64,206	45,095	1,271	0,034	0,004	1,434
31,0	64,21	45,095	1,238	0,035	0,003	1,362
32,0	64,214	45,096	1,207	0,032	0,004	1,293
33,0	64,217	45,096	1,176	0,036	0,003	1,228
34,0	64,221	45,096	1,145	0,032	0,003	1,165
35,0	64,225	45,096	1,116	0,03	0,003	1,106
36,0	64,227	45,096	1,087	0,034	0,002	1,05
37,0	64,231	45,096	1,06	0,03	0,003	0,997
38,0	64,234	45,096	1,032	0,027	0,003	0,947
39,0	64,237	45,096	1,006	0,027	0,003	0,899
40,0	64,239	45,096	0,98	0,03	0,002	0,853
41,0	64,242	45,096	0,955	0,026	0,003	0,81
42,0	64,244	45,096	0,93	0,027	0,002	0,769
43,0	64,246	45,096	0,907	0,024	0,003	0,73
44,0	64,248	45,096	0,883	0,023	0,002	0,693
45,0	64,25	45,096	0,861	0,026	0,002	0,658
46,0	64,252	45,096	0,839	0,024	0,002	0,625
47,0	64,254	45,096	0,817	0,025	0,002	0,593
48,0	64,256	45,096	0,796	0,021	0,003	0,563
49,0	64,258	45,096	0,776	0,021	0,002	0,534
50,0	64,259	45,096	0,756	0,02	0,002	0,507
51,0	64,261	45,096	0,736	0,023	0,002	0,482
52,0	64,262	45,096	0,718	0,021	0,002	0,457
53,0	64,264	45,096	0,699	0,018	0,002	0,434
54,0	64,265	45,096	0,681	0,018	0,002	0,412
55,0	64,266	45,096	0,664	0,021	0,001	0,391
56,0	64,268	45,096	0,647	0,017	0,002	0,371

57,0	64,268	45,096	0,63	0,017	0,002	0,353
58,0	64,269	45,096	0,614	0,016	0,002	0,335
59,0	64,27	45,096	0,598	0,016	0,002	0,318
60,0	64,271	45,096	0,583	0,019	0,001	0,302
61,0	64,272	45,096	0,568	0,015	0,002	0,287
62,0	64,273	45,096	0,553	0,015	0,001	0,272
63,0	64,274	45,096	0,539	0,017	0,001	0,258
64,0	64,275	45,096	0,525	0,014	0,002	0,245
65,0	64,276	45,096	0,512	0,014	0,001	0,233
66,0	64,276	45,097	0,499	0,017	0,002	0,221
67,0	64,277	45,097	0,486	0,013	0,002	0,21
68,0	64,278	45,097	0,473	0,015	0,001	0,199
69,0	64,278	45,097	0,461	0,014	0,001	0,189
70,0	64,279	45,097	0,449	0,012	0,001	0,179
71,0	64,28	45,097	0,438	0,012	0,001	0,17
72,0	64,28	45,097	0,427	0,011	0,001	0,162
73,0	64,281	45,097	0,416	0,011	0,001	0,154
74,0	64,281	45,097	0,405	0,011	0,001	0,146
75,0	64,282	45,097	0,395	0,01	0,001	0,138
76,0	64,282	45,097	0,385	0,014	0,002	0,131
77,0	64,283	45,097	0,375	0,01	0,001	0,125
78,0	64,283	45,097	0,365	0,013	0,002	0,118
79,0	64,283	45,097	0,356	0,013	0,001	0,112
80,0	64,284	45,097	0,346	0,011	0,001	0,107
81,0	64,284	45,097	0,338	0,009	0,001	0,101
82,0	64,285	45,097	0,329	0,01	0,001	0,096
83,0	64,285	45,097	0,32	0,012	0,0	0,091
84,0	64,285	45,097	0,312	0,009	0,001	0,087
85,0	64,286	45,097	0,304	0,01	0,001	0,082
86,0	64,286	45,097	0,296	0,012	0,0	0,078
87,0	64,286	45,097	0,289	0,008	0,001	0,074
88,0	64,287	45,097	0,281	0,007	0,001	0,07
89,0	64,287	45,097	0,274	0,007	0,001	0,067
90,0	64,287	45,097	0,267	0,007	0,001	0,063
91,0	64,287	45,097	0,26	0,007	0,001	0,06
92,0	64,288	45,097	0,254	0,007	0,001	0,057
93,0	64,288	45,097	0,247	0,007	0,001	0,054



94,0	64,288	45,097	0,241	0,011	0,001	0,051
95,0	64,288	45,097	0,234	0,006	0,001	0,049
96,0	64,288	45,097	0,228	0,01	0,001	0,046
97,0	64,289	45,097	0,222	0,01	0,002	0,044
98,0	64,289	45,097	0,217	0,009	0,001	0,042
99,0	64,289	45,097	0,211	0,008	0,001	0,04
100,0	64,289	45,097	0,206	0,005	0,001	0,038
101,0	64,289	45,097	0,2	0,009	0,001	0,036
102,0	64,29	45,097	0,195	0,007	0,001	0,034
103,0	64,29	45,097	0,19	0,005	0,001	0,032
104,0	64,29	45,097	0,185	0,008	0,001	0,03
105,0	64,29	45,097	0,18	0,005	0,001	0,029
106,0	64,29	45,097	0,176	0,008	0,0	0,027
107,0	64,29	45,097	0,171	0,005	0,001	0,026
108,0	64,29	45,097	0,167	0,008	0,001	0,025
109,0	64,291	45,097	0,162	0,004	0,001	0,023
110,0	64,291	45,097	0,158	0,007	0,001	0,022
111,0	64,291	45,097	0,154	0,004	0,001	0,021
112,0	64,291	45,097	0,15	0,007	0,001	0,02
113,0	64,291	45,097	0,146	0,004	0,001	0,019
114,0	64,291	45,097	0,142	0,006	0,001	0,018
115,0	64,291	45,097	0,139	0,004	0,001	0,017
116,0	64,291	45,097	0,135	0,006	0,001	0,016
117,0	64,291	45,097	0,132	0,008	0,001	0,015
118,0	64,292	45,097	0,128	0,003	0,001	0,015
119,0	64,292	45,097	0,125	0,006	0,001	0,014
120,0	64,292	45,097	0,122	0,007	0,001	0,013

=====

**Lancio n° 9 Xp=60,58 m Yp=45,54 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	60,983	45,046	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	62,42	45,068	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	63,319	45,082	2,62	1,141	0,331	7,761
4,0	63,907	45,091	2,535	0,799	0,224	6,487
5,0	64,3	45,097	2,457	0,566	0,155	5,743

6,0	64,564	45,101	2,386	0,405	0,108	5,245
7,0	64,744	45,104	2,319	0,293	0,075	4,872
8,0	64,865	45,106	2,256	0,215	0,053	4,569
9,0	64,948	45,107	2,196	0,16	0,037	4,307
10,0	65,005	45,108	2,138	0,121	0,026	4,072
11,0	65,043	45,108	2,082	0,094	0,018	3,857
12,0	65,069	45,109	2,029	0,074	0,013	3,657
13,0	65,087	45,109	1,976	0,062	0,009	3,47
14,0	65,099	45,109	1,926	0,051	0,006	3,294
15,0	65,108	45,109	1,876	0,055	0,004	3,127
16,0	65,118	45,109	1,828	0,048	0,006	2,969
17,0	65,125	45,11	1,782	0,05	0,005	2,819
18,0	65,134	45,11	1,736	0,05	0,005	2,676
19,0	65,142	45,11	1,691	0,048	0,005	2,54
20,0	65,149	45,11	1,648	0,047	0,004	2,412
21,0	65,157	45,11	1,606	0,047	0,004	2,29
22,0	65,164	45,11	1,564	0,045	0,004	2,174
23,0	65,17	45,11	1,524	0,04	0,005	2,063
24,0	65,176	45,11	1,485	0,044	0,003	1,959
25,0	65,182	45,11	1,447	0,042	0,004	1,86
26,0	65,188	45,111	1,41	0,039	0,004	1,766
27,0	65,193	45,111	1,374	0,04	0,003	1,676
28,0	65,198	45,111	1,338	0,039	0,004	1,591
29,0	65,203	45,111	1,304	0,037	0,004	1,511
30,0	65,207	45,111	1,271	0,037	0,003	1,434
31,0	65,212	45,111	1,238	0,033	0,004	1,361
32,0	65,215	45,111	1,206	0,035	0,003	1,293
33,0	65,219	45,111	1,175	0,031	0,004	1,227
34,0	65,223	45,111	1,145	0,03	0,003	1,165
35,0	65,226	45,111	1,116	0,033	0,003	1,106
36,0	65,229	45,111	1,087	0,031	0,003	1,05
37,0	65,232	45,111	1,059	0,03	0,003	0,997
38,0	65,235	45,111	1,032	0,027	0,003	0,946
39,0	65,238	45,111	1,006	0,027	0,003	0,899
40,0	65,24	45,111	0,98	0,03	0,002	0,853
41,0	65,243	45,111	0,955	0,026	0,003	0,81
42,0	65,245	45,111	0,93	0,026	0,002	0,769

43,0	65,247	45,111	0,907	0,024	0,003	0,73
44,0	65,249	45,111	0,883	0,023	0,002	0,693
45,0	65,251	45,112	0,861	0,026	0,002	0,658
46,0	65,253	45,112	0,839	0,024	0,002	0,625
47,0	65,255	45,112	0,817	0,025	0,002	0,593
48,0	65,257	45,112	0,796	0,021	0,003	0,563
49,0	65,259	45,112	0,776	0,021	0,002	0,534
50,0	65,26	45,112	0,756	0,02	0,002	0,507
51,0	65,262	45,112	0,736	0,023	0,002	0,482
52,0	65,263	45,112	0,718	0,021	0,002	0,457
53,0	65,265	45,112	0,699	0,018	0,002	0,434
54,0	65,266	45,112	0,681	0,018	0,002	0,412
55,0	65,267	45,112	0,664	0,021	0,001	0,391
56,0	65,269	45,112	0,647	0,017	0,002	0,371
57,0	65,27	45,112	0,63	0,017	0,002	0,353
58,0	65,27	45,112	0,614	0,016	0,002	0,335
59,0	65,271	45,112	0,598	0,02	0,001	0,318
60,0	65,273	45,112	0,583	0,019	0,001	0,302
61,0	65,274	45,112	0,568	0,017	0,002	0,286
62,0	65,275	45,112	0,553	0,015	0,002	0,272
63,0	65,275	45,112	0,539	0,014	0,001	0,258
64,0	65,276	45,112	0,525	0,014	0,001	0,245
65,0	65,277	45,112	0,512	0,014	0,001	0,233
66,0	65,278	45,112	0,499	0,017	0,002	0,221
67,0	65,278	45,112	0,486	0,013	0,002	0,21
68,0	65,279	45,112	0,473	0,015	0,001	0,199
69,0	65,28	45,112	0,461	0,014	0,001	0,189
70,0	65,28	45,112	0,449	0,012	0,001	0,179
71,0	65,281	45,112	0,438	0,012	0,001	0,17
72,0	65,281	45,112	0,427	0,011	0,001	0,162
73,0	65,282	45,112	0,416	0,011	0,001	0,153
74,0	65,282	45,112	0,405	0,011	0,001	0,146
75,0	65,283	45,112	0,395	0,01	0,001	0,138
76,0	65,283	45,112	0,385	0,014	0,002	0,131
77,0	65,284	45,112	0,375	0,01	0,001	0,125
78,0	65,284	45,112	0,365	0,013	0,002	0,118
79,0	65,285	45,112	0,356	0,013	0,001	0,112

80,0	65,285	45,112	0,346	0,011	0,001	0,107
81,0	65,286	45,112	0,338	0,009	0,001	0,101
82,0	65,286	45,112	0,329	0,01	0,001	0,096
83,0	65,286	45,112	0,32	0,012	0,0	0,091
84,0	65,287	45,112	0,312	0,009	0,001	0,087
85,0	65,287	45,112	0,304	0,01	0,001	0,082
86,0	65,287	45,112	0,296	0,011	0,001	0,078
87,0	65,288	45,112	0,289	0,008	0,001	0,074
88,0	65,288	45,112	0,281	0,007	0,001	0,07
89,0	65,288	45,112	0,274	0,007	0,001	0,067
90,0	65,288	45,112	0,267	0,007	0,001	0,063
91,0	65,289	45,112	0,26	0,007	0,001	0,06
92,0	65,289	45,112	0,254	0,007	0,001	0,057
93,0	65,289	45,112	0,247	0,007	0,001	0,054
94,0	65,289	45,112	0,241	0,011	0,001	0,051
95,0	65,29	45,112	0,234	0,006	0,001	0,049
96,0	65,29	45,112	0,228	0,01	0,001	0,046
97,0	65,29	45,112	0,222	0,01	0,002	0,044
98,0	65,29	45,112	0,217	0,009	0,001	0,042
99,0	65,29	45,112	0,211	0,008	0,001	0,04
100,0	65,291	45,112	0,206	0,005	0,001	0,038
101,0	65,291	45,112	0,2	0,009	0,001	0,036
102,0	65,291	45,112	0,195	0,007	0,001	0,034
103,0	65,291	45,112	0,19	0,005	0,001	0,032
104,0	65,291	45,112	0,185	0,008	0,001	0,03
105,0	65,291	45,112	0,18	0,005	0,001	0,029
106,0	65,291	45,112	0,176	0,008	0,001	0,027
107,0	65,292	45,112	0,171	0,005	0,001	0,026
108,0	65,292	45,112	0,167	0,008	0,001	0,025
109,0	65,292	45,112	0,162	0,004	0,001	0,023
110,0	65,292	45,112	0,158	0,007	0,001	0,022
111,0	65,292	45,112	0,154	0,004	0,001	0,021
112,0	65,292	45,112	0,15	0,007	0,001	0,02
113,0	65,292	45,112	0,146	0,004	0,001	0,019
114,0	65,292	45,112	0,142	0,006	0,001	0,018
115,0	65,293	45,112	0,139	0,004	0,001	0,017
116,0	65,293	45,112	0,135	0,006	0,001	0,016

117,0	65,293	45,112	0,132	0,008	0,001	0,015
118,0	65,293	45,112	0,128	0,003	0,001	0,015
119,0	65,293	45,112	0,125	0,006	0,001	0,014
120,0	65,293	45,112	0,122	0,007	0,001	0,013

=====  
**Lancio n° 10 Xp=61,58 m Yp=45,56 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	61,983	45,061	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	63,42	45,083	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	64,319	45,097	2,62	1,141	0,331	7,761
4,0	64,907	45,106	2,535	0,799	0,224	6,487
5,0	65,3	45,112	2,457	0,566	0,155	5,743
6,0	65,564	45,116	2,386	0,405	0,108	5,245
7,0	65,743	45,119	2,319	0,293	0,075	4,872
8,0	66,144	45,023	2,494	-0,394	0,173	5,723
9,0	66,367	44,949	2,58	-0,554	0,089	6,213
10,0	66,528	44,895	2,619	-0,659	0,062	6,486
11,0	66,643	44,857	2,624	-0,726	0,044	6,587
12,0	66,723	44,83	2,609	-0,765	0,031	6,561
13,0	66,779	44,812	2,578	-0,786	0,021	6,447
14,0	66,817	44,799	2,537	-0,795	0,015	6,274
15,0	66,844	44,79	2,49	-0,795	0,01	6,064
16,0	66,862	44,784	2,44	-0,788	0,007	5,832
17,0	66,875	44,779	2,387	-0,778	0,005	5,591
18,0	66,884	44,776	2,333	-0,765	0,004	5,347
19,0	66,89	44,774	2,278	-0,751	0,003	5,104
20,0	66,894	44,773	2,223	-0,735	0,002	4,864
21,0	66,897	44,772	2,169	-0,718	0,001	4,633
22,0	66,9	44,771	2,116	-0,702	0,001	4,411
23,0	66,901	44,771	2,063	-0,686	0,001	4,196
24,0	66,902	44,771	2,011	-0,67	0,0	3,988

=====  
**Lancio n° 11 Xp=62,58 m Yp=45,57 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



1,0	62,983	45,077	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	64,42	45,099	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	65,319	45,113	2,62	1,141	0,331	7,761
4,0	66,028	45,062	2,792	-0,484	0,271	7,192
5,0	66,283	44,977	2,873	-0,646	0,091	7,727
6,0	66,466	44,916	2,905	-0,751	0,064	8,008
7,0	66,595	44,873	2,906	-0,816	0,045	8,091
8,0	66,686	44,843	2,883	-0,855	0,031	8,03
9,0	66,749	44,822	2,846	-0,875	0,022	7,87
10,0	66,792	44,807	2,799	-0,881	0,015	7,645
11,0	66,822	44,797	2,746	-0,879	0,011	7,379
12,0	66,842	44,79	2,689	-0,871	0,007	7,089
13,0	66,856	44,786	2,629	-0,86	0,005	6,789
14,0	66,865	44,783	2,568	-0,845	0,003	6,485
15,0	66,871	44,781	2,507	-0,828	0,002	6,185
16,0	66,876	44,779	2,447	-0,81	0,002	5,894
17,0	66,88	44,778	2,388	-0,79	0,002	5,615
18,0	66,882	44,777	2,329	-0,774	0,001	5,344

**Lancio n° 12 Xp=63,58 m Yp=45,59 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	63,983	45,092	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	65,42	45,114	2,717	1,664	0,508	10,416
3,0	66,661	44,851	3,411	0,149	0,457	11,035
4,0	67,556	44,552	3,761	-0,369	0,262	12,994
5,0	68,234	44,326	3,964	-0,708	0,18	14,541
6,0	68,731	44,16	4,071	-0,93	0,125	15,545
7,0	69,086	44,042	4,112	-1,072	0,087	16,059
8,0	69,337	43,958	4,108	-1,161	0,061	16,191
9,0	69,512	43,9	4,075	-1,213	0,043	16,046
10,0	69,634	43,859	4,021	-1,239	0,03	15,711
11,0	69,718	43,831	3,953	-1,247	0,021	15,25
12,0	69,776	43,812	3,877	-1,243	0,015	14,712
13,0	69,815	43,799	3,796	-1,231	0,01	14,131

14,0	69,842	43,79	3,711	-1,214	0,007	13,529
15,0	69,86	43,784	3,625	-1,193	0,005	12,923
16,0	69,873	43,78	3,539	-1,169	0,003	12,326
17,0	69,881	43,777	3,453	-1,144	0,002	11,743
18,0	69,886	43,775	3,368	-1,119	0,002	11,177
19,0	69,888	43,774	3,283	-1,094	0,001	10,625
20,0	69,89	43,774	3,202	-1,064	0,001	10,102
21,0	69,893	43,773	3,122	-1,039	0,001	9,607
22,0	69,895	43,772	3,044	-1,013	0,001	9,135
23,0	69,897	43,771	2,969	-0,987	0,001	8,687

=====

**Lancio n° 13 Xp=64,58 m Yp=45,6 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	64,982	45,107	2,832	2,533	0,135	18,84
2,0	66,702	44,837	3,748	0,377	0,607	13,869
3,0	67,945	44,423	4,2	-0,294	0,332	16,286
4,0	68,893	44,106	4,466	-0,724	0,226	18,416
5,0	69,59	43,874	4,61	-1,005	0,156	19,873
6,0	70,09	43,707	4,672	-1,187	0,109	20,674
7,0	70,444	43,589	4,678	-1,301	0,076	20,949
8,0	70,692	43,506	4,647	-1,368	0,053	20,836
9,0	70,864	43,449	4,59	-1,404	0,037	20,452
10,0	70,983	43,409	4,517	-1,417	0,026	19,888
11,0	71,065	43,382	4,432	-1,416	0,018	19,212
12,0	71,121	43,363	4,341	-1,404	0,013	18,471
13,0	71,16	43,35	4,246	-1,386	0,009	17,699
14,0	71,186	43,341	4,149	-1,362	0,006	16,919
15,0	71,205	43,335	4,051	-1,336	0,004	16,145
16,0	71,218	43,331	3,954	-1,307	0,003	15,389
17,0	71,227	43,328	3,858	-1,278	0,002	14,656
18,0	71,234	43,326	3,763	-1,249	0,002	13,95
19,0	71,239	43,324	3,671	-1,219	0,001	13,274
20,0	71,244	43,322	3,58	-1,19	0,001	12,628
21,0	71,248	43,321	3,492	-1,16	0,001	12,013
22,0	71,251	43,32	3,405	-1,133	0,001	11,424

23,0	71,253	43,319	3,32	-1,105	0,001	10,863
24,0	71,255	43,319	3,236	-1,078	0,0	10,325
25,0	71,257	43,318	3,156	-1,049	0,001	9,817
26,0	71,26	43,317	3,078	-1,023	0,001	9,336
27,0	71,261	43,316	3,001	-0,999	0,001	8,877

=====  
**Lancio n° 14 Xp=65,58 m Yp=45,62 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	66,023	45,064	4,263	0,721	0,148	19,536
2,0	67,884	44,443	4,863	-0,193	0,437	22,097
3,0	69,301	43,97	5,214	-0,76	0,291	25,105
4,0	70,342	43,623	5,408	-1,126	0,2	27,299
5,0	71,09	43,374	5,498	-1,362	0,138	28,574
6,0	71,619	43,197	5,517	-1,51	0,096	29,084
7,0	71,99	43,073	5,488	-1,6	0,067	29,02
8,0	72,248	42,987	5,426	-1,649	0,047	28,551
9,0	72,427	42,928	5,343	-1,669	0,033	27,81
10,0	72,55	42,887	5,246	-1,671	0,023	26,896
11,0	72,634	42,858	5,139	-1,659	0,016	25,881
12,0	72,692	42,839	5,028	-1,638	0,011	24,813
13,0	72,732	42,826	4,913	-1,612	0,008	23,728
14,0	72,759	42,817	4,798	-1,581	0,006	22,649
15,0	72,778	42,811	4,683	-1,549	0,004	21,589
16,0	72,79	42,807	4,568	-1,515	0,003	20,556
17,0	72,798	42,804	4,456	-1,48	0,002	19,561
18,0	72,805	42,801	4,346	-1,443	0,002	18,611
19,0	72,809	42,8	4,237	-1,411	0,001	17,697
20,0	72,812	42,799	4,131	-1,375	0,001	16,822

=====  
**Lancio n° 15 Xp=66,71 m Yp=45,36 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	67,252	44,654	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	69,302	43,97	5,023	-0,155	0,468	23,693

3,0	70,86	43,45	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	72,003	43,069	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	72,825	42,795	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	73,407	42,601	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	73,815	42,465	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	74,099	42,37	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	74,295	42,304	5,553	-1,733	0,035	30,029
10,0	74,431	42,259	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	74,524	42,228	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	74,587	42,207	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	74,631	42,192	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	74,661	42,182	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	74,681	42,176	4,869	-1,61	0,004	23,333
16,0	74,695	42,171	4,75	-1,574	0,003	22,222
17,0	74,705	42,168	4,633	-1,538	0,002	21,149
18,0	74,712	42,166	4,518	-1,502	0,001	20,117
19,0	74,717	42,164	4,406	-1,465	0,001	19,132

=====

**Lancio n° 16 Xp=67,65 m Yp=45,05 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	68,201	44,337	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	70,251	43,653	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	71,809	43,134	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	72,952	42,752	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	73,774	42,478	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	74,356	42,284	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	74,764	42,148	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	75,047	42,054	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	75,244	41,988	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	75,379	41,943	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	75,472	41,912	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	75,536	41,891	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	75,58	41,876	5,108	-1,675	0,008	25,643
14,0	75,61	41,866	4,989	-1,643	0,006	24,48
15,0	75,631	41,859	4,869	-1,61	0,004	23,338

16,0	75,646	41,854	4,751	-1,574	0,003	22,228
17,0	75,656	41,85	4,634	-1,538	0,002	21,158
18,0	75,663	41,848	4,519	-1,503	0,002	20,128
19,0	75,668	41,846	4,407	-1,466	0,001	19,142
20,0	75,672	41,845	4,296	-1,431	0,001	18,198
21,0	75,674	41,845	4,189	-1,395	0,0	17,296

=====  
**Lancio n° 17 Xp=68,6 m Yp=44,73 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	69,15	44,021	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	71,2	43,337	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	72,757	42,817	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	73,901	42,436	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	74,722	42,162	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	75,304	41,968	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	75,712	41,832	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	75,996	41,737	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	76,192	41,672	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	76,328	41,626	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	76,421	41,595	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	76,485	41,574	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	76,528	41,56	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	76,558	41,55	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	76,578	41,543	4,868	-1,61	0,004	23,331
16,0	76,591	41,539	4,749	-1,575	0,003	22,214
17,0	76,6	41,536	4,632	-1,538	0,002	21,139
18,0	76,606	41,534	4,517	-1,502	0,001	20,108
19,0	76,612	41,532	4,405	-1,465	0,001	19,124
20,0	76,617	41,53	4,296	-1,428	0,001	18,188
21,0	76,621	41,529	4,189	-1,394	0,001	17,294

=====  
**Lancio n° 18 Xp=69,55 m Yp=44,41 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



1,0	70,098	43,704	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	72,148	43,021	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	73,706	42,501	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	74,849	42,12	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	75,671	41,846	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	76,253	41,651	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	76,661	41,515	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	76,945	41,421	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	77,141	41,355	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	77,276	41,31	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	77,369	41,279	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	77,433	41,258	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	77,476	41,243	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	77,506	41,233	4,988	-1,643	0,006	24,475
15,0	77,527	41,226	4,869	-1,609	0,004	23,333
16,0	77,542	41,221	4,751	-1,574	0,003	22,226
17,0	77,552	41,218	4,634	-1,539	0,002	21,154
18,0	77,558	41,216	4,518	-1,503	0,001	20,12

=====

**Lancio n° 19 Xp=70,5 m Yp=44,1 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	71,047	43,388	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	73,097	42,704	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	74,654	42,185	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	75,798	41,803	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	76,619	41,529	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	77,201	41,335	5,729	-1,562	0,102	31,342
7,0	77,609	41,199	5,7	-1,657	0,071	31,301
8,0	77,893	41,104	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	78,089	41,039	5,552	-1,733	0,035	30,027
10,0	78,225	40,994	5,452	-1,735	0,024	29,049
11,0	78,318	40,963	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	78,381	40,941	5,226	-1,702	0,012	26,81
13,0	78,425	40,927	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	78,454	40,917	4,988	-1,644	0,006	24,474

15,0	78,475	40,91	4,868	-1,61	0,004	23,331
16,0	78,489	40,905	4,75	-1,574	0,003	22,221
17,0	78,5	40,902	4,634	-1,538	0,002	21,151
18,0	78,507	40,899	4,519	-1,502	0,002	20,123
19,0	78,513	40,897	4,407	-1,465	0,001	19,14
20,0	78,519	40,895	4,298	-1,428	0,001	18,206
21,0	78,524	40,894	4,192	-1,394	0,001	17,316
22,0	78,529	40,892	4,088	-1,359	0,001	16,468

=====

**Lancio n° 20 Xp=71,45 m Yp=43,78 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	71,996	43,072	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	74,046	42,388	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	75,603	41,868	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	76,746	41,487	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	77,568	41,213	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	78,15	41,019	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	78,558	40,883	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	78,842	40,788	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	79,038	40,722	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	79,174	40,677	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	79,267	40,646	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	79,33	40,625	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	79,374	40,61	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	79,404	40,6	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	79,425	40,593	4,869	-1,609	0,004	23,336
16,0	79,44	40,588	4,751	-1,574	0,003	22,227
17,0	79,45	40,585	4,634	-1,538	0,002	21,156
18,0	79,458	40,582	4,52	-1,501	0,002	20,131
19,0	79,464	40,58	4,407	-1,467	0,001	19,145
20,0	79,467	40,579	4,298	-1,43	0,001	18,202

=====

**Lancio n° 21 Xp=72,4 m Yp=43,46 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

1,0	72,944	42,755	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	74,994	42,071	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	76,552	41,552	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	77,695	41,17	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	78,517	40,896	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	79,099	40,702	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	79,507	40,566	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	79,791	40,471	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	79,987	40,406	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	80,122	40,361	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	80,215	40,33	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	80,279	40,308	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	80,323	40,294	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	80,353	40,284	4,988	-1,643	0,006	24,478
15,0	80,373	40,277	4,869	-1,61	0,004	23,335
16,0	80,387	40,272	4,75	-1,575	0,003	22,222
17,0	80,397	40,269	4,633	-1,538	0,002	21,149
18,0	80,404	40,267	4,519	-1,502	0,002	20,119
19,0	80,408	40,265	4,405	-1,466	0,001	19,13
20,0	80,411	40,264	4,295	-1,43	0,001	18,187

Lancio n° 22 Xp=73,35 m Yp=43,15 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	73,893	42,439	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	75,943	41,755	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	77,5	41,235	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	78,644	40,854	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	79,465	40,58	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	80,047	40,386	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	80,455	40,25	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	80,739	40,155	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	80,936	40,089	5,553	-1,733	0,035	30,029
10,0	81,071	40,044	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	81,164	40,013	5,342	-1,723	0,017	27,96

12,0	81,228	39,992	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	81,271	39,978	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	81,301	39,968	4,988	-1,644	0,006	24,474
15,0	81,321	39,961	4,868	-1,61	0,004	23,329
16,0	81,334	39,956	4,75	-1,574	0,003	22,217
17,0	81,344	39,953	4,633	-1,538	0,002	21,144
18,0	81,35	39,951	4,517	-1,503	0,001	20,11
19,0	81,354	39,95	4,405	-1,466	0,001	19,121
20,0	81,359	39,948	4,295	-1,428	0,001	18,182
21,0	81,362	39,947	4,188	-1,394	0,001	17,288

=====

**Lancio n° 23 Xp=74,29 m Yp=42,83 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	74,841	42,122	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	76,891	41,438	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	78,449	40,919	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	79,592	40,538	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	80,414	40,263	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	80,996	40,069	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	81,404	39,933	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	81,688	39,839	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	81,884	39,773	5,552	-1,733	0,035	30,028
10,0	82,019	39,728	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	82,112	39,697	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	82,176	39,676	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	82,22	39,661	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	82,25	39,651	4,988	-1,644	0,006	24,476
15,0	82,269	39,645	4,868	-1,61	0,004	23,33
16,0	82,282	39,64	4,749	-1,576	0,003	22,213
17,0	82,289	39,638	4,63	-1,54	0,001	21,13
18,0	82,293	39,637	4,515	-1,503	0,001	20,09
19,0	82,295	39,636	4,401	-1,467	0,0	19,094
20,0	82,298	39,635	4,291	-1,428	0,001	18,15
21,0	82,301	39,634	4,183	-1,394	0,001	17,252
22,0	82,303	39,633	4,079	-1,357	0,001	16,401

23,0	82,305	39,633	3,976	-1,326	0,0	15,588
------	--------	--------	-------	--------	-----	--------

=====

**Lancio n° 24 Xp=75,24 m Yp=42,52 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	75,79	41,806	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	77,84	41,122	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	79,398	40,603	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	80,541	40,221	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	81,363	39,947	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	81,945	39,753	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	82,353	39,617	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	82,636	39,522	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	82,833	39,457	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	82,968	39,411	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	83,061	39,38	5,342	-1,723	0,017	27,961
12,0	83,126	39,359	5,227	-1,702	0,012	26,814
13,0	83,17	39,344	5,108	-1,675	0,008	25,645
14,0	83,2	39,334	4,989	-1,644	0,006	24,481
15,0	83,22	39,327	4,869	-1,61	0,004	23,339
16,0	83,235	39,323	4,751	-1,575	0,003	22,227
17,0	83,243	39,32	4,633	-1,54	0,002	21,149
18,0	83,247	39,318	4,516	-1,504	0,001	20,108
19,0	83,251	39,317	4,404	-1,465	0,001	19,116
20,0	83,254	39,316	4,294	-1,429	0,001	18,176
21,0	83,259	39,315	4,188	-1,392	0,001	17,284
22,0	83,264	39,313	4,084	-1,358	0,001	16,439

=====

**Lancio n° 25 Xp=76,19 m Yp=42,2 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	76,739	41,489	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	78,789	40,806	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	80,346	40,286	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	81,49	39,905	5,608	-1,152	0,212	29,336

5.0	82,311	39,631	5,706	-1,403	0,147	30,756
6.0	82,893	39,436	5,729	-1,562	0,102	31,343
7.0	83,301	39,3	5,701	-1,657	0,071	31,301
8.0	83,585	39,206	5,638	-1,71	0,05	30,814
9.0	83,781	39,14	5,552	-1,733	0,035	30,028
10.0	83,916	39,095	5,452	-1,735	0,024	29,05
11.0	84,009	39,064	5,342	-1,723	0,017	27,958
12.0	84,073	39,043	5,226	-1,702	0,012	26,808
13.0	84,116	39,029	5,108	-1,675	0,008	25,639
14.0	84,146	39,019	4,988	-1,644	0,006	24,473
15.0	84,166	39,012	4,868	-1,61	0,004	23,328
16.0	84,18	39,007	4,75	-1,574	0,003	22,217
17.0	84,19	39,004	4,633	-1,538	0,002	21,146
18.0	84,196	39,002	4,518	-1,503	0,001	20,113
19.0	84,199	39,001	4,403	-1,468	0,001	19,117

=====

**Lancio n° 26 Xp=77,14 m Yp=41,88 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1.0	77,687	41,173	4,38	0,835	0,182	21,387
2.0	79,737	40,489	5,023	-0,155	0,468	23,693
3.0	81,295	39,97	5,399	-0,762	0,31	26,926
4.0	82,438	39,588	5,608	-1,152	0,212	29,336
5.0	83,26	39,314	5,706	-1,403	0,147	30,756
6.0	83,842	39,12	5,729	-1,562	0,102	31,343
7.0	84,25	38,984	5,701	-1,657	0,071	31,301
8.0	84,534	38,889	5,638	-1,71	0,05	30,815
9.0	84,73	38,824	5,553	-1,732	0,035	30,029
10.0	84,865	38,779	5,452	-1,735	0,024	29,051
11.0	84,958	38,748	5,342	-1,723	0,017	27,96
12.0	85,022	38,726	5,226	-1,702	0,012	26,81
13.0	85,066	38,712	5,108	-1,675	0,008	25,642
14.0	85,096	38,702	4,988	-1,644	0,006	24,476
15.0	85,116	38,695	4,868	-1,61	0,004	23,332
16.0	85,13	38,691	4,75	-1,574	0,003	22,22
17.0	85,14	38,687	4,633	-1,538	0,002	21,149



18,0	85,146	38,685	4,518	-1,503	0,001	20,115
------	--------	--------	-------	--------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 27 Xp=78,09 m Yp=41,57 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	78,636	40,857	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	80,686	40,173	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	82,243	39,653	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	83,387	39,272	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	84,208	38,998	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	84,791	38,804	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	85,198	38,668	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	85,482	38,573	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	85,678	38,507	5,552	-1,733	0,035	30,028
10,0	85,814	38,462	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	85,907	38,431	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	85,971	38,41	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	86,014	38,395	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	86,044	38,385	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	86,065	38,379	4,869	-1,61	0,004	23,334
16,0	86,079	38,374	4,75	-1,575	0,003	22,222
17,0	86,089	38,371	4,633	-1,538	0,002	21,15
18,0	86,097	38,368	4,519	-1,501	0,002	20,123
19,0	86,104	38,366	4,408	-1,464	0,002	19,144
20,0	86,109	38,364	4,299	-1,429	0,001	18,21

=====  
**Lancio n° 28 Xp=79,04 m Yp=41,25 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	79,584	40,54	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	81,635	39,856	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	83,192	39,337	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	84,335	38,955	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	85,157	38,681	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	85,739	38,487	5,729	-1,562	0,102	31,343

7,0	86,147	38,351	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	86,431	38,256	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	86,627	38,191	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	86,763	38,146	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	86,856	38,115	5,342	-1,723	0,017	27,961
12,0	86,92	38,093	5,227	-1,702	0,012	26,814
13,0	86,964	38,079	5,108	-1,675	0,008	25,644
14,0	86,994	38,069	4,988	-1,644	0,006	24,479
15,0	87,014	38,062	4,869	-1,61	0,004	23,336
16,0	87,028	38,057	4,751	-1,574	0,003	22,225
17,0	87,039	38,054	4,634	-1,538	0,002	21,154
18,0	87,045	38,052	4,519	-1,503	0,001	20,123
19,0	87,049	38,05	4,406	-1,467	0,001	19,132

=====

**Lancio n° 29 Xp=79,99 m Yp=40,93 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	80,533	40,224	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	82,583	39,54	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	84,141	39,02	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	85,284	38,639	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	86,106	38,365	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	86,688	38,171	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	87,096	38,035	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	87,379	37,94	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	87,576	37,875	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	87,711	37,83	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	87,804	37,799	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	87,867	37,777	5,226	-1,702	0,012	26,809
13,0	87,911	37,763	5,107	-1,675	0,008	25,638
14,0	87,941	37,753	4,988	-1,643	0,006	24,474
15,0	87,962	37,746	4,869	-1,609	0,004	23,332
16,0	87,976	37,741	4,75	-1,574	0,003	22,223
17,0	87,985	37,738	4,633	-1,539	0,002	21,148
18,0	87,992	37,736	4,519	-1,501	0,001	20,118
19,0	87,995	37,735	4,404	-1,468	0,001	19,124

=====

**Lancio n° 30 Xp=80,94 m Yp=40,62 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	81,482	39,907	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	83,532	39,224	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	85,089	38,704	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	86,233	38,323	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	87,054	38,049	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	87,636	37,854	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	88,044	37,718	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	88,328	37,624	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	88,524	37,558	5,552	-1,733	0,035	30,028
10,0	88,66	37,513	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	88,752	37,482	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	88,816	37,461	5,226	-1,702	0,012	26,81
13,0	88,86	37,446	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	88,89	37,436	4,988	-1,644	0,006	24,475
15,0	88,91	37,43	4,868	-1,61	0,004	23,33
16,0	88,923	37,425	4,75	-1,574	0,003	22,217
17,0	88,933	37,422	4,633	-1,538	0,002	21,145
18,0	88,939	37,42	4,517	-1,503	0,001	20,111

=====

**Lancio n° 31 Xp=81,88 m Yp=40,3 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	82,43	39,591	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	84,48	38,907	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	86,038	38,388	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	87,181	38,006	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	88,003	37,732	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	88,585	37,538	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	88,993	37,402	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	89,277	37,307	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	89,473	37,242	5,553	-1,733	0,035	30,028

10,0	89,608	37,197	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	89,701	37,166	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	89,765	37,144	5,227	-1,702	0,012	26,812
13,0	89,809	37,13	5,108	-1,675	0,008	25,643
14,0	89,839	37,12	4,989	-1,643	0,006	24,479
15,0	89,861	37,112	4,869	-1,609	0,004	23,339
16,0	89,875	37,108	4,751	-1,575	0,003	22,229
17,0	89,885	37,104	4,634	-1,539	0,002	21,155
18,0	89,89	37,103	4,518	-1,503	0,001	20,119

=====

**Lancio n° 32 Xp=82,83 m Yp=39,98 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	83,379	39,274	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	85,429	38,591	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	86,986	38,071	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	88,13	37,69	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	88,952	37,416	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	89,534	37,222	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	89,942	37,085	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	90,225	36,991	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	90,422	36,925	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	90,557	36,88	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	90,65	36,849	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	90,714	36,828	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	90,758	36,813	5,108	-1,675	0,008	25,643
14,0	90,788	36,803	4,989	-1,643	0,006	24,48
15,0	90,809	36,796	4,869	-1,609	0,004	23,339
16,0	90,824	36,791	4,751	-1,574	0,003	22,23
17,0	90,834	36,788	4,634	-1,538	0,002	21,159
18,0	90,842	36,785	4,52	-1,502	0,002	20,13
19,0	90,846	36,784	4,407	-1,467	0,001	19,141

=====

**Lancio n° 33 Xp=83,78 m Yp=39,67 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

1,0	84,328	38,958	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	86,378	38,274	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	87,935	37,755	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	89,078	37,373	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	89,9	37,099	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	90,482	36,905	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	90,89	36,769	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	91,174	36,674	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	91,37	36,609	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	91,506	36,564	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	91,599	36,533	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	91,662	36,511	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	91,706	36,497	5,108	-1,675	0,008	25,641
14,0	91,736	36,487	4,988	-1,644	0,006	24,476
15,0	91,757	36,48	4,869	-1,61	0,004	23,334
16,0	91,771	36,475	4,75	-1,575	0,003	22,222
17,0	91,779	36,473	4,632	-1,539	0,002	21,145
18,0	91,784	36,471	4,516	-1,504	0,001	20,106

**Lancio n° 34 Xp=84,73 m Yp=39,35 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	85,276	38,642	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	87,326	37,958	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	88,884	37,438	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	90,027	37,057	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	90,849	36,783	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	91,431	36,589	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	91,839	36,453	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	92,123	36,358	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	92,319	36,292	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	92,454	36,247	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	92,548	36,216	5,342	-1,723	0,017	27,961
12,0	92,611	36,195	5,226	-1,702	0,012	26,812
13,0	92,655	36,181	5,108	-1,675	0,008	25,641

14,0	92,684	36,171	4,988	-1,644	0,006	24,475
15,0	92,705	36,164	4,869	-1,61	0,004	23,332
16,0	92,719	36,159	4,75	-1,575	0,003	22,221
17,0	92,728	36,156	4,633	-1,538	0,002	21,147
18,0	92,735	36,154	4,518	-1,501	0,002	20,117
19,0	92,741	36,152	4,407	-1,465	0,001	19,135
20,0	92,746	36,15	4,297	-1,43	0,001	18,197

=====

**Lancio n° 35 Xp=85,68 m Yp=39,03 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	86,225	38,325	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	88,275	37,641	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	89,832	37,122	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	90,976	36,741	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	91,797	36,466	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	92,379	36,272	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	92,787	36,136	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	93,071	36,042	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	93,268	35,976	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	93,403	35,931	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	93,496	35,9	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	93,56	35,879	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	93,603	35,864	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	93,633	35,854	4,988	-1,644	0,006	24,476
15,0	93,654	35,847	4,869	-1,61	0,004	23,333
16,0	93,667	35,843	4,75	-1,575	0,003	22,22
17,0	93,677	35,84	4,633	-1,538	0,002	21,147
18,0	93,684	35,837	4,518	-1,502	0,002	20,118
19,0	93,689	35,835	4,406	-1,466	0,001	19,132

=====

**Lancio n° 36 Xp=86,63 m Yp=38,72 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	87,173	38,009	4,38	0,835	0,182	21,387



2,0	89,224	37,325	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	90,781	36,806	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	91,924	36,424	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	92,746	36,15	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	93,328	35,956	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	93,736	35,82	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	94,02	35,725	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	94,216	35,66	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	94,352	35,615	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	94,445	35,583	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	94,508	35,562	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	94,552	35,548	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	94,582	35,538	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	94,602	35,531	4,868	-1,61	0,004	23,332
16,0	94,616	35,526	4,75	-1,574	0,003	22,22
17,0	94,626	35,523	4,633	-1,538	0,002	21,149
18,0	94,634	35,52	4,519	-1,501	0,002	20,123
19,0	94,639	35,519	4,406	-1,467	0,001	19,136
20,0	94,642	35,518	4,296	-1,43	0,001	18,192
21,0	94,645	35,517	4,189	-1,395	0,001	17,294

=====

**Lancio n° 37 Xp=87,58 m Yp=38,4 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	88,122	37,692	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	90,172	37,009	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	91,73	36,489	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	92,873	36,108	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	93,695	35,834	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	94,277	35,639	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	94,685	35,503	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	94,969	35,409	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	95,165	35,343	5,553	-1,733	0,035	30,029
10,0	95,3	35,298	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	95,393	35,267	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	95,457	35,246	5,226	-1,702	0,012	26,811

13,0	95,5	35,231	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	95,53	35,221	4,988	-1,644	0,006	24,474
15,0	95,55	35,215	4,868	-1,61	0,004	23,332
16,0	95,565	35,21	4,75	-1,574	0,003	22,222
17,0	95,575	35,207	4,633	-1,538	0,002	21,149
18,0	95,581	35,204	4,518	-1,503	0,001	20,117

=====

**Lancio n° 38 Xp=88,52 m Yp=38,09 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	89,071	37,376	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	91,121	36,692	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	92,678	36,173	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	93,822	35,791	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	94,643	35,517	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	95,225	35,323	5,729	-1,562	0,102	31,342
7,0	95,633	35,187	5,7	-1,657	0,071	31,301
8,0	95,917	35,092	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	96,113	35,027	5,552	-1,733	0,035	30,027
10,0	96,248	34,982	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	96,341	34,951	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	96,405	34,929	5,226	-1,702	0,012	26,81
13,0	96,449	34,915	5,108	-1,675	0,008	25,641
14,0	96,479	34,905	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	96,5	34,898	4,869	-1,61	0,004	23,334
16,0	96,514	34,893	4,751	-1,574	0,003	22,225
17,0	96,525	34,89	4,634	-1,538	0,002	21,154
18,0	96,531	34,888	4,519	-1,503	0,001	20,122
19,0	96,535	34,886	4,406	-1,466	0,001	19,132
20,0	96,539	34,885	4,296	-1,429	0,001	18,192
21,0	96,543	34,884	4,189	-1,395	0,001	17,295
22,0	96,545	34,883	4,084	-1,36	0,001	16,44

=====

**Lancio n° 39 Xp=89,47 m Yp=37,77 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

1,0	90,019	37,06	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	92,069	36,376	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	93,627	35,856	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	94,77	35,475	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	95,592	35,201	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	96,174	35,007	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	96,582	34,871	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	96,866	34,776	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	97,062	34,71	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	97,198	34,665	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	97,291	34,634	5,342	-1,723	0,017	27,961
12,0	97,355	34,613	5,227	-1,702	0,012	26,814
13,0	97,399	34,598	5,108	-1,675	0,008	25,645
14,0	97,429	34,588	4,989	-1,644	0,006	24,481
15,0	97,45	34,581	4,869	-1,61	0,004	23,339
16,0	97,464	34,576	4,751	-1,575	0,003	22,227
17,0	97,474	34,573	4,634	-1,538	0,002	21,154
18,0	97,48	34,571	4,519	-1,503	0,001	20,122

**Lancio n° 40 Xp=90,42 m Yp=37,45 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	90,968	36,743	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	93,018	36,059	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	94,575	35,54	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	95,719	35,158	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	96,541	34,884	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	97,123	34,69	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	97,531	34,554	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	97,814	34,459	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	98,011	34,394	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	98,146	34,349	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	98,239	34,318	5,342	-1,723	0,017	27,959
12,0	98,302	34,297	5,226	-1,703	0,012	26,809
13,0	98,345	34,282	5,107	-1,675	0,008	25,637

14,0	98,375	34,272	4,988	-1,644	0,006	24,472
15,0	98,396	34,266	4,868	-1,61	0,004	23,329
16,0	98,409	34,261	4,749	-1,575	0,003	22,217
17,0	98,419	34,258	4,633	-1,538	0,002	21,143
18,0	98,425	34,256	4,518	-1,502	0,001	20,112
19,0	98,431	34,254	4,406	-1,464	0,001	19,129
20,0	98,437	34,252	4,297	-1,428	0,001	18,196
21,0	98,441	34,25	4,189	-1,395	0,001	17,301
22,0	98,443	34,25	4,084	-1,361	0,0	16,444
23,0	98,446	34,249	3,983	-1,324	0,001	15,635

=====

**Lancio n° 41 Xp=91,37 m Yp=37,14 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	91,917	36,427	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	93,967	35,743	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	95,524	35,223	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	96,667	34,842	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	97,489	34,568	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	98,071	34,374	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	98,479	34,238	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	98,763	34,143	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	98,959	34,078	5,553	-1,732	0,035	30,029
10,0	99,095	34,032	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	99,188	34,001	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	99,251	33,98	5,226	-1,702	0,012	26,81
13,0	99,295	33,966	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	99,325	33,955	4,988	-1,643	0,006	24,478
15,0	99,346	33,949	4,869	-1,61	0,004	23,335
16,0	99,359	33,944	4,75	-1,575	0,003	22,22
17,0	99,368	33,941	4,633	-1,538	0,002	21,145
18,0	99,375	33,939	4,518	-1,502	0,002	20,115

=====

**Lancio n° 42 Xp=92,32 m Yp=36,82 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

1,0	92,865	36,11	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	94,915	35,426	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	96,473	34,907	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	97,616	34,526	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	98,438	34,252	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	99,02	34,057	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	99,428	33,921	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	99,712	33,827	5,638	-1,71	0,05	30,814
9,0	99,908	33,761	5,552	-1,733	0,035	30,028
10,0	100,043	33,716	5,452	-1,735	0,024	29,05
11,0	100,136	33,685	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	100,2	33,664	5,226	-1,702	0,012	26,811
13,0	100,244	33,649	5,108	-1,675	0,008	25,642
14,0	100,274	33,639	4,988	-1,644	0,006	24,477
15,0	100,294	33,632	4,869	-1,61	0,004	23,334
16,0	100,309	33,627	4,751	-1,574	0,003	22,226
17,0	100,32	33,624	4,634	-1,538	0,002	21,156
18,0	100,327	33,621	4,52	-1,502	0,002	20,128
19,0	100,333	33,619	4,408	-1,465	0,001	19,144

Lancio n° 43 Xp=93,27 m Yp=36,5 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	93,814	35,794	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	95,864	35,11	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	97,421	34,591	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	98,565	34,209	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	99,386	33,935	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	99,968	33,741	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	100,376	33,605	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	100,66	33,51	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	100,857	33,445	5,553	-1,733	0,035	30,028
10,0	100,992	33,4	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	101,085	33,369	5,342	-1,723	0,017	27,96
12,0	101,149	33,347	5,226	-1,702	0,012	26,811

13,0	101,192	33,333	5,108	-1,675	0,008	25,64
14,0	101,222	33,323	4,988	-1,644	0,006	24,475
15,0	101,242	33,316	4,869	-1,61	0,004	23,332
16,0	101,257	33,311	4,75	-1,574	0,003	22,223
17,0	101,267	33,308	4,633	-1,538	0,002	21,151
18,0	101,274	33,306	4,519	-1,502	0,001	20,12
19,0	101,279	33,304	4,406	-1,465	0,001	19,135
20,0	101,282	33,303	4,296	-1,431	0,001	18,191

=====

**Lancio n° 44 Xp=94,22 m Yp=36,19 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	94,762	35,477	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	96,812	34,794	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	98,37	34,274	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	99,513	33,893	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	100,335	33,619	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	100,917	33,425	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	101,325	33,288	5,701	-1,657	0,071	31,301
8,0	101,609	33,194	5,638	-1,71	0,05	30,815
9,0	101,805	33,128	5,553	-1,733	0,035	30,029
10,0	101,941	33,083	5,452	-1,735	0,024	29,051
11,0	101,953	33,079	5,43	-1,459	0,002	27,642
12,0	102,03	33,058	5,347	-1,484	0,014	26,903
13,0	102,053	33,051	5,257	-1,473	0,004	26,036
14,0	102,061	33,049	5,165	-1,451	0,001	25,149
15,0	102,065	33,048	5,076	-1,427	0,001	24,283
16,0	102,067	33,047	4,986	-1,403	0,0	23,44

=====

**Lancio n° 45 Xp=95,16 m Yp=35,87 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	95,711	35,161	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	97,761	34,477	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	99,319	33,958	5,399	-0,762	0,31	26,926



4,0	100,462	33,576	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	101,284	33,302	5,706	-1,403	0,147	30,756
6,0	101,866	33,108	5,729	-1,562	0,102	31,343
7,0	102,069	33,046	5,7	-1,512	0,036	30,423
8,0	102,177	33,016	5,617	-1,552	0,019	29,666
9,0	102,209	33,007	5,523	-1,545	0,006	28,732
10,0	102,22	33,004	5,427	-1,525	0,002	27,76

=====

**Lancio n° 46 Xp=96,11 m Yp=35,55 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	96,66	34,845	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	98,71	34,161	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	100,267	33,641	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	101,411	33,26	5,608	-1,152	0,212	29,336
5,0	102,144	33,025	5,694	-1,339	0,131	30,288
6,0	102,45	32,939	5,643	-1,507	0,054	29,843
7,0	102,544	32,913	5,559	-1,539	0,017	29,072
8,0	102,572	32,905	5,466	-1,53	0,005	28,147
9,0	102,58	32,903	5,371	-1,51	0,001	27,188

=====

**Lancio n° 47 Xp=97,06 m Yp=35,24 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	97,608	34,528	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	99,658	33,844	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	101,216	33,325	5,399	-0,762	0,31	26,926
4,0	102,266	32,991	5,537	-1,207	0,195	28,774
5,0	102,663	32,879	5,505	-1,441	0,072	28,36
6,0	102,785	32,845	5,429	-1,494	0,022	27,705
7,0	102,822	32,834	5,34	-1,492	0,007	26,853
8,0	102,833	32,831	5,247	-1,474	0,002	25,948

=====

**Lancio n° 48 Xp=98,01 m Yp=34,92 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	98,557	34,212	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	100,607	33,528	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	102,132	33,029	5,27	-0,967	0,304	26,687
4,0	102,687	32,873	5,275	-1,325	0,105	25,984
5,0	102,859	32,824	5,212	-1,417	0,033	25,498
6,0	102,911	32,81	5,129	-1,428	0,01	24,766
7,0	102,927	32,805	5,042	-1,414	0,003	23,951

**Lancio n° 49 Xp=98,96 m Yp=34,6 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	99,505	33,895	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	101,556	33,212	5,023	-0,155	0,468	23,693
3,0	102,922	32,806	5,193	-1,034	0,272	25,576
4,0	103,375	32,679	5,182	-1,326	0,087	25,095
5,0	103,515	32,64	5,116	-1,399	0,027	24,582
6,0	103,558	32,628	5,033	-1,404	0,008	23,854
7,0	103,571	32,624	4,947	-1,388	0,003	23,061
8,0	103,574	32,623	4,86	-1,367	0,001	22,267
9,0	103,577	32,622	4,775	-1,343	0,0	21,495
10,0	103,58	32,621	4,692	-1,319	0,001	20,753

**Lancio n° 50 Xp=99,91 m Yp=34,29 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	100,454	33,579	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	102,453	32,938	4,749	-0,635	0,456	23,181
3,0	103,132	32,747	4,798	-1,134	0,143	21,498
4,0	103,344	32,688	4,755	-1,271	0,044	21,185
5,0	103,409	32,669	4,683	-1,297	0,014	20,634
6,0	103,429	32,664	4,605	-1,289	0,004	19,976
7,0	103,434	32,662	4,524	-1,272	0,001	19,293
8,0	103,435	32,662	4,444	-1,251	0,0	18,621

=====  
**Lancio n° 51 Xp=100,86 m Yp=33,97 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	101,403	33,263	4,38	0,835	0,182	21,387
2,0	103,308	32,698	4,698	-0,675	0,435	22,285
3,0	103,927	32,524	4,738	-1,134	0,132	20,955
4,0	104,12	32,469	4,692	-1,259	0,041	20,639
5,0	104,179	32,453	4,621	-1,281	0,013	20,092
6,0	104,198	32,447	4,543	-1,273	0,004	19,448
7,0	104,203	32,446	4,464	-1,255	0,001	18,783

=====  
**Lancio n° 52 Xp=101,8 m Yp=33,66 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	102,335	32,972	3,884	-0,06	0,177	21,087
2,0	103,153	32,741	4,013	-0,813	0,211	15,202
3,0	103,412	32,669	4,003	-1,029	0,065	14,974
4,0	103,492	32,646	3,951	-1,082	0,02	14,664
5,0	103,516	32,639	3,887	-1,085	0,006	14,227
6,0	103,525	32,637	3,821	-1,072	0,002	13,756

=====  
**Lancio n° 53 Xp=102,74 m Yp=33,38 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	103,259	32,712	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	104,069	32,484	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	104,326	32,411	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	104,405	32,389	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	104,429	32,382	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	104,436	32,38	3,81	-1,07	0,002	13,683
7,0	104,439	32,38	3,744	-1,053	0,001	13,213
8,0	104,441	32,379	3,679	-1,034	0,001	12,759

=====

**Lancio n° 54 Xp=103,7 m Yp=33,11 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	104,222	32,441	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	105,032	32,213	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	105,288	32,141	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	105,367	32,118	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	105,392	32,111	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	105,399	32,109	3,81	-1,07	0,002	13,683
7,0	105,401	32,109	3,744	-1,053	0,001	13,212

**Lancio n° 55 Xp=104,67 m Yp=32,84 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	105,184	32,17	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	105,994	31,942	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	106,251	31,87	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	106,33	31,847	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	106,354	31,84	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	106,362	31,838	3,811	-1,069	0,002	13,685
7,0	106,363	31,838	3,743	-1,053	0,0	13,211
8,0	106,365	31,837	3,678	-1,034	0,0	12,754
9,0	106,366	31,837	3,614	-1,016	0,0	12,312

**Lancio n° 56 Xp=105,63 m Yp=32,56 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	106,147	31,899	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	106,957	31,671	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	107,213	31,599	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	107,293	31,576	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	107,317	31,57	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	107,324	31,567	3,811	-1,07	0,002	13,684
7,0	107,327	31,567	3,744	-1,052	0,001	13,214

8,0	107,329	31,566	3,679	-1,034	0,0	12,757
-----	---------	--------	-------	--------	-----	--------

=====

**Lancio n° 57 Xp=106,59 m Yp=32,29 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	107,109	31,628	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	107,92	31,4	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	108,176	31,328	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	108,255	31,305	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	108,279	31,299	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	108,287	31,297	3,811	-1,069	0,002	13,684
7,0	108,289	31,296	3,744	-1,053	0,001	13,213
8,0	108,291	31,295	3,679	-1,034	0,0	12,756
9,0	108,292	31,295	3,614	-1,017	0,0	12,312

=====

**Lancio n° 58 Xp=107,55 m Yp=32,02 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	108,072	31,357	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	108,882	31,129	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	109,139	31,057	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	109,218	31,035	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	109,242	31,028	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	109,249	31,026	3,81	-1,07	0,002	13,683
7,0	109,251	31,025	3,743	-1,053	0,0	13,209

=====

**Lancio n° 59 Xp=108,52 m Yp=31,75 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	109,035	31,086	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	109,845	30,858	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	110,101	30,786	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	110,18	30,764	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	110,205	30,757	3,877	-1,082	0,006	14,155

6,0	110,212	30,755	3,81	-1,07	0,002	13,683
7,0	110,215	30,754	3,744	-1,052	0,001	13,214

=====

**Lancio n° 60 Xp=109,48 m Yp=31,48 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	109,997	30,815	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	110,807	30,587	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	111,064	30,515	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	111,143	30,493	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	111,167	30,486	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	111,175	30,484	3,811	-1,07	0,002	13,684
7,0	111,177	30,483	3,744	-1,053	0,001	13,213

=====

**Lancio n° 61 Xp=110,44 m Yp=31,21 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	110,96	30,544	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	111,77	30,316	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	112,026	30,244	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	112,106	30,222	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	112,13	30,215	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	112,137	30,213	3,811	-1,07	0,002	13,684
7,0	112,14	30,212	3,744	-1,052	0,001	13,214
8,0	112,141	30,212	3,678	-1,035	0,0	12,755
9,0	112,142	30,211	3,614	-1,016	0,0	12,313

=====

**Lancio n° 62 Xp=111,4 m Yp=30,94 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	111,922	30,273	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	112,733	30,045	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	112,989	29,973	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	113,068	29,951	3,941	-1,079	0,02	14,59



5,0	113,093	29,944	3,877	-1,082	0,006	14,156
6,0	113,1	29,942	3,811	-1,07	0,002	13,684
7,0	113,102	29,941	3,744	-1,053	0,001	13,213
8,0	113,104	29,941	3,679	-1,034	0,0	12,757

=====  
**Lancio n° 63 Xp=112,37 m Yp=30,67 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	112,885	30,002	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	113,695	29,774	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	113,952	29,702	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	114,031	29,68	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	114,055	29,673	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	114,063	29,671	3,811	-1,07	0,002	13,684
7,0	114,065	29,67	3,744	-1,053	0,001	13,212

=====  
**Lancio n° 64 Xp=113,33 m Yp=30,4 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	113,848	29,732	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	114,658	29,504	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	114,914	29,431	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	114,993	29,409	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	115,018	29,402	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	115,025	29,4	3,811	-1,069	0,002	13,684
7,0	115,027	29,4	3,744	-1,053	0,001	13,212
8,0	115,029	29,399	3,678	-1,034	0,0	12,754

=====  
**Lancio n° 65 Xp=114,29 m Yp=30,13 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	114,81	29,461	3,876	-0,065	0,173	20,867
2,0	115,62	29,233	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	115,877	29,16	3,993	-1,026	0,064	14,9

4,0	115,956	29,138	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	115,98	29,131	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	115,987	29,129	3,81	-1,07	0,002	13,683

=====

**Lancio n° 66 Xp=115,25 m Yp=29,86 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	115,773	29,19	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	116,583	28,962	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	116,839	28,89	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	116,919	28,867	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	116,943	28,86	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	116,951	28,858	3,811	-1,069	0,002	13,685
7,0	116,953	28,858	3,744	-1,053	0,001	13,213
8,0	116,954	28,857	3,678	-1,034	0,0	12,754
9,0	116,954	28,857	3,614	-1,017	0,0	12,31
10,0	116,955	28,857	3,55	-0,999	0,0	11,881

=====

**Lancio n° 67 Xp=116,22 m Yp=29,58 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	116,735	28,919	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	117,546	28,691	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	117,802	28,619	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	117,881	28,596	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	117,905	28,59	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	117,913	28,587	3,81	-1,07	0,002	13,683
7,0	117,915	28,587	3,744	-1,053	0,0	13,211
8,0	117,916	28,587	3,678	-1,035	0,0	12,751
9,0	117,916	28,586	3,613	-1,016	0,0	12,308

=====

**Lancio n° 68 Xp=117,18 m Yp=29,31 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

1,0	117,698	28,648	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	118,508	28,42	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	118,765	28,348	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	118,844	28,325	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	118,868	28,319	3,877	-1,082	0,006	14,155
6,0	118,875	28,317	3,811	-1,07	0,002	13,684

=====

**Lancio n° 69 Xp=118,14 m Yp=29,04 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	118,661	28,377	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	119,471	28,149	4,004	-0,813	0,209	15,125
3,0	119,727	28,077	3,993	-1,026	0,064	14,9
4,0	119,806	28,054	3,941	-1,079	0,02	14,59
5,0	119,831	28,048	3,877	-1,082	0,006	14,156
6,0	119,838	28,046	3,81	-1,07	0,002	13,684
7,0	119,84	28,045	3,744	-1,053	0,001	13,211
8,0	119,842	28,045	3,678	-1,034	0,0	12,755
9,0	119,844	28,044	3,614	-1,016	0,0	12,314
10,0	119,845	28,044	3,551	-0,999	0,0	11,888
11,0	119,847	28,043	3,489	-0,981	0,0	11,477
12,0	119,848	28,043	3,429	-0,964	0,001	11,081
13,0	119,85	28,042	3,369	-0,947	0,001	10,7

=====

**Lancio n° 70 Xp=119,1 m Yp=28,77 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	119,623	28,106	3,876	-0,065	0,173	20,868
2,0	120,824	27,615	4,182	-1,559	0,31	18,231
3,0	121,16	27,458	4,219	-1,849	0,08	18,618
4,0	121,265	27,409	4,179	-1,915	0,025	18,468
5,0	121,297	27,394	4,116	-1,911	0,008	17,992
6,0	121,308	27,389	4,047	-1,887	0,002	17,418
7,0	121,311	27,388	3,976	-1,857	0,001	16,825
8,0	121,313	27,387	3,908	-1,825	0,001	16,248

=====

**Lancio n° 71 Xp=120,07 m Yp=28,5 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	120,68	27,682	4,233	-0,987	0,204	22,676
2,0	121,536	27,283	4,439	-1,77	0,202	20,451
3,0	121,811	27,154	4,447	-1,983	0,062	20,756
4,0	121,896	27,114	4,395	-2,024	0,019	20,454
5,0	121,923	27,102	4,325	-2,012	0,006	19,878
6,0	121,931	27,098	4,252	-1,984	0,002	19,228
7,0	121,934	27,096	4,178	-1,951	0,001	18,572

=====

**Lancio n° 72 Xp=121,05 m Yp=28,06 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	121,683	27,214	4,252	-0,984	0,21	23,004
2,0	122,552	26,808	4,461	-1,777	0,204	20,652
3,0	122,832	26,677	4,469	-1,993	0,063	20,962
4,0	122,919	26,636	4,417	-2,034	0,019	20,659
5,0	122,945	26,624	4,347	-2,022	0,006	20,078
6,0	122,953	26,62	4,273	-1,994	0,002	19,419
7,0	122,955	26,619	4,198	-1,961	0,0	18,751

=====

**Lancio n° 73 Xp=121,96 m Yp=27,64 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	122,589	26,79	4,252	-0,984	0,21	23,004
2,0	123,458	26,384	4,461	-1,777	0,204	20,652
3,0	123,738	26,254	4,469	-1,993	0,063	20,962
4,0	123,825	26,213	4,417	-2,034	0,019	20,659
5,0	123,851	26,201	4,347	-2,022	0,006	20,078
6,0	123,859	26,197	4,272	-1,994	0,002	19,418
7,0	123,862	26,195	4,199	-1,96	0,001	18,756

=====

**Lancio n° 74 Xp=122,87 m Yp=27,21 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	123,495	26,367	4,252	-0,984	0,21	23,004
2,0	124,364	25,961	4,461	-1,777	0,204	20,652
3,0	124,597	25,855	4,672	-1,165	0,052	20,672
4,0	124,863	25,772	4,647	-1,351	0,057	20,502
5,0	124,945	25,747	4,583	-1,391	0,018	20,042
6,0	124,97	25,739	4,508	-1,386	0,005	19,428
7,0	124,978	25,737	4,43	-1,367	0,002	18,776
8,0	124,981	25,736	4,353	-1,345	0,001	18,13
9,0	124,983	25,735	4,277	-1,322	0,0	17,503

**Lancio n° 75 Xp=123,77 m Yp=26,79 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	124,401	25,944	4,252	-0,984	0,21	23,004
2,0	124,898	25,762	4,36	-1,098	0,117	18,004
3,0	125,12	25,693	4,335	-1,263	0,051	17,843
4,0	125,189	25,672	4,275	-1,298	0,016	17,436
5,0	125,21	25,665	4,204	-1,293	0,005	16,9
6,0	125,217	25,663	4,132	-1,275	0,002	16,332

**Lancio n° 76 Xp=124,68 m Yp=26,37 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	125,221	25,662	3,953	-0,196	0,181	21,331
2,0	126,049	25,406	4,097	-0,952	0,209	16,001
3,0	126,312	25,324	4,09	-1,167	0,064	15,854
4,0	126,393	25,299	4,038	-1,219	0,02	15,544
5,0	126,418	25,292	3,973	-1,219	0,006	15,086
6,0	126,425	25,289	3,904	-1,205	0,002	14,585
7,0	126,428	25,288	3,837	-1,185	0,001	14,086

**Lancio n° 77 Xp=125,58 m Yp=25,96 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	126,021	25,414	3,87	-0,238	0,147	19,446
2,0	126,778	25,18	4,001	-0,943	0,196	15,237
3,0	127,018	25,106	3,992	-1,143	0,06	15,105
4,0	127,092	25,083	3,94	-1,19	0,019	14,803
5,0	127,115	25,076	3,876	-1,19	0,006	14,363
6,0	127,122	25,074	3,81	-1,175	0,002	13,886
7,0	127,125	25,073	3,744	-1,156	0,001	13,411

**Lancio n° 78 Xp=126,49 m Yp=25,55 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	126,82	25,167	3,776	-0,29	0,109	17,536
2,0	127,496	24,958	3,892	-0,934	0,179	14,392
3,0	127,71	24,892	3,88	-1,116	0,055	14,274
4,0	127,776	24,872	3,828	-1,158	0,017	13,978
5,0	127,796	24,865	3,766	-1,157	0,005	13,559
6,0	127,803	24,863	3,701	-1,142	0,002	13,107
7,0	127,805	24,863	3,637	-1,124	0,001	12,656

**Lancio n° 79 Xp=127,41 m Yp=25,14 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	127,603	24,925	3,666	-0,355	0,065	15,569
2,0	128,185	24,745	3,764	-0,924	0,159	13,432
3,0	128,369	24,688	3,747	-1,085	0,049	13,323
4,0	128,426	24,671	3,696	-1,12	0,015	13,034
5,0	128,443	24,665	3,636	-1,117	0,005	12,639
6,0	128,448	24,664	3,573	-1,103	0,001	12,216
7,0	128,451	24,663	3,511	-1,084	0,001	11,798
8,0	128,452	24,662	3,45	-1,066	0,0	11,39
9,0	128,454	24,662	3,39	-1,047	0,0	10,996



10,0	128,455	24,662	3,33	-1,029	0,0	10,614
11,0	128,456	24,661	3,272	-1,011	0,0	10,246
12,0	128,457	24,661	3,215	-0,993	0,001	9,894
13,0	128,458	24,661	3,159	-0,976	0,0	9,552
14,0	128,46	24,66	3,105	-0,959	0,001	9,224
15,0	128,461	24,66	3,051	-0,943	0,0	8,906
16,0	128,463	24,659	2,998	-0,926	0,0	8,6

=====  
**Lancio n° 80 Xp=128,32 m Yp=24,73 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
1,0	128,362	24,69	3,532	-0,442	0,014	13,512
2,0	128,83	24,546	3,605	-0,914	0,133	12,3
3,0	128,977	24,5	3,583	-1,046	0,041	12,193
4,0	129,023	24,486	3,533	-1,073	0,013	11,911
5,0	129,036	24,482	3,474	-1,069	0,004	11,543
6,0	129,04	24,481	3,414	-1,054	0,001	11,153
7,0	129,042	24,48	3,354	-1,037	0,0	10,768

=====  
**Lancio n° 81 Xp=129,23 m Yp=24,32 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 82 Xp=130,15 m Yp=23,92 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 83 Xp=131,06 m Yp=23,51 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 84 Xp=131,97 m Yp=23,1 m**  
 =====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 85 Xp=132,88 m Yp=22,69 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 86 Xp=133,8 m Yp=22,28 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 87 Xp=134,71 m Yp=21,87 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 88 Xp=135,62 m Yp=21,46 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 89 Xp=136,53 m Yp=21,06 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 90 Xp=137,45 m Yp=20,65 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 91 Xp=138,36 m Yp=20,24 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 92 Xp=139,27 m Yp=19,83 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 93 Xp=140,18 m Yp=19,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 94 Xp=141,1 m Yp=19,01 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 95 Xp=142,01 m Yp=18,6 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 96 Xp=142,92 m Yp=18,19 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 97 Xp=143,84 m Yp=17,79 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 98 Xp=144,75 m Yp=17,38 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 99 Xp=145,66 m Yp=16,97 m**

=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 100 Xp=146,57 m Yp=16,56 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 101 Xp=147,49 m Yp=16,15 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 102 Xp=148,4 m Yp=15,74 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 103 Xp=149,31 m Yp=15,33 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 104 Xp=150,22 m Yp=14,93 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 105 Xp=151,14 m Yp=14,52 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 106 Xp=152,05 m Yp=14,11 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

**Lancio n° 107 Xp=152,96 m Yp=13,7 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 108 Xp=153,87 m Yp=13,29 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 109 Xp=154,79 m Yp=12,88 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 110 Xp=155,7 m Yp=12,47 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 111 Xp=156,61 m Yp=12,06 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 112 Xp=157,53 m Yp=11,66 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

**Lancio n° 113 Xp=158,44 m Yp=11,25 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 114 Xp=159,35 m Yp=10,84 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 115 Xp=160,26 m Yp=10,43 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 116 Xp=161,18 m Yp=10,02 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 117 Xp=162,09 m Yp=9,61 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 118 Xp=163,0 m Yp=9,2 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 119 Xp=163,91 m Yp=8,8 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 120 Xp=164,83 m Yp=8,39 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 121 Xp=165,74 m Yp=7,98 m

--	--	--	--	--	--	--



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 122 Xp=166,65 m Yp=7,57 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 123 Xp=167,57 m Yp=7,16 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 124 Xp=168,48 m Yp=6,75 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 125 Xp=169,39 m Yp=6,34 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 126 Xp=170,3 m Yp=5,93 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 127 Xp=171,22 m Yp=5,53 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 128 Xp=172,13 m Yp=5,12 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 129 Xp=173,04 m Yp=4,71 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 130 Xp=173,95 m Yp=4,3 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 131 Xp=174,87 m Yp=3,89 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 132 Xp=175,78 m Yp=3,48 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 133 Xp=176,69 m Yp=3,07 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 134 Xp=177,6 m Yp=2,67 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 135 Xp=178,52 m Yp=2,26 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 136 Xp=179,43 m Yp=1,85 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 137 Xp=180,34 m Yp=1,44 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 138 Xp=181,26 m Yp=1,03 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 139 Xp=182,17 m Yp=0,62 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 140 Xp=183,08 m Yp=0,21 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 141 Xp=183,99 m Yp=-0,2 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 142 Xp=184,91 m Yp=-0,6 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 143 Xp=185,82 m Yp=-1,01 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====  
=====

**Lancio n° 144 Xp=186,73 m Yp=-1,42 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 145 Xp=187,64 m Yp=-1,83 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 146 Xp=188,56 m Yp=-2,24 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 147 Xp=189,47 m Yp=-2,65 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 148 Xp=190,38 m Yp=-3,06 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 149 Xp=191,29 m Yp=-3,46 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

**Lancio n° 150 Xp=192,21 m Yp=-3,87 m**

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 151 Xp=193,12 m Yp=-4,28 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 152 Xp=194,03 m Yp=-4,69 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 153 Xp=194,95 m Yp=-5,1 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 154 Xp=195,86 m Yp=-5,51 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 155 Xp=196,77 m Yp=-5,92 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 156 Xp=197,68 m Yp=-6,33 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 157 Xp=198,6 m Yp=-6,73 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 158 Xp=199,51 m Yp=-7,14 m


Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 159 Xp=200,42 m Yp=-7,55 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 160 Xp=201,33 m Yp=-7,96 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 161 Xp=202,25 m Yp=-8,37 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 162 Xp=203,16 m Yp=-8,78 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 163 Xp=204,07 m Yp=-9,19 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 164 Xp=204,99 m Yp=-9,6 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 165 Xp=205,9 m Yp=-10,0 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



=====

**Lancio n° 166 Xp=206,81 m Yp=-10,41 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 167 Xp=207,72 m Yp=-10,82 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 168 Xp=208,64 m Yp=-11,23 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 169 Xp=209,55 m Yp=-11,64 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 170 Xp=210,46 m Yp=-12,05 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 171 Xp=211,37 m Yp=-12,46 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 172 Xp=212,29 m Yp=-12,86 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 173 Xp=213,2 m Yp=-13,27 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 174 Xp=214,11 m Yp=-13,68 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 175 Xp=215,02 m Yp=-14,09 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 176 Xp=215,94 m Yp=-14,5 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 177 Xp=216,85 m Yp=-14,91 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 178 Xp=217,76 m Yp=-15,32 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 179 Xp=218,68 m Yp=-15,73 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 180 Xp=219,59 m Yp=-16,13 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====

=====

**Lancio n° 181 Xp=220,5 m Yp=-16,54 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 182 Xp=221,41 m Yp=-16,95 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 183 Xp=222,33 m Yp=-17,36 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 184 Xp=223,24 m Yp=-17,77 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 185 Xp=224,15 m Yp=-18,18 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 186 Xp=225,06 m Yp=-18,59 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 187 Xp=225,98 m Yp=-18,99 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 188 Xp=226,89 m Yp=-19,4 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 189 Xp=227,8 m Yp=-19,81 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 190 Xp=228,71 m Yp=-20,22 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 191 Xp=229,63 m Yp=-20,63 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 192 Xp=230,54 m Yp=-21,04 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 193 Xp=231,45 m Yp=-21,45 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 194 Xp=232,37 m Yp=-21,86 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 195 Xp=233,28 m Yp=-22,26 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 196 Xp=234,19 m Yp=-22,67 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 197 Xp=235,1 m Yp=-23,08 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 198 Xp=236,02 m Yp=-23,49 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 199 Xp=236,93 m Yp=-23,9 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 200 Xp=237,84 m Yp=-24,31 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 201 Xp=238,75 m Yp=-24,72 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 202 Xp=239,67 m Yp=-25,12 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 203 Xp=240,58 m Yp=-25,53 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 204 Xp=241,49 m Yp=-25,94 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 205 Xp=242,4 m Yp=-26,35 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 206 Xp=243,32 m Yp=-26,76 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 207 Xp=244,23 m Yp=-27,17 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 208 Xp=245,14 m Yp=-27,58 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 209 Xp=246,06 m Yp=-27,99 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 210 Xp=246,97 m Yp=-28,39 m**  
=====





=====

=====

**Lancio n° 218 Xp=254,27 m Yp=-31,66 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 219 Xp=255,18 m Yp=-32,07 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 220 Xp=256,1 m Yp=-32,48 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 221 Xp=257,01 m Yp=-32,89 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 222 Xp=257,92 m Yp=-33,3 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 223 Xp=258,83 m Yp=-33,71 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 224 Xp=259,75 m Yp=-34,12 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 225 Xp=260,66 m Yp=-34,52 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 226 Xp=261,57 m Yp=-34,93 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 227 Xp=262,48 m Yp=-35,34 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 228 Xp=263,4 m Yp=-35,75 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 229 Xp=264,31 m Yp=-36,16 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 230 Xp=265,22 m Yp=-36,57 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 231 Xp=266,13 m Yp=-36,98 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 232 Xp=267,05 m Yp=-37,38 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 233 Xp=267,96 m Yp=-37,79 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 234 Xp=268,87 m Yp=-38,2 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 235 Xp=269,79 m Yp=-38,61 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 236 Xp=270,7 m Yp=-39,02 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 237 Xp=271,61 m Yp=-39,43 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 238 Xp=272,52 m Yp=-39,84 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 239 Xp=273,44 m Yp=-40,25 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 240 Xp=274,35 m Yp=-40,65 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 241 Xp=275,26 m Yp=-41,06 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 242 Xp=276,17 m Yp=-41,47 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 243 Xp=277,09 m Yp=-41,88 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 244 Xp=278,0 m Yp=-42,29 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 245 Xp=278,91 m Yp=-42,7 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 246 Xp=279,82 m Yp=-43,11 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 247 Xp=280,74 m Yp=-43,51 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 248 Xp=281,65 m Yp=-43,92 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 249 Xp=282,56 m Yp=-44,33 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 250 Xp=283,48 m Yp=-44,74 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 251 Xp=284,39 m Yp=-45,15 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 252 Xp=285,3 m Yp=-45,56 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 253 Xp=286,21 m Yp=-45,97 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 254 Xp=287,13 m Yp=-46,38 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)



=====

=====

**Lancio n° 255 Xp=288,04 m Yp=-46,78 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 256 Xp=288,95 m Yp=-47,19 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 257 Xp=289,86 m Yp=-47,6 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 258 Xp=290,78 m Yp=-48,01 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 259 Xp=291,69 m Yp=-48,42 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 260 Xp=292,6 m Yp=-48,83 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 261 Xp=293,52 m Yp=-49,24 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 262 Xp=294,43 m Yp=-49,64 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 263 Xp=295,34 m Yp=-50,05 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 264 Xp=296,25 m Yp=-50,46 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 265 Xp=297,17 m Yp=-50,87 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 266 Xp=298,08 m Yp=-51,28 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 267 Xp=298,99 m Yp=-51,69 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 268 Xp=299,9 m Yp=-52,1 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 269 Xp=300,82 m Yp=-52,51 m


Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 270 Xp=301,73 m Yp=-52,91 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 271 Xp=302,64 m Yp=-53,32 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 272 Xp=303,55 m Yp=-53,73 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 273 Xp=304,47 m Yp=-54,14 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 274 Xp=305,38 m Yp=-54,55 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 275 Xp=306,29 m Yp=-54,96 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 276 Xp=307,21 m Yp=-55,37 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 277 Xp=308,12 m Yp=-55,77 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 278 Xp=309,03 m Yp=-56,18 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 279 Xp=309,94 m Yp=-56,59 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 280 Xp=310,86 m Yp=-57,0 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 281 Xp=311,77 m Yp=-57,41 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 282 Xp=312,68 m Yp=-57,82 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 283 Xp=313,59 m Yp=-58,23 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 284 Xp=314,51 m Yp=-58,64 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 285 Xp=315,42 m Yp=-59,04 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 286 Xp=316,33 m Yp=-59,45 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 287 Xp=317,24 m Yp=-59,86 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 288 Xp=318,16 m Yp=-60,27 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 289 Xp=319,07 m Yp=-60,68 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 290 Xp=319,98 m Yp=-61,09 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 291 Xp=320,9 m Yp=-61,5 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====

=====

**Lancio n° 292 Xp=321,81 m Yp=-61,9 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 293 Xp=322,72 m Yp=-62,31 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 294 Xp=323,63 m Yp=-62,72 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 295 Xp=324,55 m Yp=-63,13 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 296 Xp=325,46 m Yp=-63,54 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 297 Xp=326,37 m Yp=-63,95 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 298 Xp=327,28 m Yp=-64,36 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 299 Xp=328,2 m Yp=-64,77 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 300 Xp=329,11 m Yp=-65,17 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 301 Xp=330,02 m Yp=-65,58 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 302 Xp=330,94 m Yp=-65,99 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 303 Xp=331,85 m Yp=-66,4 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 304 Xp=332,76 m Yp=-66,81 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 305 Xp=333,67 m Yp=-67,22 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 306 Xp=334,59 m Yp=-67,63 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 307 Xp=335,5 m Yp=-68,04 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 308 Xp=336,41 m Yp=-68,44 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 309 Xp=337,32 m Yp=-68,85 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 310 Xp=338,24 m Yp=-69,26 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 311 Xp=339,15 m Yp=-69,67 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 312 Xp=340,06 m Yp=-70,08 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 313 Xp=340,97 m Yp=-70,49 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 314 Xp=341,89 m Yp=-70,9 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 315 Xp=342,8 m Yp=-71,3 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 316 Xp=343,71 m Yp=-71,71 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 317 Xp=344,63 m Yp=-72,12 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 318 Xp=345,54 m Yp=-72,53 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 319 Xp=346,45 m Yp=-72,94 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 320 Xp=347,36 m Yp=-73,35 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 321 Xp=348,28 m Yp=-73,76 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 322 Xp=349,19 m Yp=-74,17 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 323 Xp=350,1 m Yp=-74,57 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 324 Xp=351,01 m Yp=-74,98 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 325 Xp=351,93 m Yp=-75,39 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 326 Xp=352,84 m Yp=-75,8 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 327 Xp=353,75 m Yp=-76,21 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 328 Xp=354,66 m Yp=-76,62 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====

=====

**Lancio n° 329 Xp=355,58 m Yp=-77,03 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 330 Xp=356,49 m Yp=-77,43 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 331 Xp=357,4 m Yp=-77,84 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 332 Xp=358,32 m Yp=-78,25 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 333 Xp=359,23 m Yp=-78,66 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 334 Xp=360,14 m Yp=-79,07 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 335 Xp=361,05 m Yp=-79,48 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 336 Xp=361,97 m Yp=-79,89 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 337 Xp=362,88 m Yp=-80,3 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 338 Xp=363,79 m Yp=-80,7 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 339 Xp=364,7 m Yp=-81,11 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 340 Xp=365,62 m Yp=-81,52 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 341 Xp=366,53 m Yp=-81,93 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 342 Xp=367,44 m Yp=-82,34 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 343 Xp=368,36 m Yp=-82,75 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 344 Xp=369,27 m Yp=-83,16 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 345 Xp=370,18 m Yp=-83,56 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 346 Xp=371,09 m Yp=-83,97 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 347 Xp=372,01 m Yp=-84,38 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 348 Xp=372,92 m Yp=-84,79 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 349 Xp=373,83 m Yp=-85,2 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 350 Xp=374,74 m Yp=-85,61 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 351 Xp=375,66 m Yp=-86,02 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 352 Xp=376,57 m Yp=-86,43 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 353 Xp=377,48 m Yp=-86,83 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 354 Xp=378,39 m Yp=-87,24 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 355 Xp=379,31 m Yp=-87,65 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 356 Xp=380,22 m Yp=-88,06 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 357 Xp=381,13 m Yp=-88,47 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 358 Xp=382,05 m Yp=-88,88 m**  
=====



=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 359 Xp=382,96 m Yp=-89,29 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 360 Xp=383,87 m Yp=-89,69 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 361 Xp=384,78 m Yp=-90,1 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 362 Xp=385,7 m Yp=-90,51 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 363 Xp=386,61 m Yp=-90,92 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 364 Xp=387,52 m Yp=-91,33 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 365 Xp=388,43 m Yp=-91,74 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

**Lancio n° 366 Xp=389,35 m Yp=-92,15 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 367 Xp=390,26 m Yp=-92,56 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 368 Xp=391,17 m Yp=-92,96 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 369 Xp=392,08 m Yp=-93,37 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 370 Xp=393,0 m Yp=-93,78 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 371 Xp=393,91 m Yp=-94,19 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 372 Xp=394,82 m Yp=-94,6 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 373 Xp=395,74 m Yp=-95,01 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 374 Xp=396,65 m Yp=-95,42 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 375 Xp=397,56 m Yp=-95,82 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 376 Xp=398,47 m Yp=-96,23 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 377 Xp=399,39 m Yp=-96,64 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 378 Xp=400,3 m Yp=-97,05 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 379 Xp=401,21 m Yp=-97,46 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 380 Xp=402,12 m Yp=-97,87 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 381 Xp=403,04 m Yp=-98,28 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 382 Xp=403,95 m Yp=-98,69 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 383 Xp=404,86 m Yp=-99,09 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 384 Xp=405,78 m Yp=-99,5 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 385 Xp=406,69 m Yp=-99,91 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 386 Xp=407,6 m Yp=-100,32 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 387 Xp=408,51 m Yp=-100,73 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 388 Xp=409,43 m Yp=-101,14 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 389 Xp=410,34 m Yp=-101,55 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 390 Xp=411,25 m Yp=-101,95 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 391 Xp=412,16 m Yp=-102,36 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 392 Xp=413,08 m Yp=-102,77 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 393 Xp=413,99 m Yp=-103,18 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 394 Xp=414,9 m Yp=-103,59 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 395 Xp=415,81 m Yp=-104,0 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 396 Xp=416,73 m Yp=-104,41 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 397 Xp=417,64 m Yp=-104,82 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 398 Xp=418,55 m Yp=-105,22 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 399 Xp=419,47 m Yp=-105,63 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 400 Xp=420,38 m Yp=-106,04 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 401 Xp=421,29 m Yp=-106,45 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 402 Xp=422,2 m Yp=-106,86 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====

=====

**Lancio n° 403 Xp=423,12 m Yp=-107,27 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 404 Xp=424,03 m Yp=-107,68 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 405 Xp=424,94 m Yp=-108,08 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 406 Xp=425,85 m Yp=-108,49 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 407 Xp=426,77 m Yp=-108,9 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 408 Xp=427,68 m Yp=-109,31 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 409 Xp=428,59 m Yp=-109,72 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====



Lancio n° 410 Xp=429,5 m Yp=-110,13 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 411 Xp=430,42 m Yp=-110,54 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 412 Xp=431,33 m Yp=-110,95 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 413 Xp=432,24 m Yp=-111,35 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 414 Xp=433,16 m Yp=-111,76 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 415 Xp=434,07 m Yp=-112,17 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 416 Xp=434,98 m Yp=-112,58 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 417 Xp=435,89 m Yp=-112,99 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 418 Xp=436,81 m Yp=-113,4 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 419 Xp=437,72 m Yp=-113,81 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 420 Xp=438,63 m Yp=-114,21 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 421 Xp=439,54 m Yp=-114,62 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 422 Xp=440,46 m Yp=-115,03 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 423 Xp=441,37 m Yp=-115,44 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 424 Xp=442,28 m Yp=-115,85 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 425 Xp=443,19 m Yp=-116,26 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 426 Xp=444,11 m Yp=-116,67 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 427 Xp=445,02 m Yp=-117,08 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 428 Xp=445,93 m Yp=-117,48 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 429 Xp=446,85 m Yp=-117,89 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 430 Xp=447,76 m Yp=-118,3 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 431 Xp=448,67 m Yp=-118,71 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 432 Xp=449,58 m Yp=-119,12 m**  
=====



=====  
=====

Lancio n° 440 Xp=456,89 m Yp=-122,39 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 441 Xp=457,8 m Yp=-122,8 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 442 Xp=458,71 m Yp=-123,21 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 443 Xp=459,62 m Yp=-123,61 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 444 Xp=460,54 m Yp=-124,02 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 445 Xp=461,45 m Yp=-124,43 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 446 Xp=462,36 m Yp=-124,84 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 447 Xp=463,27 m Yp=-125,25 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 448 Xp=464,19 m Yp=-125,66 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 449 Xp=465,1 m Yp=-126,07 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 450 Xp=466,01 m Yp=-126,48 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 451 Xp=466,92 m Yp=-126,88 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 452 Xp=467,84 m Yp=-127,29 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 453 Xp=468,75 m Yp=-127,7 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 454 Xp=469,66 m Yp=-128,11 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 455 Xp=470,58 m Yp=-128,52 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 456 Xp=471,49 m Yp=-128,93 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 457 Xp=472,4 m Yp=-129,34 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 458 Xp=473,31 m Yp=-129,74 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 459 Xp=474,23 m Yp=-130,15 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 460 Xp=475,14 m Yp=-130,56 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 461 Xp=476,05 m Yp=-130,97 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



=====  
**Lancio n° 462 Xp=476,96 m Yp=-131,38 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 463 Xp=477,88 m Yp=-131,79 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 464 Xp=478,79 m Yp=-132,2 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 465 Xp=479,7 m Yp=-132,61 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 466 Xp=480,61 m Yp=-133,01 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 467 Xp=481,53 m Yp=-133,42 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 468 Xp=482,44 m Yp=-133,83 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 469 Xp=483,35 m Yp=-134,24 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 470 Xp=484,27 m Yp=-134,65 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 471 Xp=485,18 m Yp=-135,06 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 472 Xp=486,09 m Yp=-135,47 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 473 Xp=487,0 m Yp=-135,87 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 474 Xp=487,92 m Yp=-136,28 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 475 Xp=488,83 m Yp=-136,69 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 476 Xp=489,74 m Yp=-137,1 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 477 Xp=490,65 m Yp=-137,51 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 478 Xp=491,57 m Yp=-137,92 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 479 Xp=492,48 m Yp=-138,33 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 480 Xp=493,39 m Yp=-138,74 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 481 Xp=494,31 m Yp=-139,14 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 482 Xp=495,22 m Yp=-139,55 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio nº 483 Xp=496,13 m Yp=-139,96 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 484 Xp=497,04 m Yp=-140,37 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 485 Xp=497,96 m Yp=-140,78 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 486 Xp=498,87 m Yp=-141,19 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 487 Xp=499,78 m Yp=-141,6 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 488 Xp=500,69 m Yp=-142,0 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 489 Xp=501,61 m Yp=-142,41 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 490 Xp=502,52 m Yp=-142,82 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 491 Xp=503,43 m Yp=-143,23 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 492 Xp=504,34 m Yp=-143,64 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 493 Xp=505,26 m Yp=-144,05 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 494 Xp=506,17 m Yp=-144,46 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 495 Xp=507,08 m Yp=-144,87 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 496 Xp=508,0 m Yp=-145,27 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 497 Xp=508,91 m Yp=-145,68 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 498 Xp=509,82 m Yp=-146,09 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 499 Xp=510,73 m Yp=-146,5 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 500 Xp=511,65 m Yp=-146,91 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 501 Xp=512,56 m Yp=-147,32 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 502 Xp=513,47 m Yp=-147,73 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 503 Xp=514,38 m Yp=-148,13 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 504 Xp=515,3 m Yp=-148,54 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 505 Xp=516,21 m Yp=-148,95 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 506 Xp=517,12 m Yp=-149,36 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 507 Xp=518,03 m Yp=-149,77 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 508 Xp=518,95 m Yp=-150,18 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 509 Xp=519,86 m Yp=-150,59 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 510 Xp=520,77 m Yp=-151,0 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 511 Xp=521,69 m Yp=-151,4 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 512 Xp=522,6 m Yp=-151,81 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 513 Xp=523,51 m Yp=-152,22 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)



=====

=====

**Lancio n° 514 Xp=524,42 m Yp=-152,63 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 515 Xp=525,34 m Yp=-153,04 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 516 Xp=526,25 m Yp=-153,45 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 517 Xp=527,16 m Yp=-153,86 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 518 Xp=528,07 m Yp=-154,26 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 519 Xp=528,99 m Yp=-154,67 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 520 Xp=529,9 m Yp=-155,08 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 521 Xp=530,81 m Yp=-155,49 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 522 Xp=531,73 m Yp=-155,9 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 523 Xp=532,64 m Yp=-156,31 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 524 Xp=533,55 m Yp=-156,72 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 525 Xp=534,46 m Yp=-157,13 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 526 Xp=535,38 m Yp=-157,53 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 527 Xp=536,29 m Yp=-157,94 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 528 Xp=537,2 m Yp=-158,35 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 529 Xp=538,11 m Yp=-158,76 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 530 Xp=539,03 m Yp=-159,17 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 531 Xp=539,94 m Yp=-159,58 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 532 Xp=540,85 m Yp=-159,99 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 533 Xp=541,76 m Yp=-160,39 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 534 Xp=542,68 m Yp=-160,8 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

Lancio n° 535 Xp=543,59 m Yp=-161,21 m

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====

**Lancio n° 536 Xp=544,5 m Yp=-161,62 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 537 Xp=545,42 m Yp=-162,03 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 538 Xp=546,33 m Yp=-162,44 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 539 Xp=547,24 m Yp=-162,85 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 540 Xp=548,15 m Yp=-163,26 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 541 Xp=549,07 m Yp=-163,66 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 542 Xp=549,98 m Yp=-164,07 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 543 Xp=550,89 m Yp=-164,48 m**

=====



=====  
=====

Lancio n° 551 Xp=558,19 m Yp=-167,75 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 552 Xp=559,11 m Yp=-168,16 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 553 Xp=560,02 m Yp=-168,57 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 554 Xp=560,93 m Yp=-168,98 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 555 Xp=561,84 m Yp=-169,39 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 556 Xp=562,76 m Yp=-169,79 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 557 Xp=563,67 m Yp=-170,2 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------





Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 566 Xp=571,88 m Yp=-173,88 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 567 Xp=572,8 m Yp=-174,29 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 568 Xp=573,71 m Yp=-174,7 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 569 Xp=574,62 m Yp=-175,11 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 570 Xp=575,53 m Yp=-175,52 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 571 Xp=576,45 m Yp=-175,92 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 572 Xp=577,36 m Yp=-176,33 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 573 Xp=578,27 m Yp=-176,74 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 574 Xp=579,18 m Yp=-177,15 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 575 Xp=580,1 m Yp=-177,56 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 576 Xp=581,01 m Yp=-177,97 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 577 Xp=581,92 m Yp=-178,38 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 578 Xp=582,84 m Yp=-178,78 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 579 Xp=583,75 m Yp=-179,19 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 580 Xp=584,66 m Yp=-179,6 m**

=====



=====

=====

Lancio n° 588 Xp=591,96 m Yp=-182,87 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 589 Xp=592,87 m Yp=-183,28 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 590 Xp=593,79 m Yp=-183,69 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 591 Xp=594,7 m Yp=-184,1 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 592 Xp=595,61 m Yp=-184,51 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 593 Xp=596,53 m Yp=-184,92 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 594 Xp=597,44 m Yp=-185,32 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 595 Xp=598,35 m Yp=-185,73 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 596 Xp=599,26 m Yp=-186,14 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 597 Xp=600,18 m Yp=-186,55 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 598 Xp=601,09 m Yp=-186,96 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 599 Xp=602,0 m Yp=-187,37 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 600 Xp=602,91 m Yp=-187,78 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 601 Xp=603,83 m Yp=-188,18 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 602 Xp=604,74 m Yp=-188,59 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 603 Xp=605,65 m Yp=-189,0 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 604 Xp=606,56 m Yp=-189,41 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 605 Xp=607,48 m Yp=-189,82 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 606 Xp=608,39 m Yp=-190,23 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 607 Xp=609,3 m Yp=-190,64 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 608 Xp=610,22 m Yp=-191,05 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 609 Xp=611,13 m Yp=-191,45 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 610 Xp=612,04 m Yp=-191,86 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 611 Xp=612,95 m Yp=-192,27 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 612 Xp=613,87 m Yp=-192,68 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 613 Xp=614,78 m Yp=-193,09 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 614 Xp=615,69 m Yp=-193,5 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 615 Xp=616,6 m Yp=-193,91 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 616 Xp=617,52 m Yp=-194,31 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 617 Xp=618,43 m Yp=-194,72 m

=====



=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 618 Xp=619,34 m Yp=-195,13 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 619 Xp=620,26 m Yp=-195,54 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 620 Xp=621,17 m Yp=-195,95 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 621 Xp=622,08 m Yp=-196,36 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 622 Xp=622,99 m Yp=-196,77 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 623 Xp=623,91 m Yp=-197,18 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 624 Xp=624,82 m Yp=-197,58 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

Lancio n° 625 Xp=625,73 m Yp=-197,99 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 626 Xp=626,64 m Yp=-198,4 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 627 Xp=627,56 m Yp=-198,81 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 628 Xp=628,47 m Yp=-199,22 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 629 Xp=629,38 m Yp=-199,63 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 630 Xp=630,29 m Yp=-200,04 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 631 Xp=631,21 m Yp=-200,44 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 640 Xp=639,42 m Yp=-204,12 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 641 Xp=640,33 m Yp=-204,53 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 642 Xp=641,25 m Yp=-204,94 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 643 Xp=642,16 m Yp=-205,35 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 644 Xp=643,07 m Yp=-205,76 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 645 Xp=643,98 m Yp=-206,17 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 646 Xp=644,9 m Yp=-206,57 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 647 Xp=645,81 m Yp=-206,98 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 648 Xp=646,72 m Yp=-207,39 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 649 Xp=647,64 m Yp=-207,8 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 650 Xp=648,55 m Yp=-208,21 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 651 Xp=649,46 m Yp=-208,62 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 652 Xp=650,37 m Yp=-209,03 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 653 Xp=651,29 m Yp=-209,44 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 654 Xp=652,2 m Yp=-209,84 m**

=====



=====

=====

**Lancio n° 662 Xp=659,5 m Yp=-213,11 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 663 Xp=660,41 m Yp=-213,52 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 664 Xp=661,33 m Yp=-213,93 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 665 Xp=662,24 m Yp=-214,34 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 666 Xp=663,15 m Yp=-214,75 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 667 Xp=664,06 m Yp=-215,16 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 668 Xp=664,98 m Yp=-215,57 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====





Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 677 Xp=673,19 m Yp=-219,24 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 678 Xp=674,1 m Yp=-219,65 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 679 Xp=675,02 m Yp=-220,06 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 680 Xp=675,93 m Yp=-220,47 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 681 Xp=676,84 m Yp=-220,88 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 682 Xp=677,75 m Yp=-221,29 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 683 Xp=678,67 m Yp=-221,7 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 684 Xp=679,58 m Yp=-222,1 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 685 Xp=680,49 m Yp=-222,51 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 686 Xp=681,4 m Yp=-222,92 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 687 Xp=682,32 m Yp=-223,33 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 688 Xp=683,23 m Yp=-223,74 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 689 Xp=684,14 m Yp=-224,15 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 690 Xp=685,06 m Yp=-224,56 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 691 Xp=685,97 m Yp=-224,96 m**

=====



=====

=====

Lancio n° 699 Xp=693,27 m Yp=-228,23 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 700 Xp=694,18 m Yp=-228,64 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 701 Xp=695,1 m Yp=-229,05 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 702 Xp=696,01 m Yp=-229,46 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 703 Xp=696,92 m Yp=-229,87 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 704 Xp=697,83 m Yp=-230,28 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 705 Xp=698,75 m Yp=-230,69 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 714 Xp=706,96 m Yp=-234,36 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 715 Xp=707,87 m Yp=-234,77 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 716 Xp=708,79 m Yp=-235,18 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 717 Xp=709,7 m Yp=-235,59 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 718 Xp=710,61 m Yp=-236,0 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 719 Xp=711,52 m Yp=-236,41 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 720 Xp=712,44 m Yp=-236,82 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 721 Xp=713,35 m Yp=-237,22 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 722 Xp=714,26 m Yp=-237,63 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 723 Xp=715,17 m Yp=-238,04 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 724 Xp=716,09 m Yp=-238,45 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 725 Xp=717,0 m Yp=-238,86 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 726 Xp=717,91 m Yp=-239,27 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 727 Xp=718,82 m Yp=-239,68 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 728 Xp=719,74 m Yp=-240,09 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 729 Xp=720,65 m Yp=-240,49 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 730 Xp=721,56 m Yp=-240,9 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 731 Xp=722,48 m Yp=-241,31 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 732 Xp=723,39 m Yp=-241,72 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 733 Xp=724,3 m Yp=-242,13 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 734 Xp=725,21 m Yp=-242,54 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 735 Xp=726,13 m Yp=-242,95 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)



=====

=====

Lancio n° 736 Xp=727,04 m Yp=-243,36 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 737 Xp=727,95 m Yp=-243,76 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 738 Xp=728,86 m Yp=-244,17 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 739 Xp=729,78 m Yp=-244,58 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 740 Xp=730,69 m Yp=-244,99 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 741 Xp=731,6 m Yp=-245,4 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 742 Xp=732,52 m Yp=-245,81 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 751 Xp=740,73 m Yp=-249,49 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 752 Xp=741,64 m Yp=-249,89 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 753 Xp=742,55 m Yp=-250,3 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 754 Xp=743,47 m Yp=-250,71 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 755 Xp=744,38 m Yp=-251,12 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 756 Xp=745,29 m Yp=-251,53 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 757 Xp=746,21 m Yp=-251,94 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 758 Xp=747,12 m Yp=-252,35 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 759 Xp=748,03 m Yp=-252,75 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 760 Xp=748,94 m Yp=-253,16 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 761 Xp=749,86 m Yp=-253,57 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 762 Xp=750,77 m Yp=-253,98 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 763 Xp=751,68 m Yp=-254,39 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 764 Xp=752,59 m Yp=-254,8 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 765 Xp=753,51 m Yp=-255,21 m

=====



=====  
=====

Lancio n° 773 Xp=760,81 m Yp=-258,48 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 774 Xp=761,72 m Yp=-258,88 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 775 Xp=762,63 m Yp=-259,29 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 776 Xp=763,55 m Yp=-259,7 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 777 Xp=764,46 m Yp=-260,11 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 778 Xp=765,37 m Yp=-260,52 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 779 Xp=766,28 m Yp=-260,93 m

=====  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

Lancio n° 780 Xp=767,2 m Yp=-261,34 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 781 Xp=768,11 m Yp=-261,75 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 782 Xp=769,02 m Yp=-262,15 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 783 Xp=769,93 m Yp=-262,56 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 784 Xp=770,85 m Yp=-262,97 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 785 Xp=771,76 m Yp=-263,38 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 786 Xp=772,67 m Yp=-263,79 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 787 Xp=773,59 m Yp=-264,2 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 788 Xp=774,5 m Yp=-264,61 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 789 Xp=775,41 m Yp=-265,01 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 790 Xp=776,32 m Yp=-265,42 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 791 Xp=777,24 m Yp=-265,83 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 792 Xp=778,15 m Yp=-266,24 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 793 Xp=779,06 m Yp=-266,65 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 794 Xp=779,97 m Yp=-267,06 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------



=====  
**Lancio n° 795 Xp=780,89 m Yp=-267,47 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 796 Xp=781,8 m Yp=-267,88 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 797 Xp=782,71 m Yp=-268,28 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 798 Xp=783,63 m Yp=-268,69 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 799 Xp=784,54 m Yp=-269,1 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 800 Xp=785,45 m Yp=-269,51 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 801 Xp=786,36 m Yp=-269,92 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 802 Xp=787,28 m Yp=-270,33 m**  
=====



=====

=====

**Lancio n° 810 Xp=794,58 m Yp=-273,6 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 811 Xp=795,49 m Yp=-274,01 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 812 Xp=796,4 m Yp=-274,41 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 813 Xp=797,32 m Yp=-274,82 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 814 Xp=798,23 m Yp=-275,23 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 815 Xp=799,14 m Yp=-275,64 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 816 Xp=800,05 m Yp=-276,05 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 817 Xp=800,97 m Yp=-276,46 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 818 Xp=801,88 m Yp=-276,87 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 819 Xp=802,79 m Yp=-277,27 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 820 Xp=803,7 m Yp=-277,68 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 821 Xp=804,62 m Yp=-278,09 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 822 Xp=805,53 m Yp=-278,5 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 823 Xp=806,44 m Yp=-278,91 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 824 Xp=807,35 m Yp=-279,32 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 825 Xp=808,27 m Yp=-279,73 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 826 Xp=809,18 m Yp=-280,14 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 827 Xp=810,09 m Yp=-280,54 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 828 Xp=811,01 m Yp=-280,95 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 829 Xp=811,92 m Yp=-281,36 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 830 Xp=812,83 m Yp=-281,77 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 831 Xp=813,74 m Yp=-282,18 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 832 Xp=814,66 m Yp=-282,59 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 833 Xp=815,57 m Yp=-283,0 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 834 Xp=816,48 m Yp=-283,4 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 835 Xp=817,39 m Yp=-283,81 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 836 Xp=818,31 m Yp=-284,22 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 837 Xp=819,22 m Yp=-284,63 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 838 Xp=820,13 m Yp=-285,04 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 839 Xp=821,05 m Yp=-285,45 m**

=====



=====  
=====  
**Lancio n° 847 Xp=828,35 m Yp=-288,72 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 848 Xp=829,26 m Yp=-289,13 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 849 Xp=830,17 m Yp=-289,53 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 850 Xp=831,08 m Yp=-289,94 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 851 Xp=832,0 m Yp=-290,35 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 852 Xp=832,91 m Yp=-290,76 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====

=====  
=====  
**Lancio n° 853 Xp=833,82 m Yp=-291,17 m**  
=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
=====





Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 862 Xp=842,04 m Yp=-294,85 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 863 Xp=842,95 m Yp=-295,26 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 864 Xp=843,86 m Yp=-295,66 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 865 Xp=844,77 m Yp=-296,07 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 866 Xp=845,69 m Yp=-296,48 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 867 Xp=846,6 m Yp=-296,89 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 868 Xp=847,51 m Yp=-297,3 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 869 Xp=848,43 m Yp=-297,71 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 870 Xp=849,34 m Yp=-298,12 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 871 Xp=850,25 m Yp=-298,53 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 872 Xp=851,16 m Yp=-298,93 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 873 Xp=852,08 m Yp=-299,34 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 874 Xp=852,99 m Yp=-299,75 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 875 Xp=853,9 m Yp=-300,16 m**  
=====

Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)

=====  
**Lancio n° 876 Xp=854,81 m Yp=-300,57 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 877 Xp=855,73 m Yp=-300,98 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 878 Xp=856,64 m Yp=-301,39 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 879 Xp=857,55 m Yp=-301,8 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 880 Xp=858,47 m Yp=-302,2 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 881 Xp=859,38 m Yp=-302,61 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 882 Xp=860,29 m Yp=-303,02 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 883 Xp=861,2 m Yp=-303,43 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

Lancio n° 884 Xp=862,12 m Yp=-303,84 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 885 Xp=863,03 m Yp=-304,25 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 886 Xp=863,94 m Yp=-304,66 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 887 Xp=864,85 m Yp=-305,06 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 888 Xp=865,77 m Yp=-305,47 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 889 Xp=866,68 m Yp=-305,88 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 890 Xp=867,59 m Yp=-306,29 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)
----	--------	--------	----------	----------

=====

=====

t (s) E (KJ)

Lancio n° 891 Xp=868,5 m Yp=-306,7 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 892 Xp=869,42 m Yp=-307,11 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 893 Xp=870,33 m Yp=-307,52 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 894 Xp=871,24 m Yp=-307,93 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 895 Xp=872,16 m Yp=-308,33 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 896 Xp=873,07 m Yp=-308,74 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 897 Xp=873,98 m Yp=-309,15 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 898 Xp=874,89 m Yp=-309,56 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 899 Xp=875,81 m Yp=-309,97 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 900 Xp=876,72 m Yp=-310,38 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 901 Xp=877,63 m Yp=-310,79 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 902 Xp=878,54 m Yp=-311,19 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 903 Xp=879,46 m Yp=-311,6 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 904 Xp=880,37 m Yp=-312,01 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 905 Xp=881,28 m Yp=-312,42 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 906 Xp=882,19 m Yp=-312,83 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 907 Xp=883,11 m Yp=-313,24 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 908 Xp=884,02 m Yp=-313,65 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 909 Xp=884,93 m Yp=-314,06 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 910 Xp=885,85 m Yp=-314,46 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 911 Xp=886,76 m Yp=-314,87 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 912 Xp=887,67 m Yp=-315,28 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 913 Xp=888,58 m Yp=-315,69 m**

=====



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 914 Xp=889,5 m Yp=-316,1 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 915 Xp=890,41 m Yp=-316,51 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 916 Xp=891,32 m Yp=-316,92 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 917 Xp=892,23 m Yp=-317,32 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 918 Xp=893,15 m Yp=-317,73 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 919 Xp=894,06 m Yp=-318,14 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

**Lancio n° 920 Xp=894,97 m Yp=-318,55 m**

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

=====

=====

Lancio n° 921 Xp=895,89 m Yp=-318,96 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 922 Xp=896,8 m Yp=-319,37 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 923 Xp=897,71 m Yp=-319,78 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 924 Xp=898,62 m Yp=-320,19 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 925 Xp=899,54 m Yp=-320,59 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 926 Xp=900,45 m Yp=-321,0 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 927 Xp=901,36 m Yp=-321,41 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 928 Xp=902,27 m Yp=-321,82 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 929 Xp=903,19 m Yp=-322,23 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 930 Xp=904,1 m Yp=-322,64 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 931 Xp=905,01 m Yp=-323,05 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 932 Xp=905,92 m Yp=-323,45 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 933 Xp=906,84 m Yp=-323,86 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 934 Xp=907,75 m Yp=-324,27 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 935 Xp=908,66 m Yp=-324,68 m

--	--	--	--	--	--	--

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 936 Xp=909,58 m Yp=-325,09 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 937 Xp=910,49 m Yp=-325,5 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 938 Xp=911,4 m Yp=-325,91 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 939 Xp=912,31 m Yp=-326,32 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 940 Xp=913,23 m Yp=-326,72 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 941 Xp=914,14 m Yp=-327,13 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 942 Xp=915,05 m Yp=-327,54 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

**Lancio n° 943 Xp=915,96 m Yp=-327,95 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 944 Xp=916,88 m Yp=-328,36 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 945 Xp=917,79 m Yp=-328,77 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 946 Xp=918,7 m Yp=-329,18 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 947 Xp=919,61 m Yp=-329,58 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 948 Xp=920,53 m Yp=-329,99 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 949 Xp=921,44 m Yp=-330,4 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

**Lancio n° 950 Xp=922,35 m Yp=-330,81 m**

=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 951 Xp=923,27 m Yp=-331,22 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 952 Xp=924,18 m Yp=-331,63 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 953 Xp=925,09 m Yp=-332,04 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 954 Xp=926,0 m Yp=-332,45 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 955 Xp=926,92 m Yp=-332,85 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 956 Xp=927,83 m Yp=-333,26 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 957 Xp=928,74 m Yp=-333,67 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

Lancio n° 958 Xp=929,65 m Yp=-334,08 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 959 Xp=930,57 m Yp=-334,49 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 960 Xp=931,48 m Yp=-334,9 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 961 Xp=932,39 m Yp=-335,31 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 962 Xp=933,31 m Yp=-335,71 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 963 Xp=934,22 m Yp=-336,12 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

Lancio n° 964 Xp=935,13 m Yp=-336,53 m

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

Lancio n° 965 Xp=936,04 m Yp=-336,94 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 966 Xp=936,96 m Yp=-337,35 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 967 Xp=937,87 m Yp=-337,76 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 968 Xp=938,78 m Yp=-338,17 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 969 Xp=939,69 m Yp=-338,58 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 970 Xp=940,61 m Yp=-338,98 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 971 Xp=941,52 m Yp=-339,39 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)

Lancio n° 972 Xp=942,43 m Yp=-339,8 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)



Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 973 Xp=943,34 m Yp=-340,21 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 974 Xp=944,26 m Yp=-340,62 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 975 Xp=945,17 m Yp=-341,03 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 976 Xp=946,08 m Yp=-341,44 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 977 Xp=947,0 m Yp=-341,84 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 978 Xp=947,91 m Yp=-342,25 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

Lancio n° 979 Xp=948,82 m Yp=-342,66 m

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====  
**Lancio n° 980 Xp=949,73 m Yp=-343,07 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 981 Xp=950,65 m Yp=-343,48 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 982 Xp=951,56 m Yp=-343,89 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 983 Xp=952,47 m Yp=-344,3 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 984 Xp=953,38 m Yp=-344,71 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 985 Xp=954,3 m Yp=-345,11 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 986 Xp=955,21 m Yp=-345,52 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====  
**Lancio n° 987 Xp=956,12 m Yp=-345,93 m**  
=====

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 988 Xp=957,03 m Yp=-346,34 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 989 Xp=957,95 m Yp=-346,75 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 990 Xp=958,86 m Yp=-347,16 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 991 Xp=959,77 m Yp=-347,57 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 992 Xp=960,69 m Yp=-347,97 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 993 Xp=961,6 m Yp=-348,38 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

Lancio n° 994 Xp=962,51 m Yp=-348,79 m

=====  
Ni xi (m) yi (m) vx (m/s) vy (m/s) t (s) E (KJ)  
=====

=====

=====

**Lancio n° 995 Xp=963,42 m Yp=-349,2 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 996 Xp=964,34 m Yp=-349,61 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 997 Xp=965,25 m Yp=-350,02 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 998 Xp=966,16 m Yp=-350,43 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

**Lancio n° 999 Xp=967,07 m Yp=-350,84 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====

=====

=====

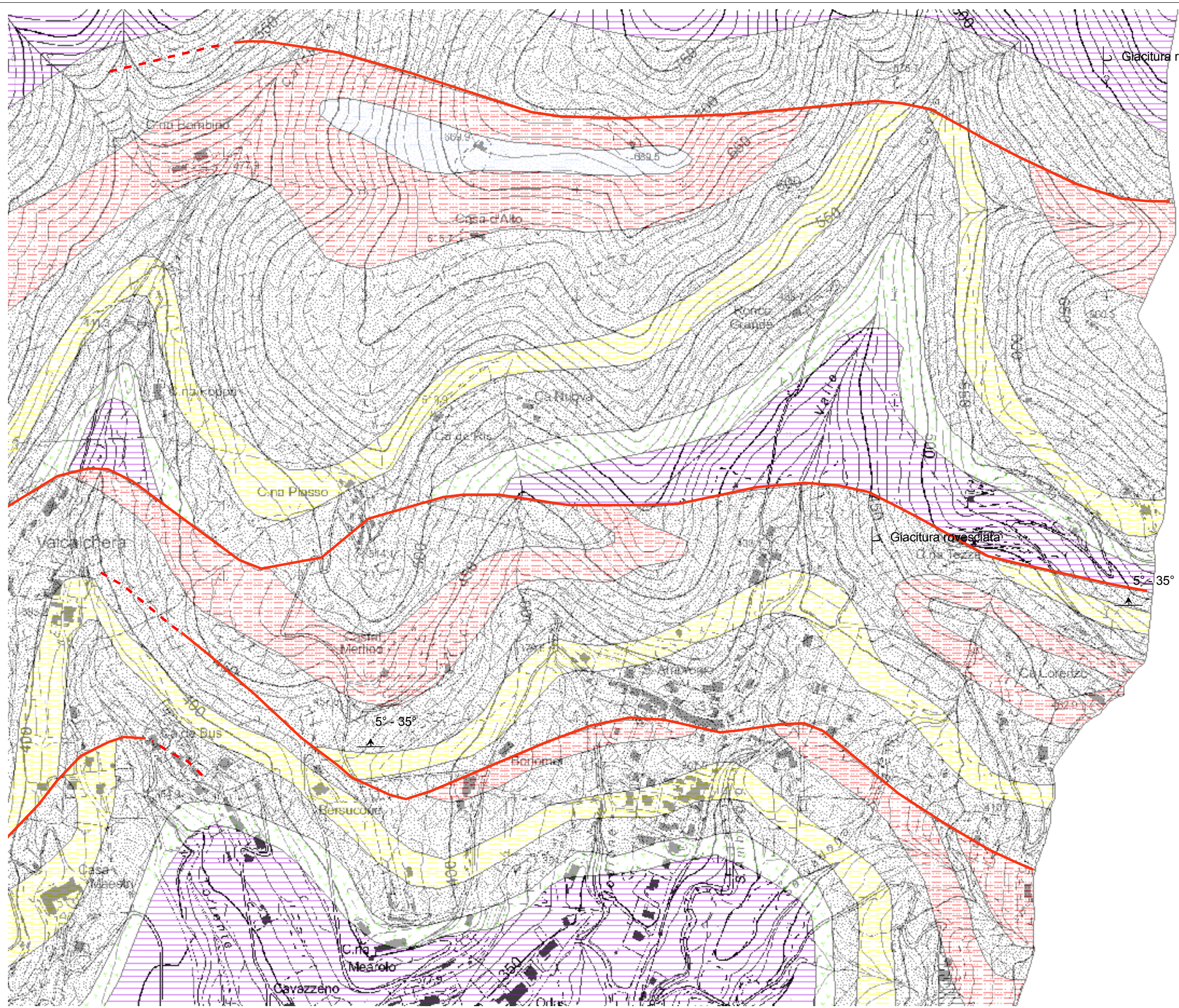
**Lancio n° 1000 Xp=967,99 m Yp=-351,24 m**

=====

Ni	xi (m)	yi (m)	vx (m/s)	vy (m/s)	t (s)	E (KJ)
----	--------	--------	----------	----------	-------	--------

=====





1 centimeter = 50 meters

**Legenda**

**Geologico**

- Caotico (Cenom. sup.)
- Flysch di colle cedrina (Toron. sup - medio)
- Gruppo del Medolo (Tortoniano sup. - Sinemuriano)
- Maiolica (Aptiano inf. - Titoniano sup.)
- Marna di Bruntino (Albiano sup. - Aptiano)
- Marne rosse (Cenom. inf. - sup)
- Peliti nere superiori (Turon. inf. - Cenom. sup)
- Peliti rosse (Turon. sup. - Inf.)
- Quaternario indifferenziato
- Sass de la luna (Albiano sup.)
- Selcifero lombardo (Turoniano sup. - Calloviano)
- Torbiditi sottili (Cenom. sup.)
- Unità del monte Misma (Turon. sup. - inf.)

**Giacitura**

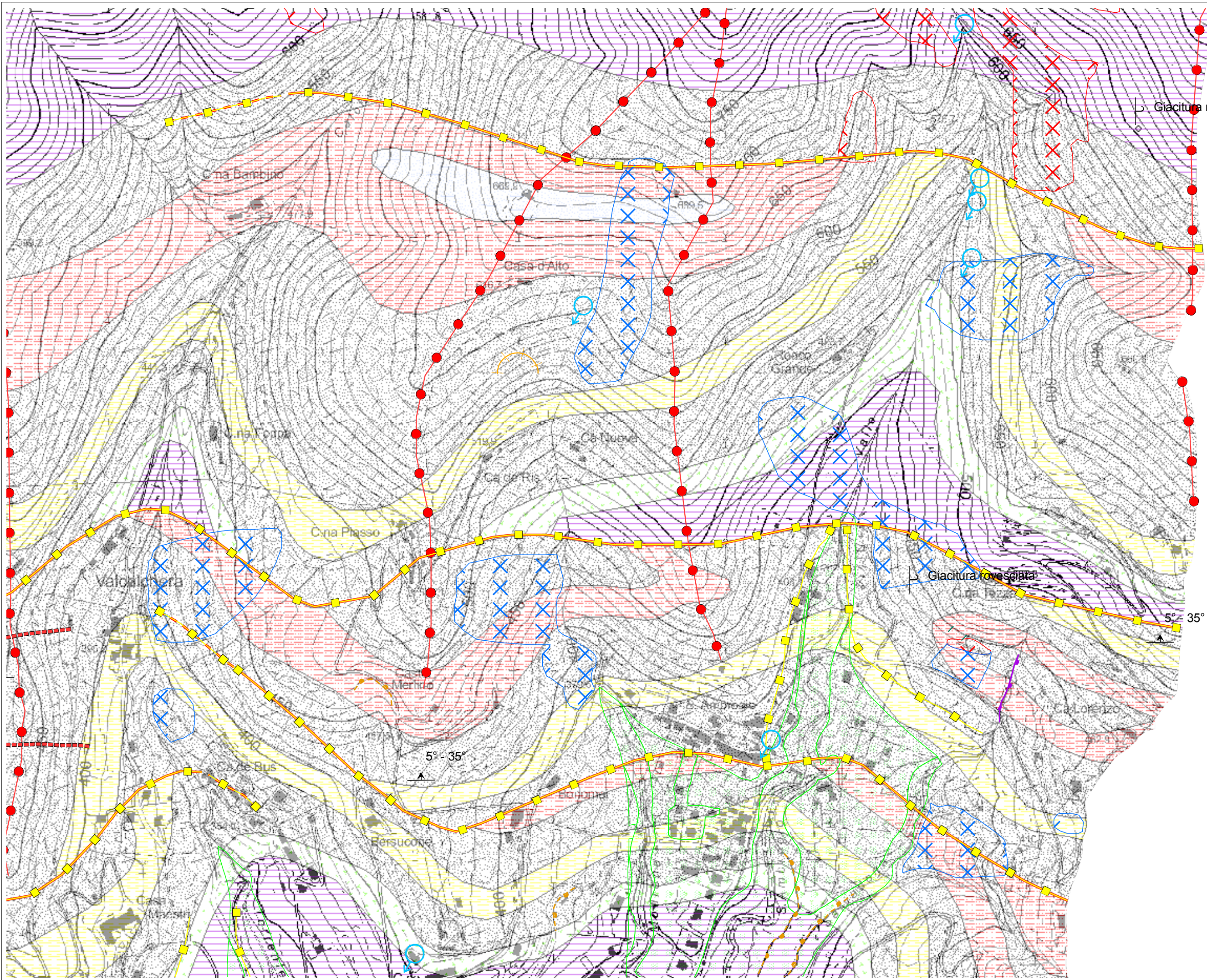
- 35° - 80°
- 5° - 35°
- 80° - 90°
- Giacitura rovesciata

**Faglie**

- Faglia
- Faglia presunte





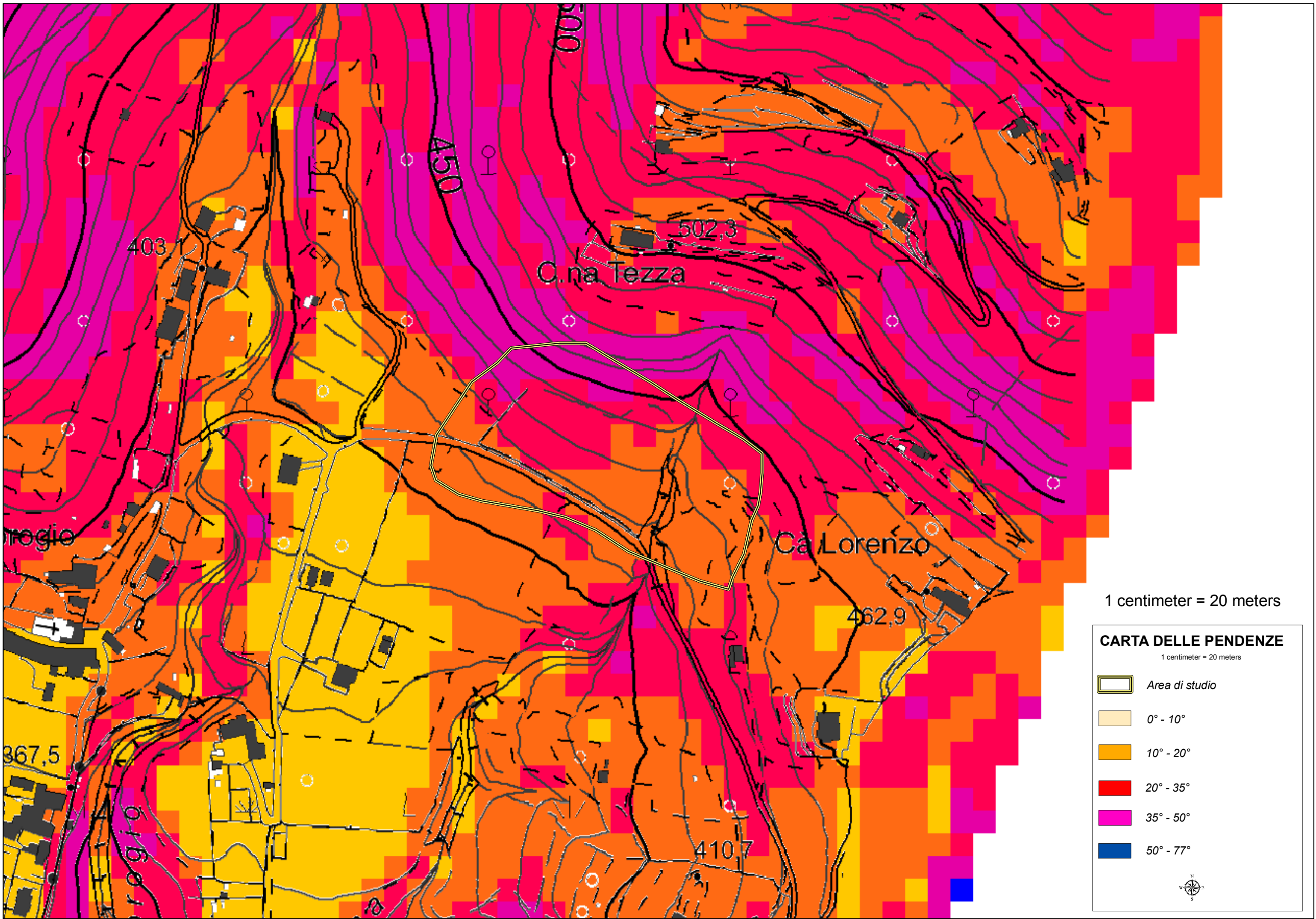


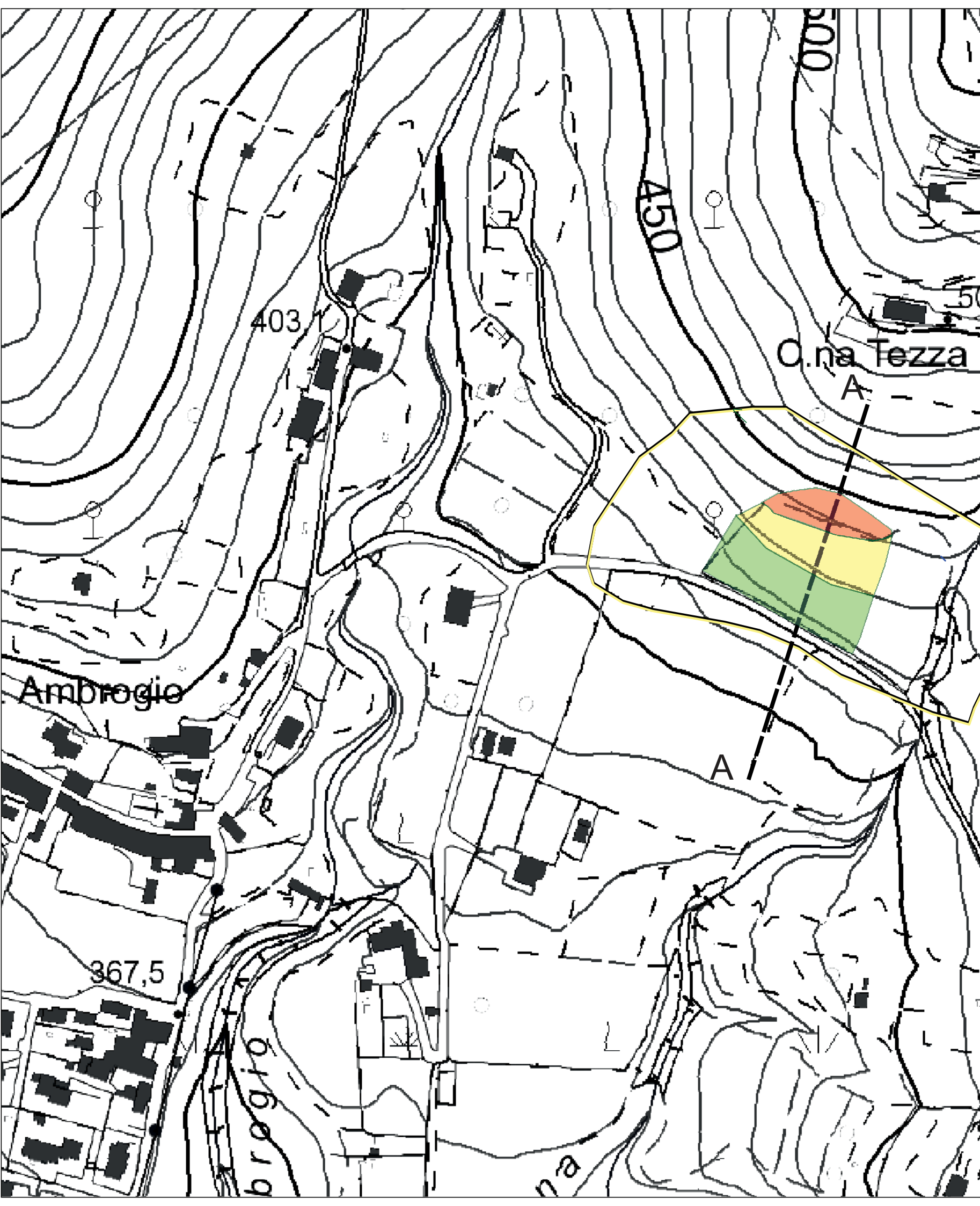
1 centimeter = 50 meters

- LEGENDA**  
ELEMENTI GEOLOGICO - STRUTTURALE
- Goclico (Cenom. sup.)
  - Flysch di colle cadine (Triun. sup. - medio)
  - Gruppo del Maspio (Tortoniano sup. - Sarmatiano)
  - Marolica (Apteno inf. - Tortoniano sup.)
  - Marna di Bruttino (Abieno sup. - Apteno)
  - Marna rosse (Cenom. inf. - sup.)
  - Pelli nere superiori (Turon. inf. - Cenom. sup.)
  - Pelli rosse (Turon. sup. - inf.)
  - Quaternario indifferenziato
  - Bassi de la luna (Abieno sup.)
  - Saccifero ombroso (Tortoniano sup. - Caloviano)
  - Torricelli sottili (Cenom. sup.)
  - Unità del monte M. Ime (Turon. sup. - inf.)
- TETTONICA**
- 35° - 80°
  - 5° - 35°
  - 80° - 90°
  - Giacitura rovesciata
  - Faglia
  - Faglia presunte
- IDROGRAFIA**
- sorgenti unilacue
- FORME CARSICHE**
- Dolina
- FORME DI ACCUMULO E RELATIVI DEPOSITI**
- Corpo di frana e di suo miminto
  - Alluviale
  - Cavaicene
  - Rete di ceno
- FORME DI VERSANTE E FLUVIALI**
- Alveo in rodia
  - Bocchi
  - Pratura pedale da fotomicrografia
  - Orto di scarpata
  - Orto di scarpata di degradazione
  - Solfusio
  - Zona di crasse roccose e/o calcaree
  - Zona di crasse argillose e/o calcaree

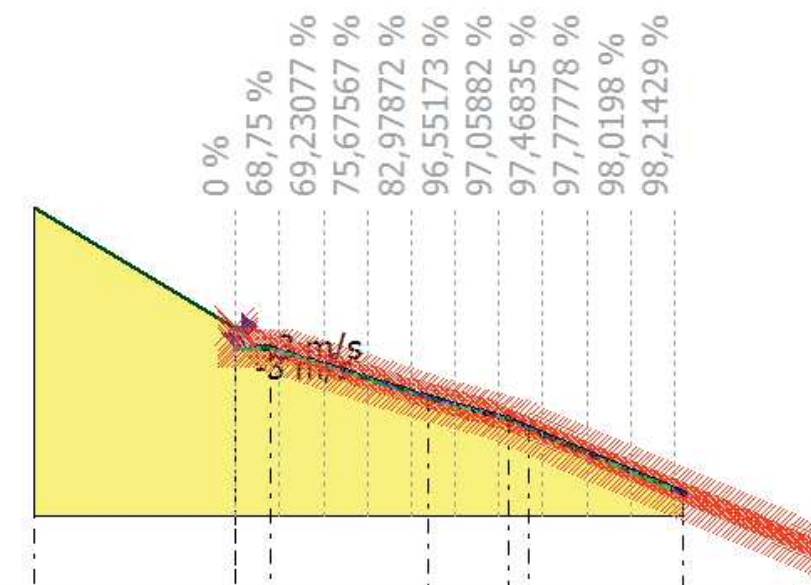








- Terreno o prato
- Detrito vegetato
- Roccia alterata



Quote	79,12	56,00	45,12	33,08	28,86	10,00
Distanze parziali	0,00	5,89	7,85	36,10	18,85	35,42
Distanze progressive	0,00	45,89	53,75	89,84	107,89	147,89

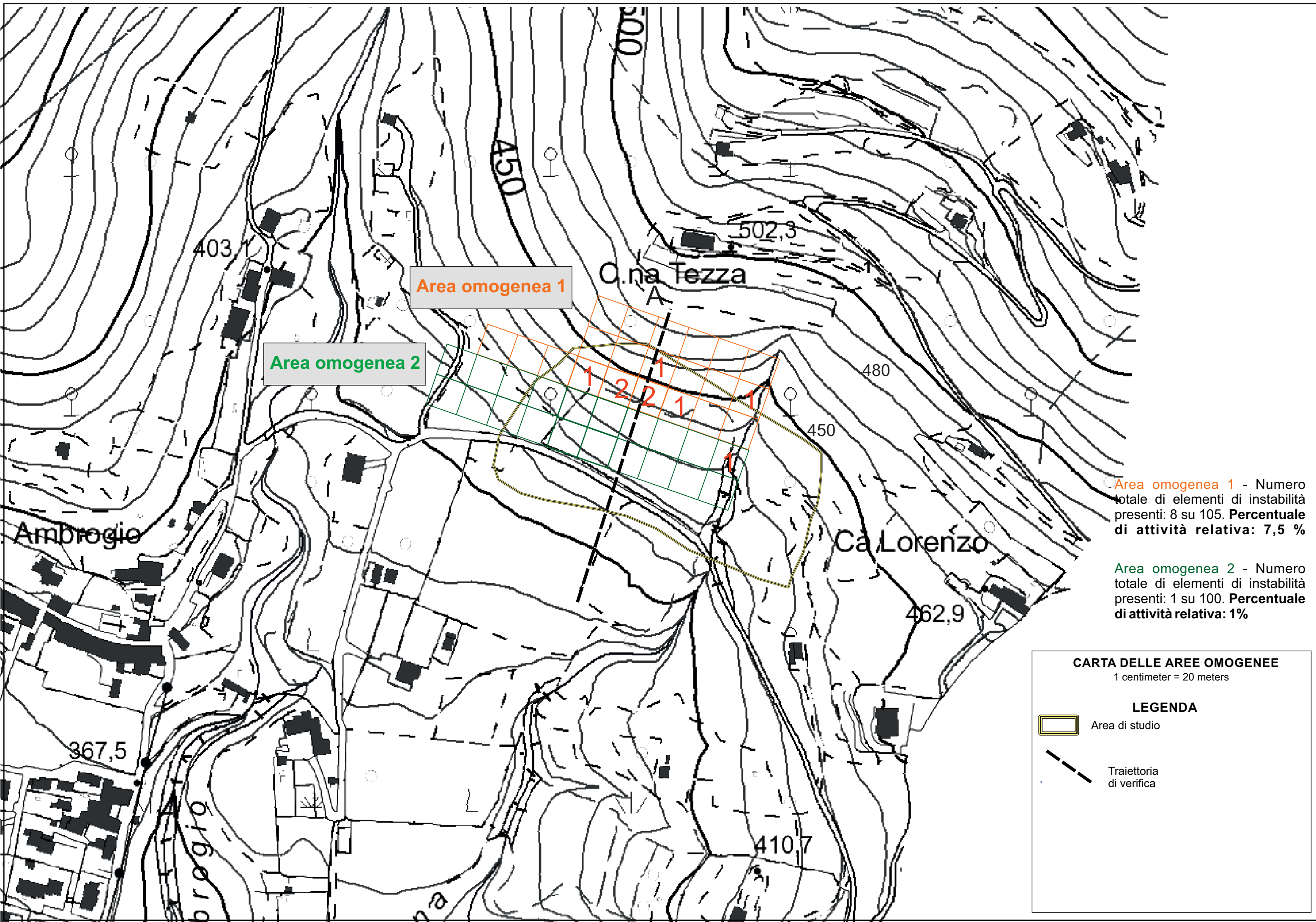
**CARTA DELLA PERICOLOSITA' PRELIMINARE**

1 centimeter = 20 meters

**LEGENDA**

- Area di studio
- Traiettoria di verifica
- Classe di pericolosità H4 (arresto blocchi del 75%)
- Classe di pericolosità H3 (arresto blocchi del 95%)
- Classe di pericolosità H2 (arresto blocchi del 100%)





Area omogenea 1



Area omogenea 2

Area omogenea 1 - Numero totale di elementi di instabilità presenti: 8 su 105. Percentuale di attività relativa: 7,5 %

Area omogenea 2 - Numero totale di elementi di instabilità presenti: 1 su 100. Percentuale di attività relativa: 1%

**CARTA DELLE AREE OMOGENEE**  
1 centimeter = 20 meters

**LEGENDA**

-  Area di studio
-  Traiettorie di verifica

1 2 2 1 1 1

C.na Tezza

Ca Lorenzo

Ambrogio

403

502,3

480

450

462,9

367,5

410,7

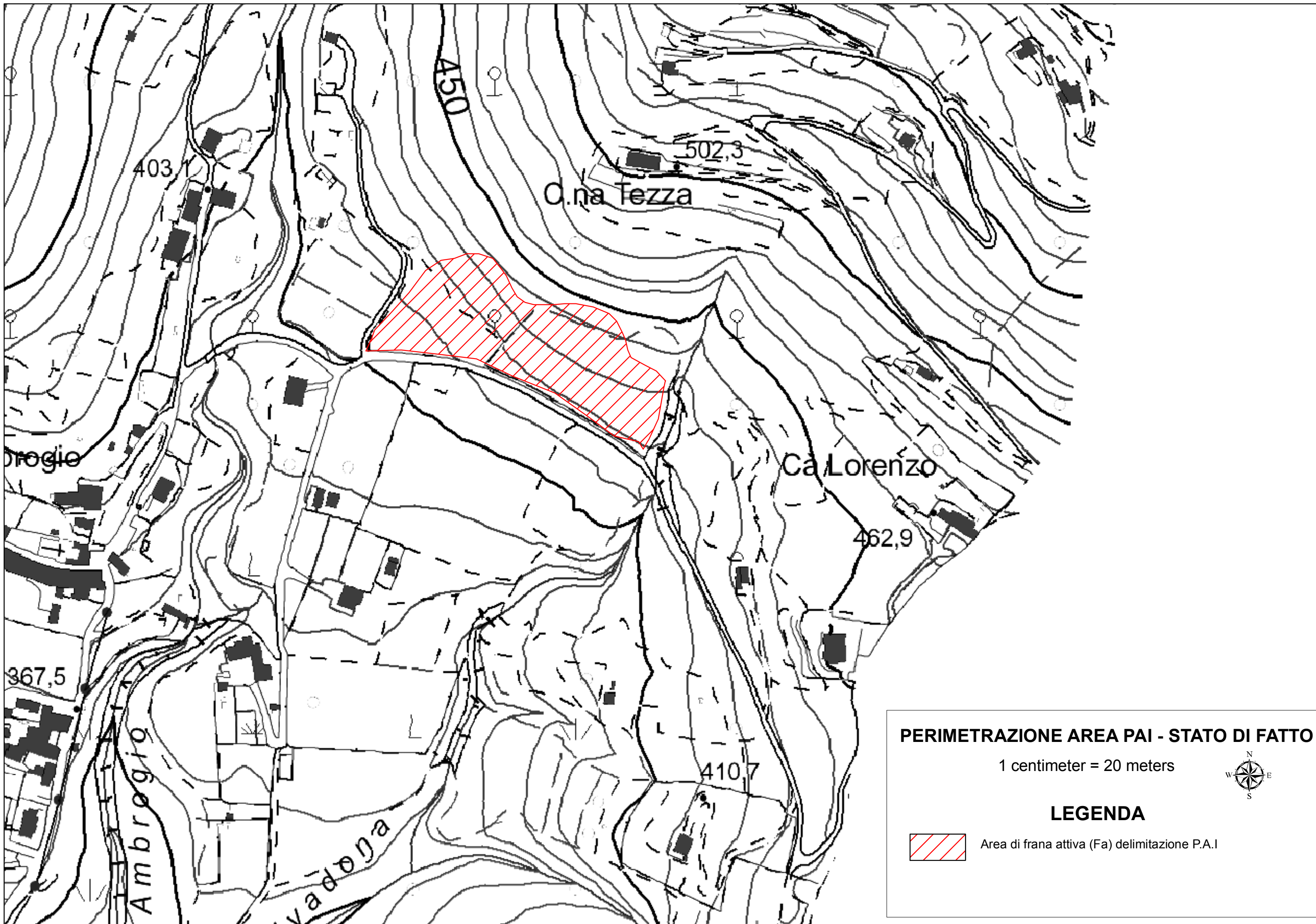
450

500

ambrogio

ca

A



**PERIMETRAZIONE AREA PAI - STATO DI FATTO**

1 centimeter = 20 meters

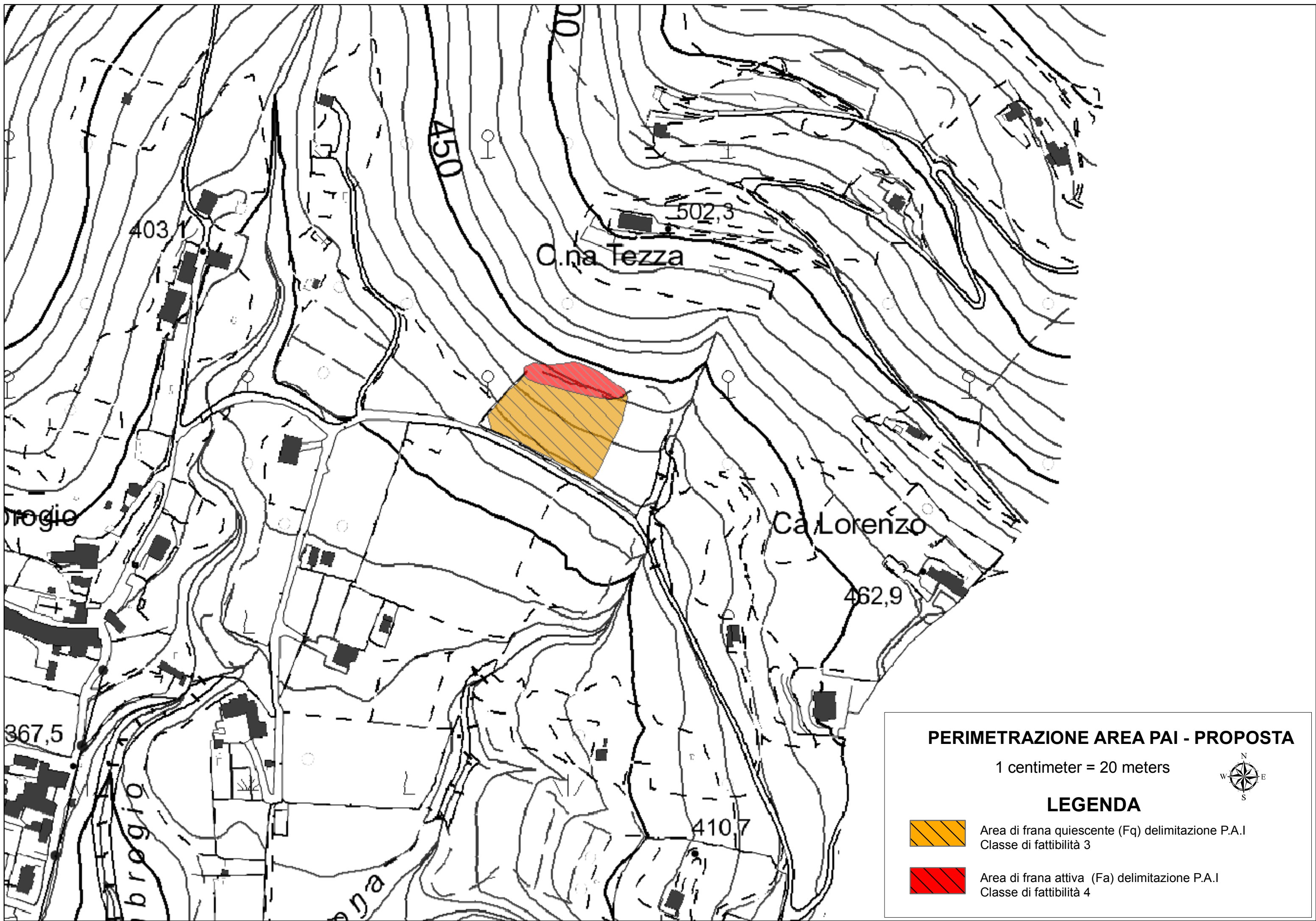


**LEGENDA**



Area di frana attiva (Fa) delimitazione P.A.I







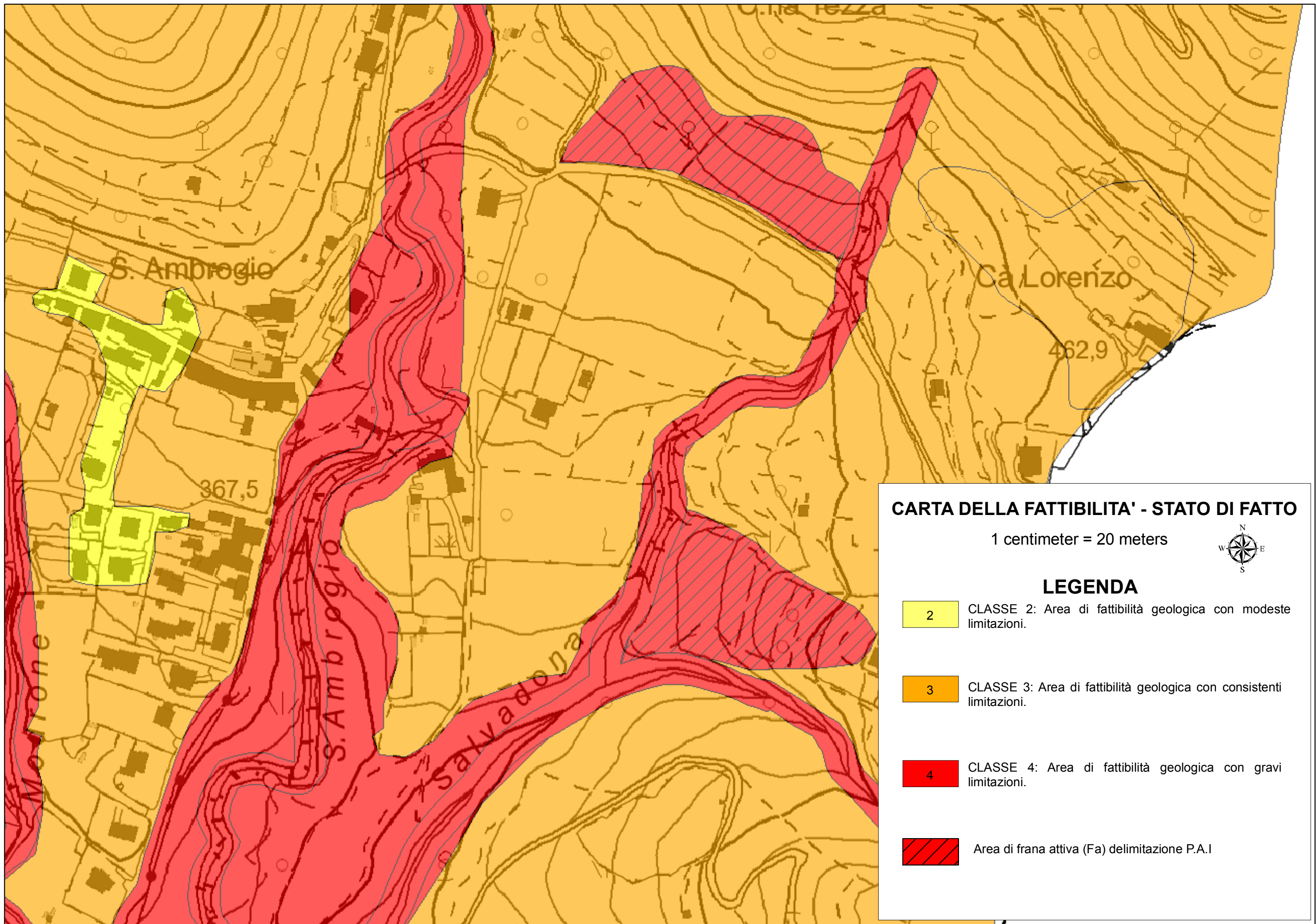
**PERIMETRAZIONE AREA PAI - PROPOSTA**

1 centimeter = 20 meters



**LEGENDA**

-  Area di frana quiescente (Fq) delimitazione P.A.I  
Classe di fattibilità 3
-  Area di frana attiva (Fa) delimitazione P.A.I  
Classe di fattibilità 4







**CARTA DELLA FATTIBILITA' - STATO DI FATTO**

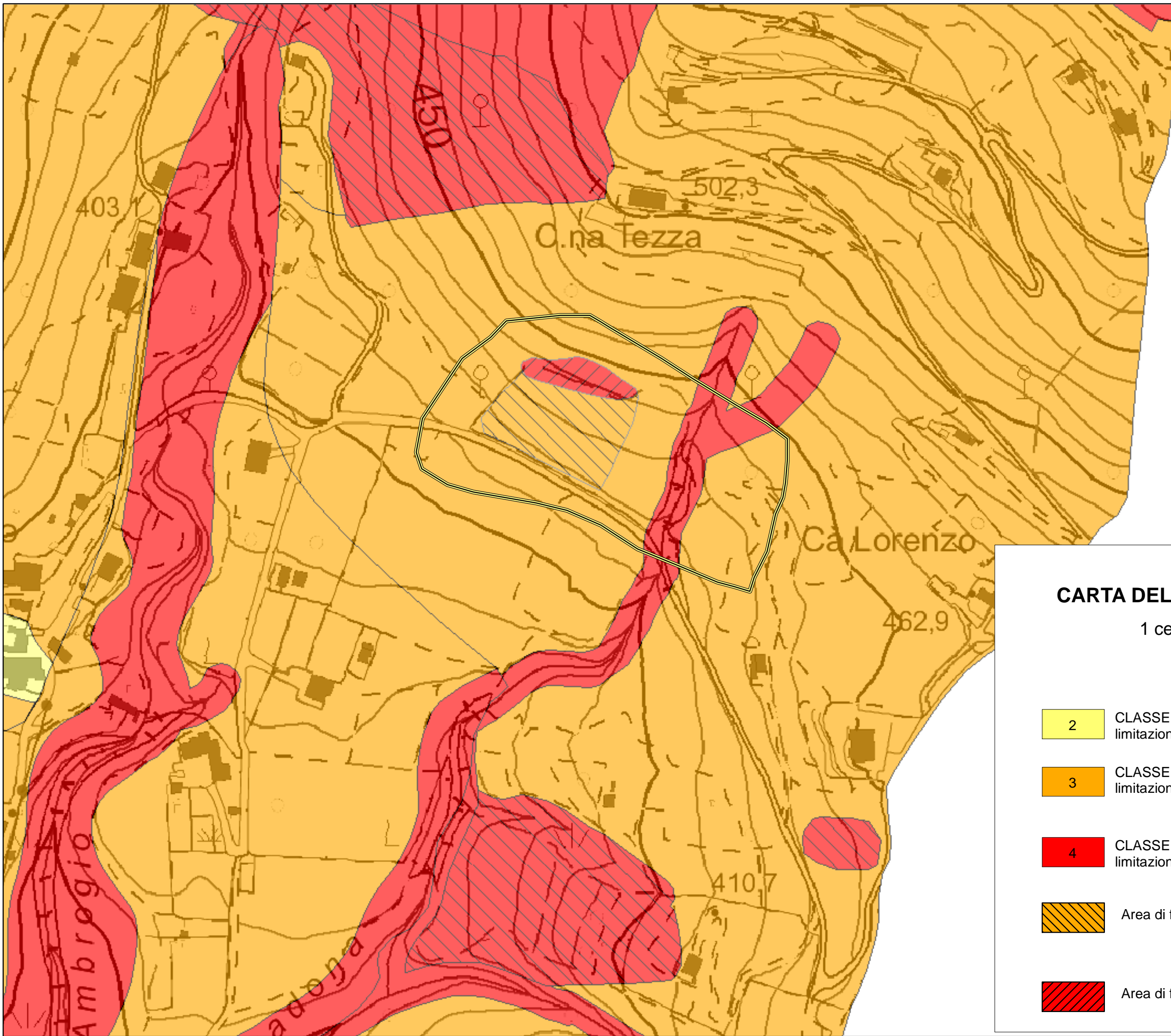
1 centimeter = 20 meters



**LEGENDA**

-  CLASSE 2: Area di fattibilità geologica con modeste limitazioni.
-  CLASSE 3: Area di fattibilità geologica con consistenti limitazioni.
-  CLASSE 4: Area di fattibilità geologica con gravi limitazioni.
-  Area di frana attiva (Fa) delimitazione P.A.I










### CARTA DELLA FATTIBILITA' - PROPOSTA

1 centimeter = 20 meters



### LEGENDA

-  CLASSE 2: Area di fattibilità geologica con modeste limitazioni.
-  CLASSE 3: Area di fattibilità geologica con consistenti limitazioni.
-  CLASSE 4: Area di fattibilità geologica con gravi limitazioni.
-  Area di frana quiescente (Fq) delimitazione P.A.I
-  Area di frana attiva (Fa) delimitazione P.A.I



**Hattusas s.r.l.**

*Consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente.*

*Rilevazione gas Radon – Inquinamento indoor*

Sede operativa: Via Amerigo Vespucci, 47, 24050, Grassobbio (BG)

Telefono: 035.44.25.112

e-mail: [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it) - PEC: [info@pec.hattusas.it](mailto:info@pec.hattusas.it) - Web: [www.hattusas.it](http://www.hattusas.it)

---

## **ALLEGATO f**

### ***Bibliografia indagini***

# **ALLEGATO 5**

**Planimetria, prove penetrometriche  
e stratigrafia pozzo**

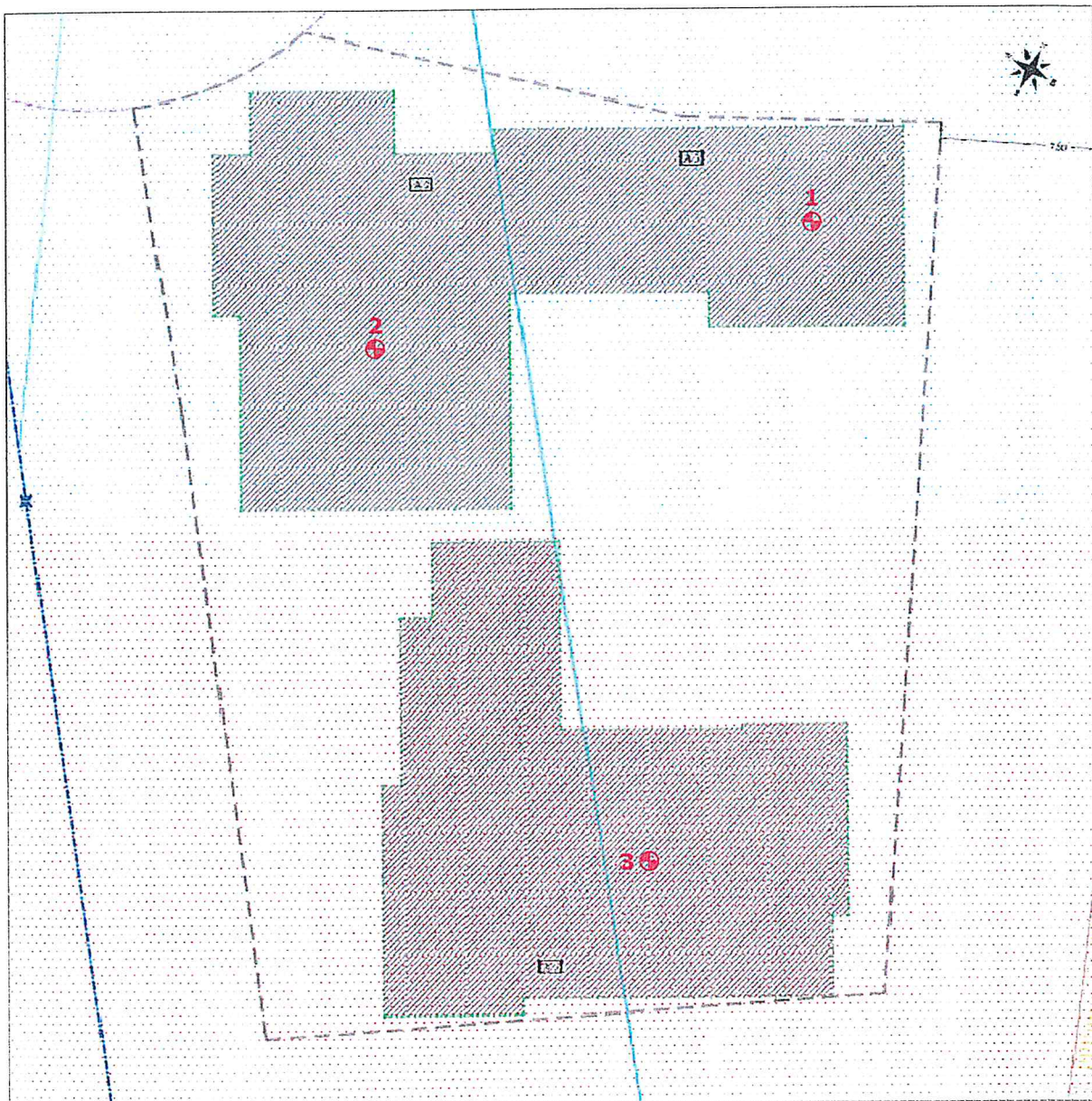



SIG. VISMARA GIACOMO


Relazione geologica e geotecnica relativa alla realizzazione di un edificio residenziale  
Via Prati Molini - Cenate Sopra (BG)

## POSIZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Scala 1:200



 Zona 1

 Zona 2



Dott. Riccardo Geraci



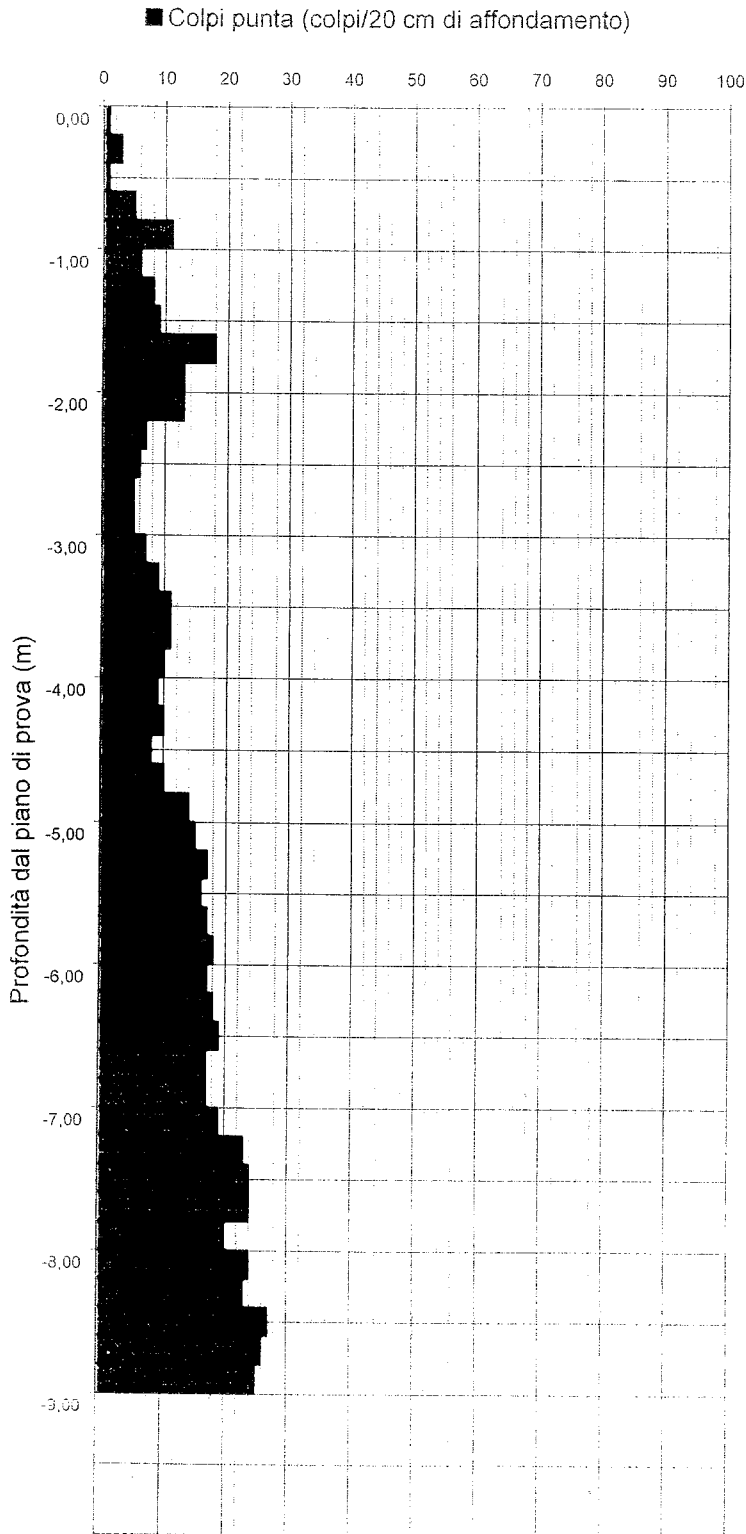
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N. 1

Località: Cenate Sopra (BG), Via Prati Molini

Data: 19 dicembre 2011

Attrezzatura: Pagani 63 Compac

Committente: Vismara Giacomo - Via Provinciale n.5 - Cenate Sopra (BG)



Profondità (m)		Colpi Punta
0,00	-0,20	1
-0,20	-0,40	3
-0,40	-0,60	1
-0,60	-0,80	5
-0,80	-1,00	11
-1,00	-1,20	6
-1,20	-1,40	8
-1,40	-1,60	9
-1,60	-1,80	18
-1,80	-2,00	13
-2,00	-2,20	13
-2,20	-2,40	7
-2,40	-2,60	6
-2,60	-2,80	5
-2,80	-3,00	5
-3,00	-3,20	7
-3,20	-3,40	9
-3,40	-3,60	11
-3,60	-3,80	11
-3,80	-4,00	10
-4,00	-4,20	9
-4,20	-4,40	10
-4,40	-4,60	8
-4,60	-4,80	10
-4,80	-5,00	14
-5,00	-5,20	15
-5,20	-5,40	17
-5,40	-5,60	16
-5,60	-5,80	17
-5,80	-6,00	18
-6,00	-6,20	17
-6,20	-6,40	18
-6,40	-6,60	19
-6,60	-6,80	17
-6,80	-7,00	17
-7,00	-7,20	19
-7,20	-7,40	23
-7,40	-7,60	24
-7,60	-7,80	24
-7,80	-8,00	20
-8,00	-8,20	24
-8,20	-8,40	23
-8,40	-8,60	27
-8,60	-8,80	25
-8,80	-9,00	25
-9,00	-9,20	
-9,20	-9,40	
-9,40	-9,60	
-9,60	-9,80	
-9,80	-10,00	



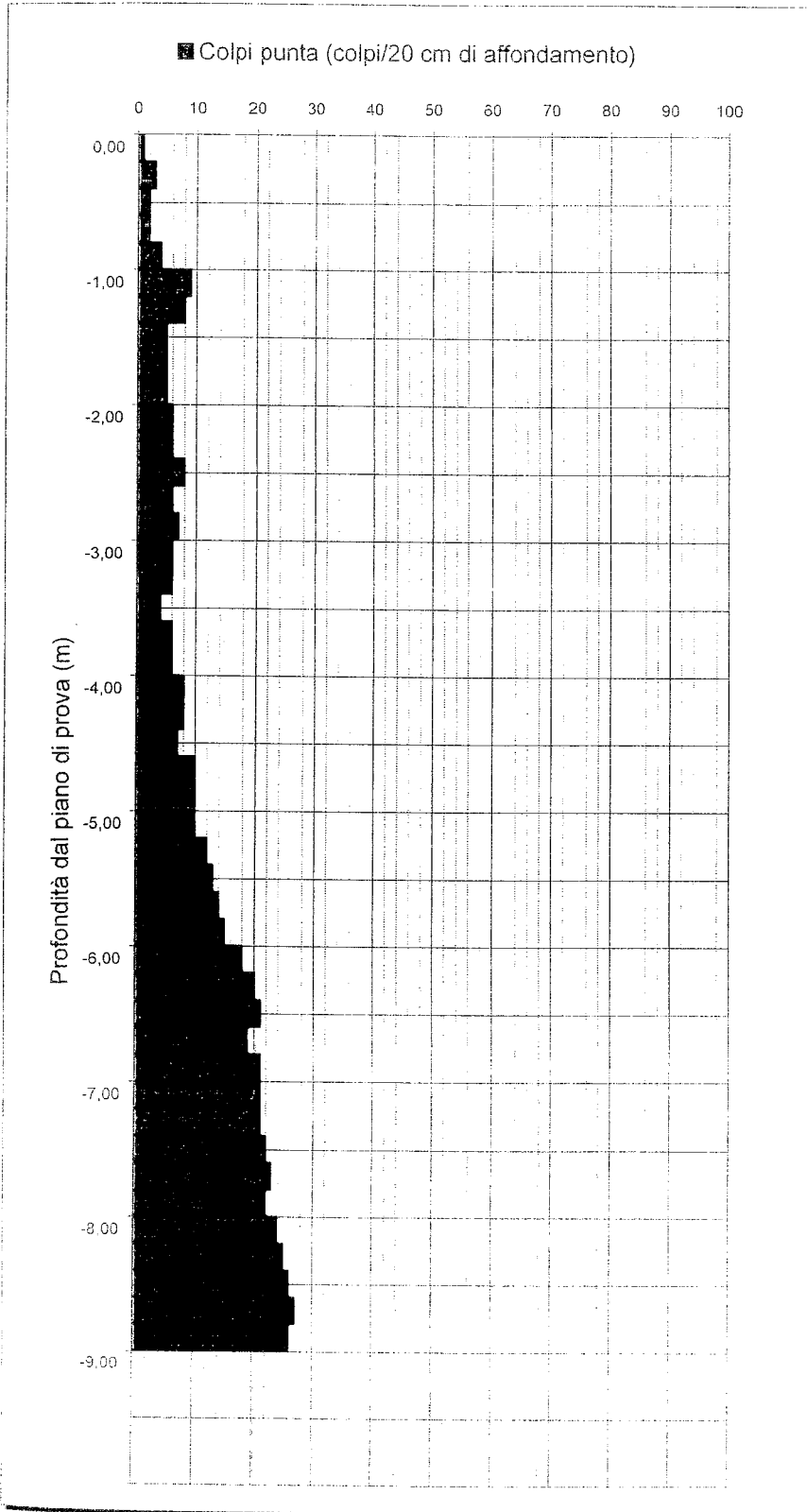
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N. 2

Località: Cenate Sopra (BG), Via Prati Molini

Data: 19 dicembre 2011

Attrezzatura: Pagani 63 Compac

Committente: Vismara Giacomo - Via Provinciale n.5 - Cenate Sopra (BG)



Profondità (m)		Colpi Punta
0,00	-0,20	1
-0,20	-0,40	3
-0,40	-0,60	2
-0,60	-0,80	2
-0,80	-1,00	4
-1,00	-1,20	9
-1,20	-1,40	8
-1,40	-1,60	5
-1,60	-1,80	5
-1,80	-2,00	5
-2,00	-2,20	6
-2,20	-2,40	6
-2,40	-2,60	8
-2,60	-2,80	6
-2,80	-3,00	7
-3,00	-3,20	6
-3,20	-3,40	6
-3,40	-3,60	4
-3,60	-3,80	6
-3,80	-4,00	6
-4,00	-4,20	8
-4,20	-4,40	8
-4,40	-4,60	7
-4,60	-4,80	10
-4,80	-5,00	10
-5,00	-5,20	10
-5,20	-5,40	12
-5,40	-5,60	13
-5,60	-5,80	14
-5,80	-6,00	15
-6,00	-6,20	18
-6,20	-6,40	20
-6,40	-6,60	21
-6,60	-6,80	19
-6,80	-7,00	21
-7,00	-7,20	21
-7,20	-7,40	21
-7,40	-7,60	22
-7,60	-7,80	23
-7,80	-8,00	22
-8,00	-8,20	24
-8,20	-8,40	25
-8,40	-8,60	25
-8,60	-8,80	27
-8,80	-9,00	26
-9,00	-9,20	
-9,20	-9,40	
-9,40	-9,60	
-9,60	-9,80	
-9,80	-10,00	



Dott. Riccardo Geraci  
Studio di Geologia

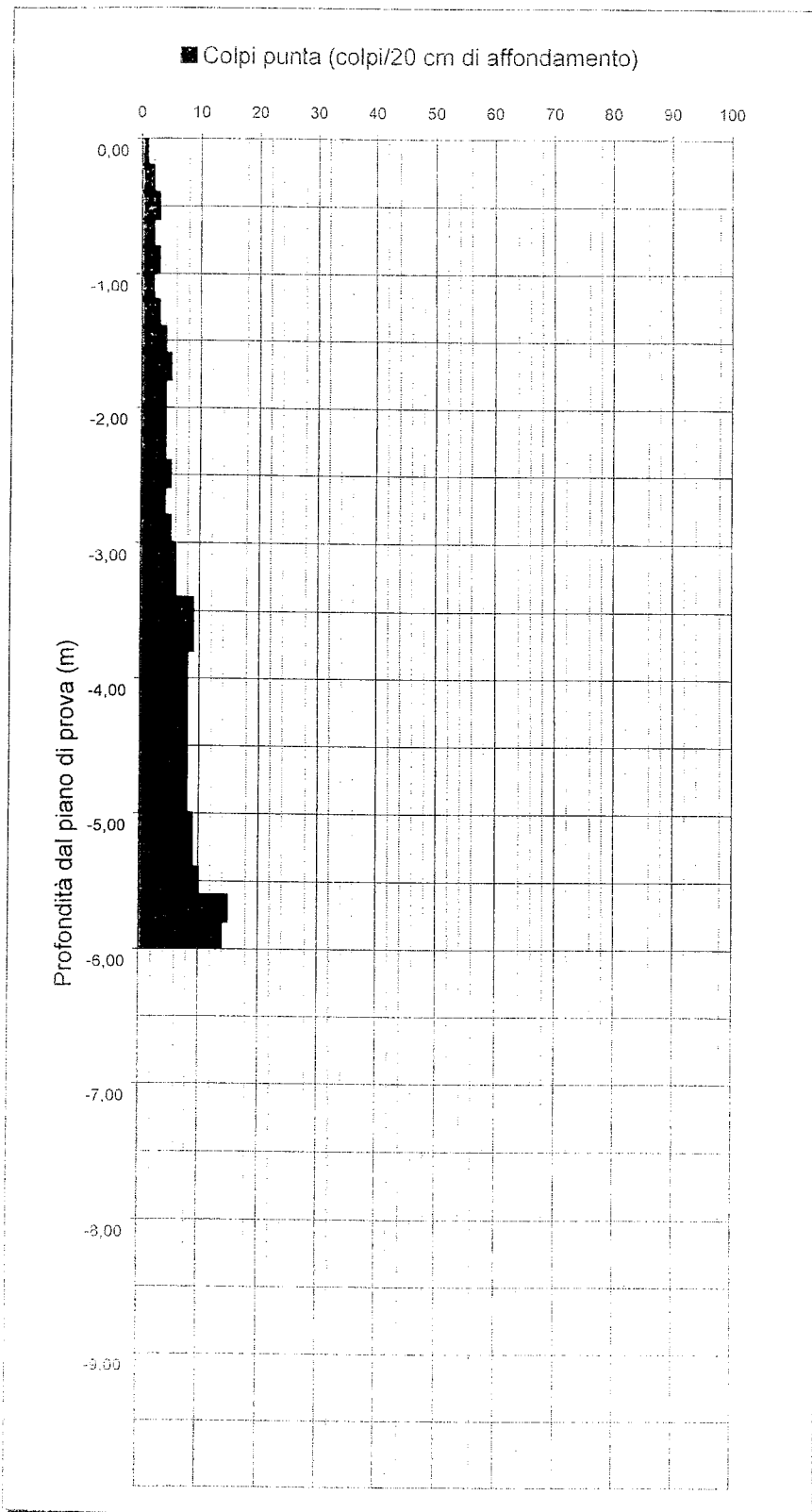
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N. 3

Località: Cenate Sopra (BG), Via Prati Molini

Data: 19 dicembre 2011

Attrezzatura: Pagani 63 Compac

Committente: Vismara Giacomo - Via Provinciale n.5 - Cenate Sopra (BG)



Profondità (m)		Colpi Punta
0,00	-0,20	1
-0,20	-0,40	2
-0,40	-0,60	3
-0,60	-0,80	2
-0,80	-1,00	3
-1,00	-1,20	2
-1,20	-1,40	3
-1,40	-1,60	4
-1,60	-1,80	5
-1,80	-2,00	4
-2,00	-2,20	4
-2,20	-2,40	4
-2,40	-2,60	5
-2,60	-2,80	4
-2,80	-3,00	5
-3,00	-3,20	6
-3,20	-3,40	6
-3,40	-3,60	9
-3,60	-3,80	9
-3,80	-4,00	8
-4,00	-4,20	8
-4,20	-4,40	8
-4,40	-4,60	8
-4,60	-4,80	8
-4,80	-5,00	8
-5,00	-5,20	9
-5,20	-5,40	9
-5,40	-5,60	10
-5,60	-5,80	15
-5,80	-6,00	14
-6,00	-6,20	
-6,20	-6,40	
-6,40	-6,60	
-6,60	-6,80	
-6,80	-7,00	
-7,00	-7,20	
-7,20	-7,40	
-7,40	-7,60	
-7,60	-7,80	
-7,80	-8,00	
-8,00	-8,20	
-8,20	-8,40	
-8,40	-8,60	
-8,60	-8,80	
-8,80	-9,00	
-9,00	-9,20	
-9,20	-9,40	
-9,40	-9,60	
-9,60	-9,80	
-9,80	-10,00	



Comune TRESORE BALNEARIO Località Foglio 8 Mappale 1054  
Tipo pratica In sanatoria Stato pratica In istruttoria  
Data domanda 15/3/2006 Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
2,5	0	Irriguo

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
AZIENDA AGRICOLA ASPERTI ARTURO ADRIANO	VIA CASCINA NUOVA 7	BOLGARE	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità inizio primo filtro (m)	Profondità fine ultimo filtro (m)
1	102	12,5	0	30	102

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		2200	Argilla rossa
2	2200	4800	Calcere grigio
3	7000	500	Calcere fratturato
4	7500	2700	Rocchia giallo grigia

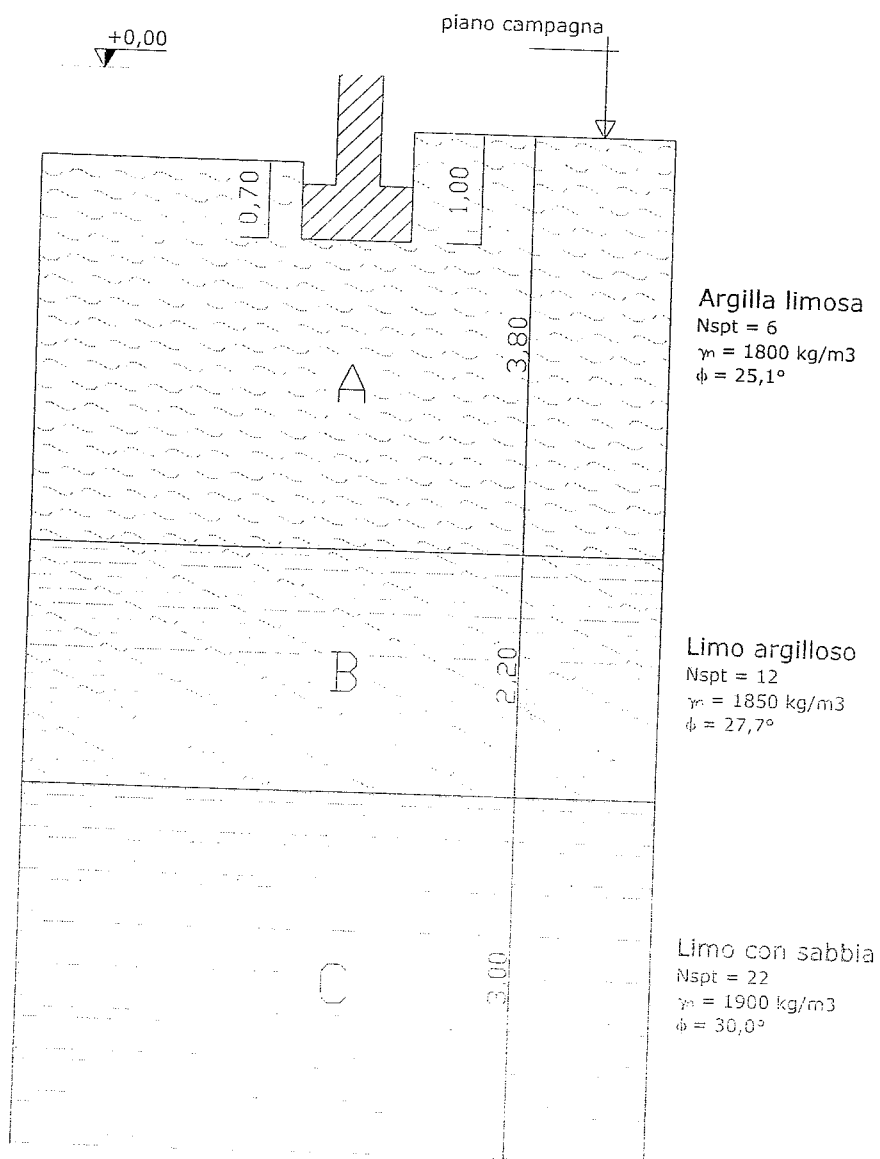
Note prelievo L.S.=-19 m; L.D.=-50 m

SIG. VISMARA GIACOMO  
Relazione geologica e geotecnica relativa alla realizzazione di un edificio residenziale  
Via Prati Molini - Cenate Sopra (BG)

## ALLEGATO 6

### MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

#### ZONA 1

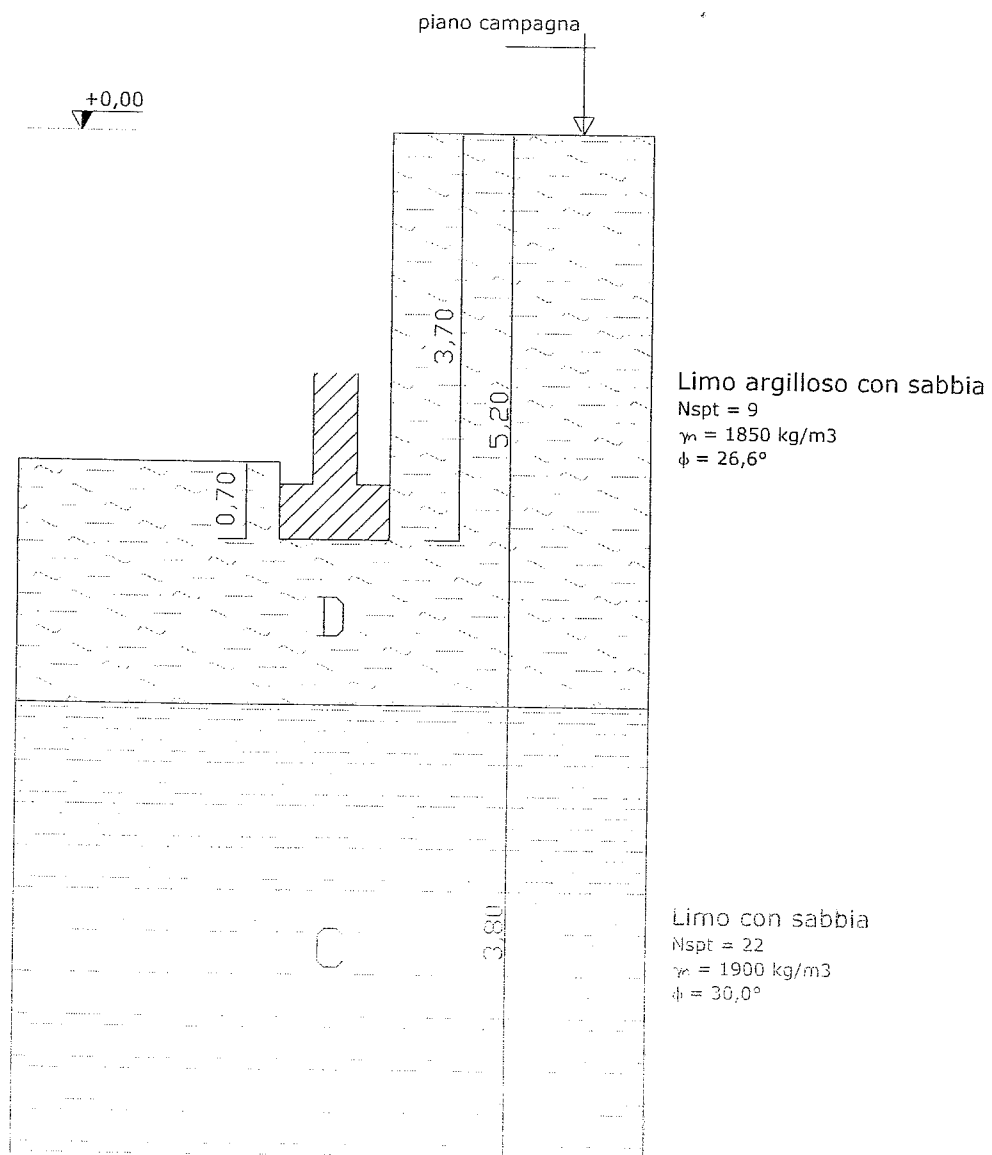


SIG. VISMARA GIACOMO  
Relazione geologica e geotecnica relativa alla realizzazione di un edificio residenziale  
Via Prati Molini - Cenate Sopra (BG)

## ALLEGATO 6

### MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

#### ZONA 2



## **RELAZIONE GEOTECNICA**

### **PREMESSA**

Al fine di determinare la natura stratigrafica e litotecnica dei terreni di fondazione degli edifici sono state prese come riferimento le indagini eseguite poco a valle del sito. Si tratta di prove penetrometriche dinamiche utili per valutare la resistenza meccanica dei terreni, con penetrometro dinamico pesante DPHS Penni 63. L'impiego ormai generalizzato e i numerosi casi oggetto di studio e di confronto sperimentale, permettono comunque di ottenere informazioni accettabili in merito

alle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. La prova consiste nel lasciare cadere il maglio del peso di 63 kg da un'altezza di 75 cm su delle aste che spingono una punta conica unificata, la quale penetra così nel terreno; in base al numero di colpi infitti per avere un approfondimento di 20 cm della punta si risale alle caratteristiche meccaniche del terreno considerato e, mediante l'utilizzo di opportune formule, alla resistenza di rottura dinamica alla punta e il carico ammissibile del terreno.

I dati di campagna hanno quindi fornito per ciascuna prova eseguita il numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm della punta penetrometrica, riferiti alle singole profondità di infissione, ai quali sono legati i valori di resistenza dinamica (in Kg/cm<sup>2</sup>) opposta all'avanzamento relativo della punta penetrometrica.

I risultati conseguiti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area di studio sono illustrati nei grafici e nelle tabelle allegate.

### **INDAGINI GEOTECNICHE**

#### **Parametri di base**

Per definire la successione stratigrafica - litotecnica dei terreni in situ sono state

registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato.

Le successive elaborazioni ed interpretazioni dei dati forniti dalla prova penetrometrica consentono di attribuire a ciascun livello i parametri litotecnici significativi. Le indagini eseguite hanno mostrato che la stratigrafia dei terreni presenti nell'area è relativamente semplice entro i primi metri di profondità; l'interpretazione dei dati forniti dalle prove consente infatti di riconoscere la presenza, al di sotto di un primo orizzonte superficiale, di un'alternanza di livelli costituiti da argille più o meno compatte fino a profondità prossime ai 7 metri. Infine è stato raggiunto un livello più compatte caratterizzato dalla presenza di ghiaie e ciottoli.

L'interpretazione e l'elaborazione dei dati forniti delle prove penetrometriche ha consentito di attribuire in prima analisi agli orizzonti attraversati i seguenti parametri litotecnici relativi alla prova n. 1 considerata come rappresentativa. I parametri indicati sono stati ottenuti usando le correlazioni di letteratura di seguito riportate.

#### **Angolo d'attrito drenato**

Kennedy ('59)

Schmertmann ('78)

Meyerhof

De Mello ('71)

Stroud ('88)

#### **Densità relativa**

Skempton ('86)

Stroud ('88)

#### **Modulo elastico Es**

Valutato sulla base delle correlazioni dirette con i valori di  $N_{spt}$  (da Bowles)

#### **Coesione non drenata $C_u$**

Sempre considerata nulla



### Peso di volume naturale

Stimato sulla base della granulometria prevalente

<i>Argille limose poco compatte</i>	
N. colpi medi	8
Angolo d'attrito	26°
Gamma	2,04 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	57

<i>Argille limose medianamente compatte</i>	
N. colpi medi	15
Angolo d'attrito	30°
Gamma	2,06 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	107

### Parametri caratteristici

Per la scelta dei valori da utilizzare nei calcoli geotecnici sono state applicate le specifiche dell'Eurocodice 7 che applicano un metodo statistico per la determinazione dei valori caratteristici.

Si ricorda che il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove

I valori caratteristici sono stati determinati con la seguente relazione:

$$f_k = f_m (1 - X \cdot V_f)$$

dove:

$f_k$  = valore caratteristico;

$f_m$  = valore medio;

provocata in non superamento adottata. L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri geotecnici, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a  $-1,645$ .

In virtù dei dati ottenuti con la campagna geognostica si è deciso di applicare la funzione geostatistica solo ai livelli coesivi, mantenendo per il livelli incoerenti (Litozona A) valori di riferimento dedotti dalle prove.

Si ricorda che i valori caratteristici ( $R_k$ ) andranno a loro volta, in sede progettuale, modellati in valori di progetto ( $R_d$ ), in funzione dell'approccio di calcolo utilizzato.

#### **Litozona A (Spessori fino a 8 metri)**

Argille limose poco compatte

NSPT	4.7
$\gamma_n$ (Kn/m <sup>3</sup> )	15.6
Dr (%)	27.5
Phi	24
$E_y$ (Mpa)	8.6

#### **Litozona B (strato da circa 8 a 12 metri)**

Argille limose mediamente compatte

NSPT	7.4
$\gamma_n$ (Kn/m <sup>3</sup> )	16.1
Dr (%)	34.7
Phi	26.7
$E_y$ (Mpa)	20.5

Maggiori informazioni sono riportate nelle tabelle e nei grafici allegati alla presente relazione. Risulta a carico del progettista l'accertamento delle reali condizioni geotecniche specificate nella seguente relazione; qualora si riscontrassero difformità si dovrà immediatamente avvisare lo scrivente e provvedere alle necessarie integrazioni dell'indagine.

Con l'intento di ricostruire in modo attendibile e corretto la stratigrafia del sito prossimo all'area in esame, è stato effettuato n. I sondaggio geognostico con lo scopo di avere una descrizione completa della stratigrafia e le indicazioni geotecniche sui terreni attraversati.

Il carotaggio è stato eseguito a secco, senza fluido di perforazione, nelle fasi in cui veniva usato il carotiere semplice; usando acqua come fluido di circolazione nelle fasi di avanzamento con carotiere doppio, quest'ultimo utilizzato solo per brevi tratti. Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica. Le singole cassette sono state successivamente fotografate e descritte.

Durante l'esecuzione del sondaggio, di cui si allega la stratigrafia dettagliata, sono state eseguite, a diversi livelli di profondità, le prove SPT in foro, che hanno consentito di valutare le caratteristiche litotecniche dei terreni attraversati durante la prova e di tarare i risultati delle prove penetrometriche.

Questo metodo consente di ricavare valori quantitativi sulla resistenza del terreno alla penetrazione e per ricavare un campione di terreno indisturbato.

La prova consiste nel far cadere, con un ritmo di 20-25 colpi al minuto, una massa battente di 63,5 Kg da un'altezza di 76,2 mm (standard europeo) su una batteria di aste che presentano sulla parte terminale un campionatore cilindrico.

Viene così registrato il numero di colpi necessari ad ottenere una penetrazione del tubo campionatore nel terreno di 30 cm; tale valore rappresenta la resistenza a penetrazione.

Nel nostro caso specifico, avendo a che fare con terreni di natura essenzialmente argilloso-limosa, al posto del campionatore è stato sostituita una punta conica chiusa di 60° con diametro esterno di 51 mm.

<b>S1</b>	6 mt	10 - 11 - 12
	8 mt	12 - 11 - 13
	<b>SPT</b>	

S1-SPT	SPT	Nspt	D <sub>r</sub>	φ <sub>r</sub>
2	6 - 8 - 10	18	0.68	31
4	13 - 16 - 21	37	0.95	38
6	10 - 11 - 12	23	0.75	33
8	12 - 11 - 13	24	0.8	34

1Dr (Kg/cm<sup>2</sup>) Schulze Menzenbach  
 2Correlazione diretta da SPT " Road Bridge Specification"

### **Indagini di laboratorio**

Sul campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione del sondaggio geognostico sono stati eseguiti le seguenti indagini di laboratorio:

- analisi granulometrica a umido per setacciatura eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione trattenuta al setaccio ASTM n.200;

- analisi granulometrica per sedimentazione eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione passante al setaccio ASTM n.200;

- determinazione dei limiti di Atterberg secondo la norma ASTM D4318-84 sulla frazione passante al setaccio ASTM n.40;

- determinazione del contenuto d'acqua naturale secondo la norma ASTM D 2974-87;

- determinazione del peso di volume naturale secondo la norma CNR Anno VII n. 40-1973;

In relazione a quanto sin qui riportato, per tutto lo sviluppo delle opere di progetto valgono le seguenti indicazioni tecniche di ordine generale:

- considerare le caratteristiche litologiche mediamente favorevoli del sito, non paiono esservi particolari problematiche tecniche per la realizzazione degli scavi;

- pur non dovendosi operare in aderenza ad un edificio esistente, sarà cura del Direttore dei Lavori controllare che gli scavi ed i getti non interferiscano con eventuali manufatti esistenti; là dove necessario, e in tutti i casi di eventuale superamento dell'angolo di natural declivio del terreno, dovranno porsi in opera accorgimenti opportuni e si dovranno realizzare i necessari presidi di difesa o tecniche di sbancamento particolari (e.g. setti limitati), sia provvisori (sostegni, sbadacchiature, armature...), sia definitivi, che andranno opportunamente valutati e dimensionati dallo Strutturista incaricato e/o dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori (D. Lgs.494/96 e D. Lgs. 626/94), per la salvaguardia del versante e dell'edificio;

- gli edifici dovranno essere dotati di un efficiente sistema di allontanamento delle acque meteoriche, così da ritenersi scongiurati i pericoli di infiltrazioni e dilavamenti alla quota (od a quote inferiori) del piano di posa alle fondazioni. Eventuali acque di infiltrazione intercettate durante gli scavi, così come eventuali acque di ruscellamento superficiale di origine meteorica, dovranno essere prontamente raccolte e smaltite, evitando qualsiasi dispersione incontrollata per non compromettere la stabilità dei fronti di scavo e l'innescio di processi erosivi;

- l'esubero del materiale di stero dovrà essere smaltito in idoneo sito;
- prima dell'inizio dei lavori è opportuno completare le indagini, come

esplicitato precedentemente (vedi Piano delle indagini).



La presente relazione introduttiva viene redatta a supporto del progetto di formazione di nuovi edifici in Comune di Cenate Sopra (BG), con il fine di definire le caratteristiche geologiche e verificarne la fattibilità geologica.

L'indagine si è articolata in sopralluoghi in sito ed indagine bibliografica per la definizione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti, l'eventuale presenza di dissesti e, più in generale, l'assetto geologico dell'area e di un suo ragionevole intorno.

Al fine di determinare le caratterizzazione geotecniche dei terreni sono stati presi come riferimento i risultati di indagini di aree prossime al sito e con caratteristiche litotecniche simili. Inoltre verranno eseguite prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante atte a confermare le caratteristiche litologiche dei terreni.

Successivamente, non appena lo strutturista incaricato fornirà agli scriventi le "azioni delle strutture" in progetto, si provvederà alla verifica geotecnica secondo gli stati limite di normativa ed il presente elaborato verrà integrato con le modellazioni geotecniche di normativa per il progetto esecutivo delle opere.

La cartografia disponibile e le osservazioni di terreno escludono altresì la presenza di significativi fenomeni destabilizzanti attivi.



Prima dell'esecuzione delle opere, in ottemperanza alle Nuove Norme Tecniche, tale indagine dovrà essere seguita da una verifica secondo gli stati limite, come richiesto dalla normativa vigente.

ritiene che, eseguendo i lavori a regola d'arte, non vi siano controindicazioni di carattere geologico-geotecnico alla realizzazione delle opere di progetto.

Bergamo, maggio 2012

*Dott. Geol. Fabio Plebani*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884



*Dott. Geol. Andrea Gritti*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461



“Categoria E” in quanto si ritiene il substrato roccioso profondo non più di 20 metri dal piano campagna data la sua vicinanza, resa manifesta dagli affioramenti vicini.

I dati dei parametri sismici sono desunti dal sito ministeriale tenuto conto delle coordinate: lat.45.7157;long.9.8311.

Non si deve tener conto di fenomeni di liquefazione per i seguenti motivi ( si fa riferimento agli : *“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica. Allegato A3 tabella 7 ”*) :

- La falda non è presente e comunque si ritiene non possa saturare totalmente i depositi.
- Trattasi di depositi con elevata componente fine per la presenza dei depositi colluviali alimentati dalle colline cretache che si sono mescolate coi depositi di conoide .

### 3.-INDAGINE GEOTECNICA : INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

#### 3-1 Prestazioni realizzate

Si è tenuto conto delle prove eseguite sul piano topografico il 14 gennaio 2011, di cui si allegano i diagrammi dei colpi, il tutto confrontato con affioramenti e scavi sul contorno. Per il resto si ritiene che comunque questa possa anche essere una situazione prevista al par. 6.2.2 delle NT2008 relativamente a *“ interventi di modesta rilevanza che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnica ”*.

Trattasi di prova penetrometrica dinamica in continuo con punta conica, secondo lo standard AGI, con penetrometro super-pesante della Deep Drill.

Ogni prova consiste nell’infiggere, con maglio di 73 kg che cade da un’altezza di 75 cm, una punta conica del diametro di 50.8 mm, contando il numero di colpi (N) necessario per 30 cm di penetrazione.

La batteria di aste è stata tenuta ruotata per eliminare l’attrito laterale, in considerazione del non utilizzo del rivestimento.

Secondo quanto proposto da La Croix e Hom (1973) si è calcolata la costante di trasformazione e correlazione fra i dati di N di questo penetrometro e quelli delle S.P.T. (Standard Penetration Test) che è uguale a uno (1,13 per la precisione).

Di norma al fine di utilizzare la messe di correlazioni derivanti dai delle S.P.T., occorre calcolare i valori corretti “N60” che tengono conto della resa energetica più prossima al vero rapporto energetico abitualmente ottenuto in America del Nord. Si considera il rapporto suggerito da Seed et al. (1985) e Skemton (1986)  $E_r = (\text{energia effettivamente ceduta dalla massa battente/energia assorbita}) \times 100 = 60$ . Il valore dedotto di “N60” tiene conto del sovraccarico rapportato alla pressione litostatica di riferimento pari a  $1 \text{ kg/cmq} = 95.76 \text{ kPa}$ .



### **3.2 Risultati delle prove penetrometriche**

La prova sono state portate fino a 10,20 metri senza incontrare un vero "rifuto" (nella prova 2 le aste si sono fermate per "grippaggio").

Non si è trovata traccia di acqua.

Si considera sotto la quota del piano di posa delle fondazioni (a meno tre metri) un terreno compatto; asciutto, in parte anche coesivo, con un angolo di attrito  $\varphi = 34^\circ$  e coesione non drenata  $C_u$  cautelativamente uguale a zero.

Il suddetto valore di attrito è dedotto dalla media dei colpi (rapportati a  $N_{spt60} = 30$  colpi) nell'intervallo  $0.5B$  sopra la fondazione  $2*B$  sotto la fondazione. Peso di volume secco **18 kN/mc**. I predetti valori sono normali per questi litotipi.

### **3.3 Diagnostica geotecnica**

Al termine di questa indagine si deduce che il sottosuolo naturale dell'edificio in esame, sotto le fondazioni è caratterizzato da:

- terreni con caratteristiche qualitativamente ottime fino a 3,30 metri sotto il piano di posa (primo livello: terreni grossolani). Più sotto (secondo livello: argille limose) le caratteristiche diminuiscono mantenendosi.
- Il bulbo delle pressioni si mantiene totalmente interno al primo livello.

### **3.4 Criteri e prescrizioni generali**

#### **. Terrazzamenti e scavi**

I litotipi presenti negli scavi previsti sono di tipo argilloso con ciottoli alterati e sono facilmente scavabili con i mezzi normali di scavo (pala ed escavatore).

Questi litotipi garantiscono una tenuta dello scavo ma non a lunga scadenza. Di conseguenza è opportuno far seguire subito gli scavi dai sostegni, soprattutto in caso di piogge intense e continue. Il profilo di scavo è opportuno non superi i  $60^\circ$  sull'orizzonte.

E' opportuno comunque eseguire gli scavi in un periodo secco.

Per quanto riguarda il progetto delle terre e/o rocce di scavo si tenga conto che i materiali di scavo, al netto dei primi 60 cm di terreno vegetale, sono costituiti da argille limose con pochi ciottoli alterati.

Nel caso di scavi di fondazione sotto la quota di immobili esistenti, la cui altezza, fra fondo scavo e quota fondazioni esistenti, sia inferiore alla distanza in orizzontale del ciglio di scavo (considerato verticale) dalle fondazioni esistenti, si consiglia molta cautela e la possibilità di realizzare opere revisionali di stabilizzazione dello scavo.



GEO.TI sas via Malogno 13, 25036 Palazzolo s/O (Bs)  
Tel e Fax : 030/7400796 e-mail : geoti@libero.it

**Foto aerea volo 2007- ubicazione prove penetrometriche**





**Geostru PS Parametri sismici**

Geostru-PS è un software GEOSTRU per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. Scrivi l'indirizzo e/o sposta l'icona sul sito di interesse, otterrai tutti i parametri di pericolosità sismica.

Cerca Posizione		Determinazione dei parametri sismici	
Via	n°	(1)* Coordinate WGS84	
Comune	Cap	Lat. 45,715700	° Long. 9,831100
Provincia	<input type="button" value="Cerca"/>	(1)* Coordinate ED50	
Coordinate WGS84		Lat. 45,716622	° Long. 9,832149
Latitudine	45.7157	Classe dell'edificio	
Longitudine	9.8311	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e $C_u = 1$	
	<input type="button" value="Cerca"/>	Vita nominale	
		(Opere provvisorie <=10. Opere ordinarie >=50. Grandi opere >=100)	
		<input type="button" value="Calcola"/>	



Stato Limite	Tr [anni]	$a_0$ [g]	$F_0$	$T_c$ [s]
Operatività (SLO)	30	0,034	2,427	0,201
Danno (SLD)	50	0,045	2,430	0,222
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,125	2,428	0,272
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,162	2,478	0,278
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**Calcolo dei coefficienti sismici**

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Margine di sicurezza:

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,46
Cc* Coeff. funz categoria	1,78	1,72	1,61	1,60
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,013	0,045	0,057
kv	0,005	0,007	0,022	0,028
Amax [m/s²]	0,501	0,656	1,835	2,314
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Nota sui calcoli: l'acc.ne di gravità utilizzata è pari a 9,80665 m/s² e i calcoli sono condotti senza approssimazioni numeriche.

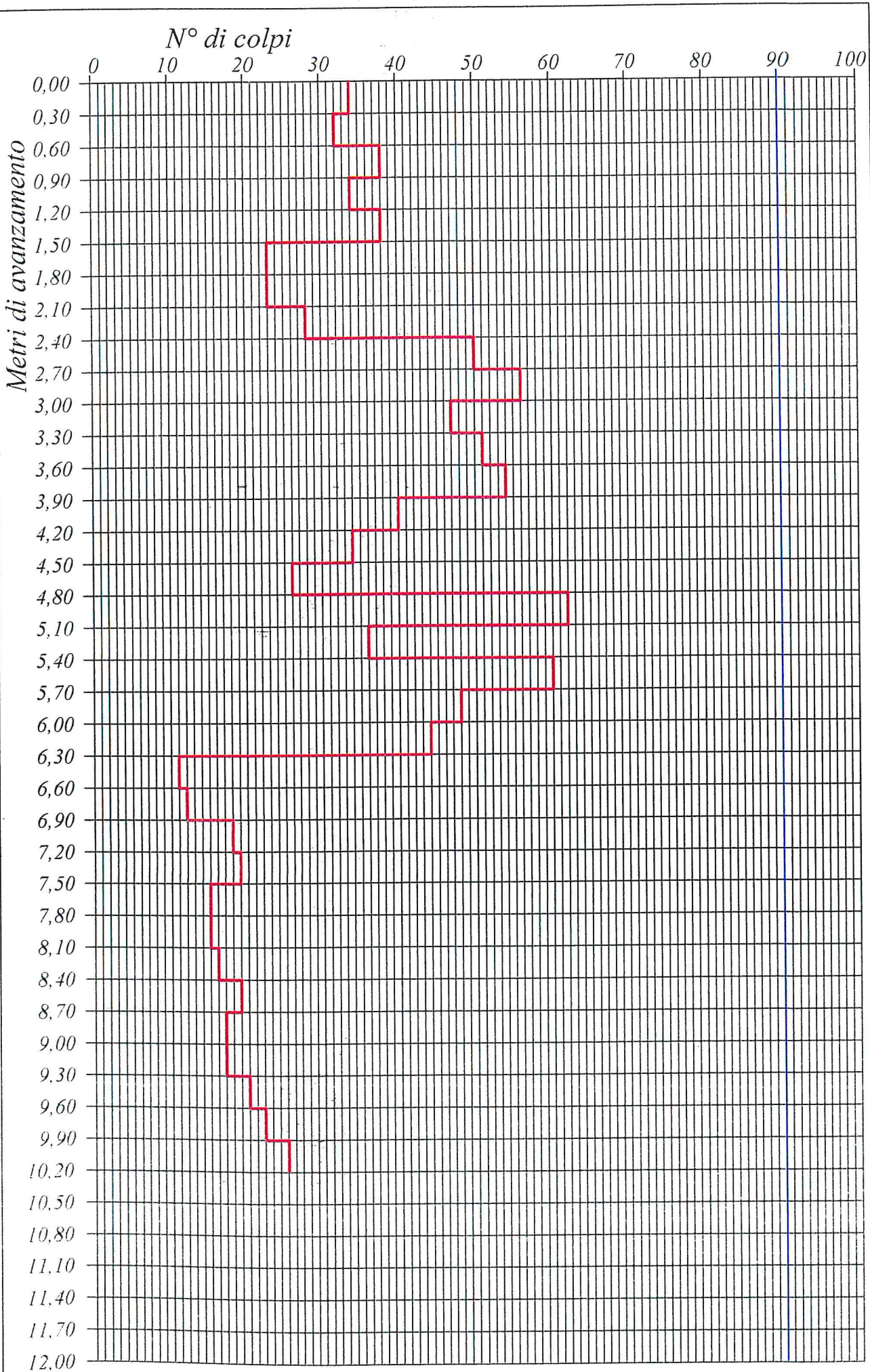
(1)\* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.



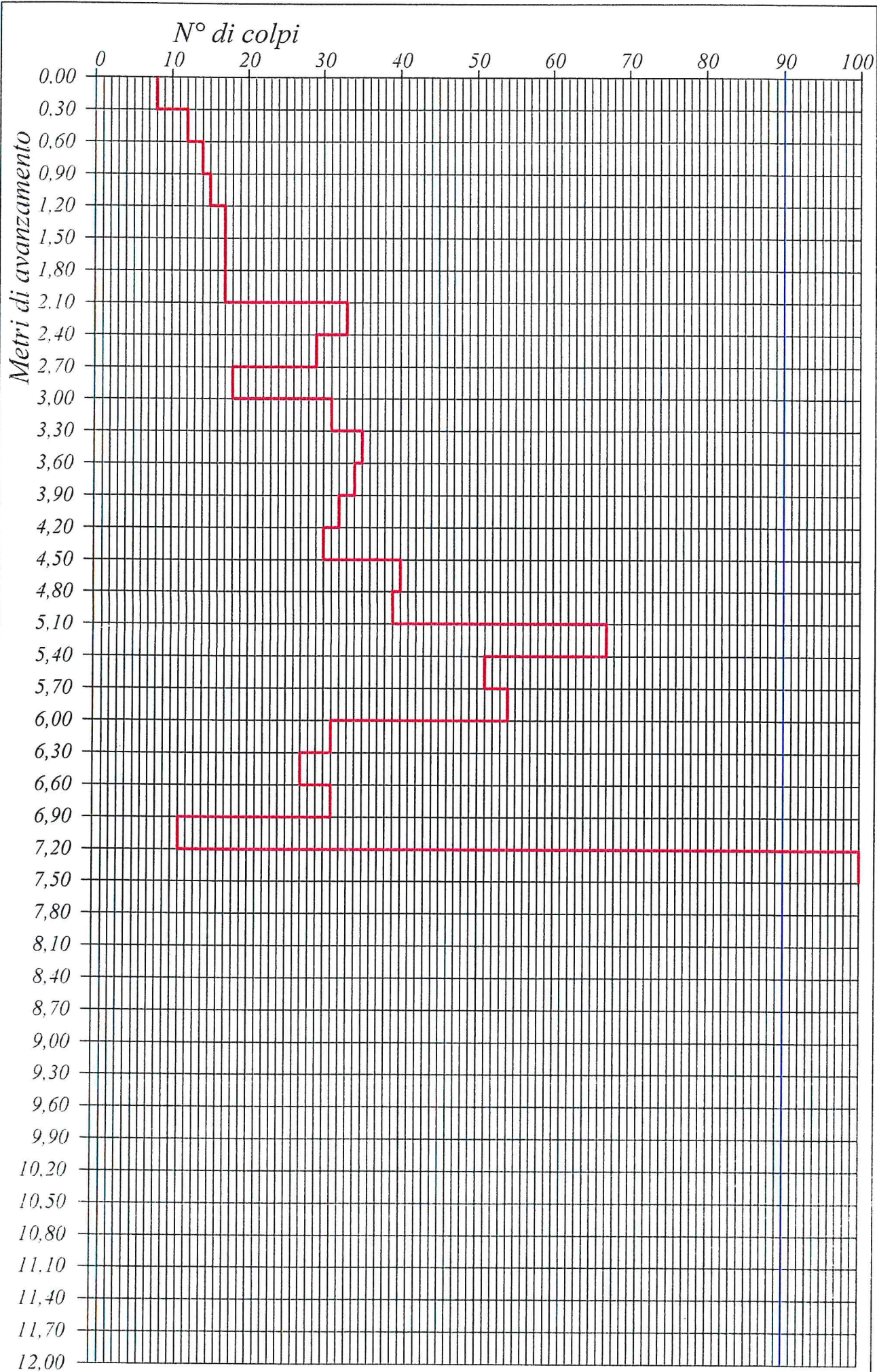
GeoStru PS è un software per la determinazione della pericolosità sismica. È distribuito da GeoStru S.p.A. - Via Po 12 - 20121 Milano - Tel. 02 76000000 - Fax 02 76000001 - Email: info@geostru.com - Pagine Gialle: 20121 Milano - Tel. 02 76000000

GeoStru PS è un software per la determinazione della pericolosità sismica. È distribuito da GeoStru S.p.A. - Via Po 12 - 20121 Milano - Tel. 02 76000000 - Fax 02 76000001 - Email: info@geostru.com - Pagine Gialle: 20121 Milano - Tel. 02 76000000













**Hattusas s.r.l.**

Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)  
Tel. e fax 035 4425112 E-mail info@hattusas.it

## **RELAZIONE GEOTECNICA**

Per rispondere agli obiettivi indicati in premessa, al fine di determinare la natura stratigrafica e litotecnica dei terreni di fondazione dell'autorimessa è stata eseguita **n. 3 prove penetrometriche dinamiche** per valutare la resistenza meccanica dei terreni, con penetrometro dinamico pesante DPHS Penni 63. L'impiego ormai generalizzato e i numerosi casi oggetto di studio e di confronto sperimentale, permettono comunque di ottenere informazioni accettabili in merito alle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. La prova consiste nel lasciare cadere il maglio del peso di 63 kg da un'altezza di 75 cm su delle aste che spingono una punta conica unificata, la quale penetra così nel terreno; in base al numero di colpi inflitti per avere un approfondimento di 20 cm della punta si risale alle caratteristiche meccaniche del terreno considerato e, mediante l'utilizzo di opportune formule, alla resistenza di rottura dinamica alla punta e il carico ammissibile del terreno.

I dati di campagna hanno quindi fornito per ciascuna prova eseguita il numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm della punta penetrometrica, riferiti alle singole profondità di infissione, ai quali sono legati i valori di resistenza dinamica (in Kg/cm<sup>2</sup>) opposta all'avanzamento relativo della punta penetrometrica.

I risultati conseguiti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area di studio sono illustrati nei grafici e nelle tabelle allegate.

## ***INDAGINI GEOTECNICHE***

### ***Parametri di base***

Per definire la successione stratigrafico-litotecnica dei terreni in situ sono state dunque eseguite specifiche indagini che consentono di attribuire a ciascun livello di terreno attraversato i parametri fisico-meccanici caratteristici.

Come ricordato, l'impiego del Penetrometro dinamico Penni 63 consente la registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta



**Hattusas s.r.l.**

Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Tel. e fax 035 4425112 E-mail [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)

penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato.

Le successive elaborazioni ed interpretazioni dei dati forniti dalla prova penetrometrica consentono di attribuire a ciascun livello i parametri litotecnici significativi. Le indagini eseguite hanno mostrato che la stratigrafia dei terreni presenti nell'area è relativamente semplice entro i primi metri di profondità; l'interpretazione dei dati forniti dalle prove consente infatti di riconoscere la presenza, di livelli argille più o meno superficiali e compatte fino a profondità di qualche metro che ricoprono il cappellaccio di alterazione del sottostante substrato roccioso.

L'interpretazione e l'elaborazione dei dati forniti delle prove penetrometriche ha consentito di attribuire in prima analisi agli orizzonti attraversati i seguenti parametri litotecnici relativi alla prova n. 2 considerata come rappresentativa.

I parametri indicati sono stati ottenuti usando le correlazioni di letteratura di seguito riportate.

**Angolo d'attrito drenato**

Kenney ('59)

Schmertmann ('78)

Meyerhof

De Mello ('71)

Stroud ('88)

**Densità relativa**

Skempton ('86)

Stroud ('88)

**Modulo elastico  $E_s$**

Valutato sulla base delle correlazioni dirette con i valori di  $N_{spt}$  ( da Bowles)

**Coesione non drenata  $C_u$**

Sempre considerata nulla

**Coesione drenata**

Sempre considerata nulla

**Peso di volume naturale**

Stimato sulla base della granulometria prevalente



**Hattusas s.r.l.**

Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Tel. e fax 035 4425112 E-mail info@hattusas.it

<b>Coltre superficiale argillosa-limosa</b>	
N. colpi medi	4
Angolo d'attrito	23°
Gamma	1,64 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	28

<b>Substrato resistente - trovante</b>	
N. colpi medi	26
Angolo d'attrito	35°
Gamma	1,96 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	185

## **VALUTAZIONE DEGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO (SLU, SLE)**

### **Premessa**

Le ipotesi progettuali prevedono la realizzazione di un edificio corpo unico disposto su più piani, pertanto l'indagine ha previsto l'esecuzione di una serie di prove penetrometriche, il più possibile entro l'area in esame, il dato ricavato da ogni singola prova si riferisce esclusivamente al suo immediato intorno.

Per il calcolo dei parametri meccanici dei terreni e della capacità portante, si sono per semplicità ipotizzate fondazioni a plinto; si ricorda, in ogni caso, che in ultima analisi è specifica competenza del tecnico strutturista la scelta e il dimensionamento delle tipologie di fondazioni ritenute più idonee alla soluzione ottimale del problema geotecnico specifico.

In ottemperanza alle Nuove Norme Tecniche, per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (S.L.U.) dovrà necessariamente essere verificata dallo strutturista la seguente relazione:

$$Ed \leq Rd (1)$$

dove:



# Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente: Impresa EDILBARCELLA srl

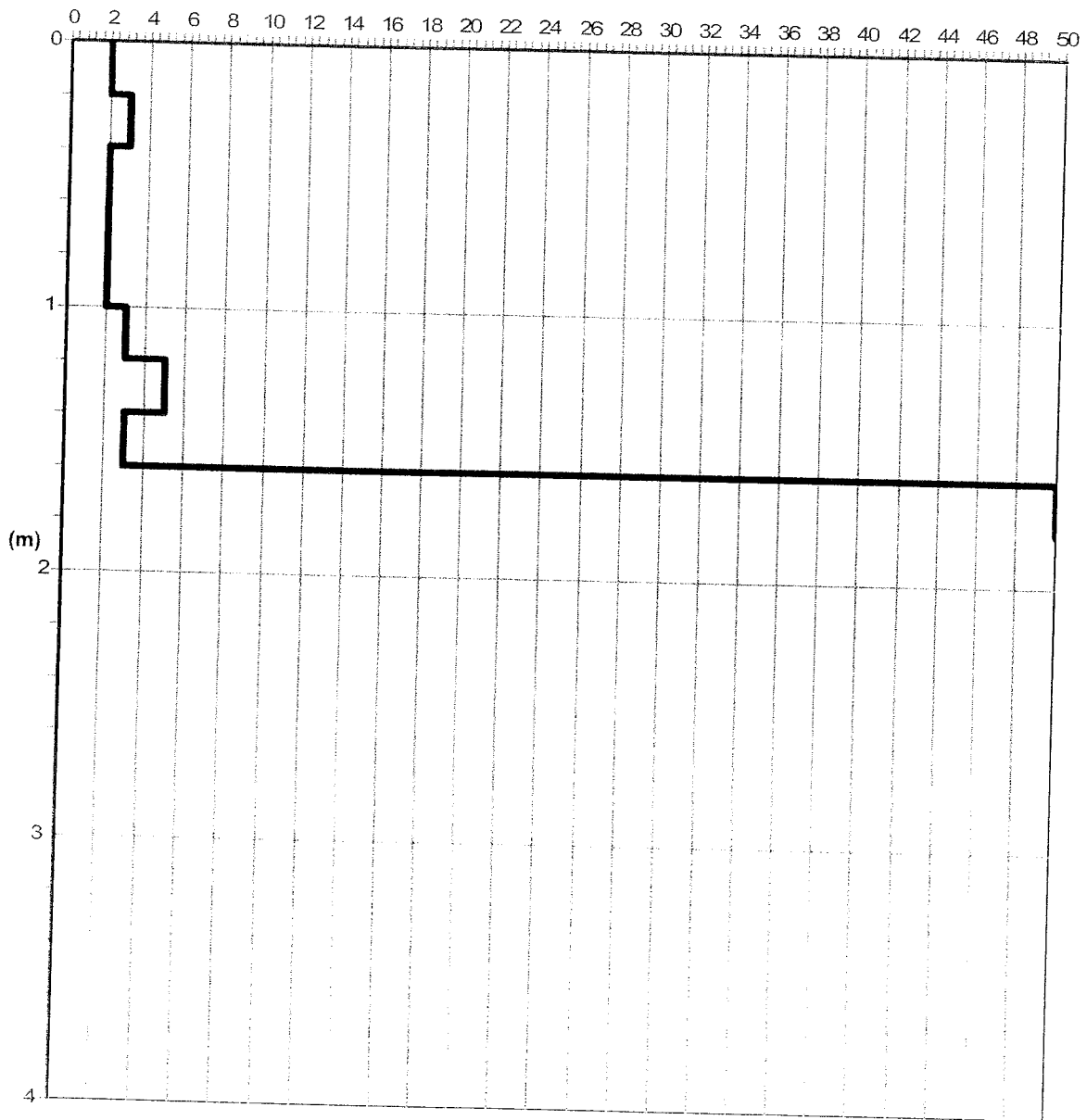
Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere: via Moiola

Prova 1

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta

Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente: Impresa EDILBARCELLA srl

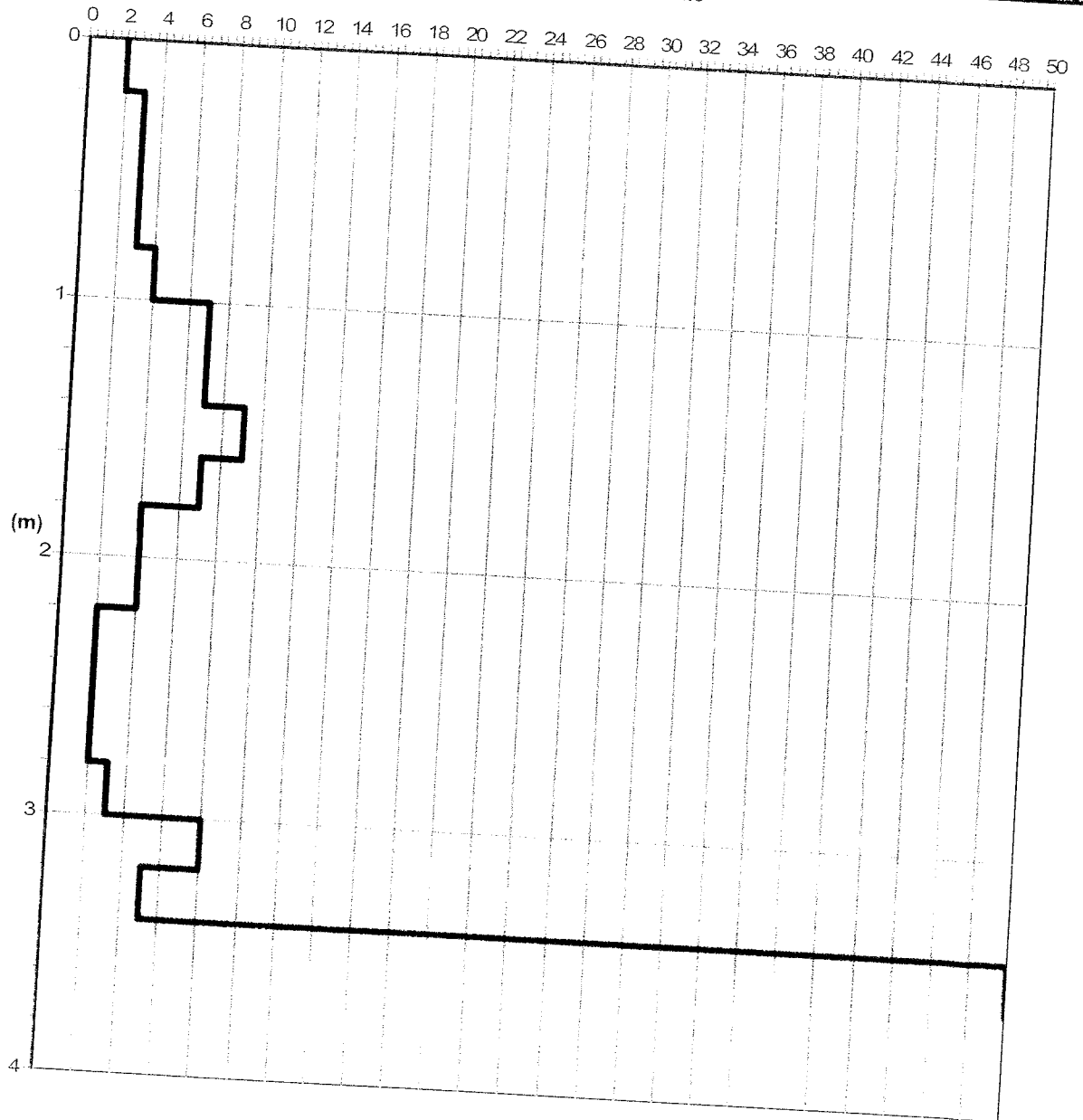
Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere: via Moioli

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 2

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



— Colpi punta

# Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente: Impresa EDILBARCELLA srl

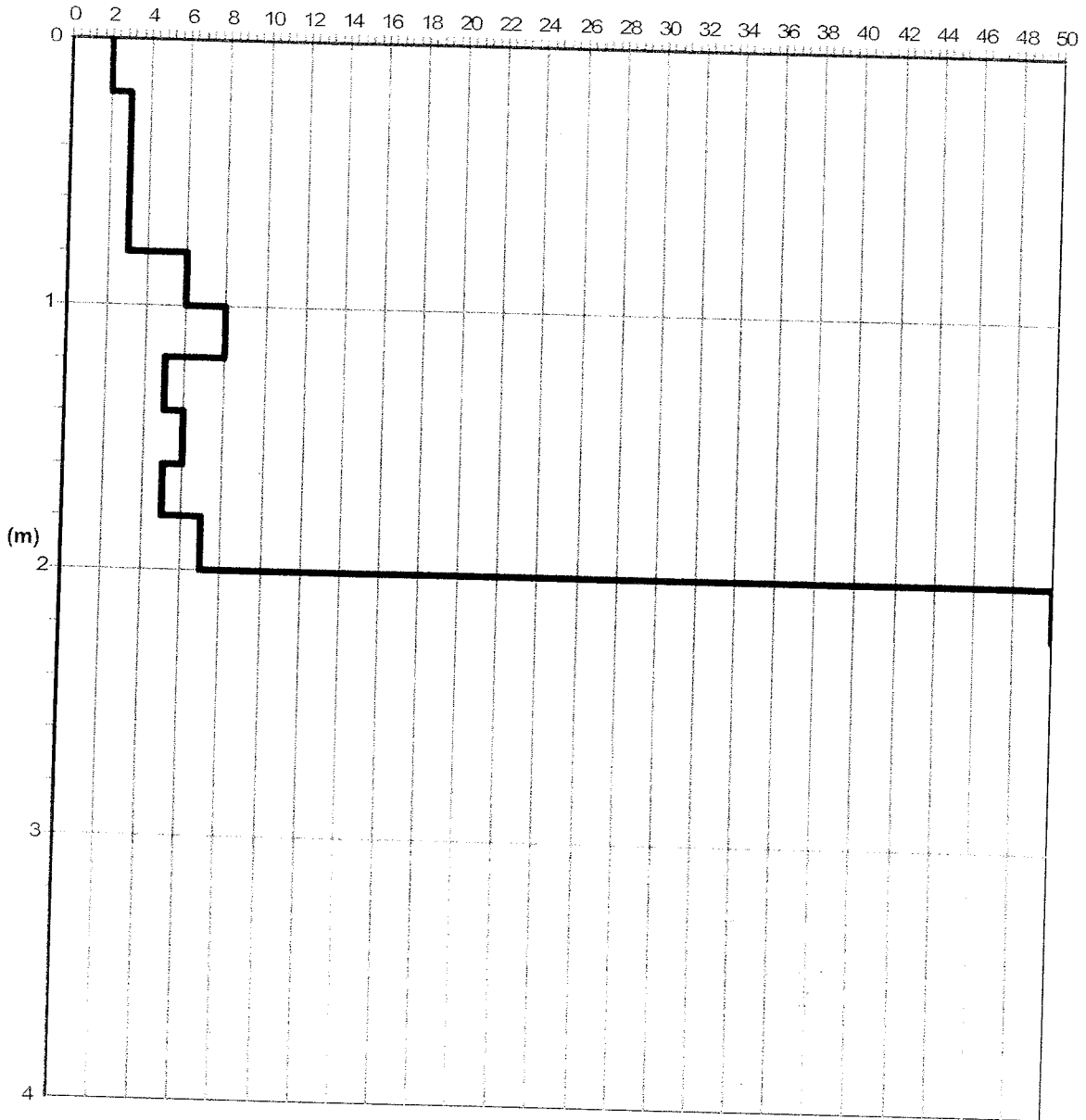
Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere: via Moiola

Prova 3

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



— Colpi punta

## 7 - INDAGINI GEOTECNICHE

### 7.1 - Scelta e ubicazione dei sondaggi

La scelta della ubicazione delle prove penetrometriche SCPT eseguite è stata effettuata sulla base dell'ampiezza dell'area, della sua localizzazione e del progetto di edificazione di massima fornitori.

Il giorno 07.03.2011 sono state effettuate n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT a partire dalla quota media di ca 382.0 m s.l.m.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata rinvenuta acqua di falda. La profondità della falda nell'area non è rilevabile perché l'area si imposta su depositi di versante sovrastanti il substrato roccioso.

### 7.2 - Prove penetrometriche dinamiche SCPT

L'indagine si è articolata nell'esecuzione di n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue tipo S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test) effettuate il giorno 07.03.2011.

La prova consiste nella infissione a battitura di aste di Ø 30 mm.

L'infissione avviene mediante battitura con un maglio di 73.5 Kg di peso che cade automaticamente da un'altezza di 75 cm con punta conica di Ø 51.0 mm.

La procedura Meardi AGI prevede l'utilizzo di un rivestimento metallico provvisorio per "scaricare" l'attrito laterale sulle aste in modo da quantificare la sola resistenza di punta all'avanzamento; tale rivestimento viene infisso nel terreno alternativamente all'infissione delle aste.

Il numero N di colpi, che rappresenta la resistenza alla penetrazione a qualsiasi profondità, necessario per l'affondamento della punta di 30 cm viene riportato in un diagramma continuo di penetrazione che si allega in appendice alla presente relazione.

In ascissa è indicato il numero di colpi necessari per un avanzamento dell'utensile di 30 cm, in ordinata la profondità, ad intervalli di 30 cm (*Ved. Tavole 8-9-10-11*).

Con tale strumentazione è possibile tramite tabelle di correzione e grafici sperimentali correlare il numero di colpi necessari all'avanzamento dell'utensile (Nc) ai principali parametri geotecnici caratteristici dei terreni investigati, quali lo stato di addensamento dei depositi, l'angolo di attrito interno e il peso di volume; questi ultimi

sono elementi necessari per la valutazione infine del carico ammissibile e dei cedimenti calcolati secondo la teoria dell'elasticità.

Sono state eseguite le seguenti:

Prova penetrometrica n° 1 - S.C.P.T.:	Profondità raggiunta: 8.70 m da p.c.
Prova penetrometrica n° 2 - S.C.P.T.:	Profondità raggiunta: 9.90 m da p.c.
Prova penetrometrica n° 3 - S.C.P.T.:	Profondità raggiunta: 9.90 m da p.c.
Prova penetrometrica n° 4 - S.C.P.T.:	Profondità raggiunta: 9.90 m da p.c.

In tutte le prove eseguite le aste sono risultate asciutte, non è stata rilevata la presenza di acqua di falda.

A profondità variabile da 6.50 m da p.c. nella prova P4 e da 7.50 m da p.c. (prova P1) sono state rinvenute tracce di argilla a volte molto compatta.



**Caratteristiche del penetrometro dinamico super pesante Pagani (DPSH super heavy) TG 63-100 equipaggiato con attrezzatura relativa alla configurazione Meardi-AGI**

**Caratteristiche tecniche penetrometro**

Peso mazza battente	$M = 73.50 \text{ kg}$	Lunghezza delle aste	$L_a = 1.00 \text{ m}$
Altezza caduta libera	$H = 0.75 \text{ m}$	Peso aste per metro	$M_a = 6.31 \text{ kg}$
Peso sistema battuta	$M_s = 0.63 \text{ kg}$	Prof. Giunzione 1 <sup>a</sup> asta	$P_1 = 0.30 \text{ m}$
Diametro punta conica	$D = 51.00 \text{ mm}$	Avanzamento punta	$\delta = 0.30 \text{ m}$
Area base punta conica	$A = 20.43 \text{ cm}^2$	Rivestimento/Fanghi	$S_i$
Angolo apertura punta	$\alpha = 60^\circ$		

Numero di colpi punta	$N = N(30) \Rightarrow$ relativo ad un avanzamento di 30 cm
Energia specifica per colpo	$Q = (MH)/(A\delta) = 8.93 \text{ kg/cm}^2$ (SPT = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
Coeff. Teorico di energia	$\beta t = Q/Q_{spt} = 1.141$ (teoricamente $N_{spt} = \beta t N$ )

**Correlazioni geotecniche di riferimento**

Parametro	Correlazione	Tipo di terreno	Bibliografia
Densità relativa	$N_{spt} / D_r$	Terreni granulari	Terzaghi – Peck 1948/67
Angolo d'attrito interno efficace	$N_{spt} / \phi$	Terreni granulari	Peck-Hanson-Thorburn 1953/74
Modulo di deformazione drenato	$N_{spt} / E'$	Terreni granulari	Buisman-Bowles
Rischio liquefazione	$N_{spt}$	Terreni granulari	Shi – Ming 1982
Coesione non drenata	$N_{spt} / C_u$	Terreni coesivi	Terzaghi – Peck 1948/67
Peso di volume	$N_{spt} / \gamma$	Terreni granulari / coesivi	Terzaghi-Peck 1948/67 – Bowles 1982

## Terreno coerente (argille e limi)

DEFINIZIONE DELLA CONSISTENZA	$N_{SPT}$	INDICE DI CONSISTENZA ( $I_c$ )	COESIONE NON DRENATA $C_u$ (bar)
Molto soffice	< 2	~ 0	< 0.1
Soffice	2 ÷ 4	0 ÷ 0.25	0.1 ÷ 0.25
Plastico	4 ÷ 8	0.25 ÷ 0.50	0.25 ÷ 0.50
Duro	8 ÷ 15	0.50 ÷ 0.75	0.50 ÷ 1.00
Molto duro	15 ÷ 30	0.75 ÷ 1.00	1.00 ÷ 2.00
Durissimo	> 30	> 1	> 2.00

## Terreno incoerente (ghiaie e sabbie)

DEFINIZIONE DELLA CONSISTENZA	$N_{SPT}$	DENSITA' RELATIVA ( $D_r$ )	ANGOLO DI ATTRITO $\phi'$
Molto sciolto	< 4	< 0.2	< 30°
Sciolto	4 ÷ 10	0.2 ÷ 0.4	30° ÷ 35°
Medio	10 ÷ 30	0.4 ÷ 0.6	35° ÷ 40°
Denso	30 ÷ 50	0.6 ÷ 0.8	40° ÷ 45°
Molto denso	> 50	> 0.8	> 45°



## 8 - RISULTATI DELL'INDAGINE

### 8.1 - Stratigrafia locale del sottosuolo

Con i risultati delle prove penetrometriche eseguite è stato possibile definire un profilo penetrometrico di riferimento, costituito da strati omogenei nel numero di colpi necessari all'avanzamento della punta.

Ogni strato quindi è caratterizzato da un valore  $N_p$  specifico che lo contraddistingue. Successivamente i valori  $N_p$  sono stati trasformati in valori  $N_{SPT}$  utilizzando opportuni coefficienti  $\beta$  di correlazione con la prova SPT secondo la formula seguente:

$$N_{SPT} = N_p \cdot \beta$$

Il coefficiente di correlazione  $\beta$  varia in funzione della presunta natura del terreno attraversato e comunque compreso tra 1,14 e 2,00.

In mancanza del sondaggio a carotaggio continuo il profilo penetrometrico diventa anche profilo geotecnico costituito da strati caratterizzati da un valore  $N_{SPT}$  utilizzato per definire i parametri geotecnici attraverso opportune correlazioni presenti in letteratura.

L'esecuzione delle prove penetrometriche sull'area di indagine ha evidenziato la presenza di una situazione geologicamente omogenea per l'area indagata. Le prove hanno raggiunto la massima profondità di 9,90 m da p.c.. E' da segnalare che nelle prove P1 e P4 è stato raggiunto il rifiuto alla penetrazione a profondità rispettivamente di 8,70 m da p.c. e 9,90 m da p.c.. In particolare la stratigrafia ricostruibile è rappresentata da uno spessore di ca 0,90 m di terreno vegetale, a seguire fino a un massimo di 9,90 m da p.c. da terreni costituiti da sabbia limosa ghiaiosa con tracce di argilla.

Dalle considerazioni esposte è possibile effettuare la seguente ricostruzione litostratigrafia mediata, a partire dalla quota media del piano di esecuzione delle prove (circa 382.0 m s.l.m.), sulla base dell'interpretazione dei dati desunti dalle prove penetrometriche :

- a) Da p.c a profondità di 0,90 m da p.c. è presente terreno vegetale, molto sciolto, costituiti da limi sabbiosi ( $N_{spt} = 4$  c/p).

b) Seguono da 0,90 m a 5,10 m da p.c. sabbie limoso-ghiaiose, sciolte (Nspt=9 c/p).

c) Seguono da ca 5,10 m da p.c fino a 9,90 m da p.c., e presumibilmente oltre, sabbia limoso-ghiaiosa con tracce di argilla, da mediamente addensata a molto addensata (Nspt=12 c/p ÷ R).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici degli orizzonti attraversati si fanno le seguenti valutazioni mediate, relative ai parametri desunti dalle prove penetrometriche:

**a) Orizzonte di terreno molto sciolto da 0,00 a 0,90 m da p.c.:**

peso di volume secco	$\gamma_d = 1,41 \text{ t/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 1,88 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 23,0^\circ$
densità relativa	DR= 11,3%
modulo di deformazione drenato	$E' = 40 \text{ kg/cm}^2$
coefficiente di Poisson (da letteratura)	$\nu = 0,35$
modulo di sottofondazione (da letteratura)	$k_{\text{winkler}} = 0,80 \text{ kg/cm}^3$

**b) Orizzonte di terreno sciolto da 0,90 a 5,10 m da p.c.:**

peso di volume secco	$\gamma_d = 1,48 \text{ t/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 1,92 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 26,0^\circ$
densità relativa	DR= 31,7%
modulo di deformazione drenato	$E' = 72 \text{ kg/cm}^2$
coefficiente di Poisson (da letteratura)	$\nu = 0,30$
modulo di sottofondazione	$k_{\text{winkler}} = 1,27 \div 1,51 \text{ kg/cm}^3$

**c) Orizzonte di terreno mediamente addensato da 5,10 a 9,90 m da p.c. e presumibilmente oltre:**

peso di volume secco	$\gamma_d = 1,52 \text{ t/m}^3$
peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 1,94 \text{ t/m}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 30,5^\circ$
densità relativa	DR= 38,0%
modulo di deformazione drenato	$E' = 96 \text{ kg/cm}^2$
coefficiente di Poisson (da letteratura)	$\nu = 0,30$



modulo di sottofondazione (da letteratura)  $k_{winkler} = 2,0 \text{ kg/cm}^3$

## 8.2 - Portanza del terreno

Il carico limite unitario è stato calcolato secondo le teorie di Terzaghi e di Meyerhof applicando la formula di Meyerhof (1970):

$$q_{lim} = (\gamma' \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q) + (0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma) \quad (1)$$

dove:

- $q_{lim}$  = carico limite di rottura ( $t/m^2$ )
- $\gamma'$  = peso di volume del terreno ( $t/m^3$ )
- $D_f$  = profondità del piano di posa delle fondazioni (m) (si assume  $D_f \leq B$ )
- $N_q$  e  $N_\gamma$  = coefficienti di carico limite (da Vesic, 1975)
- $S_\gamma$  e  $S_q$  = fattori di forma (dipendenti da  $\phi$  e dalle dimensioni della fondazione)
- $B$  = larghezza fondazione (m)
- $d_q$  = fattore dipendente dalla profondità del piano di posa (da Brinch-Hansen)

Per il calcolo della capacità portante ammissibile del terreno, nell'ipotesi di fondazioni superficiali a trave continua impostate a profondità di 2,00 m da p.c., sono stati adottati i parametri geotecnici cautelativi dell'orizzonte sciolto che si estende da 0,90 m a 5,10 m da p.c.:

- peso di volume secco  $\gamma_d = 1,48 \text{ t/m}^3$
- peso di volume saturo  $\gamma_{sat} = 1,92 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito interno  $\phi' = 26,0^\circ$
- densità relativa  $DR = 31,7 \%$
- modulo di deformazione drenato  $E' = 72,0 \text{ kg/cm}^2$
- coesione non drenata =  $C_u = -$ ;
- carico verticale e centrato agente su piano orizzontale;
- profondità = 2,00 m dal p.c.;
- falda acquifera = assente.

Per quanto riguarda il carico ammissibile del terreno alla profondità di 2,00 m (rispetto alla quota media di riferimento delle prove di ca 382,0 m s.l.m.), sulla base

di una media delle resistenze penetrometriche relative agli strati ubicati alla profondità interessata si può calcolare, secondo le teorie di Terzaghi e di Meyerhof e utilizzando la formula di Meyerhof (*si veda l'Appendice 2* in allegato alla presente) ed è consigliato pari a:

Quota di impostazione (m da p.c.)	Larghezza fondazione B (m)	Carico ammissibile (kg/cm <sup>2</sup> )
-2,00 m da p.c.	1,00 m	$\sigma_{amm} = 1,00 \text{ kg/cm}^2$

Per un carico ammissibile pari a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> il cedimento immediato sarà contenuto e pari a 0,741 cm , come descritto nel capitolo successivo.

In ogni caso, analizzando i parametri geotecnici degli orizzonti interessati e i diagrammi relativi alle prove S.C.P.T., si evince che l'orizzonte interessato dalla nostra analisi e fino alla profondità di indagine di 9,90 m da p.c. presenta **scadenti** qualità geotecniche.

Per la realizzazione delle fondazioni si dovrà asportare il livello di copertura vegetale che si estende da 0,0 a 0,90 m di profondità da p.c..

I valori indicati per la capacità portante ammissibile del terreno tengono conto delle eterogeneità litostratigrafiche riscontrate, la proposta di fondazione a trave continua permetterà di evitare l'innescarsi di cedimenti differenziali che potrebbero danneggiare le opere.

**Eventuali plaghe e orizzonti soffici che potrebbero essere rinvenuti durante le operazioni di scavo a profondità tra i 0,90 e i 2,00 metri da p.c., potranno essere sostituiti con materiale idoneo.**

Dall'analisi del progetto (*Ved. Appendice 6*), le nuove costruzioni presentano un piano interrato. L'area in esame è pianeggiante e localizzata sullo spartiacque di una valle.

Durante l'esecuzione delle prove non è stata rinvenuta acqua di falda, ma non conoscendo i dati esatti di soggiacenza della falda in seguito ad eventi meteorici particolarmente intensi né conoscendo i dati di escursione, si consiglia di impermeabilizzare gli eventuali piani interrati.



## 8.1 - Valutazione dei cedimenti

I cedimenti sono stati calcolati adottando il Metodo di Schmertmann (1970) ed hanno fornito i seguenti valori:

**CALCOLO DEI CEDIMENTI CON IL METODO DI SCHMERTMANN (1970)**  
**FONDAZIONE A TRAVE ROVESCIA: (Deformazione assialsimmetrica)**  
 Procedimento di calcolo empirico valido per terreni incoerenti, utilizzando i parametri ricavati dalle indagini geonostiche in sito (prove CPT, SPT, SCPT).

**parametri:**

profondità piano fondale (Df):	2	metri
Larghezza della fondazione (B):	1	metri
peso di volume ( $\gamma$ ):	1,48	T/mc
tempo di calcolo del cedimento	30	anni

**carico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

0,80
0,90
1,00
1,10
1,20

Intorno dei valori di carico ammissibile

**coefficienti correttivi C1 e C2**

C1	0,706	in funzione del carico
C1	0,755	
C1	0,790	
C1	0,816	
C1	0,836	

C2 

1,495
-------

 in funzione del tempo

**STRATIGRAFIA AL DI SOTTO DELLA FONDAZIONE**

	spessore (metri):	num medio di colpi nello strato	coeff. deformazione lz:
1 strato	1,00	9,0	0,450
2 strato	1,00	9,0	0,500
3 strato	1,10	9,0	0,290
4 strato	0,90	12,0	0,090

n.b. la deformazione si annulla alla profondità maggiore di 4 B, i coefficienti di deformazione (lz) sono calcolati a metà spessore dello strato compressibile

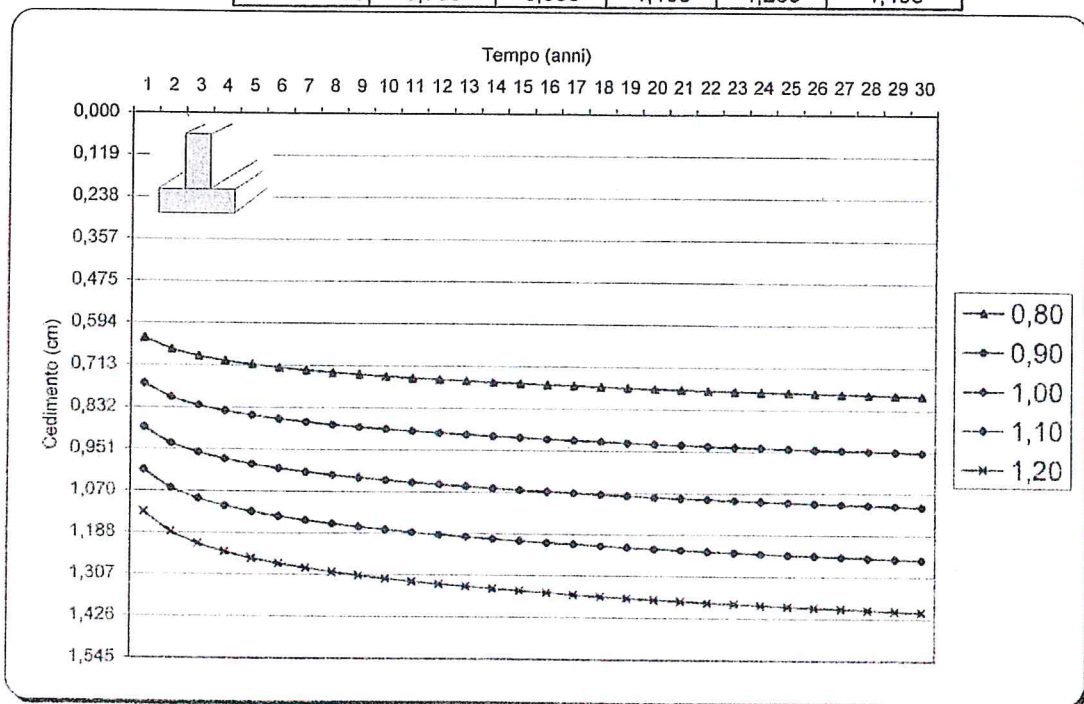
**PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI**

carico Kg/cm <sup>2</sup>	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
0,80	0,530	0,793
0,90	0,637	0,953
1,00	0,741	1,108
1,10	0,842	1,259
1,20	0,941	1,408

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. = 1,27  
max = 1,51

Tempo in anni	cedimento carico 0,80	cedimento carico 0,90	cedimento carico 1,00	cedimento carico 1,10	cedimento carico 1,20
1	0,636	0,765	0,889	1,010	1,130
2	0,668	0,803	0,934	1,061	1,186
3	0,687	0,826	0,960	1,091	1,220
4	0,700	0,842	0,978	1,112	1,243
5	0,710	0,854	0,993	1,128	1,261
6	0,719	0,864	1,004	1,141	1,276
7	0,726	0,873	1,014	1,153	1,289
8	0,732	0,880	1,023	1,162	1,300
9	0,737	0,887	1,030	1,171	1,309
10	0,742	0,892	1,037	1,179	1,318
11	0,747	0,898	1,043	1,186	1,326
12	0,751	0,902	1,049	1,192	1,333
13	0,754	0,907	1,054	1,198	1,339
14	0,758	0,911	1,059	1,203	1,345
15	0,761	0,915	1,063	1,208	1,351
16	0,764	0,918	1,067	1,213	1,356
17	0,767	0,922	1,071	1,218	1,361
18	0,769	0,925	1,075	1,222	1,366
19	0,772	0,928	1,079	1,226	1,370
20	0,774	0,931	1,082	1,229	1,375
21	0,776	0,933	1,085	1,233	1,379
22	0,778	0,936	1,088	1,236	1,382
23	0,780	0,938	1,091	1,240	1,386
24	0,782	0,941	1,094	1,243	1,390
25	0,784	0,943	1,096	1,246	1,393
26	0,786	0,945	1,099	1,249	1,396
27	0,788	0,947	1,101	1,251	1,399
28	0,790	0,949	1,103	1,254	1,402
29	0,791	0,951	1,106	1,257	1,405
30	0,793	0,953	1,108	1,259	1,408



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N° 1**  
**ELABORAZIONE STATISTICA**

PENETROMETRO DINAMICO PESANTE ITALIANO [SCPT]

M = 73.0 Kg    H = 0.75 m    A = 20.27 cm<sup>2</sup>    D = 50.8 mm

[rif.: Raccomandazioni A.G.I. 1977]

N<sub>p</sub> = n° colpi punta [avanz. δ = 30 cm]

quota inizio: 0.00

prof. falda: Non rilevata

data: 07.03.2011

Località      Cenate Sopra (BG)

Note: Da 7.50 a 8.70 m da p.c. asta rigata di bianco sporca di  
argilla molto compatta**Descrizione Litologia:**

Q <sub>s</sub>	Q <sub>i</sub>	Litologia
0,00	0,90	Terreno vegetale limoso sabbioso
0,90	5,10	Sabbia limoso ghiaiosa
5,10	8,70	Sabbia limoso ghiaiosa

**Interpretazione:**

z	D <sub>r</sub>	φ (2)	C <sub>u</sub>	E (1)	E <sub>u</sub>	m <sub>v</sub>	G
0,60	44,18	22,2	----	31,09	----	----	----
0,90	49,69	23,3	----	40,56	----	----	----
1,20	48,41	23,3	----	40,77	----	----	----
1,50	62,47	26,0	----	67,36	----	----	----
1,80	65,22	26,8	----	76,09	----	----	----
2,10	67,63	27,5	----	84,72	----	----	----
2,40	66,18	27,5	----	85,25	----	----	----
2,70	74,85	29,4	----	109,45	----	----	----
3,00	66,98	28,2	----	94,40	----	----	----
3,30	80,48	31,1	----	133,40	----	----	----
3,60	76,33	30,6	----	126,86	----	----	----
3,90	60,12	27,5	----	87,46	----	----	----
4,20	62,30	28,2	----	96,30	----	----	----
4,50	64,26	28,8	----	105,05	----	----	----
4,80	66,05	29,4	----	113,73	----	----	----
5,10	67,68	30,0	----	122,35	----	----	----
5,40	48,90	26,0	----	71,21	----	----	----
5,70	44,60	25,2	----	62,08	----	----	----
6,00	53,83	27,5	----	89,75	----	----	----
6,30	63,79	30,0	----	124,40	----	----	----
6,60	69,80	31,7	----	149,22	----	----	----
6,90	76,99	33,6	----	180,69	----	----	----
7,20	77,87	34,1	----	188,97	----	----	----
7,50	88,78	37,0	----	239,59	----	----	----
7,80	100,00	42,0	----	340,30	----	----	----
8,10	100,00	43,3	----	372,71	----	----	----
8,40	100,00	44,8	----	413,22	----	----	----
8,70	100,00	56,7	----	810,24	----	----	----

**Parametri Strati:**

Z <sub>s</sub>	Z <sub>i</sub>	γ	γ <sub>s</sub>
0,00	0,90	1410	1880
0,90	5,10	1480	1920
5,10	8,70	1520	2000



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N° 2**  
**ELABORAZIONE STATISTICA**

PENETROMETRO DINAMICO PESANTE ITALIANO [SCPT]  
M = 73.0 Kg    H = 0.75 m    A = 20.27 cm<sup>2</sup>    D = 50.8 mm

[rif.: Raccomandazioni A.G.I. 1977]  
N<sub>p</sub> = n° colpi punta [avanz. δ = 30 cm]  
quota inizio: 0.00  
prof. falda: Non rilevata  
data: 07.03.2011

Località            Cenate Sopra (BG)  
Note: aste come prova P1

**Descrizione Litologia:**

Q <sub>s</sub>	Q <sub>i</sub>	Litologia
0,00	0,90	Terreno vegetale limoso sabbioso
0,90	5,10	Sabbia limoso ghiaiosa
5,10	9,90	Sabbia limoso ghiaiosa

**Interpretazione:**

z	D <sub>r</sub>	φ (2)	C <sub>u</sub>	E (3)	E <sub>u</sub>	m <sub>v</sub>	G
0,60	51,01	23,3	----	46,30	----	----	----
0,90	49,69	23,3	----	46,30	----	----	----
1,20	68,46	26,8	----	92,60	----	----	----
1,50	52,79	24,3	----	57,87	----	----	----
1,80	72,92	28,2	----	115,75	----	----	----
2,10	78,09	29,4	----	138,90	----	----	----
2,40	85,44	31,1	----	173,62	----	----	----
2,70	77,91	30,0	----	150,47	----	----	----
3,00	66,98	28,2	----	115,75	----	----	----
3,30	71,98	29,4	----	138,90	----	----	----
3,60	67,66	28,8	----	127,32	----	----	----
3,90	77,62	31,1	----	173,62	----	----	----
4,20	73,71	30,6	----	162,05	----	----	----
4,50	64,26	28,8	----	127,32	----	----	----
4,80	60,29	28,2	----	115,75	----	----	----
5,10	59,36	28,2	----	115,75	----	----	----
5,40	55,45	27,5	----	104,17	----	----	----
5,70	65,65	30,0	----	150,47	----	----	----
6,00	67,14	30,6	----	162,05	----	----	----
6,30	66,20	30,6	----	162,05	----	----	----
6,60	60,45	29,4	----	138,90	----	----	----
6,90	54,44	28,2	----	115,75	----	----	----
7,20	56,36	28,8	----	127,32	----	----	----
7,50	62,78	30,6	----	162,05	----	----	----
7,80	77,72	34,5	----	254,65	----	----	----
8,10	59,03	30,0	----	150,47	----	----	----
8,40	48,54	27,5	----	104,17	----	----	----
8,70	53,04	28,8	----	127,32	----	----	----
9,00	52,45	28,8	----	127,32	----	----	----
9,30	58,52	30,6	----	162,05	----	----	----
9,60	37,90	25,2	----	69,45	----	----	----

**Parametri Strati:**

Z <sub>s</sub>	Z <sub>i</sub>	γ	γ <sub>s</sub>
0,00	0,90	1410	1880
0,90	5,10	1480	1920
5,10	9,90	1520	2000

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N° 3**  
**ELABORAZIONE STATISTICA**

PENETROMETRO DINAMICO PESANTE ITALIANO [SCPT]

M = 73.0 Kg    H = 0.75 m    A = 20.27 cm<sup>2</sup>    D = 50.8 mm

[rif.: Raccomandazioni A.G.I. 1977]

N<sub>p</sub> = n° colpi punta [avanz. δ = 30 cm]

quota inizio:                    0.00

prof. falda:                      Non rilevata

data:                                07.03.2011

Località                    Cenate Sopra (BG)  
Note                        n.1 asta piegata

**Descrizione Litologia:**

Q <sub>s</sub>	Q <sub>i</sub>	Litologia
0,00	0,90	Terreno vegetale limoso sabbioso
0,90	5,10	Sabbia limoso ghiaiosa
5,10	9,90	Sabbia limoso ghiaiosa

**Interpretazione:**

z	D <sub>r</sub>	φ (2)	C <sub>u</sub>	E (3)	E <sub>u</sub>	m <sub>v</sub>	G
0,60	51,01	23,3	----	46,30	----	----	----
0,90	60,86	25,2	----	69,45	----	----	----
1,20	68,46	26,8	----	92,60	----	----	----
1,50	62,47	26,0	----	81,02	----	----	----
1,80	69,17	27,5	----	104,17	----	----	----
2,10	63,76	26,8	----	92,60	----	----	----
2,40	62,40	26,8	----	92,60	----	----	----
2,70	71,66	28,8	----	127,32	----	----	----
3,00	59,91	26,8	----	92,60	----	----	----
3,30	58,78	26,8	----	92,60	----	----	----
3,60	64,51	28,2	----	115,75	----	----	----
3,90	74,99	30,6	----	162,05	----	----	----
4,20	59,10	27,5	----	104,17	----	----	----
4,50	43,33	24,3	----	57,87	----	----	----
4,80	53,93	26,8	----	92,60	----	----	----
5,10	56,32	27,5	----	104,17	----	----	----
5,40	64,03	29,4	----	138,90	----	----	----
5,70	70,52	31,1	----	173,62	----	----	----
6,00	56,74	28,2	----	115,75	----	----	----
6,30	68,52	31,1	----	173,62	----	----	----
6,60	49,35	26,8	----	92,60	----	----	----
6,90	54,44	28,2	----	115,75	----	----	----
7,20	61,27	30,0	----	150,47	----	----	----
7,50	60,49	30,0	----	150,47	----	----	----
7,80	52,40	28,2	----	115,75	----	----	----
8,10	43,31	26,0	----	81,02	----	----	----
8,40	66,71	32,2	----	196,77	----	----	----
8,70	47,98	27,5	----	104,17	----	----	----
9,00	68,93	33,2	----	219,92	----	----	----
9,30	51,87	28,8	----	127,32	----	----	----
9,60	53,59	29,4	----	138,90	----	----	----

**Parametri Strati:**

z <sub>s</sub>	z <sub>i</sub>	γ	γ <sub>s</sub>
0,00	0,90	1410	1880
0,90	5,10	1480	1920
5,10	9,90	1520	2000



**Parametri Strati:**

$z_s$	$z_i$	$\gamma$	$\gamma_s$
0,00	0,90	1410	1880
0,90	5,10	1480	1920
5,10	9,90	1520	2000

# STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO S2



Stratigrafia sondaggio geognostico progressivo:

Località: Cascina Regino - Cenate Sopra

Data inizio/fine: Settembre 2003

Attrezzatura: sonda cingolata Casagrande C6

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): 326

Sigla: S2

Spessore di Profondità (m)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	S.P.T.	Falda
1,00			Terreno vegetale, argilla marrone e ghiaia costituita da clasti lapidei prevalentemente marnosi		
3,00			Argilla marrone debolmente ghiaiosa, da compatta a molto compatta.	3,0 3-7-10	
6,00			Argilla nocciola ghiaiosa passante ad argilla con ghiaia, da compatta a dura.	6,0 2-7-10	Assente
9,00				9,0 6-10-13	
12,00				12,0 3-7-7	
12,00			Ghiaia con argilla nocciola, mediamente addensata.		
14,00			Argilla nocciola con ghiaia, da molto compatta a dura.	15,0 10-13-18	
15,00					

## 5. MODELLO GEOTECNICO

In assenza di dati relativi a indagini geognostiche eseguite in corrispondenza dell'area di intervento e di un incarico per sopperire alla loro mancanza mediante la programmazione di prove geotecniche in sito e di uno studio sismico, è stata presa in considerazione la stratigrafia di un sondaggio geognostico a rotazione (S2) spinto alla profondità di 15 metri dal piano campagna, effettuato ad una distanza di circa 200 m a SSO dall'area del progetto, nell'ambito della caratterizzazione geologica dei terreni annessi alla Cascina Regino che lo scrivente ha redatto nel 2003.

La descrizione dei materiali rinvenuti nel corso del sondaggio geognostico e i risultati delle prove SPT eseguite nel foro di sondaggio vengono riportate nella stratigrafia fornita in allegato, in cui a livello grafico sono stati distinti orizzonti con limiti ben definiti.

In realtà il passaggio tra le differenti litologie è piuttosto graduale: lo strato di argilla che si incontra a partire da 1 m di profondità dal piano campagna dapprima non presenta clasti o questi sono completamente disgregati dall'alterazione, quindi, procedendo verso il basso stratigrafico, in entrambi i sondaggi si riscontra un progressivo aumento del contenuto in ghiaia che a profondità prossime ai 12 m da p.c. determina una maggior percentuale in peso dei clasti lapidei rispetto al contenuto in argilla. Nell'intervallo compreso tra 12 e 14 m di profondità, nonostante l'abbondante contenuto in argilla, il materiale rinvenuto è a supporto clastico, al contrario che negli orizzonti adiacenti in cui il supporto è di matrice.

Il terreno attraversato dal sondaggio risulta quindi complessivamente costituito da materiali di natura prevalentemente coesiva, e la successione litologica dei terreni a partire dal piano campagna può essere schematicamente suddivisa nei seguenti orizzonti principali, dal più superficiale al più profondo:

- uno strato di terreno vegetale, argilla e ghiaia, compreso tra il piano campagna e 1 m di profondità;



- un consistente strato di **argilla** di colore marrone o nocciola con progressivo contenuto di clasti lapidei, tra 1 e 12 m da p.c.;
- un orizzonte di **ghiaia** eterometrica con abbondante matrice argillosa di colore nocciola, che sovrasta, alla profondità di 14 m da p.c., un livello di argilla con ghiaia rilevabile fino alla massima profondità investigata.

Nel corso del sondaggio non è stata riscontrata la presenza di acqua che indicasse il raggiungimento della falda freatica.

Da un punto di vista geotecnico, sulla base delle prove SPT e dei valori misurati con pocket penetrometro sulle carote estratte durante il sondaggio, si può osservare che gli strati coesivi risultano in genere da compatti a molto compatti e l'orizzonte di ghiaia con argilla a supporto clastico da mediamente addensato ad addensato.

I dati registrati hanno delineato modeste differenze per quanto riguarda valori di resistenza alla penetrazione, e ciò indicherebbe una certa omogeneità del sottosuolo indagato.

Di seguito si fornisce una valutazione dei principali parametri geotecnici dei depositi che si presume costituiscano i terreni di fondazione dell'edificio in progetto:

- Da m 1 a m 12 e da m 14 a m 15 da p.c. => Argilla con progressivo contenuto in clasti lapidei

$$N \text{ SPT:} \quad > 11$$

$$\gamma = 2,1 \text{ t/mc}$$

$$c_u = 0,8 \text{ kg/cmq}$$

$$E = 70 \text{ kg/cmq.}$$

- Da m 12 a m 14 da p.c. => Ghiaia con argilla

$$N \text{ SPT:} \quad > 14$$

$$\gamma = 2,0 \text{ t/mc}$$

$$D_R > 40\%$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E = 400 \text{ kg/cmq.}$$

La distanza dall'area del progetto determina una significativa incertezza sull'attendibilità del modello geotecnico proposto, almeno in parte attenuata dal fatto che anche essa è collocata nella zona culminale del rilievo interposto tra le valli S. Ambrogio e Modrone, come i terreni in cui è stato effettuato il sondaggio S2.

# ALLEGATO 1

ASTA	Q.	SCPT 1 RIV. 1	SCPT 2 RIV. 2	SCPT 3 RIV. 3	SCPT 4 RIV. 4	SCPT 5 RIV. 5	SCPT 6 RIV. 6
	30	3	6	3			
	60	2	3	3			
	90	2	2	2			
	120	3	2	3			
	150	14	5	2			
	180	27	16	8			
	210	100	23	10			
	240		16	26			
	270		33	38			
	300		35	100			
	330		16				
	360		100				
	390						
	420						
	450						
	480						
	510						
	540						
	570						
	600						
	630						
	660						
	690						
	720						
	750						
	780						
	810						
	840						
	870						
	900						
	930						
	960						
	990						
	1020						
	1050						
	1080						
	1100						
	1140						
	1170						
	1200						
	1230						
	1260						
	1290						
	1320						
	1350						
	1380						
	1410						
	1440						
	1470						
	1500						
	1530						
	1560						
	1590						
	1620						
	1650						
	1680						

**PROVE  
PENETROMETRICHE  
DINAMICHE  
S.C.P.T.**

COMMITTENTE:  
*BM CENATE SRL*

CANTIERE:  
*Via Ganda  
CENATE SOPRA - BG*

DATA:  
*giu-13*

**QUOTE**

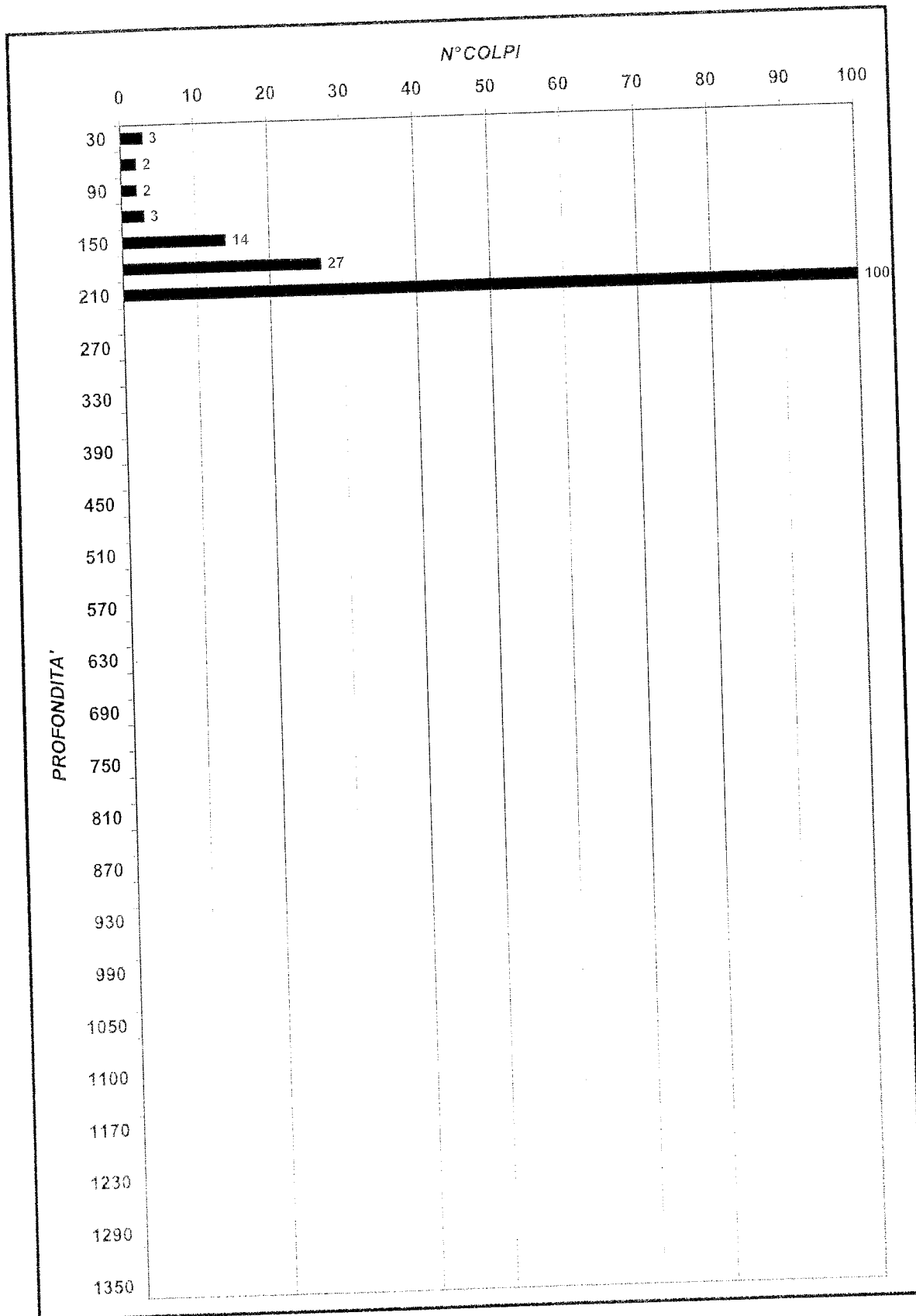
- P1 \_\_\_\_\_
- P2 \_\_\_\_\_
- P3 \_\_\_\_\_
- P4 \_\_\_\_\_
- P5 \_\_\_\_\_

**ACQUA**

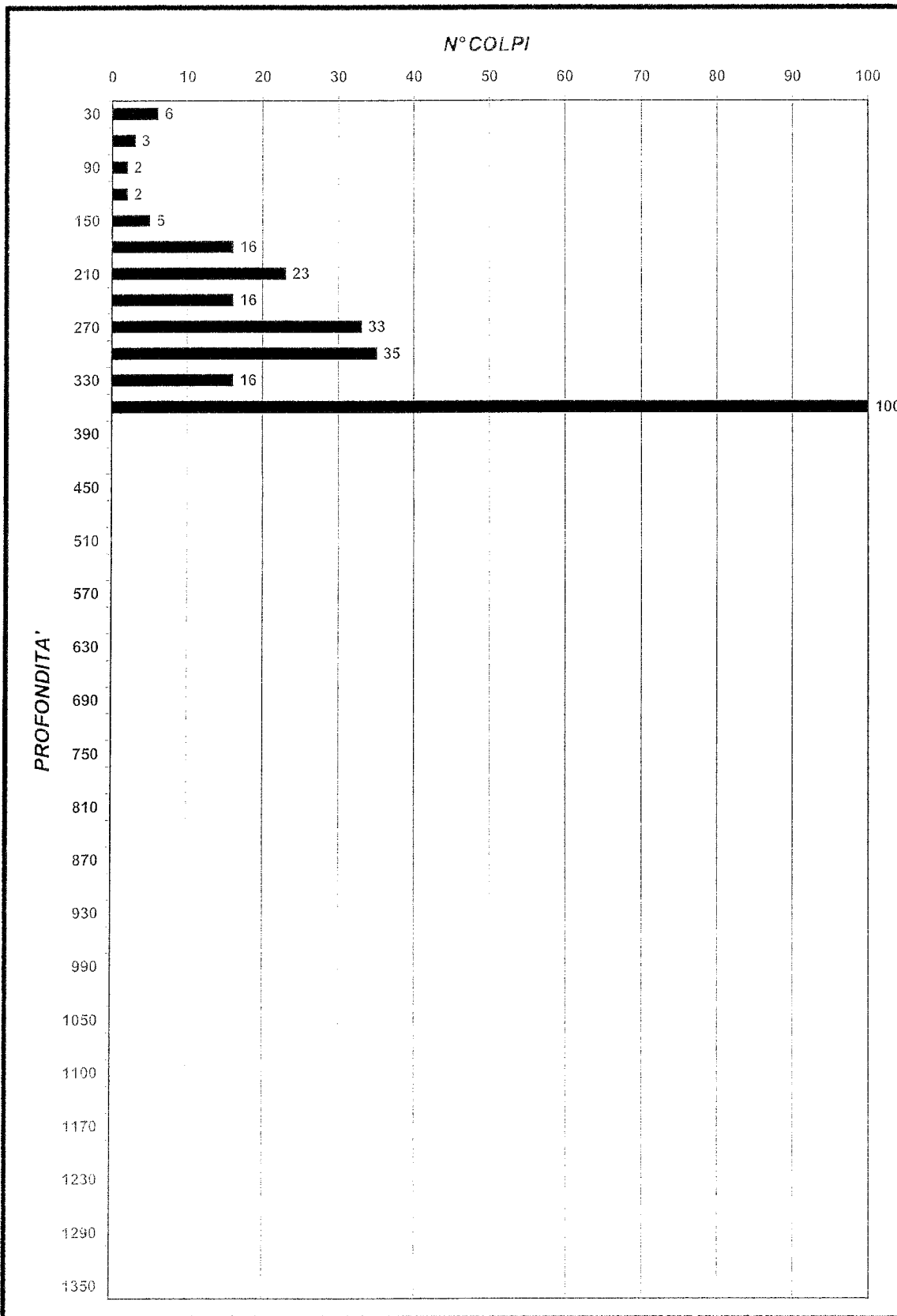
- P1 \_\_\_\_\_
- P2 \_\_\_\_\_
- P3 \_\_\_\_\_
- P4 \_\_\_\_\_
- P5 \_\_\_\_\_

**SCHEMA  
POSIZIONAMENTO  
PROVE**

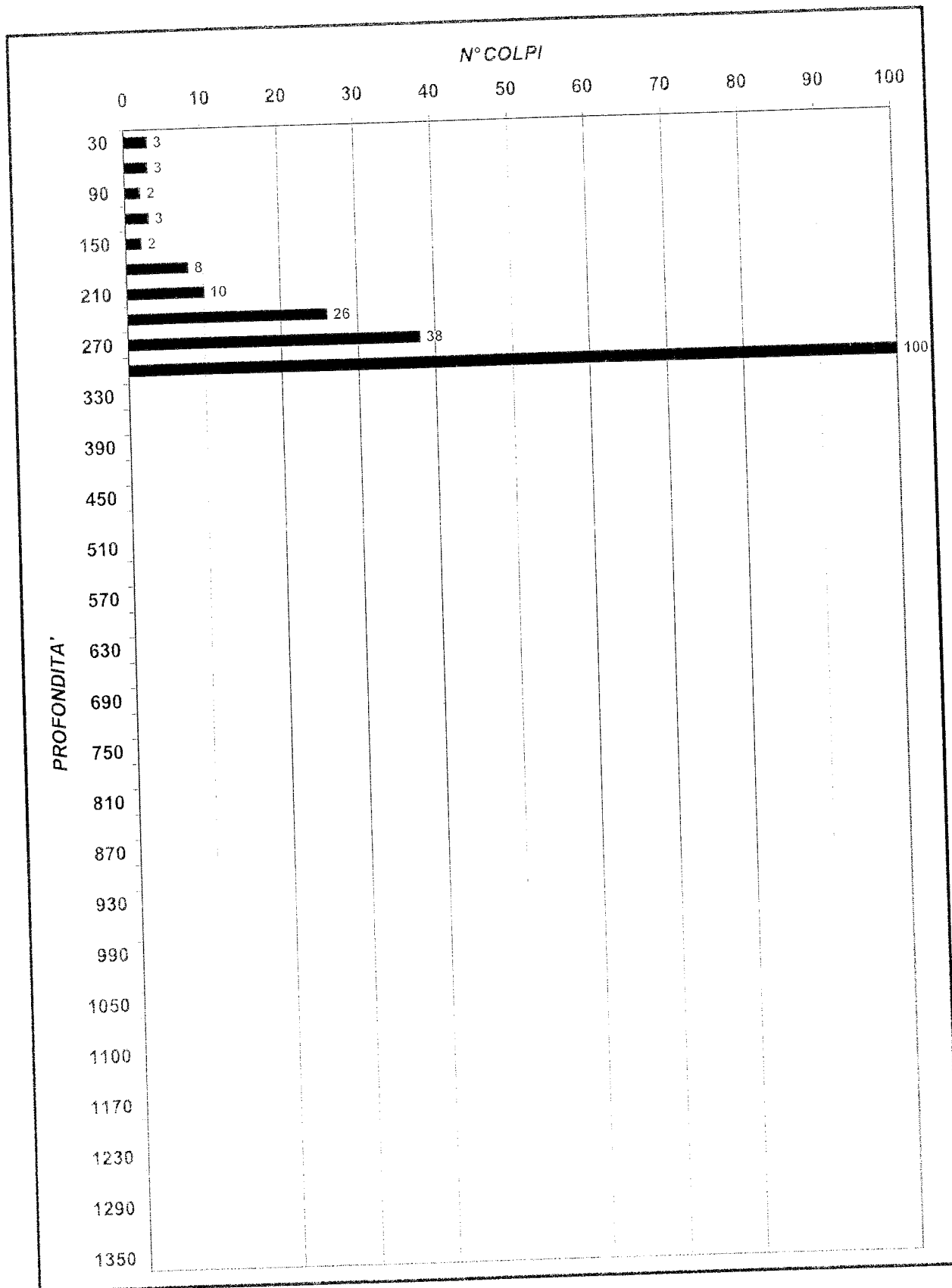
Cantiere di Cenate Sopra - Via Ganda  
DIAGRAMMA PROVA N° 1



Cantiere di Cenate Sopra - Via Ganda  
 DIAGRAMMA PROVA N° 2



Cantiere di Cenate Sopra - Via Ganda  
DIAGRAMMA PROVA N° 3





## CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE FORMULA DI TERZAGHI

DATA: 10 giugno 2013  
 CANTIERE: CENATE SOPRA (BG)  
 INTERVENTO: EDIFICI RESIDENZIALI

### COMBINAZIONE 1

Spiegazione	Parametri	Unita di misura	Valore				
Coesione	$c$	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso specifico del terreno sotto fondazione	$\gamma$	KN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Peso specifico del terreno	$\gamma$	KN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi$	gradi	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Immorsamento	$D_f$	m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lunghezza fondazione	$L$	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Larghezza fondazione	$B$	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Pressione geostatica	$q$	kPa	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Coefficiente di portata	$N_c$	adim.	37,16	37,16	37,16	37,16	37,16
Coefficiente di portata	$N_q$	adim.	22,46	22,46	22,46	22,46	22,46
Coefficiente di portata	$N_\gamma$	adim.	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70
Fattore di forma	$s_c$	adim.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Fattore di forma	$s_q$	adim.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fattore di sicurezza	$F_s$	adim.	3	3	3	3	3
<b>Capacità portante limite</b>	<b><math>q_{lim} =</math></b>	<b>Kpa</b>	520,2	557,7	576,4	595,1	613,8
<b>Capacità portante limite netta</b>	<b><math>q_{lim}^N =</math></b>	<b>Kpa</b>	501,2	538,7	557,4	576,1	594,8
<b>Capacità portante ammissibile</b>	<b><math>q_{amm} =</math></b>	<b>kPa</b>	186,1	198,6	204,8	211,0	217,3
<b>Capacità portante ammissibile</b>	<b><math>q_{amm} =</math></b>	<b>t/m<sup>2</sup></b>	19,0	20,2	20,9	21,5	22,2
<b>Capacità portante ammissibile</b>	<b><math>q_{amm} =</math></b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	1,90	2,02	2,09	2,15	2,22

## CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE FORMULA DI TERZAGHI

DATA: 10 giugno 2013  
 CANTIERE: CENATE SOPRA (BG)  
 INTERVENTO: EDIFICI RESIDENZIALI

### COMBINAZIONE 2

Spiegazione	Parametri	Unità di misura	Valore				
Coesione	$c$	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso specifico del terreno sotto fondazione	$\gamma'$	KN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Peso specifico del terreno	$\gamma$	KN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi$	gradi	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79
Immorsamento	$Df$	m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lunghezza fondazione	$L$	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Larghezza fondazione	$B$	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Pressione geostatica	$q$	kPa	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Coefficiente di portata	$Nc$	adim.	24,75	24,75	24,75	24,75	24,75
Coefficiente di portata	$Nq$	adim.	12,43	12,43	12,43	12,43	12,43
Coefficiente di portata	$N\gamma$	adim.	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Fattore di forma	$s_c$	adim.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Fattore di forma	$s_g$	adim.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Fattore di sicurezza	$Fs$	adim.	3	3	3	3	3
Capacità portante limite	$q_{lim} =$	Kpa	276,5	292,7	300,7	308,8	316,9
Capacità portante limite netta	$q_{lim}^N =$	Kpa	257,5	273,7	281,7	289,8	297,9
Capacità portante ammissibile	$q_{amm} =$	kPa	104,8	110,2	112,9	115,6	118,3
Capacità portante ammissibile	$q_{amm} =$	t/m <sup>2</sup>	10,7	11,2	11,5	11,8	12,1
Capacità portante ammissibile	$q_{amm} =$	Kg/cm <sup>2</sup>	1,07	1,12	1,15	1,18	1,21

## CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE - FORMULA DI BRINCH-HANSEN

DATA: 10 giugno 2013  
 CANTIERE: CENATE SOPRA (BG)  
 INTERVENTO: EDIFICI RESIDENZIALI  
 TIPO DI FONDAZIONE: NASTRIFORMI

COMBINAZIONE 1

Parametri	Simboli	Unità di misura	Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 3	Ipotesi 4	Ipotesi 5
Coesione	c	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Peso di volume terreno sopra il piano di fondazione	$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Profondità di immersione	Df	m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Larghezza fondazione	B	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Lunghezza della fondazione	L	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Inclinazione del pendio (+ se diretta verso il basso)	$\beta$	gradi	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Inclinazione piano di fondazione sull'orizzontale	$\beta_f$	gradi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Angolo di resistenza al taglio	$\phi^0$	gradi	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Sovraccarico ai lati della fondazione	q	kPa	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Coef. per fattore di profondità	k	adim.	1,11	0,96	0,90	0,84	1,00
Carico verticale totale sulla fondazione	V	kN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Componente orizzontale del carico	H	kN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eccentricità asse x	e <sub>x</sub>	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eccentricità asse y	e <sub>y</sub>	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dimensione efficace fondazione	B'	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Dimensione efficace fondazione	L'	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Area efficace della fondazione	A <sub>f</sub>	m <sup>2</sup>	1,25	2,45	3,20	4,05	5,00
Fattori capacità portante	N <sub>c</sub>	adim.	30,14	30,14	30,14	30,14	30,14
	N <sub>q</sub>	adim.	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
	N <sub>\gamma</sub>	adim.	15,07	15,07	15,07	15,07	15,07
Fattore di forma	s <sub>c</sub> ( $\phi=0$ )	adim.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	sc	adim.	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
	s <sub>\gamma</sub>	adim.	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	sq	adim.	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Fattore di profondità	d <sub>c</sub> ( $\phi=0$ )	adim.	0,44	0,38	0,36	0,34	0,40
	dc	adim.	1,44	1,38	1,36	1,34	1,40
	d <sub>\gamma</sub>	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	dq	adim.	1,32	1,28	1,26	1,24	1,29
Fattore di inclinazione del carico	i <sub>c</sub> ( $\phi=0$ )	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	ic	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	i <sub>\gamma</sub>	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	iq	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Fattore di inclinazione sul pendio	d <sub>c</sub> (f=0)	adim.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	dc	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	d <sub>\gamma</sub>	adim.	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	dq	adim.	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Fattore di inclinazione del piano di fondazione	b <sub>c</sub> (f=0)	adim.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	bc	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	b <sub>\gamma</sub>	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bq	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fattore di sicurezza	Fs	adim.	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>CAPACITA' PORTANTE LIMITE</b>	<b>kPa</b>		365,92	372,08	375,84	380,02	399,82
	<b>t/m<sup>2</sup></b>		37,31	37,94	38,32	38,75	40,77
	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>		3,73	3,79	3,83	3,88	4,03
<b>CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE</b>	<b>kPa</b>		121,97	124,03	125,28	126,67	133,27
	<b>t/m<sup>2</sup></b>		12,44	12,65	12,77	12,92	13,59
	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>		1,24	1,26	1,28	1,29	1,35

# CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE - FORMULA DI BRINCH-HANSEN

DATA: 10 giugno 2013  
 CANTIERE: CENATE SOPRA (BG)  
 INTERVENTO: EDIFICI RESIDENZIALI  
 TIPO DI FONDAZIONE: NASTRIFORMI

COMBINAZIONE 2

Parametri	Simboli	Unita di misura	Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 2	Ipotesi 4	Ipotesi 5
Coesione	c	kPa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Peso di volume terreno sopra il piano di fondazione	$\gamma'$	kN/m <sup>3</sup>	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Profondità di immersione	Df	m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Larghezza fondazione	B	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Lunghezza della fondazione	L	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Inclinazione del pendio (+ se diretta verso il basso)	$\beta$	gradi	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Inclinazione piano di fondazione sull'orizzontale	$\beta'$	gradi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	gradi	24,79	24,79	24,79	24,79	24,79
Sovraccarico ai lati della fondazione	q	kPa	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Coeff. per fattore di profondità	k	adim.	1,11	0,96	0,90	0,84	1,00
Carico verticale totale sulla fondazione	V	kN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Componente orizzontale del carico	H	kN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eccentricità asse x	$e_x$	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eccentricità asse y	$e_y$	m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dimensione efficace fondazione	$B'$	m	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00
Dimensione efficace fondazione	$L'$	m	2,50	3,50	4,00	4,50	5,00
Area efficace della fondazione	$A_r$	m <sup>2</sup>	1,25	2,45	3,20	4,05	5,00
Fattori capacità portante	$N_c$	adim.	20,42	20,42	20,42	20,42	20,42
	$N_q$	adim.	10,43	10,43	10,43	10,43	10,43
	$N_\gamma$	adim.	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53
Fattore di forma	$s^*c$ ( $\varphi=0$ )	adim.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	$s_c$	adim.	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	$s_\gamma$	adim.	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	$s_q$	adim.	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Fattore di profondità	$d^*c$ ( $\varphi=0$ )	adim.	0,44	0,38	0,36	0,34	0,40
	$d_c$	adim.	1,44	1,38	1,36	1,34	1,40
	$d_\gamma$	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fattore di inclinazione del carico	$d_q$	adim.	1,34	1,30	1,28	1,26	1,31
	$i^*c$ ( $\varphi=0$ )	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	$i_c$	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	$i_q$	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Fattore di inclinazione sul pendio	$i_d$	adim.	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	$g^*c$ ( $f=0$ )	adim.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	$g_\gamma$	adim.	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Fattore di inclinazione dal piano di fondazione	$g_q$	adim.	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	$b^*c$ ( $f=0$ )	adim.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$b_c$	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	$b_\gamma$	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fattore di sicurezza	$b_q$	adim.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	$b_s$	adim.	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
CAPACITA' PORTANTE LIMITE	kPa		201,50	202,45	203,32	204,45	214,94
	t/m <sup>2</sup>		20,55	20,64	20,73	20,85	21,92
	Kg/cm <sup>2</sup>		2,05	2,06	2,07	2,08	2,19
CAPACITA' PORTANTE AMMISSIBILE	kPa		67,17	67,48	67,77	68,15	71,65
	t/m <sup>2</sup>		6,85	6,88	6,91	6,95	7,31
	Kg/cm <sup>2</sup>		0,68	0,69	0,69	0,69	0,73



### **3.4.2) Prove penetrometriche dinamiche**

Per definire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interagenti con le opere di fondazione sono state eseguite n. 9 prove penetrometriche dinamiche (per i certificati delle prove si veda l'allegato n. 1 mentre per l'ubicazione delle stesse si veda la Figura 3).

Le prove n. 1 – 5 – 7 sono andate a rifiuto (numero di colpi superiore a 80) mentre le rimanenti sono state interrotte ad una profondità compresa tra 3,6 m e 9,3 m dal piano di campagna, in corrispondenza di un numero di colpi comunque particolarmente elevato.

Le prove eseguite hanno permesso di caratterizzare in modo sufficiente l'area del PL, per la sola zona C (vedi Figura 3) le prove hanno fornito valori differenti evidenziando che in quel settore si ha l'interazione di terreni contraddistinti da caratteristiche variabili.

Nell'insieme considerando la tipologia di opere in progetto, piccoli edifici con fondazioni nastriformi e carichi bassi e ben distribuiti, in accordo con le Proprietà si è ritenuto sufficiente l'indagine eseguita.

I progettisti delle specifiche opere potranno, valutate le scelte progettuali, procedere se ritenuto necessario con ulteriori e specifiche indagini del sottosuolo.

### **3.5) Modello geologico del sottosuolo**

Sulla base del rilievo geologico di terreno, integrato dalle prove penetrometriche dinamiche e dai dati bibliografici reperiti, è stato possibile ricostruire la stratigrafia dei livelli più superficiali del sottosuolo definendo così il modello geologico.

In considerazione del fatto che l'area investigata per via delle dimensioni e delle caratteristiche geologiche differenti non si presenta geologicamente uniforme, il PL è stato suddiviso in aree geologicamente omogenee come rappresentato in Figura 3.

All'interno dell'area del PL sono state individuate quattro unità geologiche i cui spessori e/o presenza variano nelle zone individuate:

- unità geologica 1 - Limo argilloso sabbioso poco addensato costituente il livello di terreno di coltivo e lo strato più superficiale. Sono terreni colluviali derivanti dall'alterazione del substrato roccioso e dei terreni in passato posti nelle aree più a monte;
- unità geologica 2 – limo e argilla sabbiosa addensati. Sono materiali eluvio colluviali più antichi rispetto al livello 1 ma la cui genesi risulta essere la medesima;
- unità geologica 3 – limo argilloso sabbioso molto addensato. Sono materiali ai cui interno si individuano anche livelli molto coesivi, dovrebbe costituire la coltre più superficiale dei livelli pelitici e marnosi del substrato roccioso che sono stati



sottoposti ad una intensa ormai totale alterazione ed avendo trasformato gli starti rocciosi di spessore decimetrico in terreni;

- unità geologica 4 – substrato roccioso sano. E' stato individuato con certezza solo nelle aree di fondovalle in particolare è subaffiorante nella zona più settentrionale, ed è rappresentato dai livelli più consistenti, strati calcarei, del substrato roccioso.

Nelle indagini eseguite non è stata riscontrata la presenza di acque sotterranee ad eccezione della prova n. 5 dove è stata individuata, come prevedibile, a partire dalla quota dell'alveo circostante dalla quale si infiltra. I terreni però presentano gradi di umidità rilevanti.

La presenza di acqua sotterranea nelle prove penetrometriche può essere individuata qualora si riscontrino le aste ed in particolare i filetti bagnati. Non è però scontato che la presenza di acqua, soprattutto se riconducibile e fenomeni locali, sia rintracciabile nelle prove in particolare quando si opera all'interno di terreni a prevalente componente fine (limi e argille) come nel caso del cantiere del PL o qualora vi siano circolazioni d'acqua lungo vie preferenziali che potrebbero non essere intercettate dalle verticali delle prove.

Pertanto non è possibile escludere la possibile presenza di acqua di infiltrazione soprattutto a carattere locale, fenomeno che potrebbe, anche a distanza di ore dall'esecuzione degli scavi, comportare la formazione di infiltrazione d'acqua, soprattutto in aree concentrate, che potrebbe continuare nel tempo e destabilizzare gli scavi non adeguatamente stabilizzati.

### **ZONA A – Prova penetrometrica S1**

In questa zona sarà realizzato il ponte di attraversamento stradale; dal rilievo geologico e dalla prova penetrometrica eseguita è emerso che le opere di fondazione del ponte saranno appoggiate direttamente sul substrato roccioso caratterizzato da buone caratteristiche geomeccaniche.

Unità geologica	Profondità strato (in m dal piano campagna )		Descrizione unità
	Testa	Base	
1	p.c.	1,8	Limo argilloso sabbioso
4	1,8	Oltre 2,1	Substrato roccioso sano





Figura 4: substrato roccioso affiorante lungo il torrente della Valle Forner a N del ponte esistente

### **ZONA B – Prova penetrometrica S5**

In questa zona, che in parte rientra all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, non si prevede la realizzazione di opere ad eccezione dell'attraversamento stradale.

L'indagine a circa 5 m di profondità ha comportato il rifiuto e in considerazione delle caratteristiche geologiche rilevate nell'area è stata interpretata come intercettazione del substrato roccioso sano.

Unità geologica	Profondità strato (in m dal piano campagna)		Descrizione unità
	Testa	Base	
1	p.c.	3,6	Limo argilloso sabbioso
3	3,6	4,8	Limo argilloso sabbioso – Substrato roccioso molto alterato
4	4,8	Oltre 5,1	Substrato roccioso (sano ?)





### **ZONA C – Prove penetrometriche S7 – S9**

In questa zona la morfologia presenta dei gradienti del pendio maggiori rispetto alle aree circostanti potendo far presumere la presenza nel sottosuolo di terreni o roccia (alterata) contraddistinti da caratteristiche geotecniche migliori rispetto a quelle poste più a valle o a Nord. Le prove penetrometriche hanno fornito una parziale conferma di ciò ma non hanno permesso di definire con certezza una stratigrafia univoca. In particolare la prova S/ è andata a rifiuto entro il primo metro facendo ipotizzare la presenza di materiali rocciosi; geologicamente non appare plausibile la presenza di materiali rocciosi in posto in queste aree e pertanto si potrebbe ipotizzare che in questa zona prossima all'edificato esistente possano essere presenti dei materiali di rimaneggiamento antropico contenenti anche massi.

Qualora il progettista delle strutture lo ritenga opportuno, soprattutto se si prevederà l'esecuzione di scavi importanti, si potrà prevedere degli approfondimenti di indagine, anche solo con scavi esplorativi al fine di verificare la consistenza dei terreni.

Unità geologica	Profondità strato (in m dal piano campagna)		Descrizione unità
	Testa	Base	
1	p.c.	1,5	Limo argilloso sabbioso
2	1,5	2,7	Limo e argilla sabbiosa
3	2,7	Oltre 3,6	Limo argilloso sabbioso – Substrato roccioso molto alterato

### **ZONA D – Prove penetrometriche S2 – S3 – S4**

In questo settore la stratigrafia del sottosuolo risulta omogenea; alla profondità di oltre 4,5 – 5 m è stato intercettato del terreno compatto fino al termine della prova interrotta a circa 9 m, interpretato come alterazione totale del substrato roccioso.

Unità geologica	Profondità strato (in m dal piano campagna)		Descrizione unità
	Testa	Base	
1	p.c.	0,9 – 4,2	Limo argilloso sabbioso
2	0,9 – 4,2	9 – 9,3	Limo e argilla sabbiosa

### **ZONA E – Prove penetrometriche S6 – S8**

Costituisce la zona di margine pedecollinare e raccordo con l'area pianeggiante del fondovalle. Nelle aree in cui il gradiente del pendio aumenta i terreni presentano



delle caratteristiche gradualmente assimilabili a quelle delle zona limitrofe, mentre nella zona pianeggiante fino a circa 3 – 3,5 m i terreni si presentano sciolti con caratteristiche geotecniche scadenti.

Unità geologica	Profondità strato (in m dal piano campagna )		Descrizione unità
	Testa	Base	
1	p.c.	1,8 – 3,6	Limo argilloso sabbioso
2	1,8 – 3,6	4,8 - 9	Limo e argilla sabbiosa
3	4,8 - 9	Oltre 6	Limo argilloso sabbioso – Substrato roccioso molto alterato

### 3.6) Fattibilità geologica del progetto

Nella zona non sono presenti dissesti idrogeologici attivi o quiescenti che possano interferire con le opere in progetto; l'area di intervento non rientra all'interno di fasce di rispetto di pozzi o di sorgenti per acqua potabile.

L'area oggetto di PL, nella Carta della fattibilità geologica del PGT comunale, risulta così suddivisa (vedi :

- la parte a quote maggiori, in prossimità degli edifici esistenti, è classificata in classe 2 – aree con modeste limitazioni;
- la parte a quote minori, verso il fondovalle, è classificata in classe 3 – aree con consistenti limitazioni;
- in prossimità del limite W è presente la fascia di rispetto del corso d'acqua classificata in classe 4 – aree con gravi limitazioni dentro le quali si applicano le "Norme di Polizia Idraulica". Per il corso d'acqua non sono individuati o segnalati pericoli rilevanti legati a fenomeni di esondazione del corso d'acqua.

Per quanto riguarda la Pericolosità Sismica Locale, l'area in oggetto rientra in zona Z4b - zona pedemontana; sulla scorta delle analisi di 2° livello eseguite nel PGT risulta che la normativa nazionale è sufficiente a considerare le amplificazioni litologiche locali.

Considerate le indagini eseguite e considerate le previsioni edilizie in progetto, valutate secondo le indicazioni della normativa nazionale, del PTCP e del PGT comunale, la realizzazione del PL risultano eseguibili senza particolari limitazioni di fattibilità geologica secondo le indicazioni fornite al cap. n. 3.7) e cap. n. 4.1.2).

Nella progettazione dei ponti si raccomanda di eseguire specifiche valutazioni di natura idraulica.

**ALLEGATO N. 1**

**Certificati delle prove penetrometriche**

 <b>STUDIO TECNO.GEO</b>	<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> strumentazione e metodologia	<b>DOC: Mod. DPH50</b>
		Rev. 00 del 30/04/2012
		Pagina 1 di 1

<b>Committente</b>	Sigg. Lottizzanti
<b>Progetto</b>	Piano di Lottizzazione Fornas
<b>Località</b>	Via Provinciale/Via Gaverini – Cenate Sopra (BG)
<b>Data</b>	Giugno 2013

## PENETROMETRO DPH50

### Descrizione della prova

La prova penetrometrica dinamica continua consisteste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, avvitata o alloggiata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante nota. I numeri necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e potranno essere utilizzati per interpretare la stratigrafia del sottosuolo mediante correlazione ai valori di  $N_{spt}$  (numeri di colpi delle prove S.P.T. – Standard Penetration Test).

### Attrezzatura e Normativa di riferimento

Le prove sono state eseguite con penetrometro DPH50 della Geo Deep Drill seguendo le indicazioni di una delle norme DIN 4094. Tale strumentazione è molto simile alle specifiche della procedura ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) per quanto concerne i penetrometri "medi".

### Caratteristiche dell'attrezzatura

Batteria di aste interne del diametro di 28 mm e del peso per metro lineare di 4,35 kg, alla cui estremità inferiore è presente una punta conica del diametro di 43,7 mm ed angolo di apertura di 90°. Le aste sono lisce con tacche graduate ogni 30 cm (per una facile lettura dell'avanzamento unitario della punta conica). Batteria di aste esterne del diametro di 38 mm alla cui estremità inferiore è avvitata una scarpa sagomata a tagliente. Tali aste non sempre vengono utilizzate.

Dispositivo di infissione della punta costituito da un maglio del peso di 50 kg che cade liberamente da un'altezza di 50 cm.

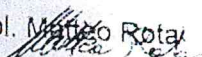
### Modalità esecutive

La prova si svolge infiggendo la punta conica nel terreno per tratti consecutivi di 30 cm, misurando il numero di colpi necessari ( $N_{dpt}$ ). A seguito dell'infissione di 10 – 50 cm della punta si procede con le eventuali aste di rivestimento. La prova viene sospesa quando il numero di colpi per infiggere la punta supera il valore di 80 - 100 (rifiuto).

### I risultati

La documentazione finale della prova è costituita dalla rappresentazione del numero di colpi necessari alla penetrazione di un tratto di 30 cm dell'asta, alla profondità considerata.

Si allegano i grafici relativi alle n. 9 prove penetrometriche.

Dott. Geol.  Matteo Rota



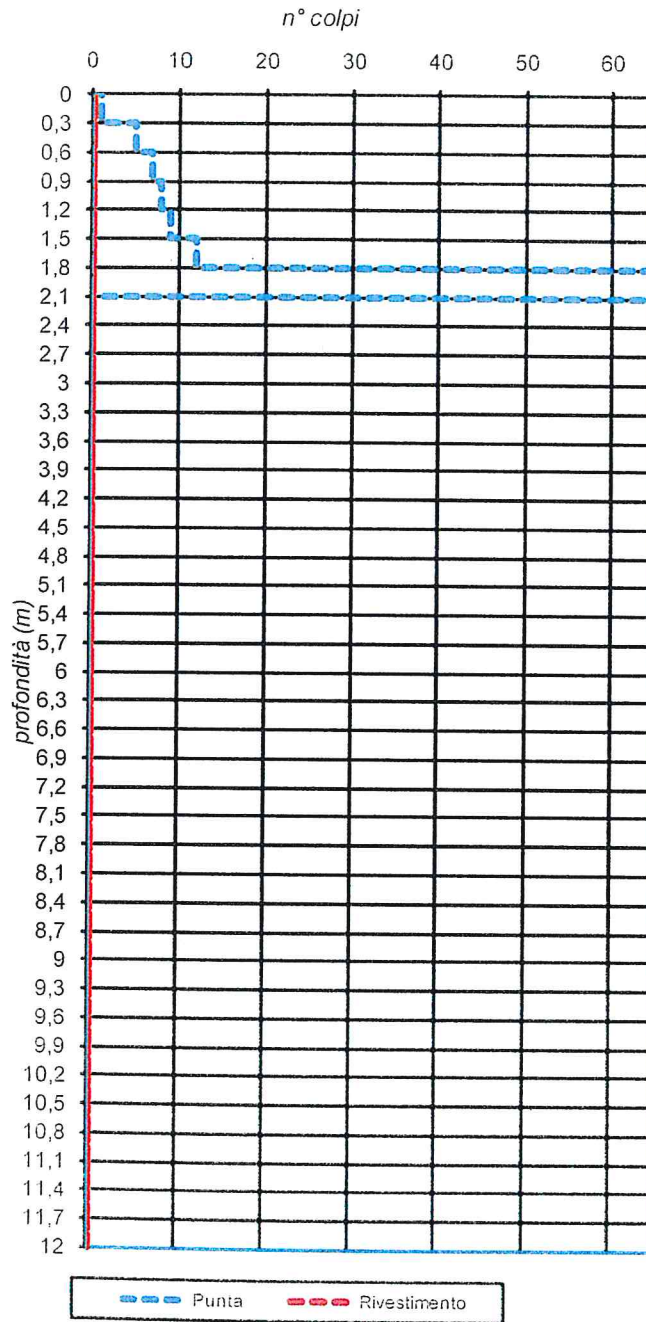
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 1 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	1	
0,6	5	
0,9	7	
1,2	8	
1,5	9	
1,8	12	
2,1	100	
2,4		
2,7		
3,0		
3,3		
3,6		
3,9		
4,2		
4,5		
4,8		
5,1		
5,4		
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg. Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota



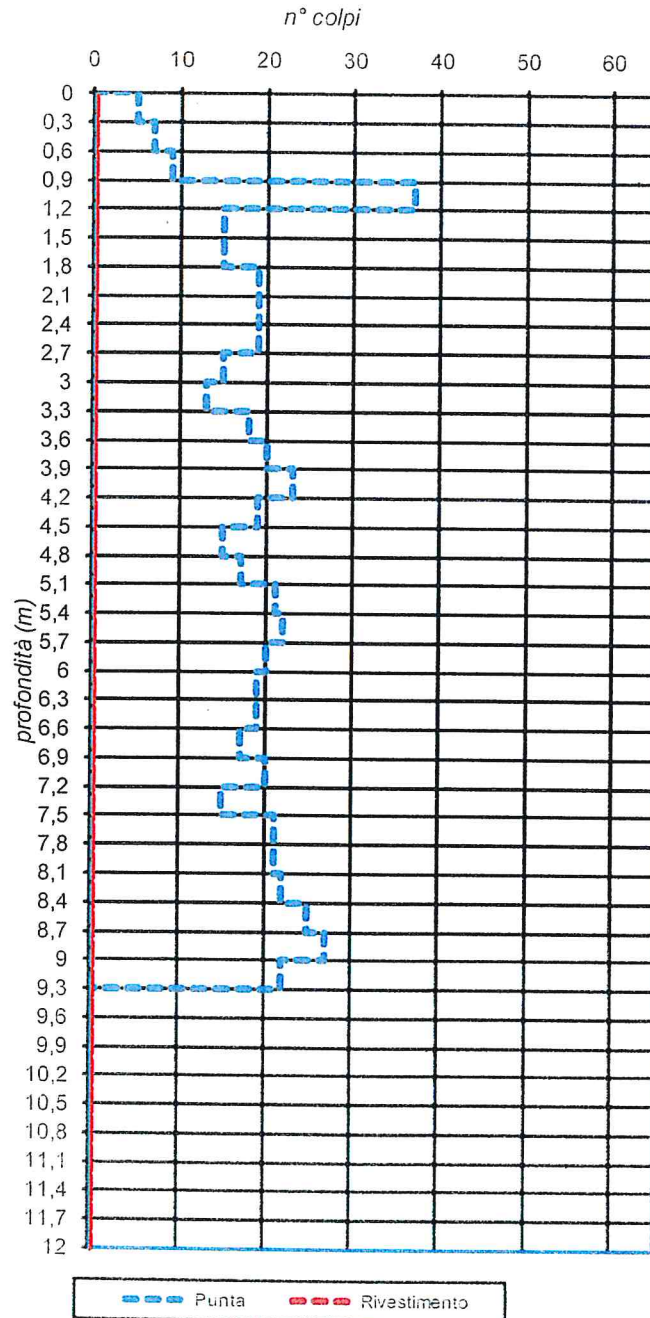
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n. 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 2 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	5	
0,6	7	
0,9	9	
1,2	37	
1,5	15	
1,8	15	
2,1	19	
2,4	19	
2,7	19	
3,0	15	
3,3	13	
3,6	18	
3,9	20	
4,2	23	
4,5	19	
4,8	15	
5,1	17	
5,4	21	
5,7	22	
6,0	20	
6,3	19	
6,6	19	
6,9	17	
7,2	20	
7,5	15	
7,8	21	
8,1	21	
8,4	22	
8,7	25	
9,0	27	
9,3	22	
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota

*Matteo Rota*



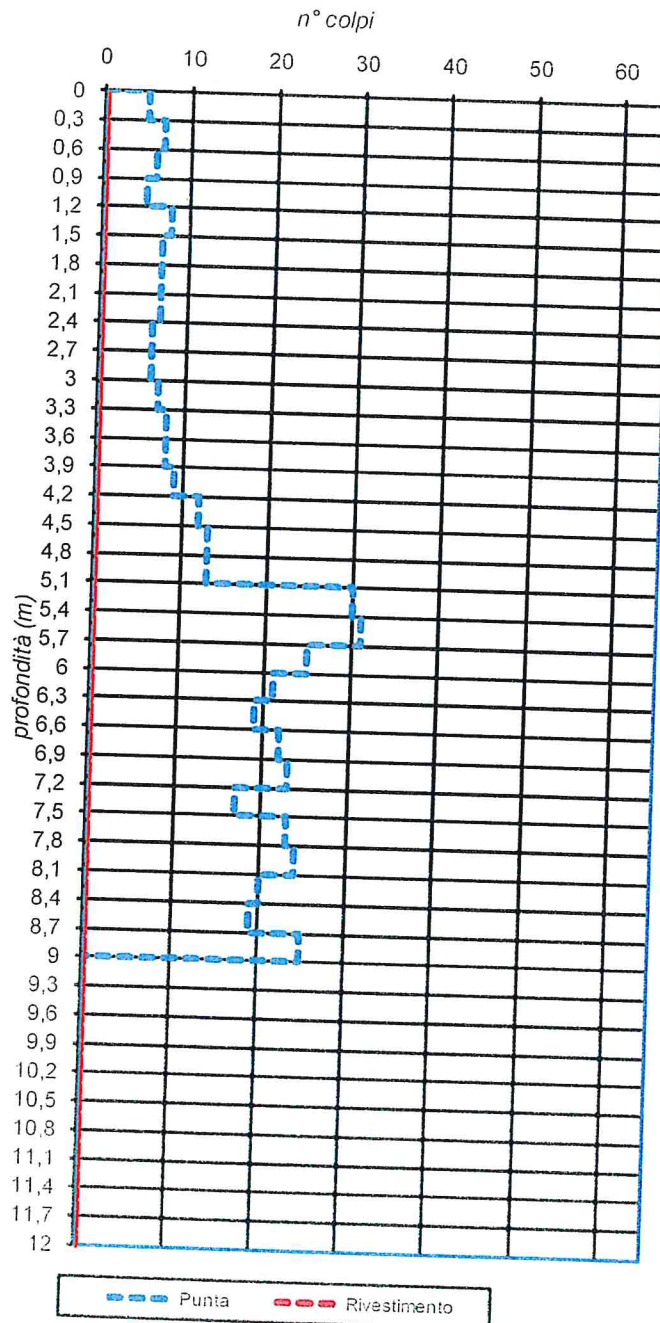
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 3 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	5	
0,6	7	
0,9	6	
1,2	5	
1,5	8	
1,8	7	
2,1	7	
2,4	7	
2,7	6	
3,0	6	
3,3	7	
3,6	8	
3,9	8	
4,2	9	
4,5	12	
4,8	13	
5,1	13	
5,4	30	
5,7	31	
6,0	25	
6,3	21	
6,6	19	
6,9	22	
7,2	23	
7,5	17	
7,8	23	
8,1	24	
8,4	20	
8,7	19	
9,0	25	
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota



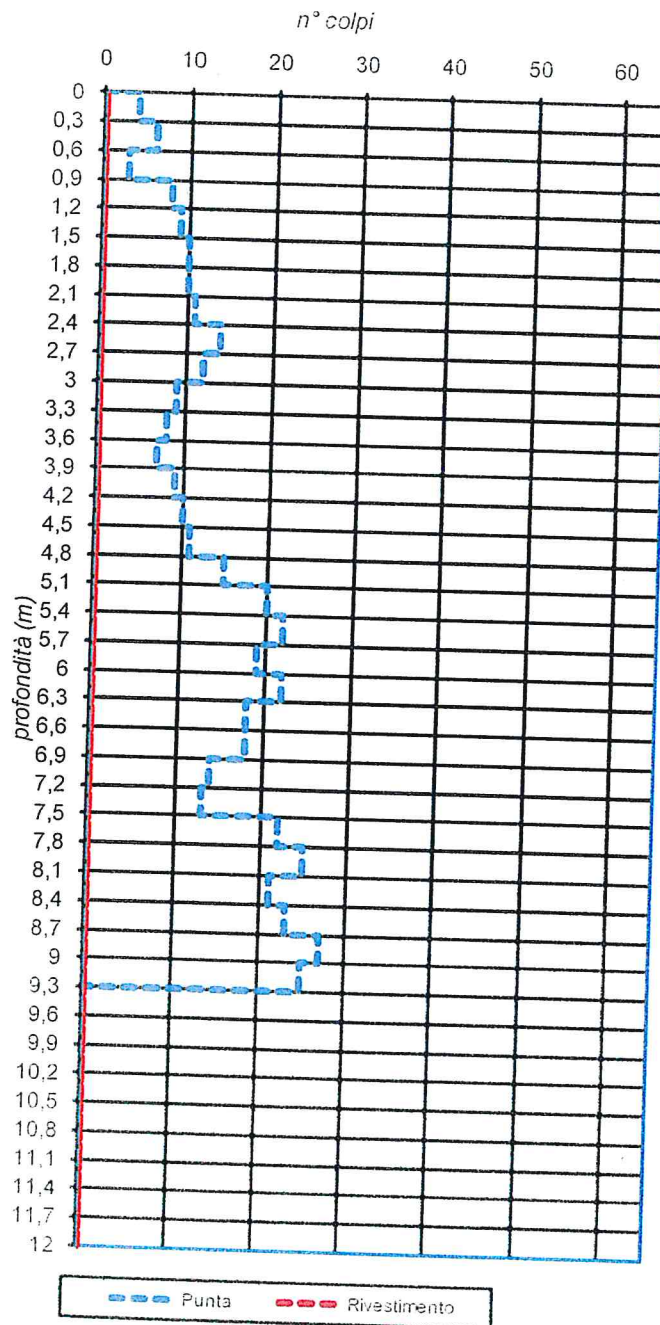
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 4 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	4	
0,6	6	
0,9	3	
1,2	8	
1,5	9	
1,8	10	
2,1	10	
2,4	11	
2,7	14	
3,0	12	
3,3	9	
3,6	8	
3,9	7	
4,2	9	
4,5	10	
4,8	11	
5,1	15	
5,4	20	
5,7	22	
6,0	19	
6,3	22	
6,6	18	
6,9	18	
7,2	14	
7,5	13	
7,8	22	
8,1	25	
8,4	21	
8,7	23	
9,0	27	
9,3	25	
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota



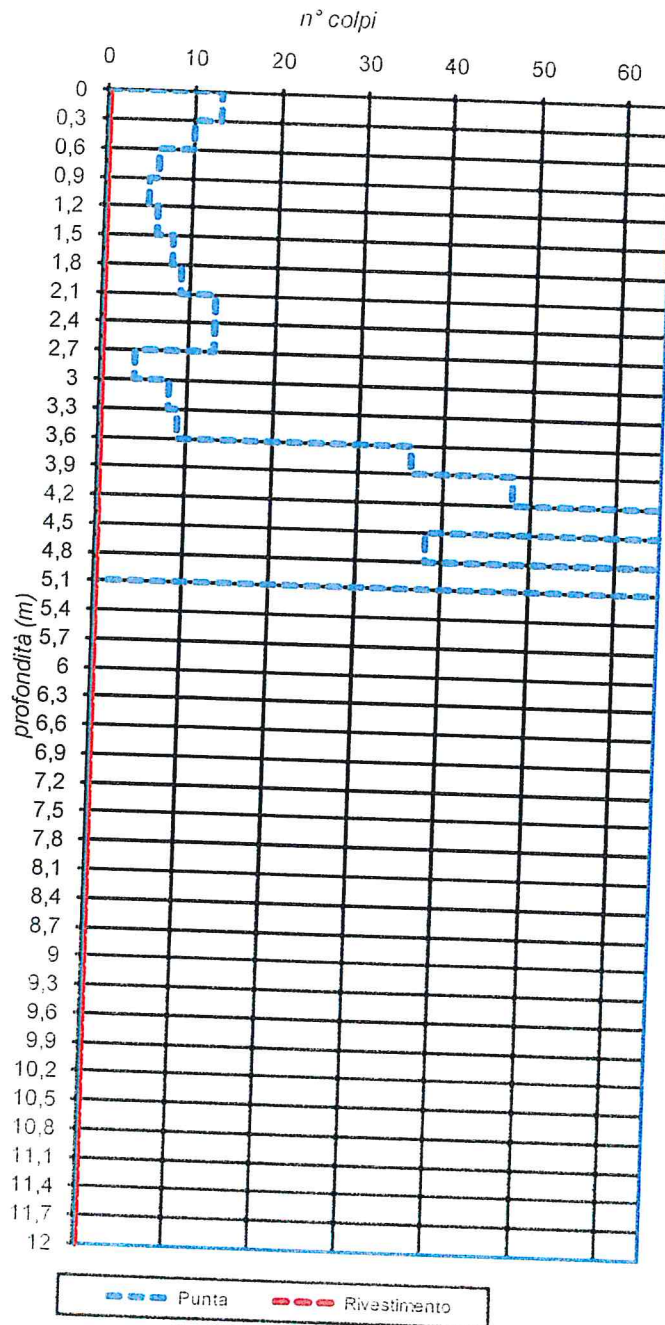
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 5 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	13	
0,6	10	
0,9	6	
1,2	5	
1,5	6	
1,8	8	
2,1	9	
2,4	13	
2,7	13	
3,0	4	
3,3	8	
3,6	9	
3,9	36	
4,2	48	
4,5	69	
4,8	38	
5,1	100	
5,4		
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Pata



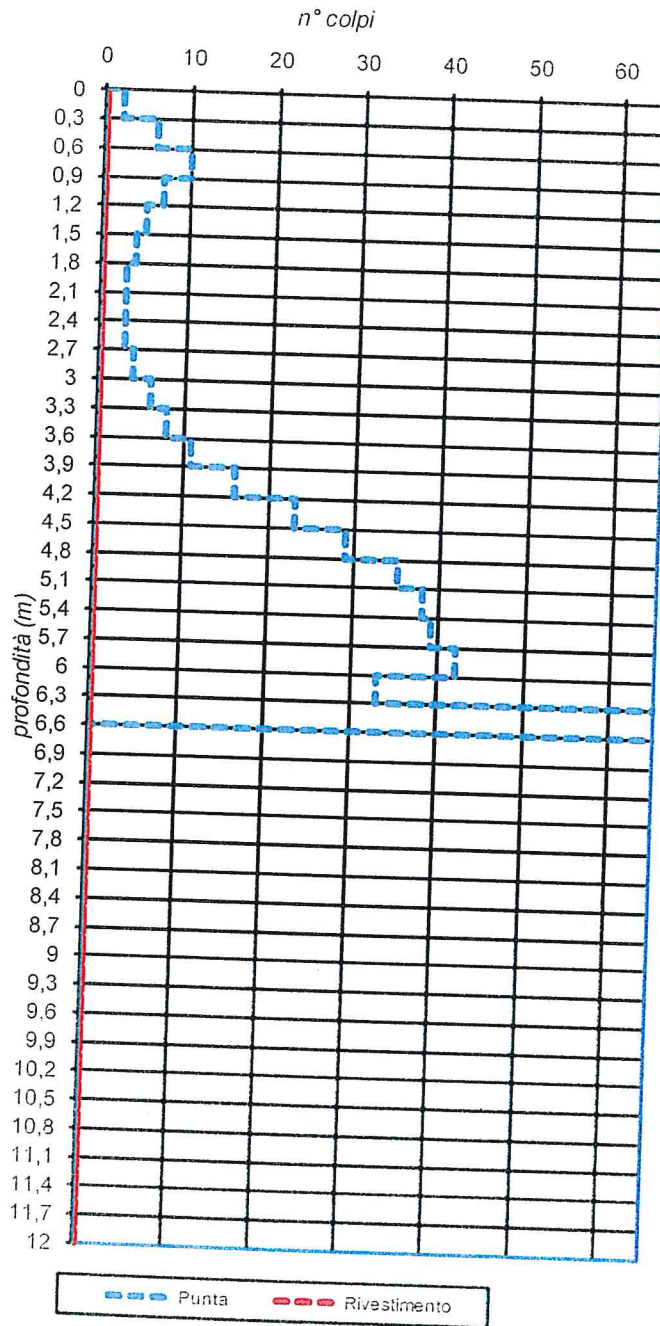
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 6 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	2	
0,6	6	
0,9	10	
1,2	7	
1,5	5	
1,8	4	
2,1	3	
2,4	3	
2,7	3	
3,0	4	
3,3	6	
3,6	8	
3,9	11	
4,2	16	
4,5	23	
4,8	29	
5,1	35	
5,4	38	
5,7	39	
6,0	42	
6,3	33	
6,6	69	
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota

*Matteo Rota*



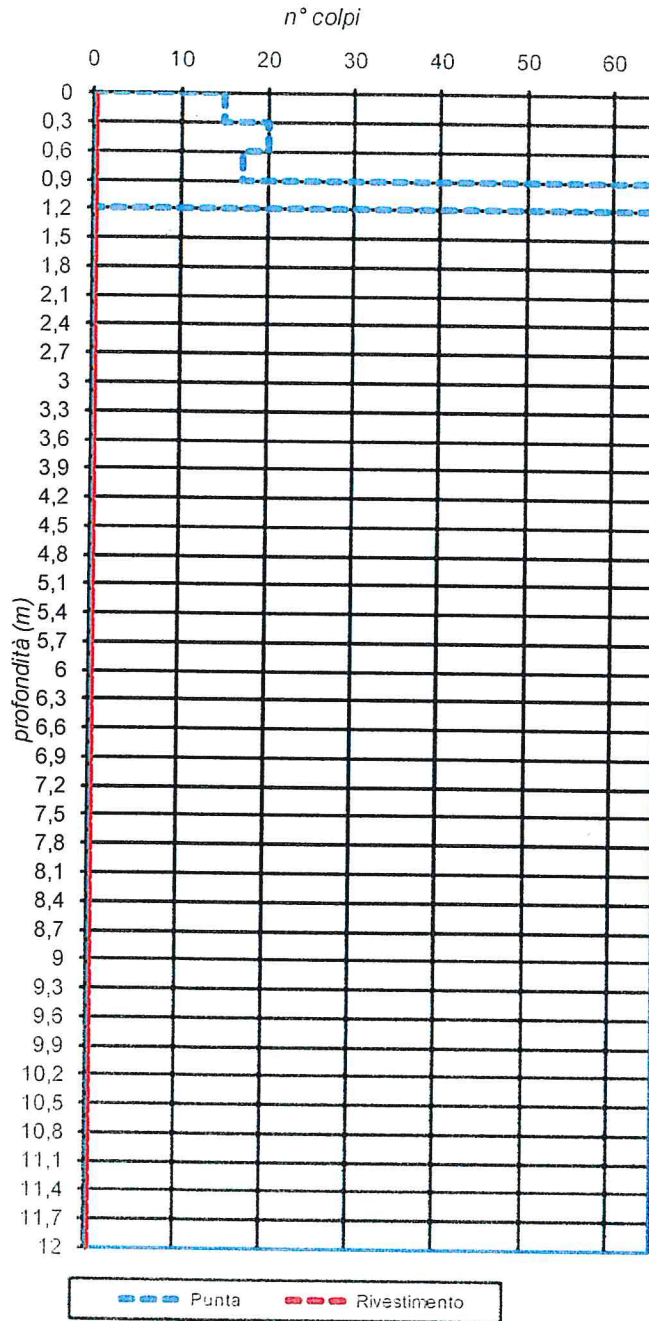
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 7 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	15	
0,6	20	
0,9	17	
1,2	100	
1,5		
1,8		
2,1		
2,4		
2,7		
3,0		
3,3		
3,6		
3,9		
4,2		
4,5		
4,8		
5,1		
5,4		
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota



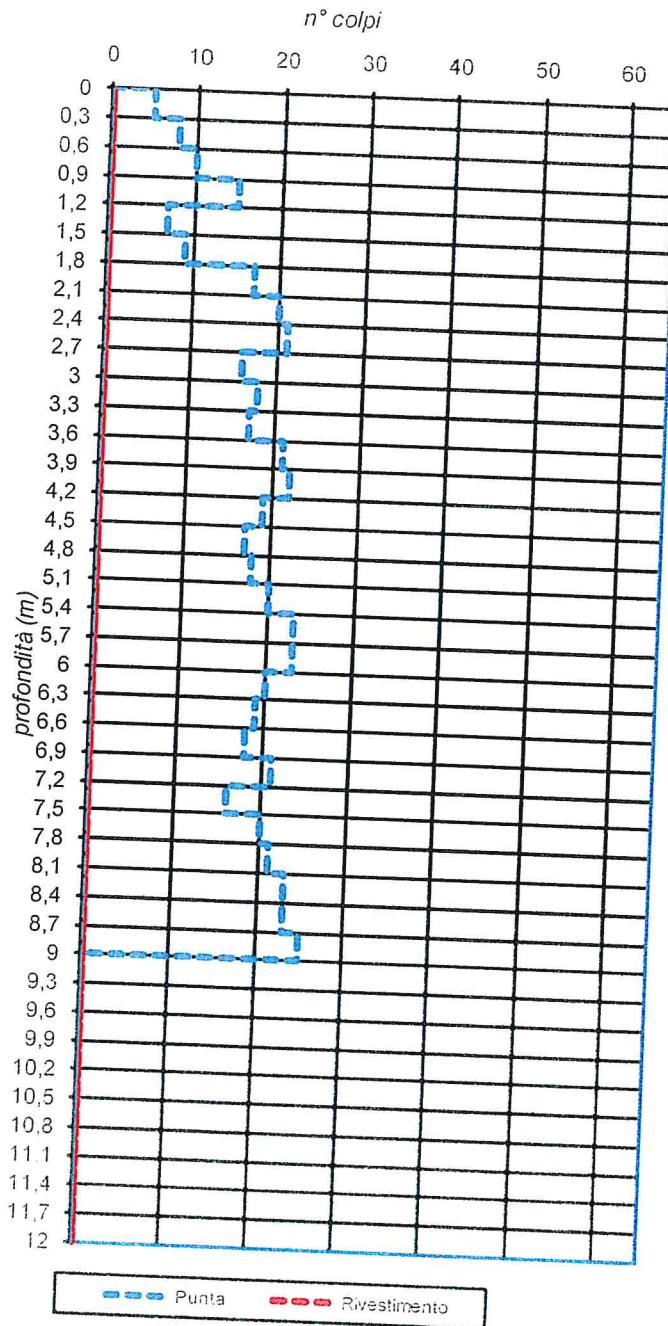
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 8 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	5	
0,6	8	
0,9	10	
1,2	15	
1,5	7	
1,8	9	
2,1	17	
2,4	20	
2,7	21	
3,0	16	
3,3	18	
3,6	17	
3,9	21	
4,2	22	
4,5	19	
4,8	17	
5,1	18	
5,4	20	
5,7	23	
6,0	23	
6,3	20	
6,6	19	
6,9	18	
7,2	21	
7,5	16	
7,8	20	
8,1	21	
8,4	23	
8,7	23	
9,0	25	
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

**Grafico prova penetrometrica**



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota



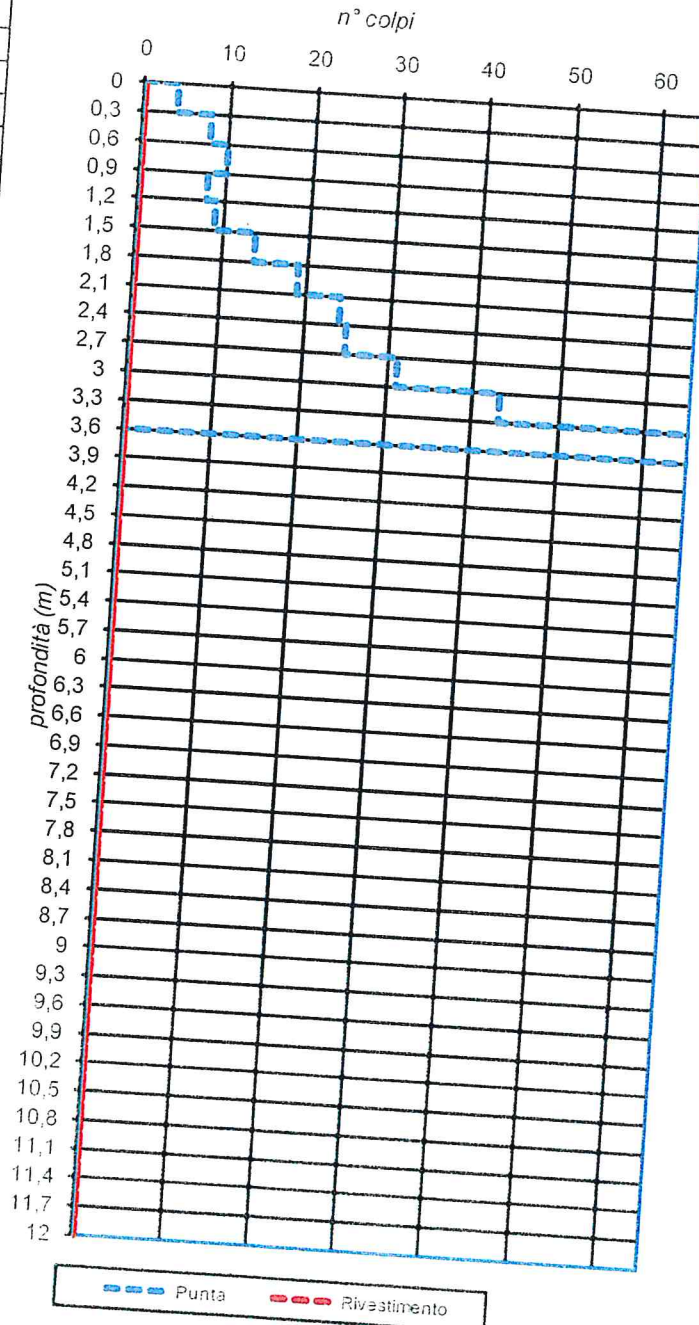
Studio TECNO.GEO., Via Corridoni n 27 - Bergamo  
**SETTORE GEOTECNICA - PROVA PENETROMETRICA DPH50**

Committente: P. L. Fornas  
 Località: Cenate Sopra (BG)

Data: 04/06/2013  
 Certificato: 9 Comm. 047/13

Profondità	n. colpi punta	n. colpi rivestimento
0,3	4	
0,6	8	
0,9	10	
1,2	8	
1,5	9	
1,8	14	
2,1	19	
2,4	24	
2,7	25	
3,0	31	
3,3	43	
3,6	68	
3,9		
4,2		
4,5		
4,8		
5,1		
5,4		
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		

Grafico prova penetrometrica



Penetrometro DPH50 - Maglio: 50 Kg, Corsa: 50 cm, Punta: 43,7 mm

NOTE:

QUOTA INIZIO PROVA: piano campagna

Il responsabile tecnico:

Dott. Geol. Matteo Rota

## **ALLEGATO N. 2**

**Parametri sismici di sito per la struttura in progetto**

Valori al Bedrock



## Parametri sismici

determinati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

### Sito in esame.

Latitudine: 45,714982 [°]

Longitudine: 9,811669 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	11159	45,727830	9,770541	3497,8
Sito 2	11160	45,730000	9,841965	2884,4
Sito 3	11382	45,680050	9,845000	4667,8
Sito 4	11381	45,677890	9,773620	5073,8

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,033	2,427	0,201

Danno (SLD)	63	50	0,043	2,432	0,223
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,122	2,427	0,272
Prevenzione e dal collasso (SLC)	5	975	0,158	2,477	0,278

### Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,000	0,007	0,003	0,326	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,009	0,004	0,427	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,033	0,017	1,199	0,270
SLC	1,000	1,000	1,000	0,043	0,021	1,553	0,270



## 8. INDAGINI ESEGUITE

L'indagine geognostica è stata pianificata in modo da definire un modello geotecnico del sottosuolo, necessario per la progettazione strutturale; nella scelta delle indagini si è tenuto conto delle dimensioni dell'area di intervento, della tipologia dei fabbricati da costruire e della conformazione geologica dell'area.

Nella zona in studio sono quindi state eseguite, in data 13 settembre 2013, n. 2 prove penetrometriche dinamiche, volte a individuare le caratteristiche geotecniche dei terreni.

La prova penetrometrica dinamica viene eseguita infiggendo verticalmente nel terreno, per mezzo di un maglio che cade da un'altezza nota, una punta conica posta all'estremità di una batteria di aste. Il dato risultante è quello della resistenza offerta dai terreni alla penetrazione, necessario per la parametrizzazione geotecnica del sottosuolo.

Le prove sono state effettuate con un penetrometro dinamico modello "Pagani TG 63 Compac" avente le seguenti caratteristiche tecniche:

peso massa battente	63,5 Kg
altezza di caduta	0,75 m
lunghezza aste	1,00 m
diametro aste	32 mm
diametro punta conica	50,4 mm
angolo del cono	60°

Le due prove sono state realizzate a partire dal piano campagna esistente ed hanno raggiunto al profondità massima di 3,40 m da p.c. per raggiungimento del rifiuto meccanico.

Di seguito si riportano le profondità raggiunte nelle rispettive prove.

Prova	Profondità in metri da p.c.
P1	-3,40 m
P2	-1,60 m

**Tabella 2. Profondità raggiunte dalle prove penetrometriche**

In **Allegato 9** vengono riportati i diagrammi di ciascuna prova penetrometrica eseguita contenenti il grafico n° colpi/profondità e l'ubicazione dei punti di prova.



## 9. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

I parametri geotecnici sono stati calcolati mediante le correlazioni proposte in letteratura, specificate di seguito.

### Peso di volume

Il peso di volume è stato scelto nell'ambito dei normali intervalli di variazione proposti in bibliografia, in funzione della granulometria e del grado di consistenza del terreno stesso.

### Angolo di attrito

L'angolo di attrito interno è stato ricavato con la correlazione proposta da **De Mello**:

$$\phi = 19 - 0,38 \cdot \sigma + 8,73 \text{Log}(N_{spt})$$

### Modulo di deformazione

Calcolato attraverso la correlazione di **D'Apollonia**, valida per argille sature-argille fessurate:

$$E = 100 \cdot c_u$$

### Modulo edometrico

Calcolato attraverso la correlazione di **Stroud e Butler (1975)**, valida per litotipi a media plasticità:

$$E_d = 5 \cdot N_{spt}$$

### Coesione

Considerata la natura dei terreni si è proceduto ad un calcolo della coesione; tale valore, in mancanza di prove di laboratorio, è da considerarsi di prima approssimazione.

Per il calcolo si è applicata la formula di **Terzaghi e Peck**, valida per argille di media plasticità:

$$c_u = 0,067 \cdot N_{spt} \quad (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

Mediante il valore di resistenza  $N_{spt}$  si può inoltre ricavare, tramite la relazione di **Robertson - Campanella - Wightman** (valida per argille limose o sabbiose), il valore di  $R_p$  (resistenza alla punta della prova statica):

$$R_p = 2 \cdot N_{spt} \quad (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$



Da tale valore può essere inoltre ottenuto il valore di  $c_u$  massimo, mediante gli abachi proposti da **A.G.I. (1977)**, **Ricceri et al. (1974)** e **Marsland et al. (1974/1979)**.

## **10. PARAMETRIZZAZIONE GEOMECCANICA**

A causa dell'antropizzazione del territorio ed alla presenza di pendii blandi con diffusi depositi colluviali non è stato possibile effettuare rilievi geomeccanici del substrato roccioso.

Per la parametrizzazione dell'ammasso si sono dunque utilizzati valori da bibliografia ricavati da ammassi rocciosi con caratteristiche simili; le correlazioni utilizzate sono quelle specificate di seguito.

### **Peso di volume**

Il peso di volume è stato scelto nell'ambito dei normali intervalli di variazione proposti in bibliografia ed in base all'esperienza tecnica acquisita in situazioni simili.

### **RQD (Rock Quality Desination index)**

Il valore dell'indice RQD è stato scelto considerando il probabile stato di fatturazione della roccia.

### **RMR (Rock Mass Rating)**

Questa classificazione tiene conto di 5 parametri caratteristici:

- R1* resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta
- R2* indice RQD (Rock Quality Desination index)
- R3* spaziatura dei giunti
- R4* condizione dei giunti (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale di riempimento)
- R5* condizioni idrauliche (afflusso d'acqua, pressione interstiziale)

A ciascun parametro viene assegnato un indice parziale.

La somma dei cinque indici porta ad ottenere l'indice di base (RMR<sub>base</sub>).

$$RMR_{base} = \sum \text{parametri} (R1 + R2 + R3 + R4 + R5)$$

Il valore di RMR<sub>base</sub> è quindi indice delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso e tanto più elevato sarà il suo valore, tanto maggiore sarà la qualità dell'ammasso stesso.

Le caratteristiche fondamentali dell'ammasso roccioso, ricavabili dal RMR<sub>base</sub>,



sono le seguenti:

Coesione

$$c \text{ (KPa)} = 5 \cdot RMR_{base}$$

Angolo di attrito interno

$$\phi \text{ (}^\circ\text{)} = 5 + \frac{RMR_{base}}{2}$$

**Coefficiente di Poisson**

Il coefficiente di Poisson è stato scelto nell'ambito dei normali intervalli di variazione proposti in bibliografia ed in base all'esperienza tecnica acquisita in situazioni simili.

## **11. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO**

Le risultanze dell'indagine, supportate dalle conoscenze geologiche e geotecniche locali, hanno consentito di definire un modello geotecnico medio del sottosuolo al quale riferirsi per le valutazioni riguardanti i calcoli della capacità portante del terreno e dei carichi di esercizio ammissibili. Tale modello è stato costruito utilizzando anche i dati derivanti dalla "Relazione geologico-geotecnica di supporto al progetto di realizzazione delle nuove scuole elementari" redatto da Hattusas S.r.l. (giugno 2011), la quale ha permesso di conoscere la natura dei terreni a profondità maggiori rispetto a quelle raggiunte dalle prove penetrometriche.

E' da tenere in considerazione che tale modello è stato ottenuto utilizzando delle informazioni "puntuali" e può quindi presentare delle incertezze. Qualora in fase di scavo si dovessero quindi riscontrare situazioni anomale o non aderenti alla situazione geotecnica proposta, ci si riserva di confermare i risultati e le considerazioni esposte.

La zona in studio, in base ai valori ottenuti dalla prove penetrometriche, può essere schematizzato come una successione verticale di quattro unità (vedi **Allegato 10**); ciascuna unità risulta contraddistinta da caratteristiche omogenee dal punto di vista geologico, geotecnico e, presumibilmente, dal punto di vista litologico.

I valori della prova penetrometrica dinamica ( $N_{scpt}$ ) vengono normalizzati rispetto a  $N_{spt}$  (standard di riferimento) tramite la seguente relazione:

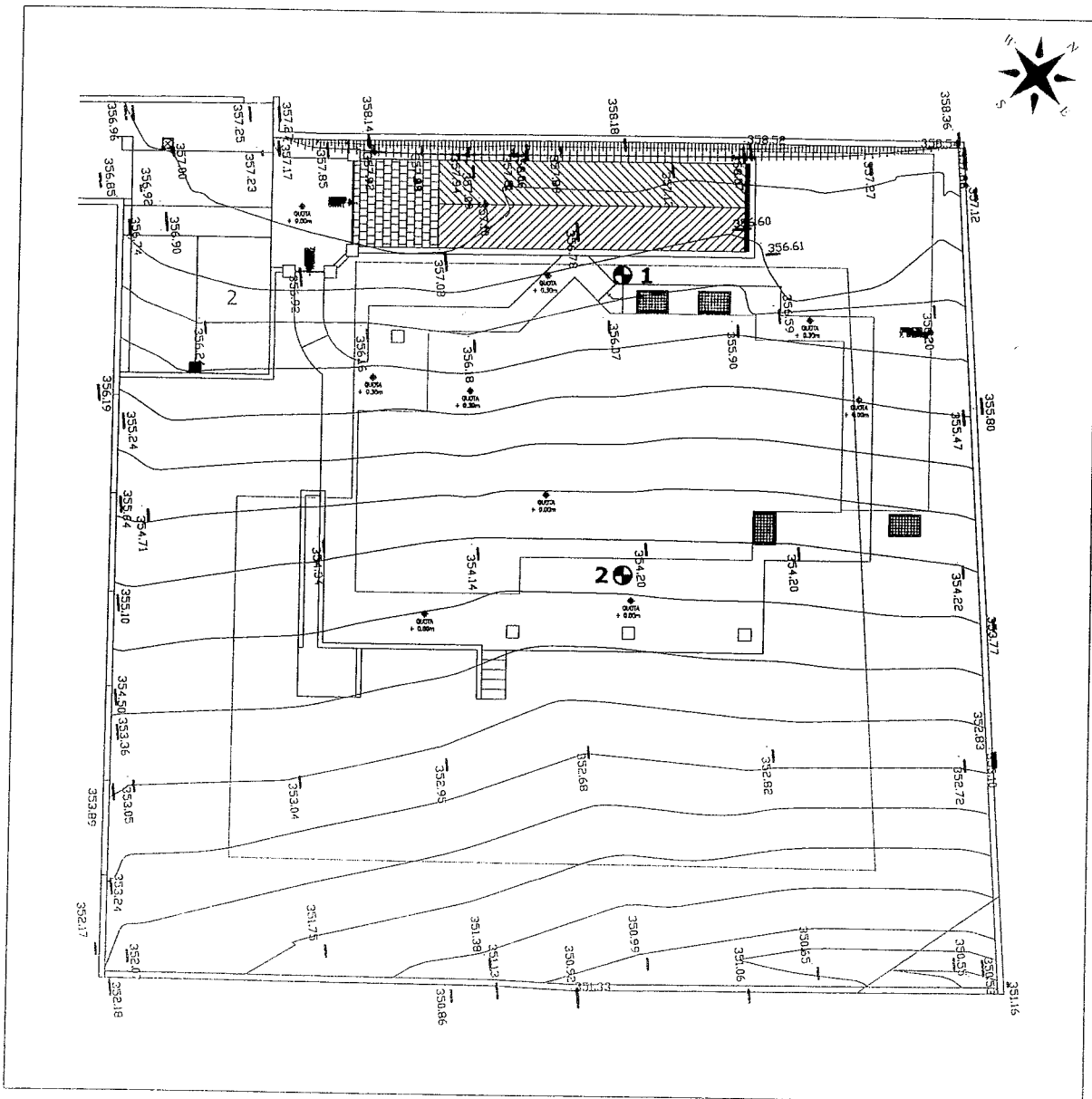
$$N_{spt} \approx N_{scpt} \times 1,5$$

SIG. POLONI ALEX

Relazione geologica e geotecnica relativa alla realizzazione di un edificio residenziale  
Via Costa Muratori - Cenate Sopra (BG)

## POSIZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Scala 1:200



1 Ⓞ Prova penetrometrica dinamica



Dott. Riccardo Geraci  
Studio di Geologia



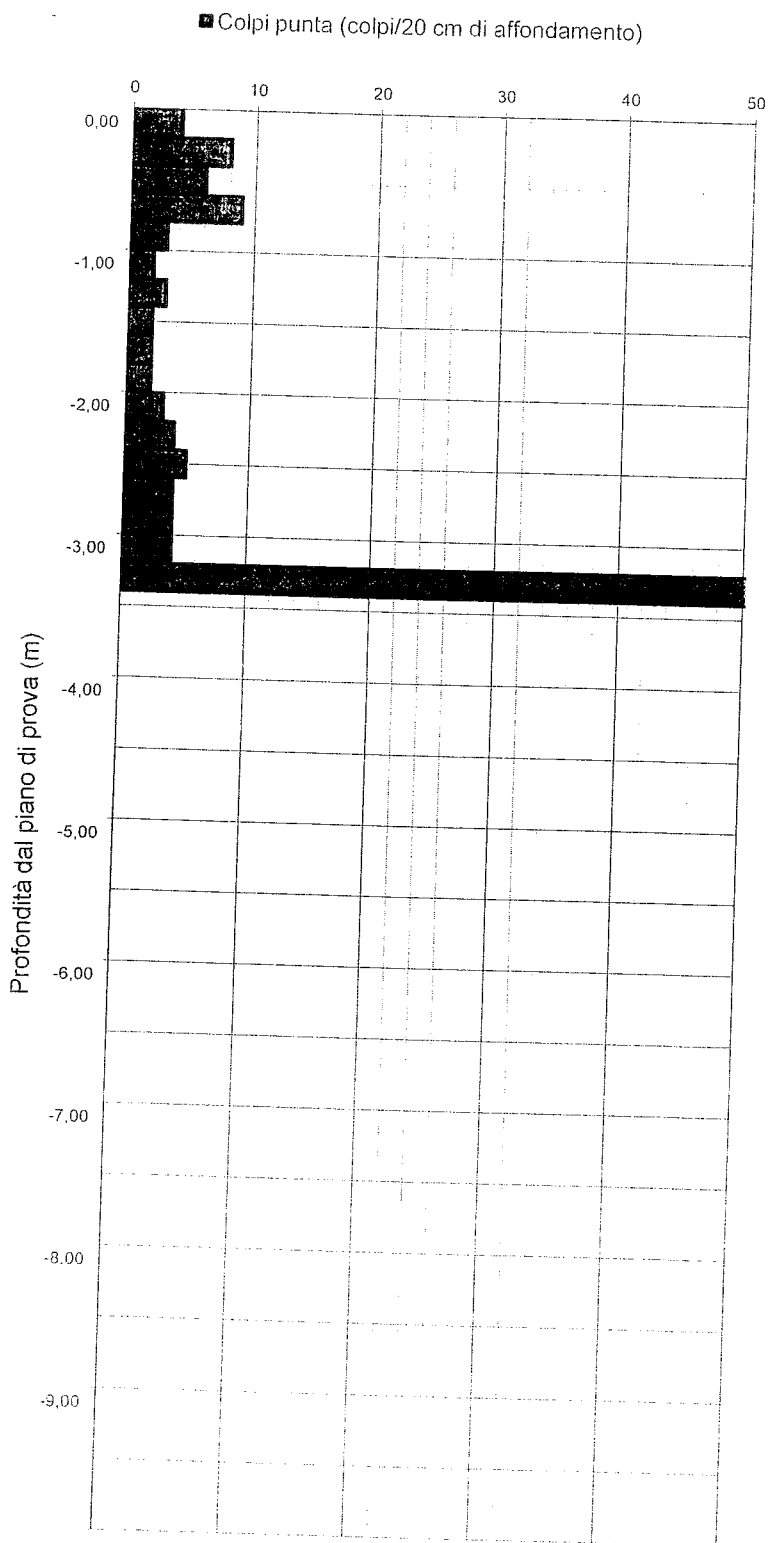
# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N. 1

Località: Cenate Sopra (BG), Via Costa Muratori

Data: 13 settembre 2013

Attrezzatura: Pagani 63 Compac

Committente: Poioni Alex - Via Costa Muratori - 24060 Cenate Sopra (BG)



Profondità (m)		Colpi Punta
0,00	-0,20	4
-0,20	-0,40	8
-0,40	-0,60	6
-0,60	-0,80	9
-0,80	-1,00	3
-1,00	-1,20	2
-1,20	-1,40	3
-1,40	-1,60	2
-1,60	-1,80	2
-1,80	-2,00	2
-2,00	-2,20	3
-2,20	-2,40	4
-2,40	-2,60	5
-2,60	-2,80	4
-2,80	-3,00	4
-3,00	-3,20	4
-3,20	-3,40	100
-3,40	-3,60	
-3,60	-3,80	
-3,80	-4,00	
-4,00	-4,20	
-4,20	-4,40	
-4,40	-4,60	
-4,60	-4,80	
-4,80	-5,00	
-5,00	-5,20	
-5,20	-5,40	
-5,40	-5,60	
-5,60	-5,80	
-5,80	-6,00	
-6,00	-6,20	
-6,20	-6,40	
-6,40	-6,60	
-6,60	-6,80	
-6,80	-7,00	
-7,00	-7,20	
-7,20	-7,40	
-7,40	-7,60	
-7,60	-7,80	
-7,80	-8,00	
-8,00	-8,20	
-8,20	-8,40	
-8,40	-8,60	
-8,60	-8,80	
-8,80	-9,00	
-9,00	-9,20	
-9,20	-9,40	
-9,40	-9,60	
-9,60	-9,80	
-9,80	-10,00	



Dott. Riccardo Geraci  
Studio di Geologia

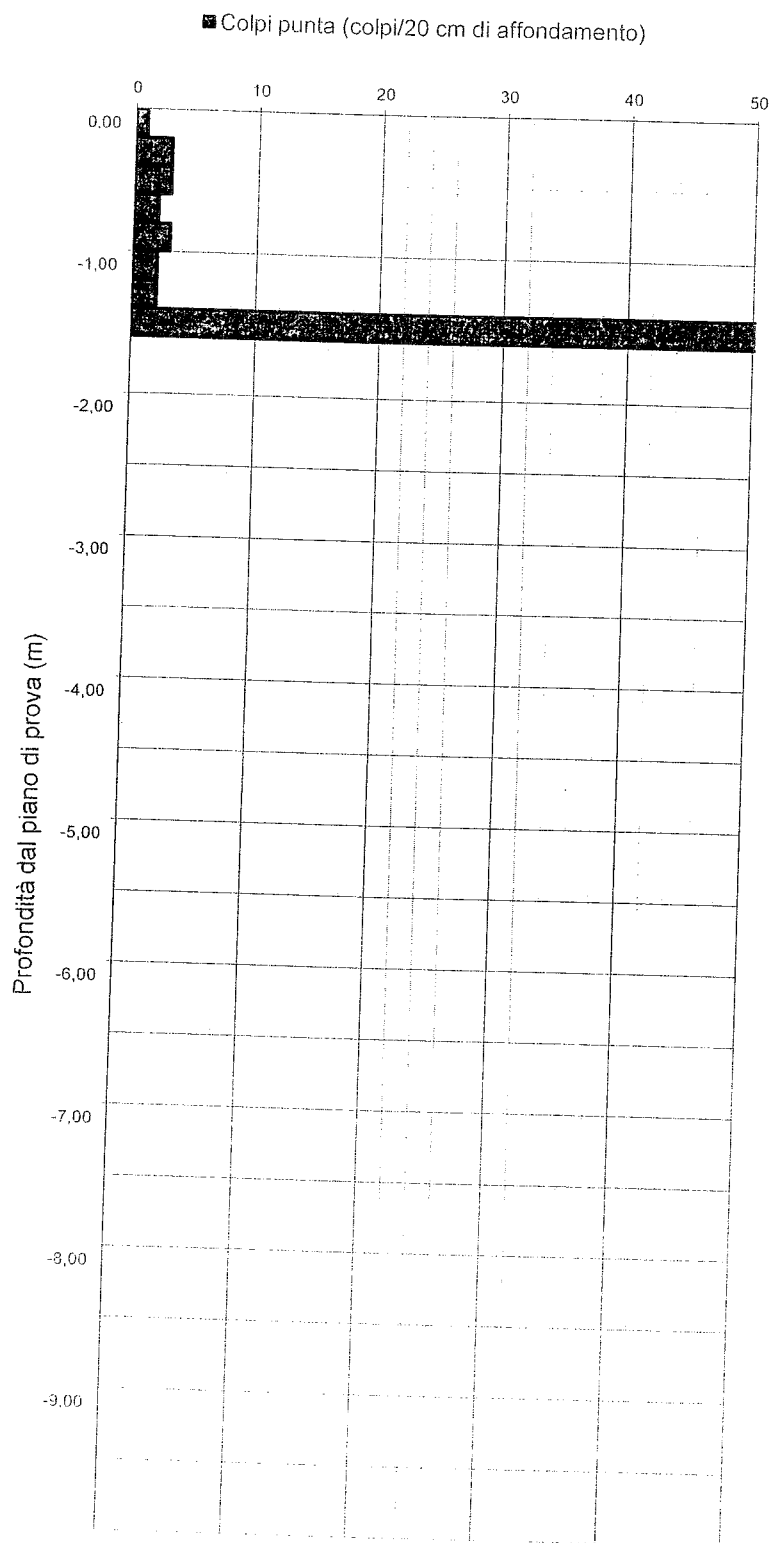
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT N. 2

Località: Cenate Sopra (BG), Via Costa Muratori

Data: 13 settembre 2013

Attrezzatura: Pagani 63 Compac

Committente: Poioni Alex - Via Costa Muratori - 24060 Cenate Sopra (BG)



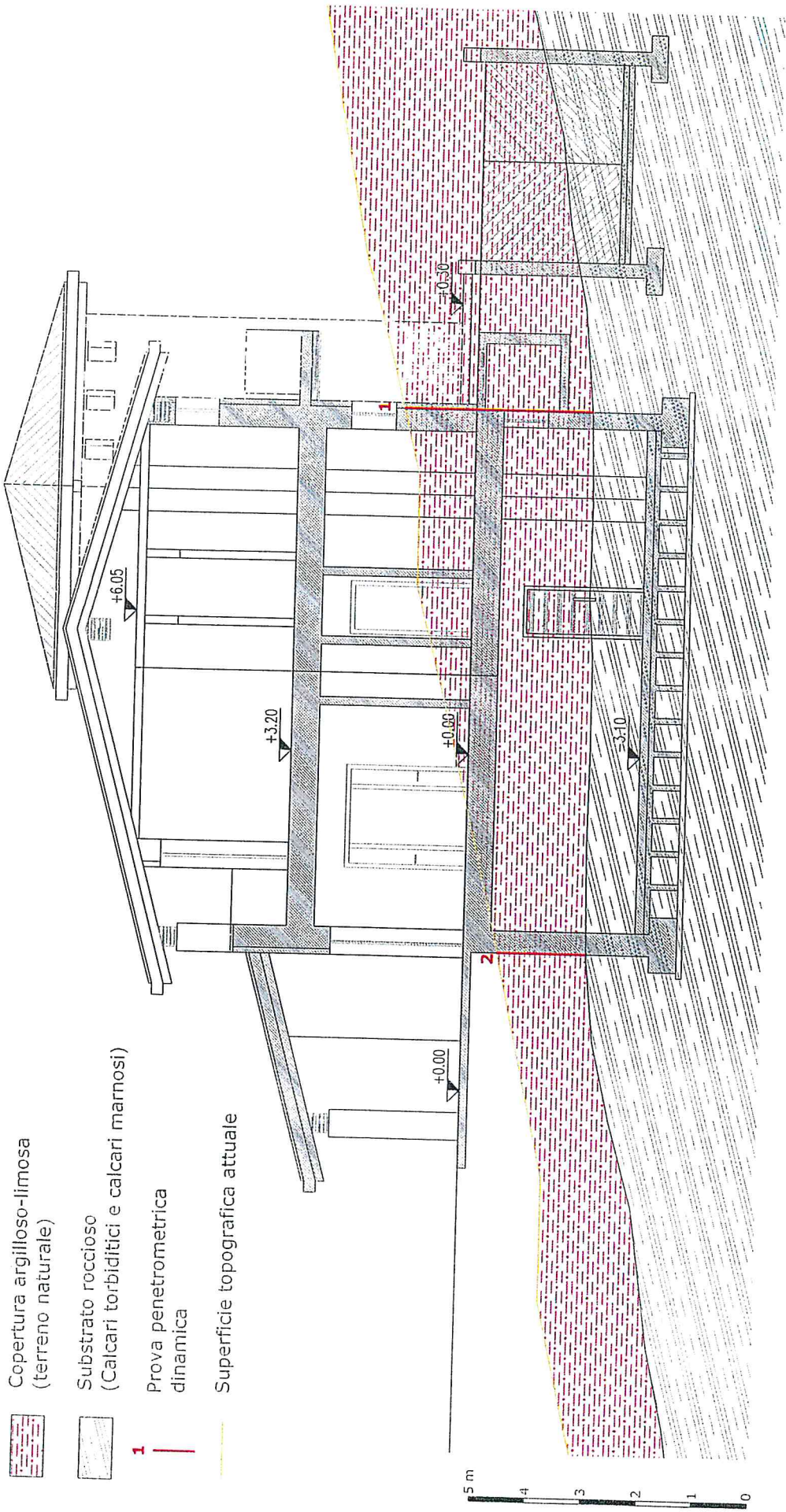
Profondità (m)		Colpi Punta
0,00	-0,20	1
-0,20	-0,40	3
-0,40	-0,60	3
-0,60	-0,80	2
-0,80	-1,00	3
-1,00	-1,20	2
-1,20	-1,40	2
-1,40	-1,60	100
-1,60	-1,80	
-1,80	-2,00	
-2,00	-2,20	
-2,20	-2,40	
-2,40	-2,60	
-2,60	-2,80	
-2,80	-3,00	
-3,00	-3,20	
-3,20	-3,40	
-3,40	-3,60	
-3,60	-3,80	
-3,80	-4,00	
-4,00	-4,20	
-4,20	-4,40	
-4,40	-4,60	
-4,60	-4,80	
-4,80	-5,00	
-5,00	-5,20	
-5,20	-5,40	
-5,40	-5,60	
-5,60	-5,80	
-5,80	-6,00	
-6,00	-6,20	
-6,20	-6,40	
-6,40	-6,60	
-6,60	-6,80	
-6,80	-7,00	
-7,00	-7,20	
-7,20	-7,40	
-7,40	-7,60	
-7,60	-7,80	
-7,80	-8,00	
-8,00	-8,20	
-8,20	-8,40	
-8,40	-8,60	
-8,60	-8,80	
-8,80	-9,00	
-9,00	-9,20	
-9,20	-9,40	
-9,40	-9,60	
-9,60	-9,80	
-9,80	-10,00	



SIG. POLONI ALEX

Relazione geologica e geotecnica relativa alla realizzazione di un edificio residenziale  
Via Costa Muratori - Cenate Sopra (BG)

## ALLEGATO 10 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO







## **RELAZIONE GEOTECNICA**

### ***PREMESSA***

Per rispondere agli obiettivi indicati in premessa, al fine di determinare la natura stratigrafica e litotecnica dei terreni di fondazione dell'edificio sono state eseguite ulteriori **n°3 prove penetrometriche dinamiche** per valutare la resistenza meccanica dei terreni, con penetrometro dinamico pesante DPHS Penni 63. L'impiego ormai generalizzato e i numerosi casi oggetto di studio e di confronto sperimentale, permettono comunque di ottenere informazioni accettabili in merito



*Figura 10: Esecuzione prove penetrometriche*

alle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. La prova consiste nel lasciare cadere il maglio del peso di 63 kg da un'altezza di 75 cm su delle aste che spingono una punta conica unificata, la quale penetra così nel terreno; in base al numero di colpi inflitti per avere un approfondimento di 20 cm della punta si risale alle caratteristiche meccaniche del terreno considerato e, mediante l'utilizzo



di opportune formule, alla resistenza di rottura dinamica alla punta e il carico ammissibile del terreno.

I dati di campagna hanno quindi fornito per ciascuna prova eseguita il numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm della punta penetrometrica, riferiti alle singole profondità di infissione, ai quali sono legati i valori di resistenza dinamica (in Kg/cm<sup>2</sup>) opposta all'avanzamento relativo della punta penetrometrica.

I risultati conseguiti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area di studio sono illustrati nei grafici e nelle tabelle allegate.

## ***INDAGINI GEOTECNICHE***

### **Parametri di base**

Per definire la successione stratigrafico - litotecnica dei terreni in situ sono state dunque eseguite specifiche indagini che consentono di attribuire a ciascun livello di terreno attraversato i parametri fisico - meccanici caratteristici.

Come ricordato, l'impiego del Penetrometro dinamico Penni 63 consente la registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato.

Le successive elaborazioni ed interpretazioni dei dati forniti dalla prova penetrometrica consentono di attribuire a ciascun livello i parametri litotecnici significativi. Le indagini eseguite hanno mostrato che la stratigrafia dei terreni presenti nell'area è relativamente semplice entro i primi metri di profondità; l'interpretazione dei dati forniti dalle prove consente infatti di riconoscere la presenza, al di sotto di un primo orizzonte superficiale, di un'alternanza di livelli costituiti da argille più o meno compatte fino a profondità prossime ai 7 metri. Infine è stato raggiunto un livello più compatte caratterizzato dalla presenza di ghiaie e ciottoli.

L'interpretazione e l'elaborazione dei dati forniti delle prove penetrometriche ha consentito di attribuire in prima analisi agli orizzonti attraversati i seguenti parametri litotecnici relativi alla prova n. 1 considerata come rappresentativa.



I parametri indicati sono stati ottenuti usando le correlazioni di letteratura di seguito riportate.

**Angolo d'attrito drenato**

Kenney ('59)

Schmertmann ('78)

Meyerhof

De Mello ('71)

Stroud ('88)

**Densità relativa**

Skempton ('86)

Stroud ('88)

**Modulo elastico Es**

Valutato sulla base delle correlazioni dirette con i valori di  $N_{spt}$  ( da Bowles)

**Coesione non drenata  $C_u$**

Sempre considerata nulla

**Coesione drenata**

Sempre considerata nulla

**Peso di volume naturale**

Stimato sulla base della granulometria prevalente

<i>Argille limose poco compatte</i>	
N. colpi medi	8
Angolo d'attrito	26°
Gamma	2,04 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	57

<i>Argille limose mediamente compatte</i>	
N. colpi medi	15
Angolo d'attrito	30°
Gamma	2,06 t/m <sup>3</sup>
Mod. Edom. inc.	107



### **Parametri caratteristici**

Per la scelta dei valori da utilizzare nei calcoli geotecnici sono state applicate le specifiche dell'Eurocodice 7 che applicano un metodo statistico per la determinazione dei valori caratteristici.

Si ricorda che il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove

I valori caratteristici sono stati determinati con la seguente relazione:

$$f_k = f_m (1 + X \cdot V_f)$$

dove:

$f_k$  = valore caratteristico;

$f_m$  = valore medio;

$V_f$  = coefficiente di variazione di  $f$ , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico

medio e la media dei valori di  $f$ ;

$X$  = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri geotecnici, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di  $X$  uguale a  $-1,645$ .

In virtù dei dati ottenuti con la campagna geognostica si è deciso di applicare la funzione geostatistica solo ai livelli coesivi, mantenendo per il livelli incoerenti (Litozona A) valori di riferimento dedotti dalle prove.

Si ricorda che i valori caratteristici ( $f_k$ ) andranno a loro volta, in sede progettuale, modellati in valori di progetto ( $f_v$ ), in funzione dell'approccio di calcolo utilizzato.

#### **Litozona A (Spessori fino a 8 metri)**

Argille limose poco compatte

NSPT	4.7
$Y_n$ (Kn/m <sup>3</sup> )	15.6
Dr (%)	27.5
Phi	24
$E_y$ (Mpa)	8.6





### **Litozona B (strato da circa 8 a 12 metri)**

Argille limose mediamente compatte

NSPT	7.4
$Y_n$ (Kn/m <sup>3</sup> )	16.1
Dr (%)	34.7
Phi	26.7
$E_y$ (Mpa)	20.5

Maggiori informazioni sono riportate nelle tabelle e nei grafici allegati alla presente relazione. Risulta a carico del progettista l'accertamento delle reali condizioni geotecniche specificate nella seguente relazione; qualora si riscontrassero difformità si dovrà immediatamente avvisare lo scrivente e provvedere alle necessarie integrazioni dell'indagine.

### ***Sondaggio a carotaggio continuo***

Con l'intento di ricostruire in modo attendibile e corretto la stratigrafia del sito in esame, è stato effettuato n. 1 sondaggio geognostico, ubicato in maniera opportuna, con lo scopo di avere una descrizione completa della stratigrafia e le indicazioni geotecniche sui terreni attraversati.

Il carotaggio è stato eseguito a secco, senza fluido di perforazione, nelle fasi in cui veniva usato il carotiere semplice; usando acqua come fluido di circolazione nelle fasi di avanzamento con carotiere doppio, quest'ultimo utilizzato solo per brevi tratti. Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica. Le singole cassette sono state successivamente fotografate e descritte.

Durante l'esecuzione del sondaggio, di cui si allega la stratigrafia dettagliata, sono state eseguite, a diversi livelli di profondità, le prove SPT in foro, che hanno consentito di valutare le caratteristiche litotecniche dei terreni attraversati durante la prova e di tarare i risultati delle prove penetrometriche.

Questo metodo consente di ricavare valori quantitativi sulla resistenza del terreno alla penetrazione e per ricavare un campione di terreno indisturbato.



La prova consiste nel far cadere, con un ritmo di 20-25 colpi al minuto, una massa battente di 63,5 Kg da un'altezza di 76,2 mm (standard europeo) su una batteria di aste che presentano sulla parte terminale un campionatore cilindrico.

Viene così registrato il numero di colpi necessari ad ottenere una penetrazione del tubo campionatore nel terreno di 30 cm; tale valore rappresenta la resistenza a penetrazione.

Nel nostro caso specifico, avendo a che fare con terreni di natura essenzialmente argilloso-limosa, al posto del campionatore è stata sostituita una punta conica chiusa di 60 ° con diametro esterno di 51 mm.

<i>S I</i>	<i>SPT</i>
2 mt	6 – 8 – 10
4 mt	13 – 16 – 21
6 mt	10 – 11 - 12
8 mt	12 – 11 – 13

S1-SPT	SPT	Nspt	Dr <sup>1</sup>	φ <sup>2</sup>
2	6 – 8 – 10	18	0.68	31
4	13 – 16 – 21	37	0.95	38
6	10 – 11 - 12	23	0.75	33
8	12 – 11 – 13	24	0.8	34

<sup>1</sup>Dr (Kg/cm<sup>2</sup>) Schulze Menzenbach

<sup>2</sup>Correlazione diretta da SPT " Road Bridge Specification"



### **Indagini di laboratorio**

Sul campione indisturbato prelevato durante l'esecuzione del sondaggio geognostico sono stati eseguiti le seguenti indagini di laboratorio:

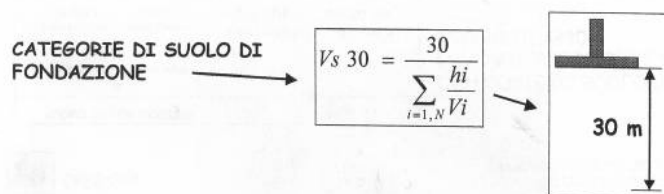
- analisi granulometrica a umido per setacciatura eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione trattenuta al setaccio ASTM n.200;
- analisi granulometrica per sedimentazione eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione passante al setaccio ASTM n.200;
- determinazione dei limiti di Atterberg secondo la norma ASTM D4318-84 sulla frazione passante al setaccio ASTM n.40;
- determinazione del contenuto d'acqua naturale secondo la norma ASTM D 2974-87;
- determinazione del peso di volume naturale secondo la norma CNR Anno VII n. 40-1973;
- prova di taglio diretto secondo la norma ASTM D 3080-72.

I risultati sono riportati nell'allegato di seguito alla relazione.

### **RELAZIONE SISMICA**

#### **Valutazione del rischio sismico**

Il parametro  $V_s 30$  è stato determinato mediante un'indagine sismica con metodologia Down-Hole. Secondo i risultati ottenuti e riportati in allegato, il terreno in esame può essere collocato nella categoria C dei suoli di fondazione secondo la distinzione indicata dal N.T.C 14 Gennaio 2008 con il valore di  $V_s 30 < 800$  m/s.



Merita essere ricordato che i parametri ricavati per via dinamica hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche in laboratorio proprio per il diverso campo di sollecitazione applicata e la diversa deformazione raggiunta.



### ***Classificazione del sito***

Per quanto riguarda la classificazione di base del sito, il D.M. 14 gennaio 2008, riprendendo quanto definito dall' Euro codice 8, fa essenzialmente riferimento alla velocità delle onde S nel substrato che allo spessore dello stesso. L' Euro codice 8 distingue 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

<b><i>Classe</i></b>	<b><i>Descrizione</i></b>
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, $30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30}$ nei terreni a grana fine).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 metri al sec. (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ Kpa, che includono uno strato di almeno 8 metri di terreni a grana fine a bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 metri di torba.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti.



Merita essere ricordato che i parametri ricavati per via dinamica hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche in laboratorio proprio per il diverso campo di sollecitazione applicata e la diversa deformazione raggiunta.

Per  $V_s 30$  s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione. In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Il concetto di  $V_{S30}$  è definito secondo la media pesata della velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa delle fondazioni, calcolata secondo la relazione:

<b>CATEGORIA DEL SUOLO</b>	<b>S</b>	<b>T<sub>b</sub></b>	<b>T<sub>c</sub></b>	<b>T<sub>d</sub></b>
<b>A</b>	1	0,15	0,4	2
<b>B, C, E</b>	1,25	0,15	0,5	2
<b>D</b>	1,35	0,2	0,8	2

**Componente orizzontale**

E dalla componente verticale:

<b>CATEGORIA DEL SUOLO</b>	<b>S</b>	<b>T<sub>b</sub></b>	<b>T<sub>c</sub></b>	<b>T<sub>d</sub></b>
<b>A, B, C, D, E</b>	1	0,05	0,15	1

**Componente verticale**

Secondo la normativa vigente si devono considerare 3 componenti traslazionali. Queste componenti possono essere descritte mediante le seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro attesi in superficie;
- accelerogramma.



Il parametro di riferimento per la caratterizzazione del sito è la velocità delle onde di taglio. Nel caso in esame con il substrato in posto caratterizzato da ghiaie alluvionali si sono correlati i valori di  $N_{spt}$  mediante la seguente relazione:

$$V_s = 75,4 N_{spt}^{0,351}$$

Per quanto riguarda l'edificio in questione si è valutato il periodo di riferimento per l'azione sismica attraverso la seguente relazione:

$$V_r = V_n * C_u$$

Dove  $V_n$  rappresenta la vita nominale dell'edificio pari a 50 (Tab. 2.4.I NTC) e  $C_u$  è il coefficiente d'uso dell'edificio, valutato in base alla classe d'uso dell'edificio considerato pari a IV.

Utilizzando i criteri delle NTC sono stati introdotti nel software di calcolo Spettri NTC 2008 i seguenti parametri:

- $a_g$  (g): 0,17
- latitudine e longitudine del sito in esame
- categoria del suolo pari C
- categoria topografica pari a T1
- vita nominale dell'edificio 50 anni
- classe d'uso IV

<b>Classe d'uso</b>	<b>Vita <math>V_n</math> [anni]</b>	<b>Coeff. Uso</b>	<b>Periodo <math>V_r</math> [anni]</b>
IV	50.0	2	100.0



**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

---

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.034	2.426	0.202
50	0.045	2.418	0.225
72	0.054	2.407	0.235
101	0.064	2.410	0.249
140	0.075	2.400	0.257
201	0.088	2.405	0.262
475	0.125	2.430	0.272
975	0.161	2.479	0.278
2475	0.217	2.520	0.292

---

La combinazione di calcolo ha individuato accelerogrammi naturali riconducibili alle condizioni del sito in esame, da cui vengono dedotti i relativi parametri.

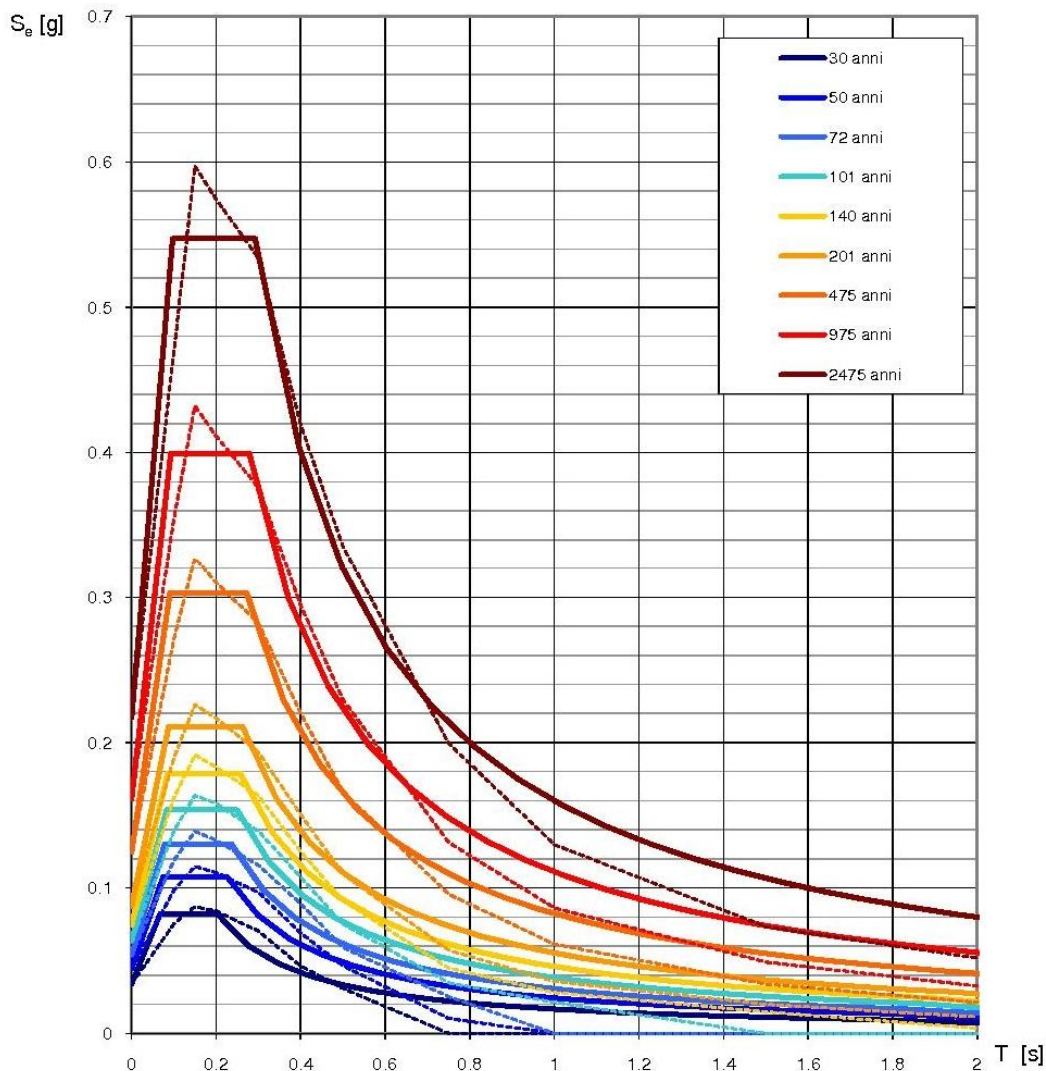
In base ai dati bibliografici in possesso e alle correlazioni con i dati di prova ottenuti la zona in esame si esclude il rischio di cedimenti permanenti causati da fenomeni di eccessivo addensamento o di liquefazione.

Le azioni sismiche di progetto su cui verificare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalla normativa vigente, si definiscono a partire dalla “pericolosità





### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $g$  a in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **E**).



<b>STATI LIMITE D' ESERCIZIO</b>	SLO	“Stato limite operatività”
	SLD	“Stato limite del danno”
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>	SLV	“Stato limite di salvaguardia della vita”
	SLC	“Stato limite al collasso”

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0.049	2.412	0.230
SLD	101	0.064	2.410	0.249
SLV	949	0.160	2.477	0.278
SLC	1950	0.201	2.510	0.288

**Parametri sismici in funzione degli stati limite considerati per l'area di progetto**

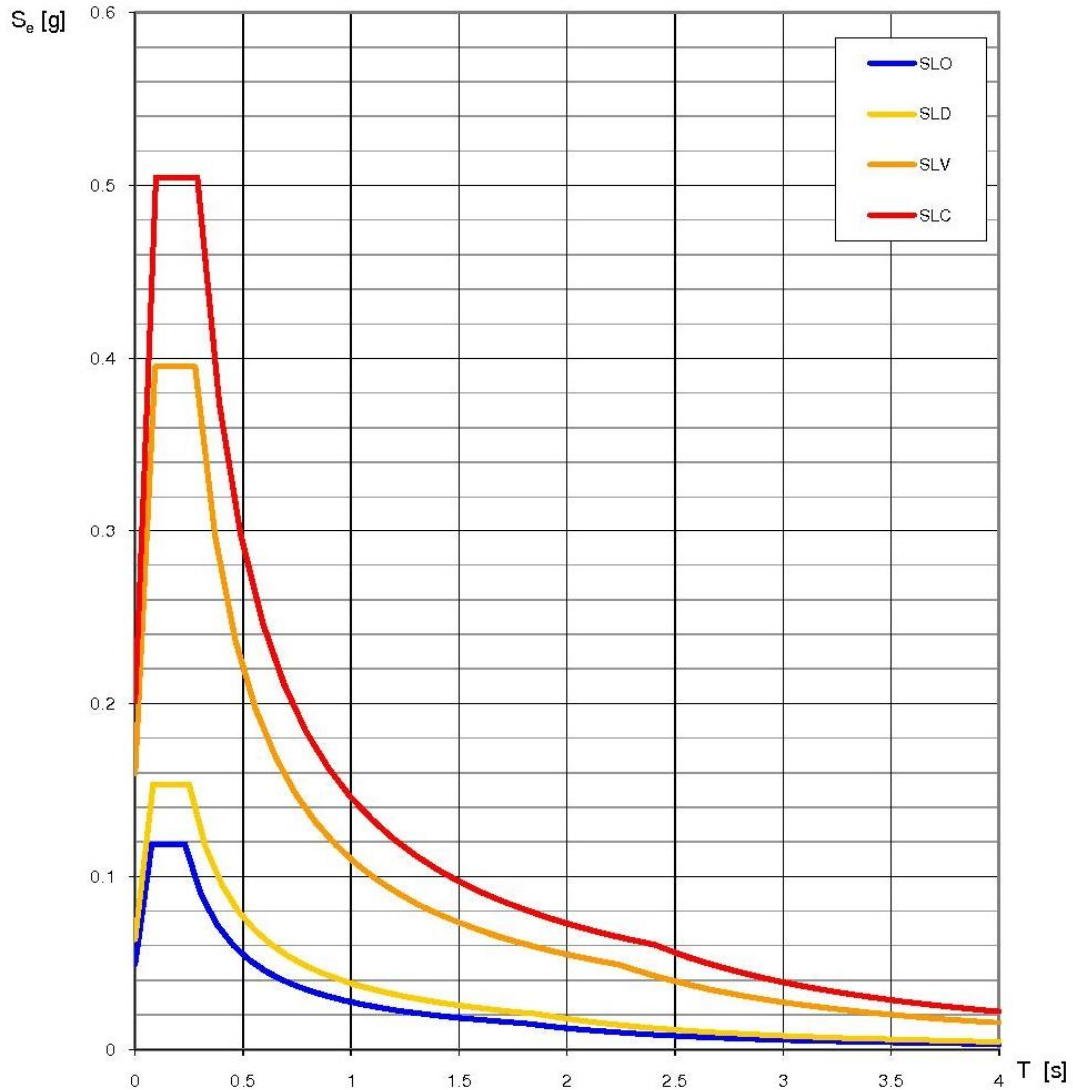
L'azione sismica agente ha un possibilità di superamento nel determinato periodo di riferimento il  $PV_r$ , lo stato limite considerato varia al variare del periodo di riferimento rispetto ad un valore percentuale che la normativa definisce. Ai fini della sicurezza è possibile variare e quindi ridurre le percentuali di riferimento in funzione del grado di importanza dell'opera; nel caso dell'opera in progetto non sono state effettuate riduzioni di percentuale, anche in considerazione della categoria di suolo assegnata.

Si ha quindi:

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$ , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite





## **PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE**

In relazione a quanto sin qui riportato, per tutto lo sviluppo delle opere di progetto valgono le seguenti indicazioni tecniche di ordine generale:

- considerate le caratteristiche litologiche mediamente favorevoli del sito, non paiono esservi particolari problematiche tecniche per la realizzazione degli scavi;
- pur non dovendosi operare in aderenza ad un edificio esistente, sarà cura del Direttore dei Lavori controllare che gli scavi ed i getti non interferiscano con eventuali manufatti esistenti; là dove necessario, e in tutti i casi di eventuale superamento dell'angolo di natural declivio del terreno, dovranno porsi in opera accorgimenti opportuni e si dovranno realizzare i necessari presidi di difesa o tecniche di sbancamento particolari (e.g. setti limitati), sia provvisori (sostegni, sbadacchiature, armature...), sia definitivi, che andranno opportunamente valutati e dimensionati dallo Strutturista incaricato e/o dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori (D. Lgs.494/96 e D. Lgs. 626/94), per la salvaguardia del versante e dell'edificio;
- gli edifici dovranno essere dotati di un efficiente sistema di allontanamento delle acque meteoriche, così da ritenersi scongiurati i pericoli di infiltrazioni e dilavamenti alla quota (od a quote inferiori) del piano di posa alle fondazioni. Eventuali acque di infiltrazione intercettate durante gli scavi, così come eventuali acque di ruscellamento superficiale di origine meteorica, dovranno essere prontamente raccolte e smaltite, evitando qualsiasi dispersione incontrollata per non compromettere la stabilità dei fronti di scavo e l'innescio di processi erosivi;
- l'esubero del materiale di sterro dovrà essere smaltito in idoneo sito;
- prima dell'inizio dei lavori è opportuno effettuare dei saggi esplorativi in presenza del geologo incaricato.



## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

La presente relazione introduttiva viene redatta a supporto del progetto di formazione di un nuovo edificio scolastico in Comune di Cenate Sopra (BG), con il fine di definirne le caratteristiche geotecniche e verificarne la fattibilità geologica.

Non appena lo strutturista incaricato fornirà agli scriventi le “azioni delle strutture” in progetto, si provvederà alla verifica geotecnica secondo gli stati limite di normativa ed il presente elaborato verrà integrato con le modellazioni geotecniche di normativa per il progetto esecutivo delle opere.

L’indagine si è articolata in sopralluoghi in sito ed indagine bibliografica per la definizione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti, l’eventuale presenza di dissesti e, più in generale, l’assetto geologico dell’area e di un suo ragionevole intorno.

Al fine di confermare e integrare la caratterizzazione geognostica dei terreni eseguita in prossimità del vecchio edificio scolastico nell’Aprile del 2009, si è provveduto ad eseguire n. 3 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro pesante e n° 1 sondaggio geognostico con recupero di carota che si è spinto fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna.

Le osservazioni di terreno hanno permesso di rilevare una stratigrafia costituita da terreni essenzialmente argillosi limosi dotati di discrete caratteristiche litotecniche che si spingono fino ad una profondità di circa 12-15 metri, seguiti da livelli costituiti da clasti rocciosi e frammenti di roccia, poco addensati che si alternano a livelli argillosi.

La presenza di terreni superficiali dotati di discrete caratteristiche litotecniche con spiccata tendenza alla consolidazione, tende a deprimere notevolmente la capacità portante dei terreni e sconsiglia l’eventualità di utilizzo di fondazioni dirette.



L'indagine sismica con metodologia Down-Hole i cui risultati ottenuti sono riportati in allegato, hanno permesso di includere i terreni in esame fra quelli con categoria sismica C.

La cartografia disponibile e le osservazioni di terreno escludono altresì la presenza di significativi fenomeni destabilizzanti attivi.

Ad ogni modo, tutte le strutture di sbancamento dovranno essere scelte e dimensionate dallo Strutturista incaricato sotto la propria responsabilità, che dovrà altresì valutare e adottare, in accordo con la D.L., tutti i necessari presidi di difesa provvisori e definitivi secondo le disposizioni della vigente normativa in materia.

Le prescrizioni di carattere generale contenute nella presente relazione sono da considerarsi finalizzate alla sola espressione della fattibilità del progetto, e non vogliono prevaricare le competenze proprie dell'Ingegnere Strutturista incaricato; come tale, le stesse dovranno essere sottoposte al giudizio del professionista stesso.

Dall'elaborazione eseguita risulta che applicando i carichi forniti dallo strutturista sia ipotizzabile arrivare ad avere cedimenti prossimi ai valori massimi stabiliti dalla normativa. Come già ampiamente descritto nella relazione geologica, l'area presenta delle caratteristiche litotecniche al quanto disomogenee per cui si potrebbero localmente verificare cedimenti superiori ai 2,5/3 cm.

Spetta allo strutturista determinare gli interventi più idonei al fine di limitare tali cedimenti.

Prima dell'esecuzione delle opere, in ottemperanza alle Nuove Norme Tecniche, tale indagine dovrà essere seguita da una verifica secondo gli stati limite, come richiesto dalla normativa vigente.



**Hattusas s.r.l.**

Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Tel. e fax 035 4425112 E-mail [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)

---

Inoltre l'impresa esecutrice dovrà verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei terreni riscontrate e quelle prospettate nella presente relazione geologica; in presenza di difformità si dovranno tempestivamente avvisare la Direzione Lavori e lo scrivente, che si dichiara sin d'ora disponibile per eventuali sopralluoghi che dovessero rendersi necessari per l'adozione di nuove e/o diverse soluzioni.

Nel rispetto delle condizioni sopra riportate e contenute nella presente relazione si ritiene che, eseguendo i lavori a regola d'arte, non vi siano controindicazioni di carattere geologico-geotecnico alla realizzazione delle opere di progetto.

Bergamo, febbraio 2011

*Dott. Geol. Fabio Plebani*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 884


*Dott. Geol. Andrea Gritti*

Iscriz. Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1461






**Hattusas s.r.l.**

Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Tel. e fax 035 4425112 E-mail [info@hattusas.it](mailto:info@hattusas.it)

---

## ALLEGATI

1. Certificati prove penetrometriche dinamiche
2. Stratigrafia sondaggio geognostico
3. Analisi geotecniche di laboratorio
4. Indagine sismica con certificati
5. Ubicazione indagini



**Hattusas s.r.l.**

Sede legale: Via Roma 35, Castelli Calepio (Bg)

Sede operativa: Via Vespucci 47, Grassobbio (Bg)-tel. - fax. 035 4425112

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Data: Gennaio 2011

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P1

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0.2	2		3	
0.4	2		3	
0.6	3		4	
0.8	3		4	
1	3		4	
1.2	4		6	
1.4	6		9	
1.6	7		10	
1.8	7		10	
2	6		9	
2.2	7		10	
2.4	6		9	
2.6	9		13	
2.8	8		12	
3	6		9	
3.2	6		9	
3.4	5		7	
3.6	5		7	
3.8	5		7	
4	5		7	
4.2	4		6	
4.4	4		6	
4.6	5		7	
4.8	4		6	
5	6		9	
5.2	5		7	
5.4	5		7	
5.6	5		7	
5.8	5		7	
6	5		7	
6.2	5		7	
6.4	4		6	
6.6	4		6	
6.8	5		7	
7	6		9	
7.2	5		7	
7.4	5		7	
7.6	6		9	
7.8	7		10	
8	6		9	
8.2	9		13	
8.4	10		15	
8.6	15		22	



## Hattusas s.r.l.

Sede legale: Via Roma 35, Castelli Calepio (Bg)

Sede operativa: Via Vespucci 47, Grassobbio (Bg)-tel. - fax. 035 4425112

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
8.8	14		21	
9	10		15	
9.2	9		13	
9.4	9		13	
9.6	9		13	
9.8	8		12	
10	10		15	
10.2	8		12	
10.4	8		12	
10.6	7		10	
10.8	9		13	
11	9		13	
11.2	10		15	
11.4	11		16	
11.6	10		15	
11.8	10		15	
12	11		16	

# Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 2

## Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	2		3	
0,4	4		6	
0,6	4		6	
0,8	3		4	
1	3		4	
1,2	4		6	
1,4	4		6	
1,6	3		4	
1,8	3		4	
2	4		6	
2,2	5		7	
2,4	4		6	
2,6	6		9	
2,8	5		7	
3	4		6	
3,2	5		7	
3,4	6		9	
3,6	5		7	
3,8	4		6	
4	6		9	
4,2	5		7	
4,4	4		6	
4,6	4		6	
4,8	6		9	
5	6		9	
5,2	5		7	
5,4	4		6	
5,6	6		9	
5,8	6		9	
6	5		7	
6,2	4		6	
6,4	5		7	
6,6	5		7	
6,8	6		9	
7	4		6	
7,2	4		6	
7,4	3		4	
7,6	4		6	
7,8	5		7	
8	3		4	
8,2	6		9	
8,4	6		9	
8,6	8		12	
8,8	7		10	
9	9		13	

---

## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
9,2	9		13	
9,4	9		13	
9,6	9		13	
9,8	9		13	
10	10		15	
10,2	8		12	
10,4	7		10	
10,6	8		12	
10,8	8		12	
11	8		12	
11,2	9		13	
11,4	9		13	
11,6	10		15	
11,8	11		16	
12	10		15	

---

# Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 3

## Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	2		3	
0,4	2		3	
0,6	3		4	
0,8	5		7	
1	4		6	
1,2	4		6	
1,4	4		6	
1,6	5		7	
1,8	6		9	
2	5		7	
2,2	6		9	
2,4	6		9	
2,6	8		12	
2,8	8		12	
3	7		10	
3,2	8		12	
3,4	6		9	
3,6	8		12	
3,8	6		9	
4	6		9	
4,2	4		6	
4,4	3		4	
4,6	3		4	
4,8	4		6	
5	7		10	
5,2	5		7	
5,4	4		6	
5,6	6		9	
5,8	5		7	
6	6		9	
6,2	4		6	
6,4	4		6	
6,6	5		7	
6,8	4		6	
7	5		7	
7,2	5		7	
7,4	5		7	
7,6	6		9	
7,8	5		7	
8	6		9	
8,2	6		9	
8,4	9		13	
8,6	8		12	
8,8	9		13	
9	9		13	

---

## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
9,2	10		15	
9,4	8		12	
9,6	8		12	
9,8	7		10	
10	9		13	
10,2	9		13	
10,4	8		12	
10,6	9		13	
10,8	10		15	
11	9		13	
11,2	11		16	
11,4	10		15	
11,6	9		13	
11,8	10		15	
12	10		15	

---



# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 4

## Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	2		3	
0,4	2		3	
0,6	3		4	
0,8	2		3	
1	3		4	
1,2	3		4	
1,4	3		4	
1,6	4		6	
1,8	5		7	
2	4		6	
2,2	5		7	
2,4	5		7	
2,6	6		9	
2,8	6		9	
3	9		13	
3,2	8		12	
3,4	6		9	
3,6	6		9	
3,8	5		7	
4	5		7	
4,2	3		4	
4,4	3		4	
4,6	1		1	
4,8	4		6	
5	4		6	
5,2	5		7	
5,4	5		7	
5,6	5		7	
5,8	4		6	
6	3		4	
6,2	4		6	
6,4	5		7	
6,6	4		6	
6,8	6		9	
7	5		7	
7,2	6		9	
7,4	6		9	
7,6	5		7	
7,8	6		9	
8	7		10	
8,2	8		12	
8,4	11		16	
8,6	11		16	
8,8	10		15	
9	11		16	



**Hattusas s.r.l.**

Sede legale: Via Roma 35, Castelli Calepio (Bg)

Sede operativa: Via Vespucci 47, Grassobbio (Bg)-tel. - fax. 035 4425112

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Data: Gennaio 2011

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P1

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Resist.dinam.SPT (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
7.6	8	34.88	27.36	Argille limose poco compatte	2	1
12	15	52.8	43.37	Argille limose mediamente compatte	2	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo - 2 = intermedio      Profondità della falda (m): 0.0

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0.2

Peso delle aste (kg): 6.3

Lunghezza della prova (m): 12

Diametro della punta (cm): 5.08

Fattore di correzione strumentale: 1.48

## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Sigla:

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
8	6	25,9	Argille limose poco compatte	0	1
12	12	42,39	Argille limose mediamente compatte	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo

Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 12

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Sigla:

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
8,2	5	21,35	Argille limose poco compatte	0	1
12	13	45,92	Argille limose mediamente compatte	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo

Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 12

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

## Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Sigla:

### Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
4,6	6	31,93	Limi sabbiosi sciolti	0	1
9	9	36,81	Limi sabbiosi	0	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo

Profondità della falda (m): 5,0

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 9

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48



**Hattusas s.r.l.**

Sede legale: Via Roma 35, Castelli Calepio (Bg)

Sede operativa: Via Vespucci 47, Grassobbio (Bg)-tel. - fax. 035 4425112

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Data: Gennaio 2011

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: P1

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Mod.edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kg/cmq)	Mod. edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
7.6	8	Argille limose poco compatte	125	0.13	26	2.04	47	198	0.54	36	0.5	709	57	0.39
12	15	Argille limose mediamente compatte	168	0.17	30	2.06	50	486	1.01	68	4.3	1157	107	1.01

Profondità della falda (m): 0.0

## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 2

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
8	6	Argille limose poco compatte	131	0,08	24	1,63	34	134				237	43	0,65
12	12	Argille limose mediamente	177	0,1	28	1,66	39	351				363	85	1,64

Profondità della falda (m): assente



## Hattusas s.r.l.

Via Roma 35-Castelli Calepio (Bg)-

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 3

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
8,2	5	Argille limose poco compatte	127	0,07	24	1,61	31	106				212	36	0,66
12	13	Argille limose mediamente	180	0,11	29	1,67	41	394				381	92	1,64

Profondità della falda (m): assente

## Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 4

### Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
4,6	6	Argille limose sciolti	117	0,1	24	1,66	40	134				237	43	0,38
9	9	Argille limose mediamente compatte	156	0,09	27	1,65	39	233				304	64	1,12

Profondità della falda (m): 5,0

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

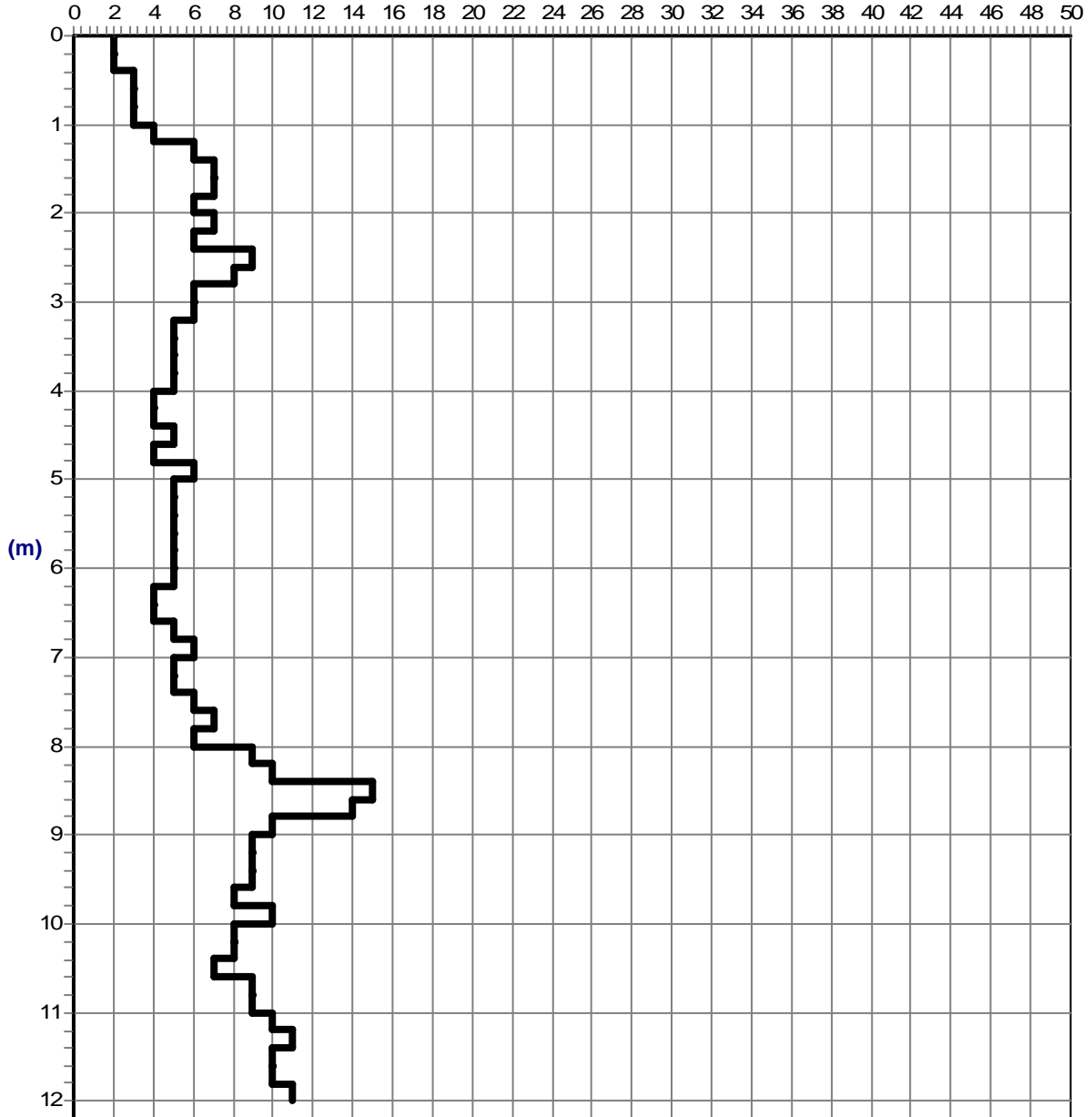
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 1

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 0,0



Colpi punta

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

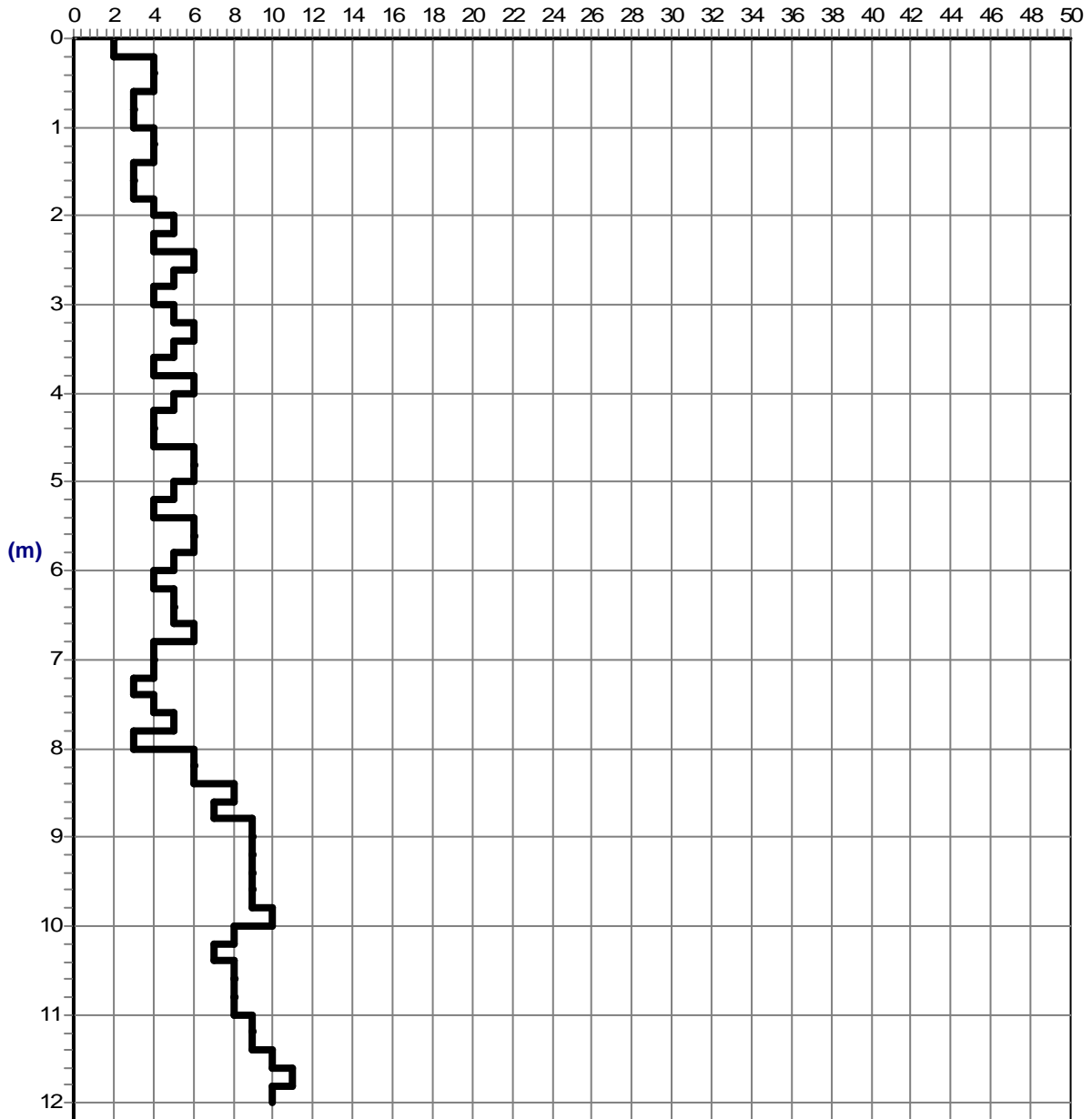
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 2

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta

Committente: Impresa Bergamelli srl

Località: Cenate Sopra (Bg)

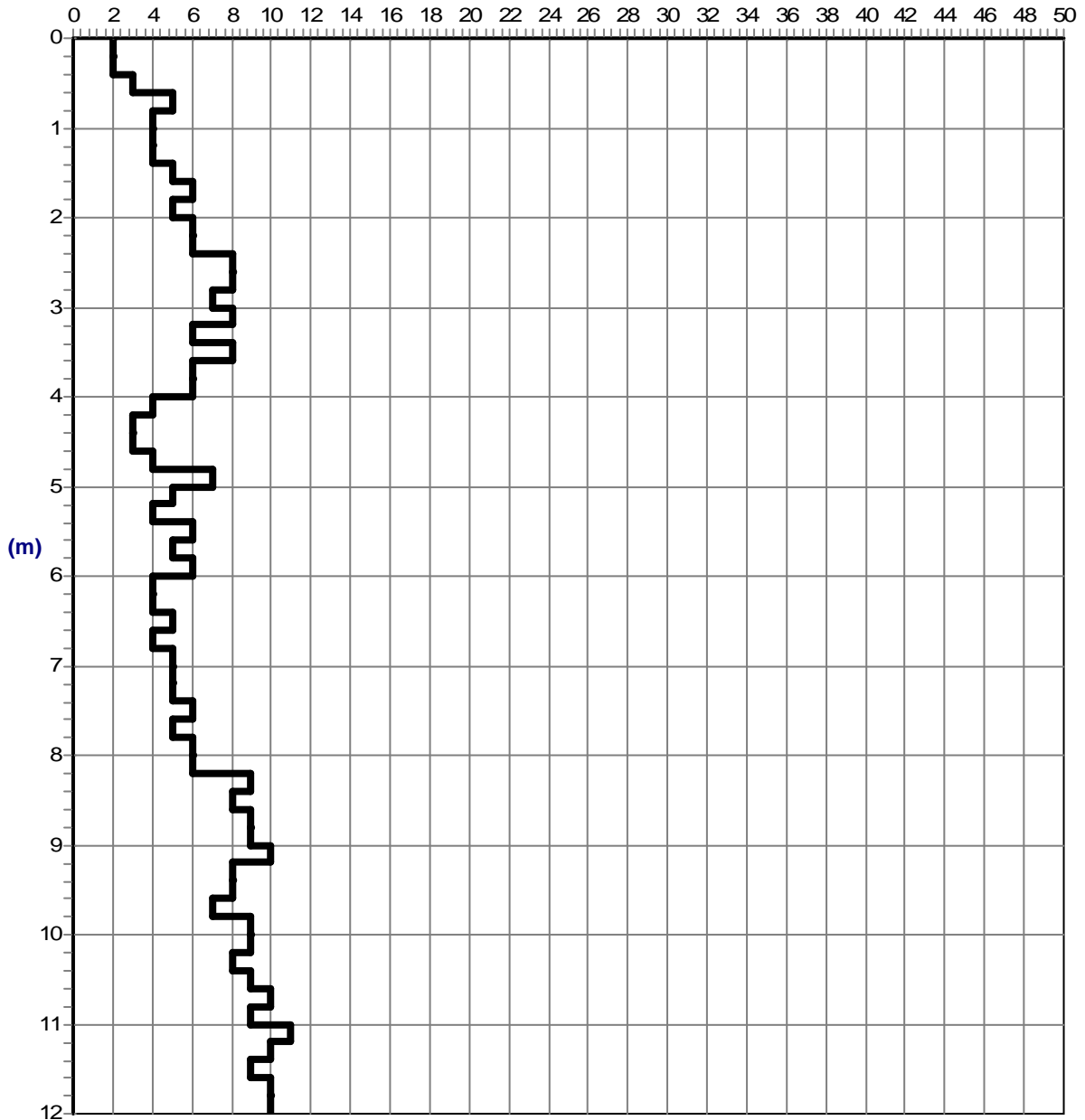
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 3

**Grafico della prova**

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

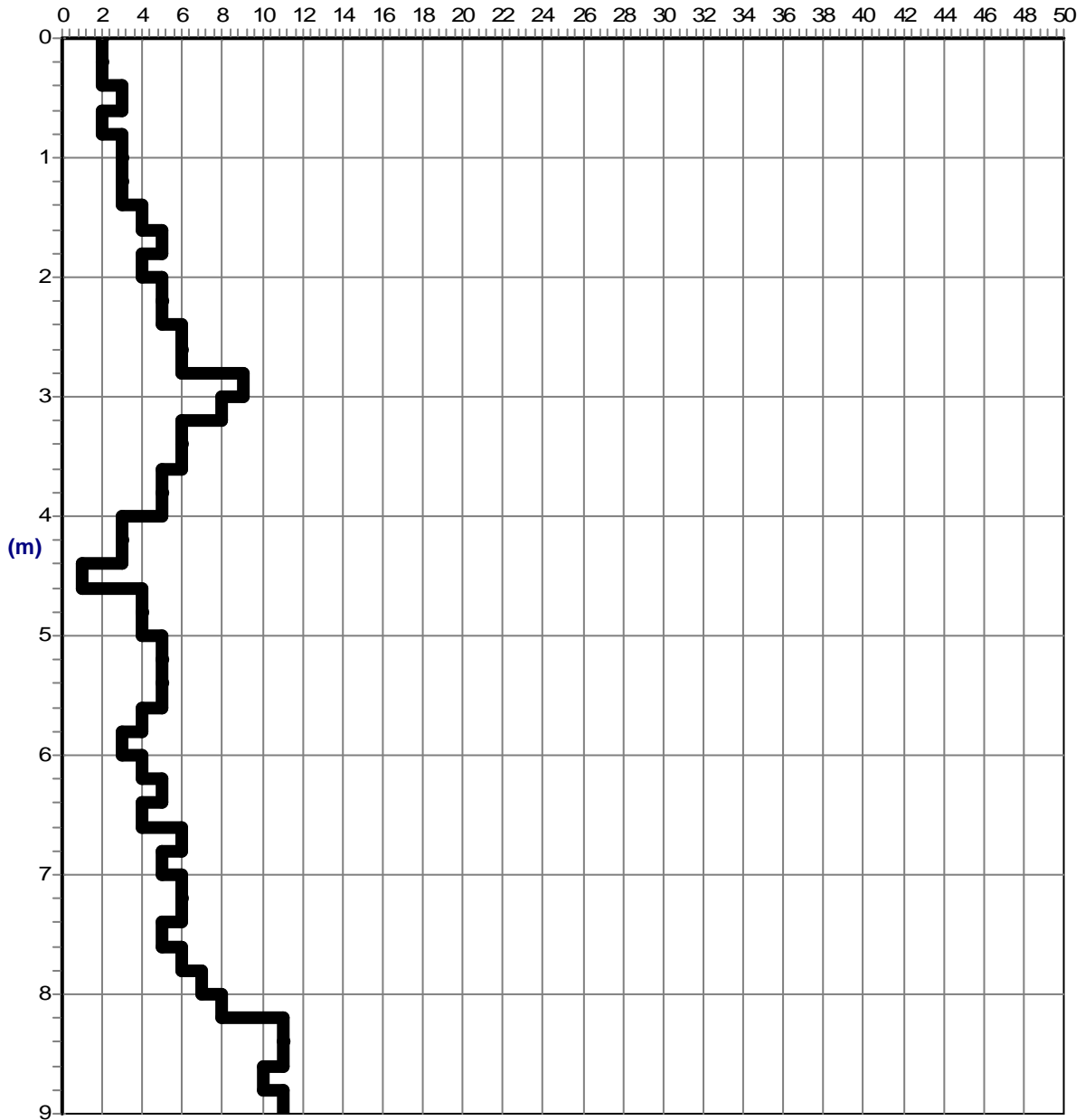
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 4

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 5,0



Colpi punta

Hattusas s.r.l.

Via Roma 35  
 Tagliuno(Castelli Calepio,Bg)  
 tel. 035 4425112  
 e-mail: info@hattusas.it

Committente: Impresa Bergamelli s.r.l.

Località: Cenate Sopra

Scala 1:100

Attrezzatura: Sonda

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Data inizio/fine: Gennaio 2011 Sigla: S1

Quota dal p.c.(m):

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE	S.P.T.
0,20	0,20		Coltre superficiale argillosa bruna	
0,60	0,80		Argilla limosa nocciola debolmente sabbiosa	
1,30	1,30		Argille limose brune molto alterate con debole frazione limosa e composti organici	
2,10	2,10			2,0 6 : 8 : 10
3,50	3,50		Argille brune compatte	
4,50	4,50		Argille brune compatte con frammenti di ghiaie spigolose	4,0 13 : 16 : 21
5,50	5,50		Argille limose color nocciola	
6,80	6,80		Argille limose colore nocciola con composti organici naturali	6,0 10 : 11 : 12
8,00	8,00		Argille brune scure	
10,50	10,50		Argille limose debolmente sabbiose color bruno	8,0 12 : 11 : 13
11,0	11,0			11,0 7 : 9 : 9
13,0	13,0		Argille limose debolmente sabbiose color nocciola	
15,00	15,00			
17,80	17,80		Frammenti di roccia di dimensione massima pari a 10 cm	
19,00	19,00		Limo sabbioso nocciola	
19,50	19,50		Frammenti di roccia	
19,70	19,70		Vuoto	
20,30	20,30			



Hattusas s.r.l.

Via Roma 35  
Tagliuno(Castelli Calepio,Bg)  
tel. 035 4425112  
e-mail: info@hattusas.it

Committente: Impresa Bergamelli s.r.l.

Località: Cenate Sopra


Scala 1:100

Attrezzatura: Sonda

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Data inizio/fine: Gennaio 2011 Sigla: S1

Quota dal p.c.(m):

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE	S.P.T.
21	2,30		Limo sabbioso con frammenti di roccia molto fratturata, dimensioni tipiche delle ghiaie con spigoli vivi; color nocciola	
22	22,00		Tratti con calcilutite con vene di calcite alternati a livelli argillosi a bassa consistenza color marrone nocciola	
23	1,50		Vuoto	
24	23,50			
25	0,30			
26	23,80			
27	6,20		Trovanti rocciosi alternati a livelli argillosi color grigio verdastra	
28				
29				
30	30,00			



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

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

## Analisi geotecniche di laboratorio

### CERTIFICATO

#### Committente

Dott. Geol. Gritti Andrea

#### Località

Nuovo edificio scolastico  
Comune di Cenate Sopra (BG)

#### Data

Febbraio 2011

#### Tecnico responsabile

Dott. Geol. Alberto Manella



## PREMESSA

Il presente certificato viene redatto a conclusione delle analisi geotecniche di laboratorio, eseguite per conto del Dott. Geol. Gritti Andrea su un campione di terreno indisturbato prelevato in territorio comunale di Cenate Sopra (BG).

Il numero e la tipologia delle analisi effettuate sono stati definiti dal Committente all'atto della consegna dei campioni, avvenuta in data 10-02-2011.

L'interpretazione geotecnica dei dati in riferimento alla problematica in questione esula dalla finalità del presente certificato.

Le analisi effettuate sono le seguenti:

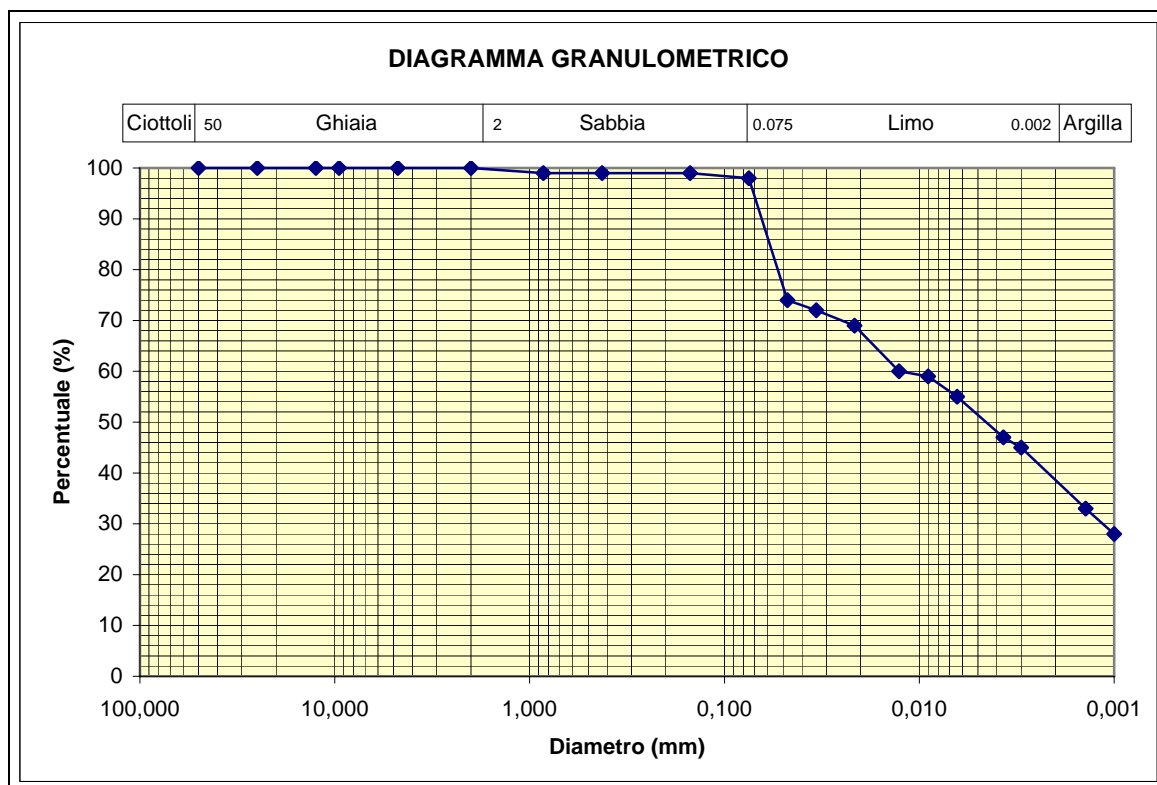
- **analisi granulometrica a umido per setacciatura** eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione trattenuta al setaccio ASTM n.200;
- **analisi granulometrica per sedimentazione** eseguita secondo la norma ASTM D422-63(90) sulla frazione passante al setaccio ASTM n.200;
- **determinazione dei limiti di Atterberg** secondo la norma ASTM D4318-84 sulla frazione passante al setaccio ASTM n.40;
- **determinazione del contenuto d'acqua naturale** secondo la norma ASTM D 2974-87;
- **determinazione del peso di volume naturale** secondo la norma CNR Anno VII n. 40-1973;
- **prova di taglio diretto** secondo la norma ASTM D 3080-72.

Inoltre si è proceduto alla classificazione del terreno attraverso i criteri AGI-UNI e secondo la USCS (Unified Soil Classification System).

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE

CAMPIONE: S1C1  
PROFONDITA': 8,5-9,0 m

Diametro setaccio (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Peso (%)
50,000	100	0,0475	74
25,000	100	0,0338	72
12,500	100	0,0225	69
9,500	100	0,0127	60
4,750	100	0,0090	59
2,000	100	0,0064	55
0,850	99	0,0037	47
0,425	99	0,0030	45
0,150	99	0,0014	33
0,075	98	0,0010	28

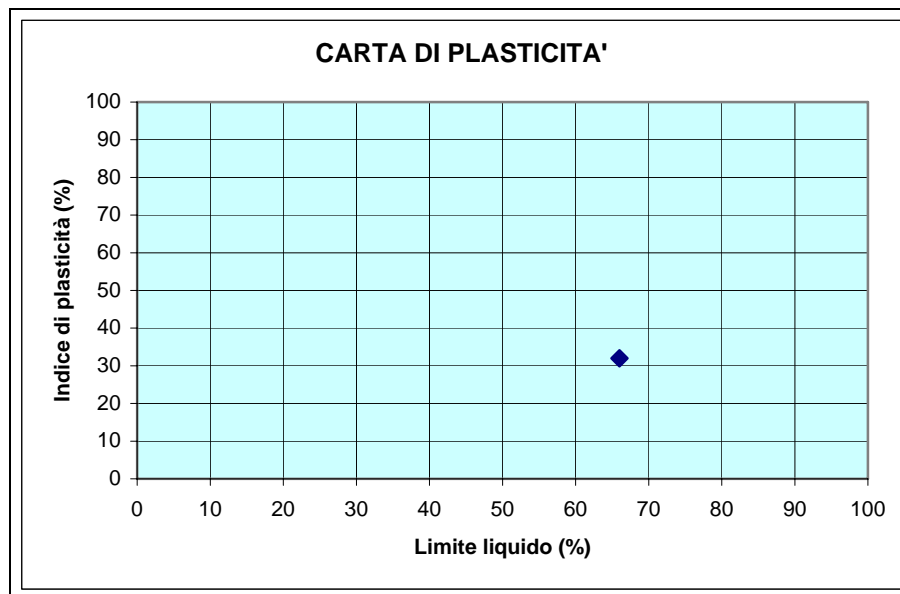


Dott. Geol. GRITTI ANDREA  
Analisi geotecniche di laboratorio  
Comune di Cenate Sopra (BG)

## PARAMETRI FISICI DEL TERRENO

CAMPIONE: S1C1  
PROFONDITA': 8,5-9,0 m

Parametro	Valore	Parametro	Valore
Limite liquido (%)	66	Peso di volume naturale (t/m <sup>3</sup> )	2,21
Limite plastico (%)	34	Peso di volume secco (t/m <sup>3</sup> )	
Indice di plasticità (%)	32	Peso specifico dei grani (t/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua naturale (%)	35	Indice dei vuoti (-)	
Indice di consistenza (-)	0,97	Grado di saturazione (%)	



## CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Ghiaia (%) = 0  
Sabbia (%) = 2  
Limo (%) = 60  
Argilla (%) = 38

Classificazione UNI = Limo con argilla  
Classificazione USCS = MH

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

CAMPIONE: S1C1  
PROFONDITA': 8,5-9,0 m

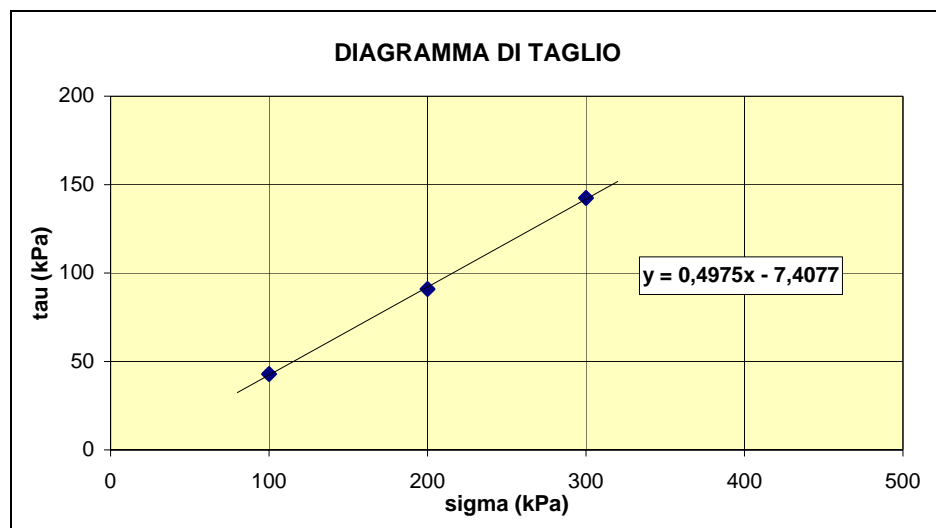
### Caratteristiche della prova

Natura del terreno	Limo argilloso	Costante taratura anello	1,8181 N/ $\mu$ m
Tipo di prova	consolidata drenata	Numero provini	3
Velocità di prova	0,008 mm/min	Sezione provini	quadrata
Durata consolidazione	12 ore	Altezza e lato provini	20 x 60 mm

### Elaborazione dei dati di prova

Provino n.	Consolidazione		Rottura		
	$\sigma'_v$ (kPa)	dH (mm)	$\sigma'_v$ (kPa)	Sh (mm)	$\tau$ (kPa)
1	100	0,509	100	1,578	42,929
2	200	1,267	200	2,470	90,909
3	300	2,128	300	3,220	142,424

$\sigma'_v$  = carico applicato    dH = cedimento di fine consolidazione  
Sh = scorrimento orizzontale     $\tau$  = tensione di taglio



### Parametri desunti dalla prova

- Angolo di attrito interno = 26,4°
- Coesione = 0,0 kPa = 0,0 kg/cm<sup>2</sup>

REGIONE LOMBRADIA  
PROVINCIA DI BERGAMO  
COMUNE DI CENATE SOPRA

VIA PADRE PAOLO BELOTTI

## INDAGINE GEOFISICA CON METODO DOWN-HOLE



RAPPORTO INTERPRETATIVO

**GF**

ELABORATO

ALLEGATO	--	FEBBRAIO 2011	11-000/06 GF
		DATA EMISSIONE	CODICE



Via Donati, 14  
10121 Torino

Tel: 011-3975311  
Fax: 011-3493790  
info@jecitalia.it

  
Dott. J. Pignatta  
REDATTO

  
Ing. S. Monti  
CONTROLLATO

  
Ing. S. Monti  
APPROVATO

**HATTUSAS Srl**

**Via Roma, 35  
24060  
TAGLIUNO (Catelli Calepio, BG)**



REGIONE LOMBARDIA  
PROVINCIA DI BERGAMO  
COMUNE DI CENATE SOPRA

INDAGINE GEOFISICA CON METODO DOWN-HOLE

*Rapporto interpretativo delle indagini*

*Febbraio 2011*

---

**SOMMARIO**

---

PREMESSA .....

INDAGINE GEOFISICA DI TIPO DOWN-HOLE .....

*ALLEGATI*

INDAGINE GEOFISICA TIPO DOWN-HOLE .....

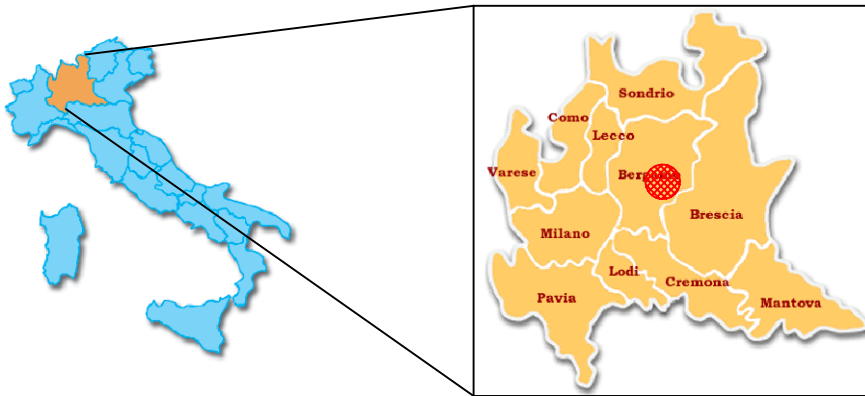
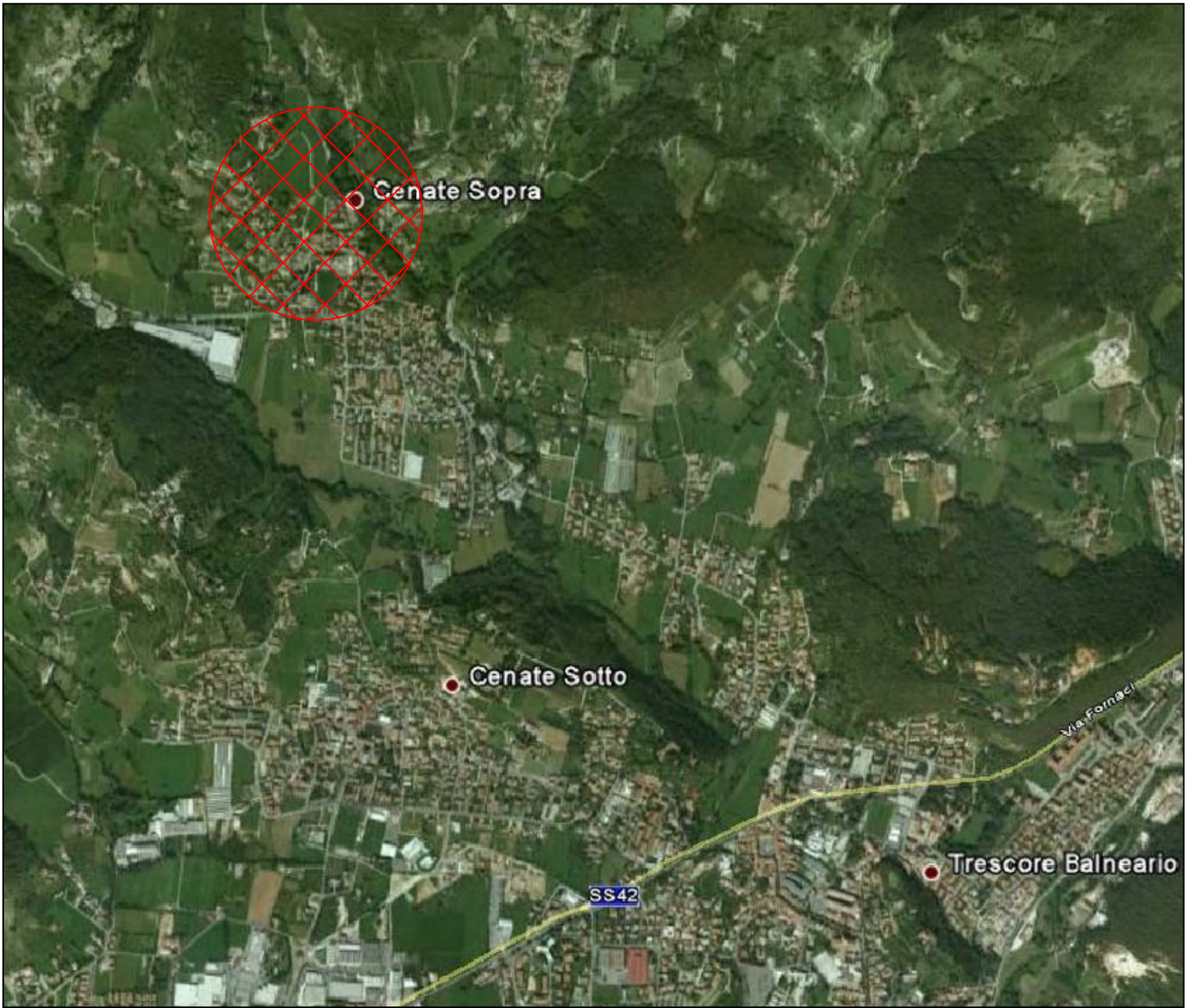
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....

## **PREMESSA**

*In data 18 Febbraio 2011 è stata realizzata un'indagine geofisica di tipo Down-hole presso il sondaggio geognostico S1 sito in Via Belotti nel Comune di Cenate Sopra (BG), opportunamente attrezzato per tutta l'estensione del foro (30 m) con tubazione cieca in PVC di diametro 3".*

*L'indagine è volta allo studio delle proprietà dei primi trenta metri di profondità ed è significativa per la progettazione dell'intervento da realizzare.*

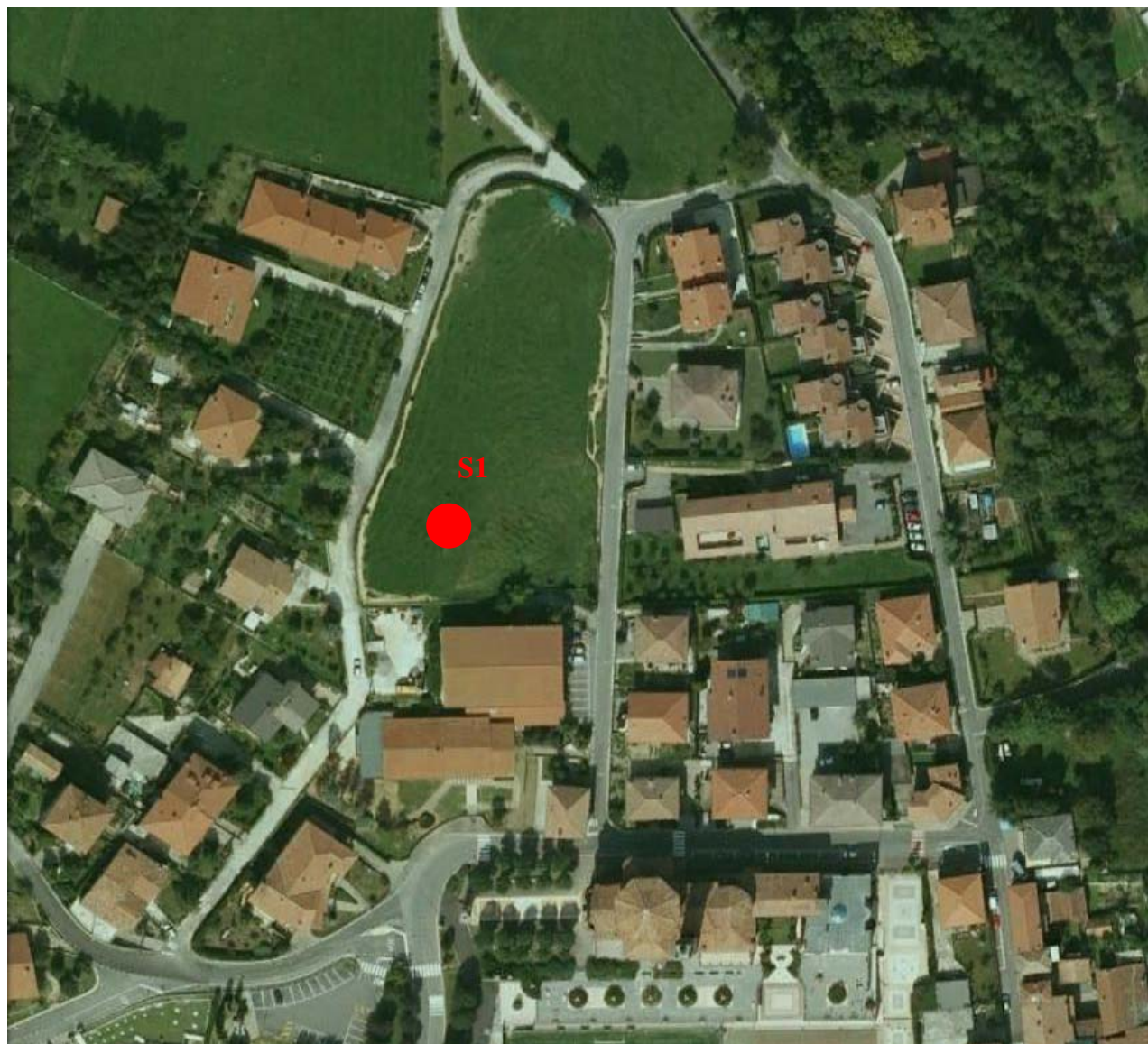
*Di seguito vengono fornite la documentazione relativa alla metodologia di indagine adottata ed i risultati ottenuti, corredati da documentazione fotografica della prova eseguita.*



DETTAGLIO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO



*Cenate Sopra (BG) – Via Belotti - Tav. 01 – Ubicazione sondaggio S1 per indagine Down-hole*



## INDAGINE GEOFISICA DI TIPO DOWN HOLE

L'indagine sismica con metodologia Down-Hole è stata condotta in data 18/02/2011 nel foro di sondaggio profondo 30 m denominato S1.

L'indagine, eseguita lungo i 30 metri di lunghezza del foro, è stata effettuata allo scopo di determinare i tempi di arrivo dell'impulso delle onde compressionali P e delle onde di taglio S; le velocità di propagazione di tali onde sono infatti indici delle proprietà meccaniche di rocce e terreni e consentono di caratterizzare successioni lito-stratigrafiche dal punto di vista geotecnico e della risposta sismica.

Le misurazioni Down-Hole tradizionali usufruiscono di un solo foro di sondaggio rivestito, alle cui pareti viene ancorato a varie profondità un geofono tridimensionale. L'energia sismica viene prodotta in superficie, nei pressi della bocca del foro, secondo criteri tali da produrre anche le onde S. Misurando sui sismogrammi i tempi di transito relativi alle onde P ed S è possibile stimare l'andamento delle velocità intervallari  $V_p$  e  $V_s$  e i parametri elastici relativi ai terreni attraversati.

La Normativa Italiana (Decreto Ministeriale del 14/01/2008 Norme Tecniche per le costruzioni e S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/08), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura sia dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E a ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S30} > 800$ m/s).

Per  $V_{S30}$  s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

## Principi di base

Le indagini sismiche si basano sulla misura della velocità di propagazione delle onde elastiche in rocce e terreni. Le onde elastiche vengono create artificialmente per mezzo di esplosioni controllate o di altre tipologie di sorgenti –mazze battenti- e la loro propagazione viene rilevata in punti diversi, in superficie e/o in profondità tramite trasduttori che generano un segnale elettrico misurabile corrispondente alla sollecitazione elastica del terreno nel punto di misura.

Se un corpo in equilibrio subisce una sollecitazione in un punto, esso tende a deformarsi in relazione alle caratteristiche elastiche del corpo stesso e al tipo di sollecitazione. La propagazione della deformazione nei punti circostanti avviene come propagazione di onde la cui velocità dipende dalle caratteristiche elastiche del corpo (Godio et al., 2001).

Le onde sismiche (o onde elastiche) si generano e si propagano in un corpo quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo di piccola energia (cioè nel campo delle piccole tensioni e delle piccole deformazioni). Quando il corpo sollecitato si deforma nel campo elastico (campo di linearità della legge di Hooke) le sue particelle si spostano dalla loro posizione di equilibrio.

Al cessare della sollecitazione le particelle tendono a tornare alla loro posizione di equilibrio innescando un moto di oscillazione (vibrazione). Tale moto di oscillazione si propaga in tutte le direzioni alle particelle circostanti con velocità che dipende dalla facilità delle stesse ad abbandonare il loro stato di quiete, cioè dalle caratteristiche meccaniche del corpo.

Le onde elastiche così generatesi interessano tutto il volume del corpo (onde di volume), non sono dispersive (la velocità di propagazione non dipende dalla frequenza) e possono essere distinte in funzione della direzione di vibrazione rispetto alla direzione di propagazione.

Si hanno dunque:

- onde di compressione (onde P): longitudinali e primarie, si propagano ad alta velocità sia nei solidi che nei liquidi e sono caratterizzate da un moto delle particelle nella stessa direzione di propagazione dell'onda, con successive compressioni e rarefazioni;



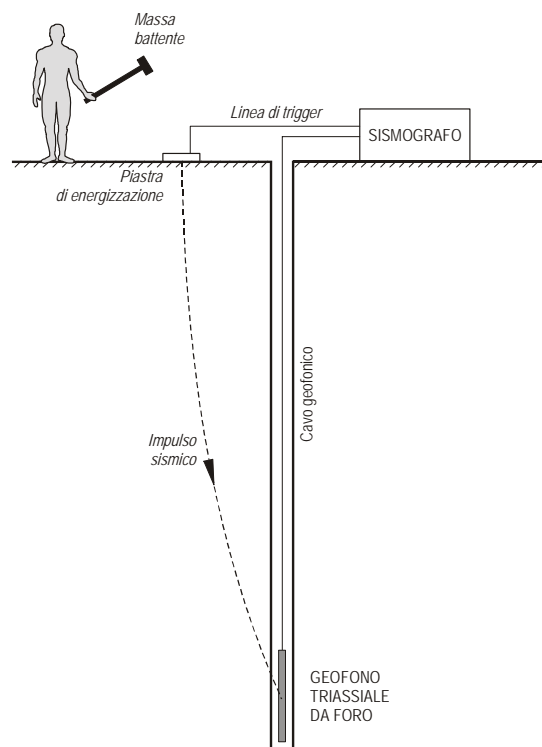
- onde di taglio (onde S): trasversali e secondarie, si propagano più lentamente delle onde P e presentano un moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione. Non si trasmettono nei fluidi;
- onde di Rayleigh: sono onde superficiali e determinano spostamenti ellittici delle particelle il cui moto avviene nel piano verticale e con verso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione stessa;
- onde di Love: sono onde superficiali che si sviluppano solo in presenza di uno strato a bassa velocità e non si trasmettono nei fluidi; gli spostamenti sono orizzontali e trasversali rispetto alla direzione di propagazione.

## Descrizione del metodo

Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità.

Il terreno viene energizzato in superficie in prossimità di testa foro e la registrazione avviene in un foro di sondaggio grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità via via crescenti che registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z).

Le onde sismiche possono essere generate energizzando il terreno in direzione verticale oppure in direzione trasversale (parallelamente al suolo): nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z); nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y).



**Figura 1** Energizzazione con onde P

Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle compressive e quindi raggiungeranno il geofono triassiale quando il primo fronte d'onda compressiva è già transitato. Questo passaggio costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda S. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva P e l'energia dell'onda trasversale S a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. La sottrazione delle forme d'onda relative a queste due acquisizioni riduce sensibilmente la componente compressiva presente nel segnale.

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio non inferiore al decimo di millisecondo. Ogni ritardo fra il momento dell'energizzazione fornita al terreno e l'inizio della registrazione sul sismografo si traduce in un errore significativo nei valori di velocità misurati. Per annullare ogni effetto di ritardo, si ricorre alla chiusura di un circuito elettrico che avviene al momento dell'energizzazione. La forma d'onda così restituita viene acquisita su un canale del sismografo e viene analizzata separatamente rispetto a quello che avanza in profondità, in modo da poter valutare ogni possibile anticipo o ritardo del treno d'onda. Il valore del tempo del primo fronte di arrivo a questo geofono è sempre lo stesso per tutte le battute e il segnale è ricco di alte frequenze grazie alla prossimità con la sorgente e quindi è preciso il tempo misurato. Un metodo alternativo ma meno efficace per annullare il ritardo iniziale consiste nel posizionare un secondo geofono in prossimità del punto di battuta a testa foro.



**Figura 2** Evidenza del punto di energizzazione con onde S

L'analisi dei dati prevede che le battute eseguite in diversi momenti, avanzando in profondità o in risalita, vengano raccolte a ricostruire un unico sismogramma, identico a quello che sarebbe stato ricevuto da una catena di tanti geofoni quante sono le posizioni di misura nel foro.

In particolare vengono raggruppate in un sismogramma le forme d'onda relative al geofono verticale (asse z) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali (assi x e y). Poiché i geofoni orizzontali sono due (e posizionati tra di loro a  $90^\circ$ ) e il sismogramma uno solo, è necessario che le forme d'onda vengano fra loro composte secondo un certo angolo (diverso da  $90^\circ$ ) che viene opportunamente modificato dal programma di interpretazione per cercare il piano di oscillazione principale dell'onda di taglio.

La progressiva modifica dell'angolo di composizione tra x e y, accompagnata dalla grafica in tempo reale della forma d'onda composta, consente di individuare quel valore dell'angolo per il quale è minima l'energia dell'onda compressiva e massima quella dell'onda trasversale. Questo valore dell'angolo di composizione, diverso per ciascuna profondità, viene utilizzato per la creazione del sismogramma riguardante le onde di taglio.

Una volta determinati i tempi di arrivo delle onde sismiche P ed S ai ricevitori a ogni profondità, viene calcolata la velocità P ed S su tutto il percorso del raggio sismico; successivamente vengono calcolate le velocità intervallari (velocità sismiche del tratto corrispondente a due successive posizioni di misura); da ultimo vengono poi calcolati i parametri dinamici di elasticità e taglio ottenibili per correlazione dei dati di cui sopra.

I parametri dinamici prevedono ovviamente alcune approssimazioni relative soprattutto alle ipotesi circa la densità dei materiali investigati.

## **Modalità di esecuzione della prova**

Nel foro di sondaggio appositamente attrezzato vengono alloggiati i ricevitori e preparati gli strumenti di registrazione.

La prova si è sviluppata secondo le seguenti fasi:

- 1.** Dopo aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, le sorgenti sono state collocate sulla superficie in prossimità del foro a una distanza dal suo asse di circa 2m e orientate perpendicolarmente al raggio uscente dal foro. Per la produzione di onde P si è energizzato con massa battente (una mazza del peso di circa 5kg) a impatto verticale su una piastra metallica. Per la produzione di onde S la sorgente (una trave di legno) è stata fissata al terreno e su di essa è stato applicato un carico statico addizionale (ruote di un'automobile) in modo che potesse rimanere aderente e solidale al piano di appoggio, sia al momento della battuta, sia successivamente e l'energia prodotta non venisse in parte dispersa: l'impatto, in questo caso, è avvenuto in direzione orizzontale battendo su due piastre metalliche appositamente fissate alle estremità della trave.
- 2.** Il sistema ricevente, costituito da un ricevitore (geofono tridimensionale) in grado di ancorarsi alle pareti del tubo mediante due pistoni comandati da un sistema pneumatico, è stato calato alla profondità di fondo foro.
- 3.** Le sollecitazioni (generazione di onde P ed S) sono state ripetute risalendo lungo il foro con passi di 1m fino all'esecuzione di quelle relative a 1m da piano campagna.

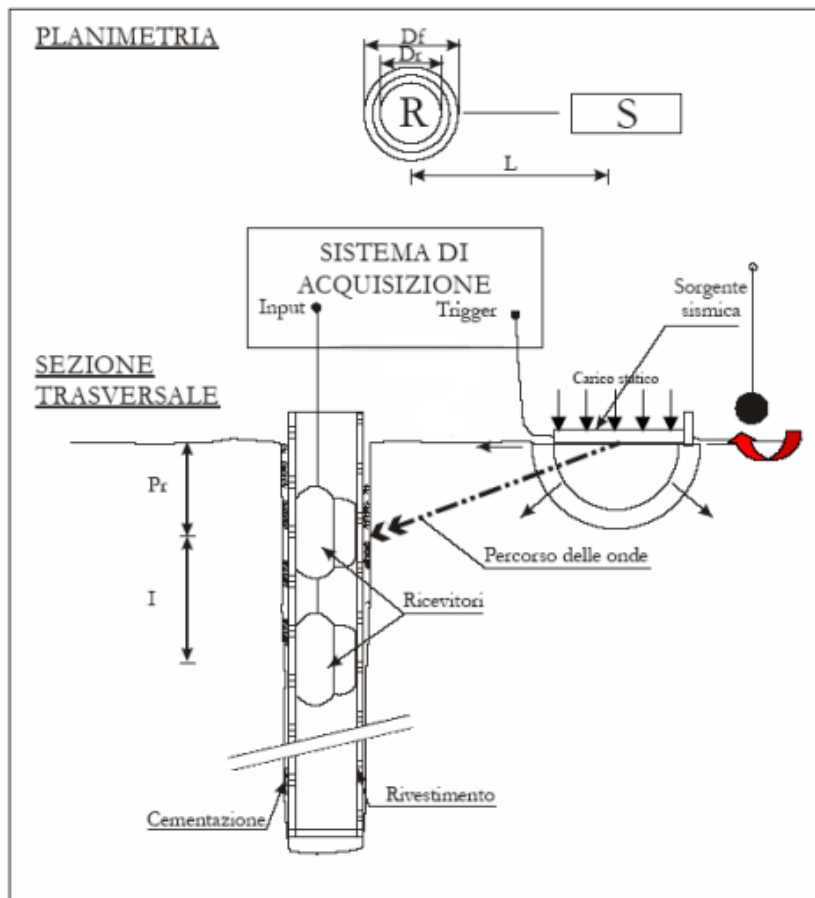
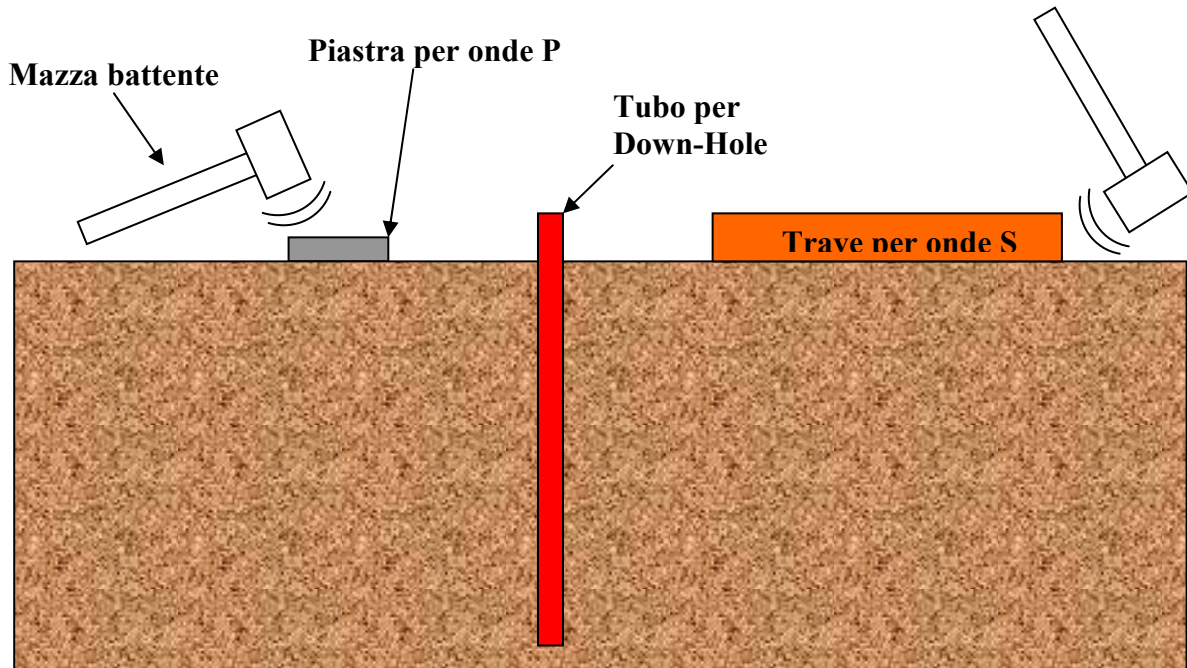


Figure 3 e 4 Schemi di funzionamento Down-Hole

## Strumentazione utilizzata

Per il rilievo sismico è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Sismografo 24 canali
- Canale aggiuntivo segnale di starter non filtrato
- Geofono da pozzo triassiale con sistema di fissaggio alle pareti del foro
- Massa battente da 2 kg per energizzazione P e S provvisto di blocco di energizzazione
- Sistema di trigger
- Alimentazione 12V – 3A
- Set di connessioni d'uso

## Specifiche Unità di Acquisizione Dati

- Canali: 24
- Canale aggiuntivo: segnale di starter non filtrato
- Risoluzione: 16 bit
- Dinamica: equiv. 22 bit su 24 canali camp 0.1 ms/canale con sovracampionamento
- Pretrigger: automatico
- Rumore: pari a 1 lsb con ingressi canali in corto
- Trigger: segnale, apertura e chiusura
- Filtri analogici: antialias 4° ordine
- Alimentazione: 12 V - 3A

## Specifiche Unità Centrale

- CPU NS Geode GXLV 233MHz
- Memoria RAM 128 Mb PC200 Mhz
- Hard Disk 64 Mb on Compact Flash Disk Udma/33
- Display LCD 6,4" Tft a colori, touch screen
- Controller Fast Ethernet Intel 82559ER 10/100 Base-T
- Alimentazione con alimentatore Switching 12 Volt 3A
- Valigia in copolimeri di polypropylene antischiacciamento
- Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C



## Analisi dei risultati e considerazioni conclusive

Il rilievo down-hole ha permesso la determinazione dei tempi di arrivo dell'impulso delle onde compressionali P e delle onde di taglio S. Dai tempi di arrivo è stata calcolata, nota la profondità del geofono, la velocità dell'impulso P ed S. Successivamente, dai parametri  $V_p$  e  $V_s$ , stimata la densità del mezzo attraversato ( $\rho$ ), è possibile definire i seguenti parametri:

$$\nu = \frac{0.5 \cdot \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left[ \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]}$$

dove  $\nu$  rappresenta il coefficiente di Poisson

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

dove  $G$  rappresenta il modulo di deformazione a taglio dinamico

$$E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$$

dove  $E$  rappresenta il modulo elastico di Young dinamico.

Si noti che per quanto concerne i moduli si è dovuto ricorrere ad un'ipotesi sul peso di volume del materiale secondo quanto specificato nel seguito.

Il risultato della prova Down-Hole è illustrato nelle tabelle e nei grafici allegati al rilievo geofisico a seguire (All. 01 e 02), in cui vengono riportati gli andamenti dei seguenti parametri con la profondità:

- $DV_p$ : velocità di pseudointervallo (quella tra due impulsi successivi) delle onde P (m/s)
- $DV_s$ : velocità di pseudointervallo delle onde S (m/s)
- $\nu$ : coefficiente di Poisson dinamico
- $E$ : modulo elastico di Young dinamico (MPa)
- $G$ : modulo di taglio dinamico (MPa)
- $\rho$ : densità ( $t/m^3$ )

E' normale che tanto maggiore sia l'incremento delle velocità P e soprattutto delle velocità S, tanto migliori saranno le caratteristiche meccaniche del mezzo indagato.

I moduli dinamici sono stati calcolati tramite le formule in precedenza descritte, utilizzando i parametri velocità e densità. Si è deciso di adoperare una densità pari a 2.0 t/m<sup>3</sup>.

Per il calcolo del  $V_{S30}$  è stata utilizzata la formula proposta dall'O.P.C.M. 3274 s.m.i., ovvero:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

- $h_i$  = Spessore in metri dello strato i-esimo
- $V_i$  = Velocità dell'onda di taglio i-esima
- $N$  = Numero di strati

Dall'applicazione di questa formula si è ricavato quanto segue:

- Down-Hole S1:  $V_{S30} = 244$  m/s;

Il valore di  $V_{S30}$  calcolato concorda con la stratigrafia del sottosuolo ricavata dal sondaggio geognostico e contribuisce a definire l'andamento dei parametri geotecnici dinamici E e G che caratterizzano il terreno.

Le velocità di propagazione delle onde P, sono caratteristiche di materiali lenti (max 1200 m/s a 30m di profondità). Nei primi 11 metri da piano campagna la velocità aumenta con la profondità da circa 130 m/s fino a poco meno di 700 m/s, con un trend di crescita costante molto probabilmente riferibile al semplice carico litostatico. In corrispondenza dei 12 m da p.c. si riscontra un decremento (da 695 a 627 m/s) seguito da una ripresa del trend di crescita sopra descritto.

Le velocità delle onde S sono caratterizzate da una crescita regolare e costante lungo tutta la lunghezza del tubo, fatta eccezione per l'intervallo compreso tra le profondità di 9 e 12 m, dove si riscontra un debole decremento. Le velocità in generale sono rappresentative di materiali lenti, con il raggiungimento di un massimo di 430 m/s a fondo foro.

Il coefficiente di Poisson presenta una crescita regolare nei primi 4 m di profondità passando da 0,33 a 0,40, valore che rimane circa costante fino a 10 m di profondità dove si riscontra un incremento sensibile a 0,43. In corrispondenza dei 12 m di profondità si riscontra un decremento a 0,41 seguito da valori che si attestano nuovamente tra 0,43 e 0,44, rimanendo costanti fino a fondo foro.

Il modulo elastico dinamico E ha un andamento generalmente crescente con la profondità fino a fondo foro, dove raggiunge valori di circa 1100 MPa. Nell'intervallo compreso tra 10 e 12 metri da p.c. si riscontra un blando decremento seguito da una ripresa dell'andamento costante sopra descritto.

In riferimento al Decreto Ministeriale del 14/01/2008 (Norme Tecniche per le costruzioni) e alla Successiva Ordinanza n. 30 riportante alla G.U. n. 29 del 04/02/08), il sito in esame si colloca all'interno della fascia C, che fornisce la seguente descrizione del terreno generalmente incontrato:

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{spt30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

---

## **ALLEGATI**

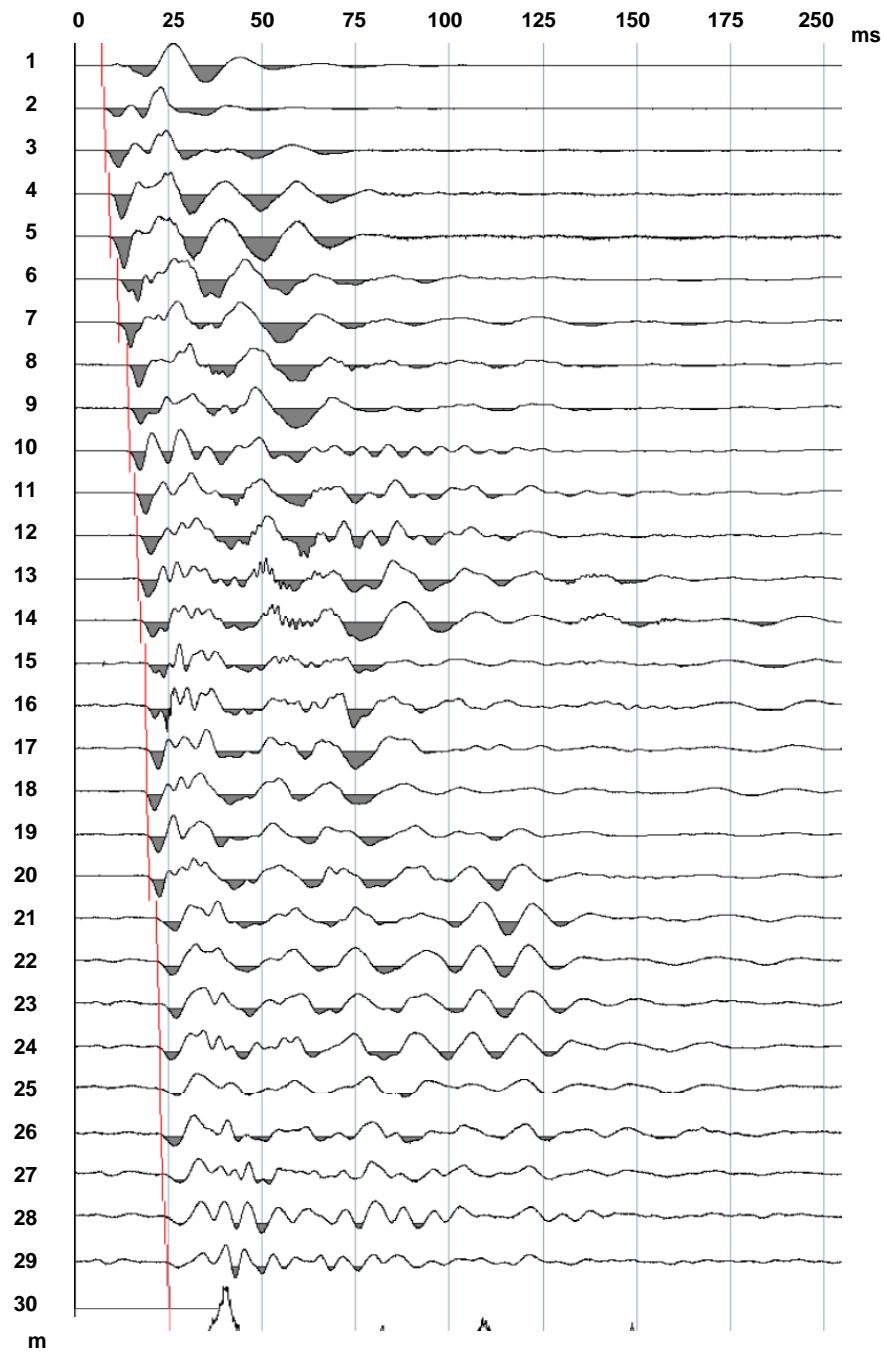
---

---

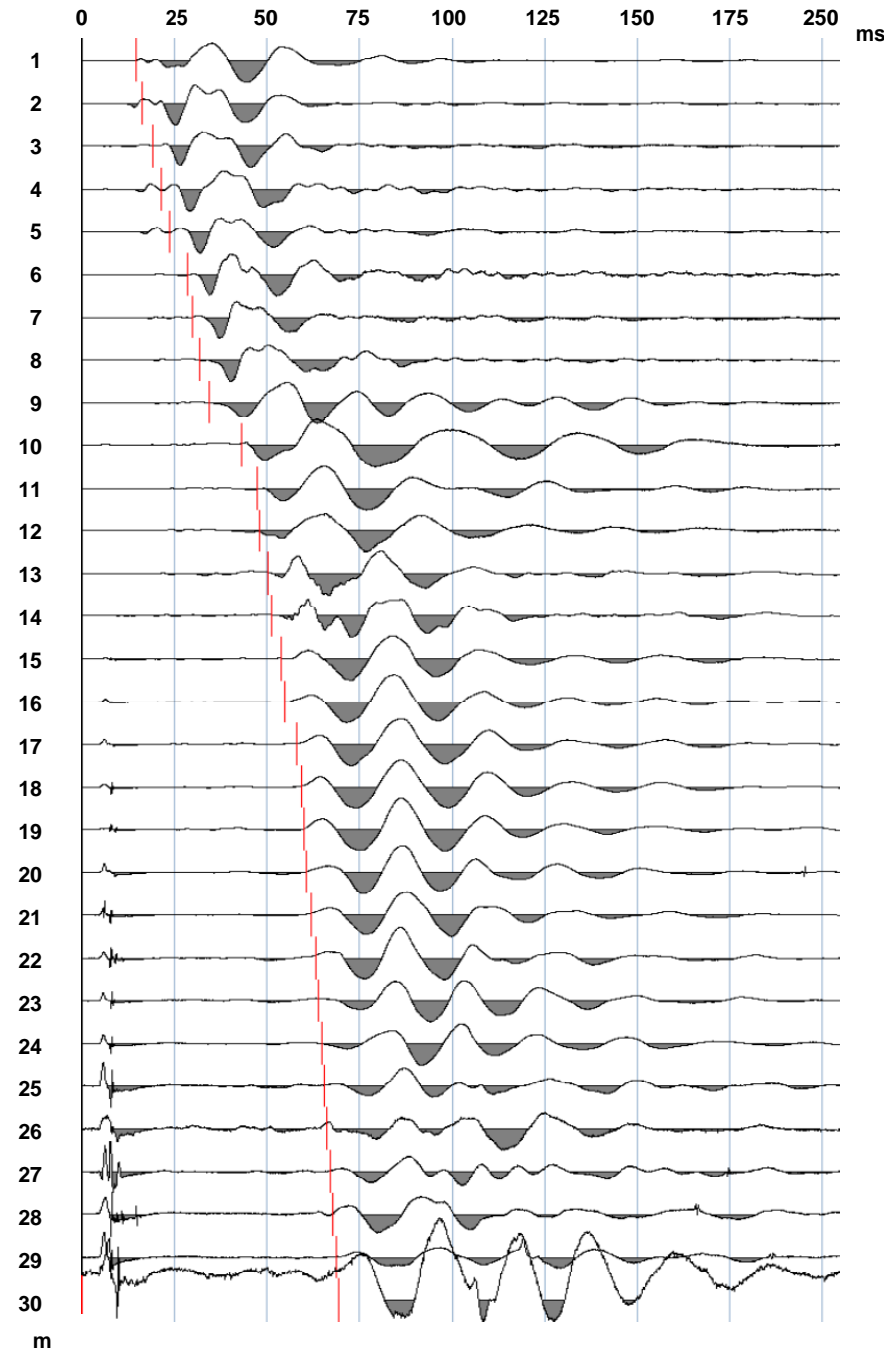
**INDAGINE GEOFISICA  
TIPO DOWN-HOLE**

---

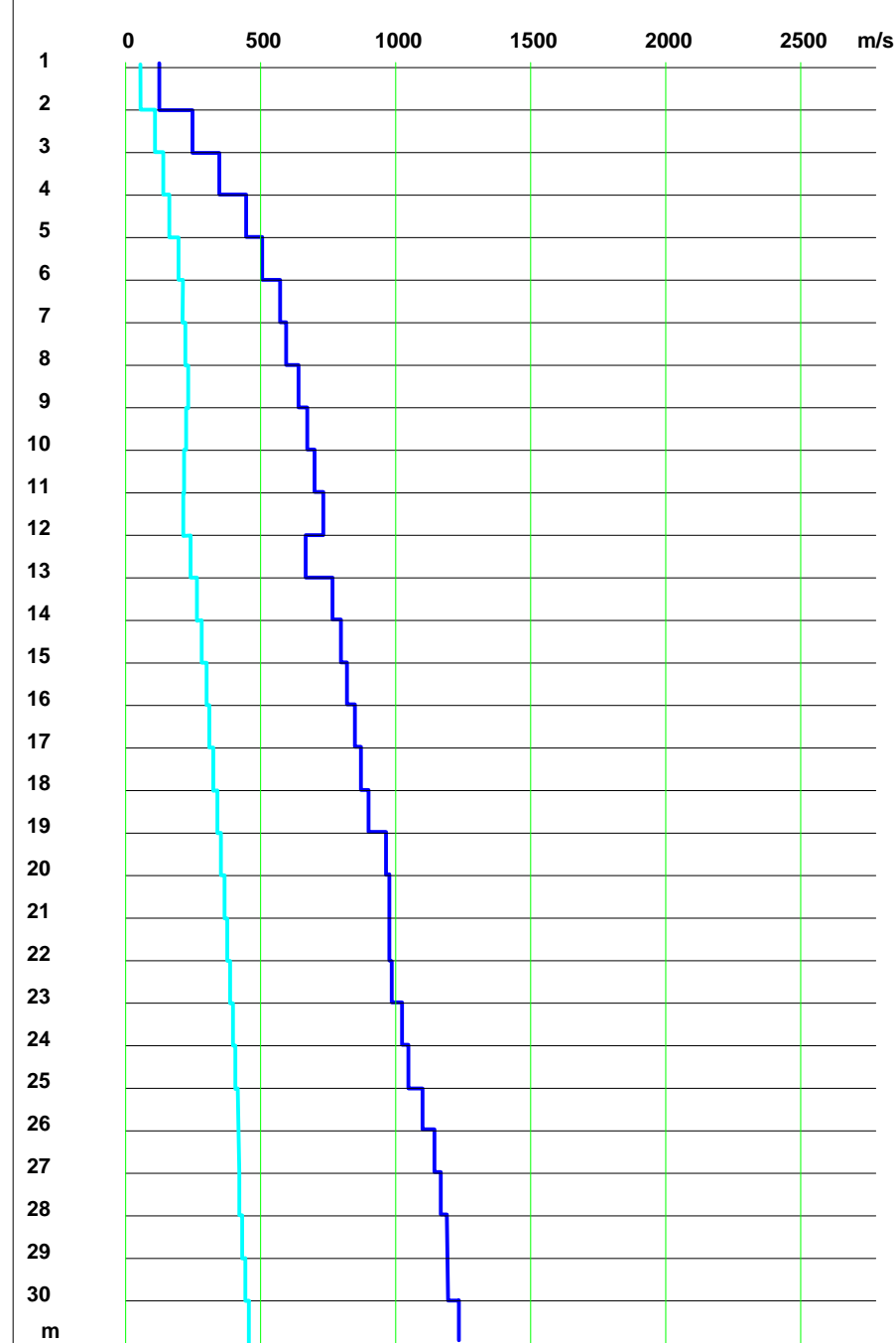
### Sismogramma onde compressive (P)



### Sismogramma onde trasversali (S)



### Grafico delle velocità P ed S



Prof.	Tp	Ts	Vp	Vs	Vp/Vs	Vs/Vp	r	v	G	E
1	7.3	14.7	136	68	2.00	0.50	1,9	0,33	9	23
2	7.9	16.1	255	119	2,14	0,47	2	0,36	28	77
3	8.1	19.2	359	159	2,26	0,44	2	0,38	51	139
4	9	21.3	450	185	2,43	0,41	2	0,40	88	191
5	9.5	23.8	503	202	2,49	0,40	2	0,40	82	229
6	11.3	28.6	555	217	2,56	0,39	1,9	0,41	89	252
7	11.6	29.8	569	232	2,45	0,41	1,9	0,40	102	286
8	14	31.8	600	249	2,41	0,42	1,9	0,40	118	329
9	14.4	34.4	628	247	2,54	0,39	1,9	0,41	116	327
10	14.7	43.1	663	239	2,77	0,36	1,9	0,43	109	309
11	15.9	47.2	695	237	2,93	0,34	1,9	0,43	107	306
12	16.7	48	627	248	2,53	0,40	1,9	0,41	117	329
13	16.8	50.2	768	260	2,95	0,34	1,9	0,44	128	369
14	17.4	51.2	792	271	2,92	0,34	1,9	0,43	140	400
15	18.7	53.8	815	282	2,89	0,35	1,9	0,43	151	433
16	18.9	54.8	849	286	2,97	0,34	1,9	0,44	155	446
17	19.1	58	888	295	3,01	0,33	1,9	0,44	165	476
18	19.3	59.3	928	304	3,05	0,33	1,9	0,44	176	506
19	19.5	60	971	315	3,08	0,32	1,9	0,44	189	543
20	19.8	60.6	979	329	2,98	0,34	1,9	0,44	206	591
21	21.9	61.8	985	338	2,91	0,34	1,9	0,43	217	622
22	22.2	63.1	991	349	2,84	0,35	1,9	0,43	231	662
23	22.3	64	1027	359	2,86	0,35	2,1	0,43	271	774
24	22.6	64.7	1064	370	2,88	0,35	2,1	0,43	287	823
25	22.8	65.4	1093	382	2,86	0,35	2,1	0,43	306	877
26	23.1	66.2	1125	391	2,88	0,35	2,1	0,43	321	919
27	23.4	67.2	1148	402	2,86	0,35	2,1	0,43	339	971
28	23.9	67.7	1161	412	2,82	0,35	2,1	0,43	356	1018
29	24.6	68.7	1181	423	2,79	0,36	2,1	0,43	376	1072
30	25.2	69.4	1202	433	2,78	0,36	2,1	0,43	394	1122

### LEGENDA

- Tempo di primo arrivo ai geofoni delle onde P ed S
- Velocità delle onde P
- Velocità delle onde S
- Prof. = Profondità del geofono da testa foro in metri
- Tp = Tempo di primo arrivo delle onde longitudinali P in millisecondi
- Ts = Tempo di primo arrivo delle onde trasversali S in millisecondi
- Vp = Velocità delle onde longitudinali in metri al secondo
- Vs = Velocità delle onde trasversali in metri al secondo
- v = Coefficiente di Poisson dinamico
- E = Modulo elastico dinamico (Young) in MegaPascal
- G = Modulo di taglio dinamico in MegaPascal
- r = Densità in tonnellate al metrocubo

**Vs30 = 244 m/s**

## INDAGINI GEOSISMICHE

Comune di Cenate Sopra (BG)

Hattusas s.r.l.

Prova sismica Down-Hole - S1

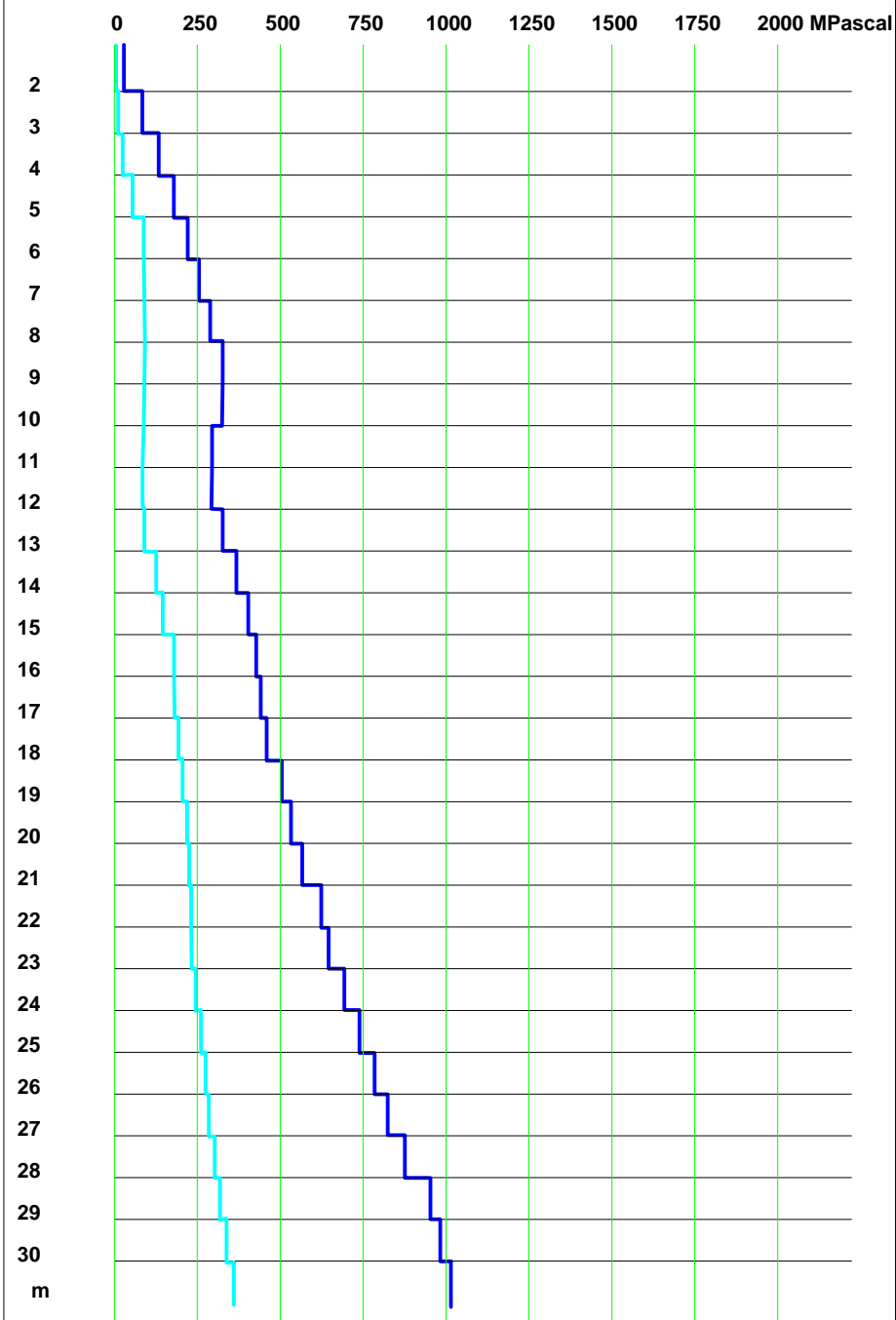
**SISMOGRAMMI P ed S  
E VELOCITA' SISMICHE**

All. 01

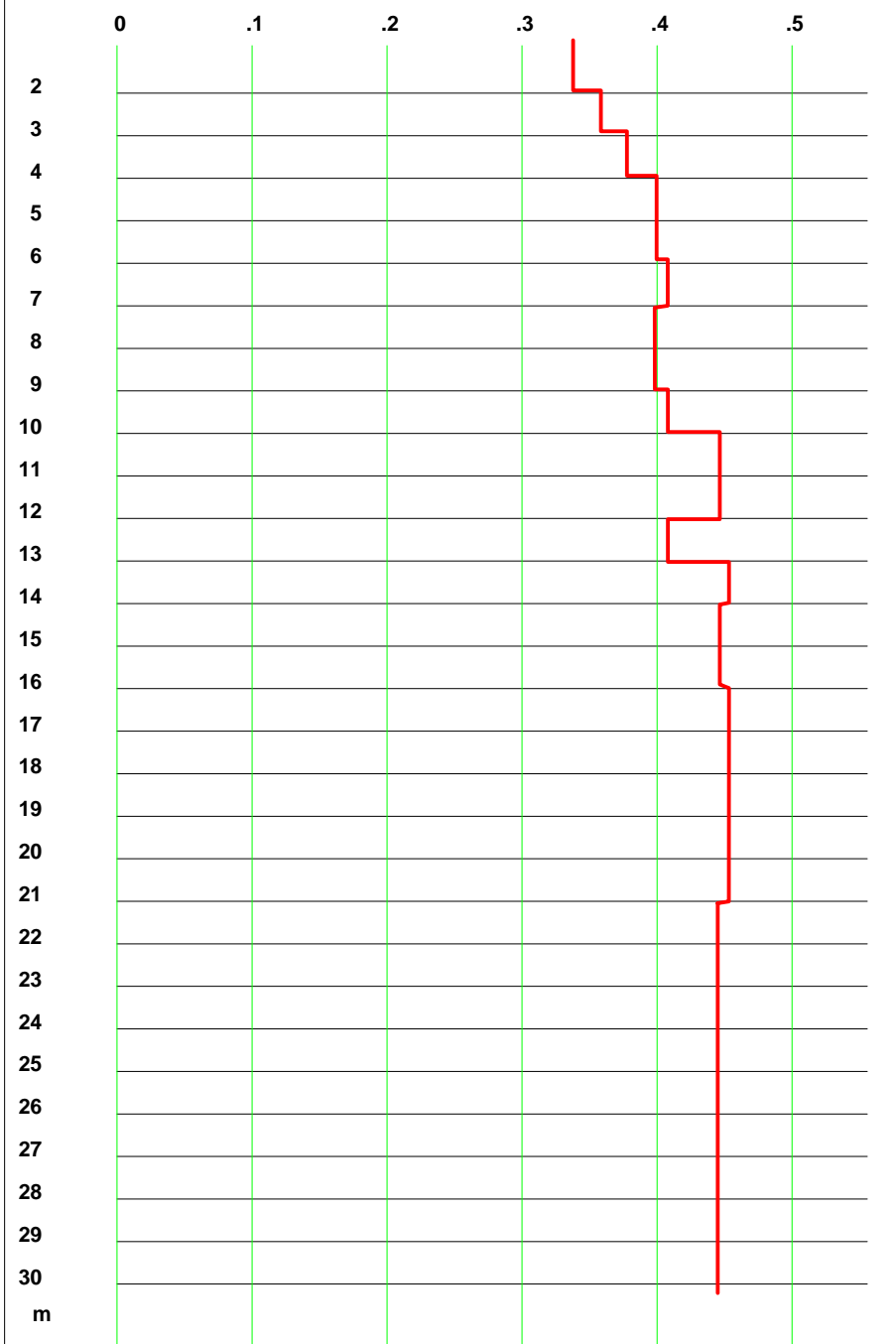
18 Febbraio 2011



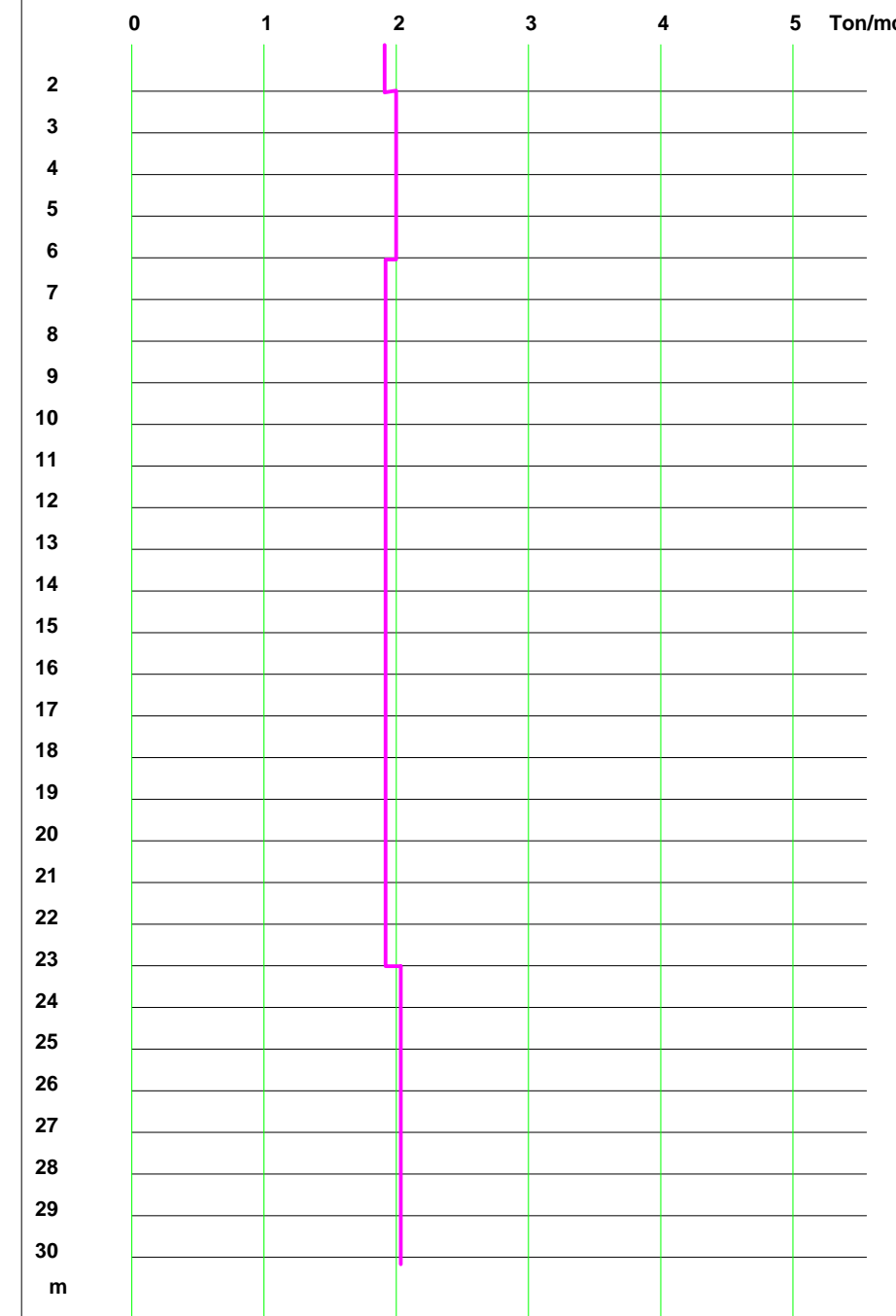
**Grafico dei parametri E e G dinamici**



**Grafico del coefficiente di Poisson dinamico**



**Grafico del peso di volume utilizzato**



Prof.	Tp	Ts	Vp	Vs	Vp/Vs	Vs/Vp	r	v	G	E
1	7.3	14.7	136	68	2.00	0.50	1.9	0.33	9	23
2	7.9	16.1	255	119	2.14	0.47	2	0.36	28	77
3	8.1	19.2	359	159	2.26	0.44	2	0.38	51	139
4	9	21.3	450	185	2.43	0.41	2	0.40	68	191
5	9.5	23.8	503	202	2.49	0.40	2	0.40	82	229
6	11.3	28.6	555	217	2.56	0.39	1.9	0.41	89	252
7	11.6	29.8	569	232	2.45	0.41	1.9	0.40	102	286
8	14	31.8	600	249	2.41	0.42	1.9	0.40	118	329
9	14.4	34.4	628	247	2.54	0.39	1.9	0.41	116	327
10	14.7	43.1	663	239	2.77	0.36	1.9	0.43	109	309
11	15.9	47.2	695	237	2.93	0.34	1.9	0.43	107	306
12	16.7	48	627	248	2.53	0.40	1.9	0.41	117	329
13	16.8	50.2	768	260	2.95	0.34	1.9	0.44	128	369
14	17.4	51.2	792	271	2.92	0.34	1.9	0.43	140	400
15	18.7	53.8	815	282	2.89	0.35	1.9	0.43	151	433
16	18.9	54.8	849	286	2.97	0.34	1.9	0.44	155	446
17	19.1	58	888	295	3.01	0.33	1.9	0.44	165	476
18	19.3	59.3	928	304	3.05	0.33	1.9	0.44	176	506
19	19.5	60	971	315	3.08	0.32	1.9	0.44	189	543
20	19.8	60.6	979	329	2.98	0.34	1.9	0.44	206	591
21	21.9	61.8	985	338	2.91	0.34	1.9	0.43	217	622
22	22.2	63.1	991	349	2.84	0.35	1.9	0.43	231	662
23	22.3	64	1027	359	2.86	0.35	2.1	0.43	271	774
24	22.6	64.7	1064	370	2.88	0.35	2.1	0.43	287	823
25	22.8	65.4	1093	382	2.86	0.35	2.1	0.43	306	877
26	23.1	66.2	1125	391	2.88	0.35	2.1	0.43	321	919
27	23.4	67.2	1148	402	2.86	0.35	2.1	0.43	339	971
28	23.9	67.7	1161	412	2.82	0.35	2.1	0.43	356	1018
29	24.6	68.7	1181	423	2.79	0.36	2.1	0.43	376	1072
30	25.2	69.4	1202	433	2.78	0.36	2.1	0.43	394	1122

**LEGENDA**

- Coefficiente di Poisson dinamico
- Modulo Elastico E dinamico
- Modulo di Taglio G dinamico
- Prof. = Profondità del geofono da testa foro in metri
- Dist. = Distanza del geofono dall'energizzazione in metri
- Tp = Tempo di primo arrivo delle onde longitudinali P in millisecondi
- Ts = Tempo di primo arrivo delle onde trasversali S in millisecondi
- Vp = Velocità delle onde longitudinali in metri al secondo
- Vs = Velocità delle onde trasversali in metri al secondo
- v = Coefficiente di Poisson dinamico
- E = Modulo elastico dinamico (Young) in MegaPascal
- G = Modulo di taglio dinamico in MegaPascal
- r = Densità in tonnellate al metrocubo

**INDAGINI GEOSISMICHE**

**Comune di Cenate Sopra (BG)**

**Hattusas s.r.l.**

**Prova sismica Down-Hole - S1**

**PARAMETRI ELASTICI  
E PESO DI VOLUME**

**All. 02**

**18 Febbraio 2011**





---

# **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

---



**Figura 1** Strumentazione utilizzata



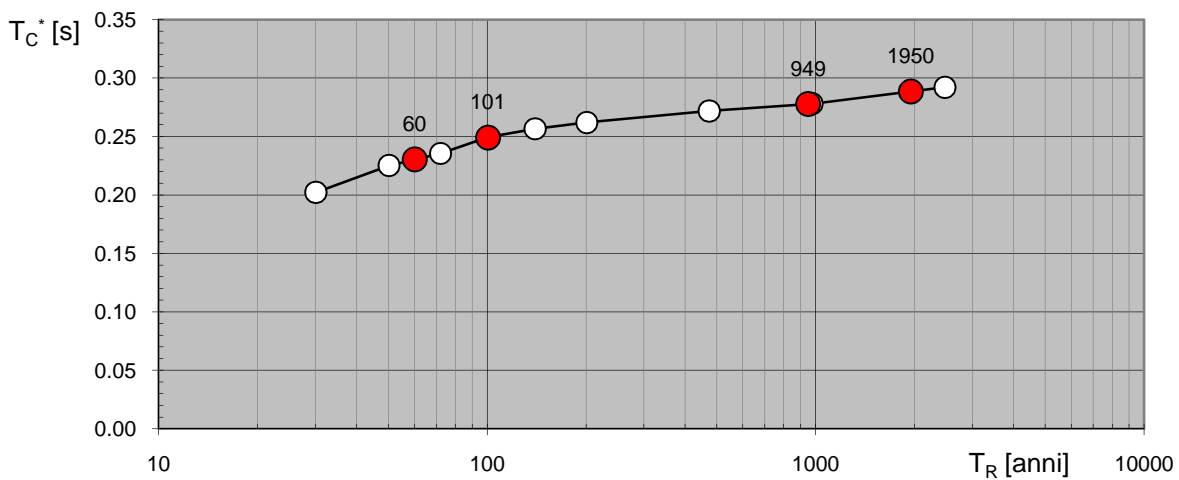
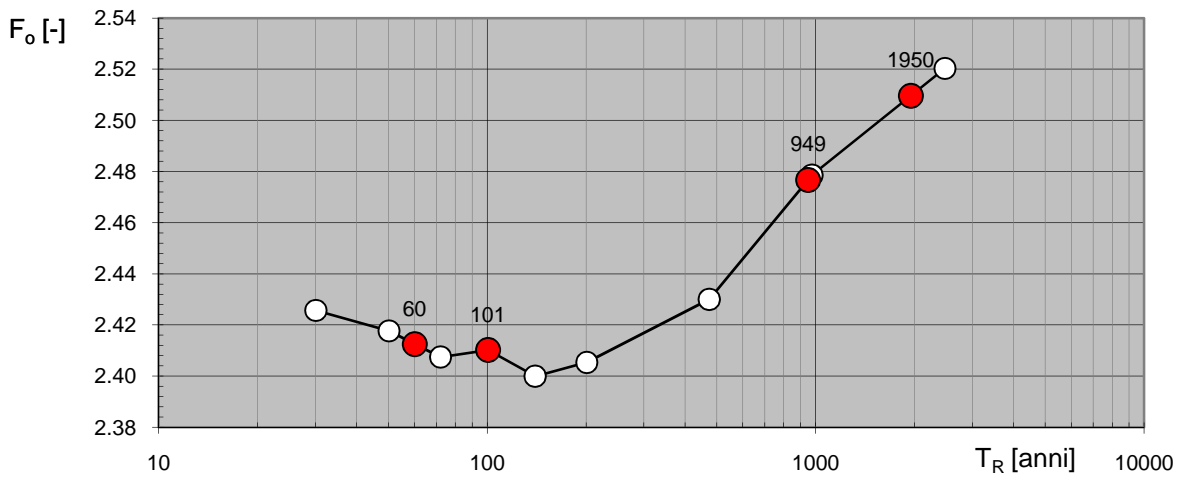
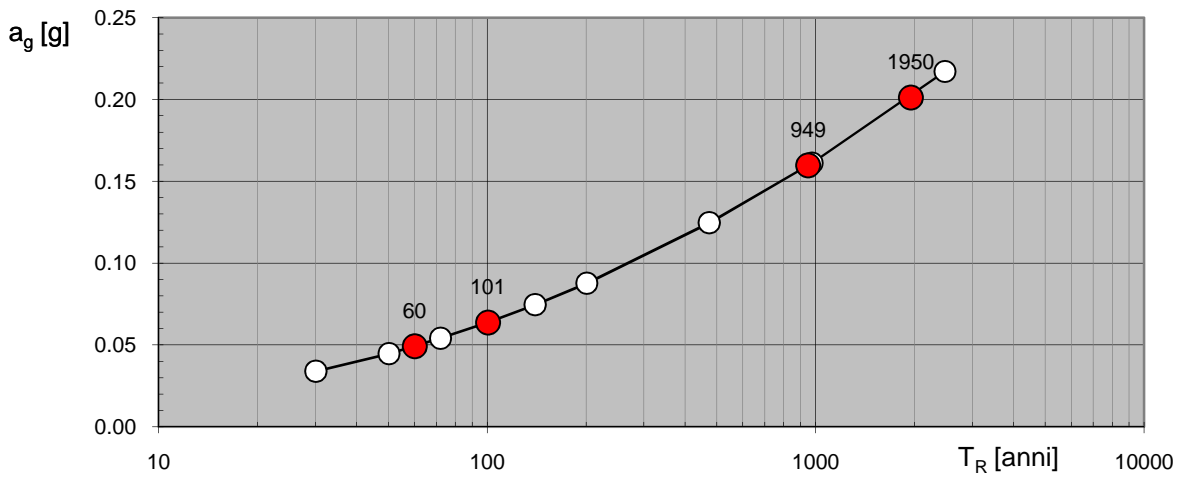
**Figura 2** Trave per energizzazione con massa battente



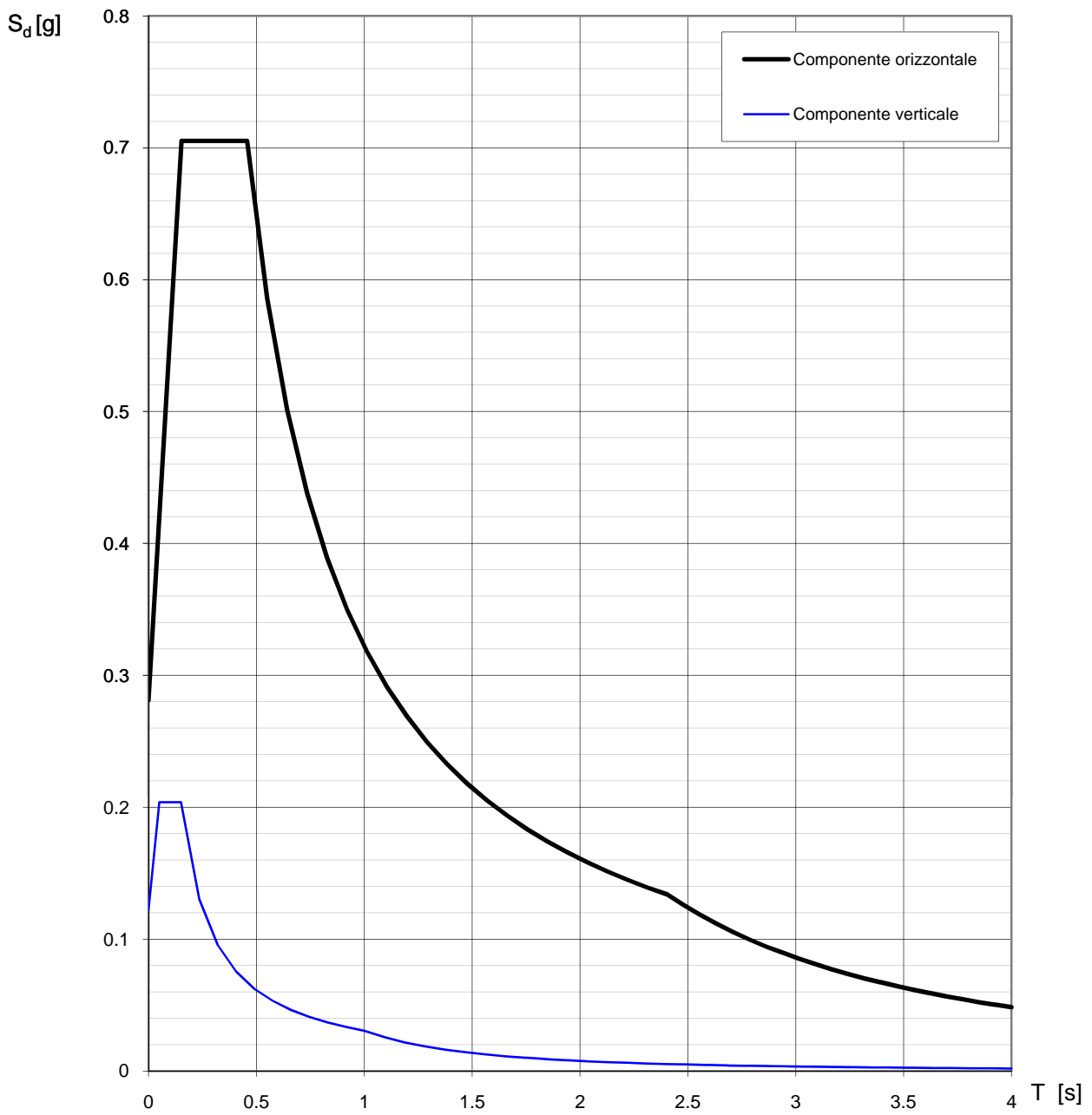


**Figura 3** Foro predisposto per indagine Down-hole

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0.201 g
$F_o$	2.510
$T_c^*$	0.288 s
$S_s$	1.397
$C_c$	1.583
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.397
$\eta$	1.000
$T_B$	0.152 s
$T_C$	0.456 s
$T_D$	2.405 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.281
$T_B$ ←	0.152	0.705
$T_C$ ←	0.456	0.705
	0.549	0.586
	0.642	0.501
	0.735	0.438
	0.827	0.389
	0.920	0.350
	1.013	0.318
	1.106	0.291
	1.199	0.269
	1.291	0.249
	1.384	0.233
	1.477	0.218
	1.570	0.205
	1.662	0.194
	1.755	0.183
	1.848	0.174
	1.941	0.166
	2.033	0.158
	2.126	0.151
	2.219	0.145
	2.312	0.139
$T_D$ ←	2.405	0.134
	2.480	0.126
	2.556	0.118
	2.632	0.112
	2.708	0.106
	2.784	0.100
	2.860	0.095
	2.936	0.090
	3.012	0.085
	3.088	0.081
	3.164	0.077
	3.240	0.074
	3.316	0.070
	3.392	0.067
	3.468	0.064
	3.544	0.062
	3.620	0.059
	3.696	0.057
	3.772	0.054
	3.848	0.052
	3.924	0.050
	4.000	0.048

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_{qv}$	0.122 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.519
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

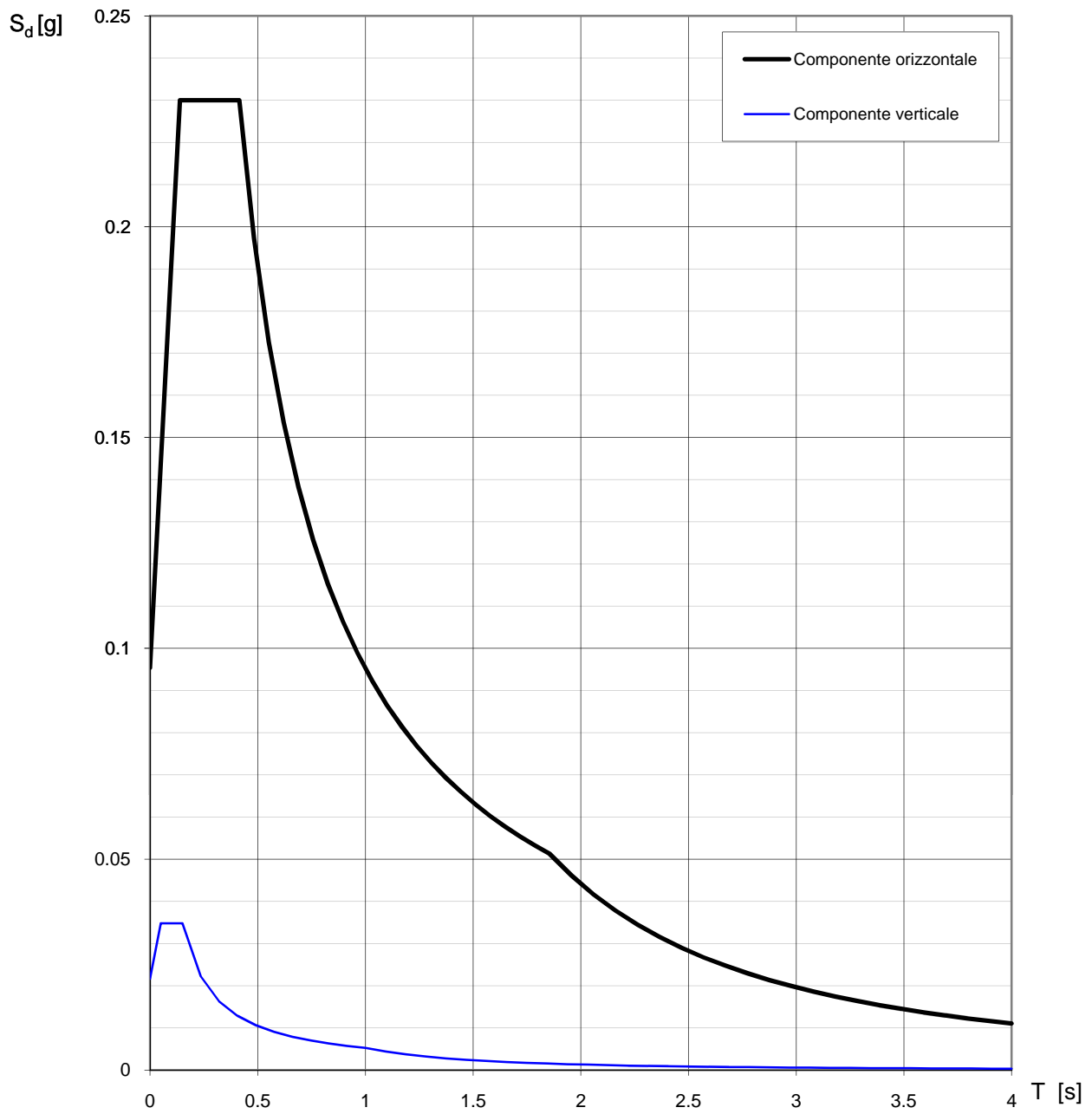
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.122
$T_B$ ←	0.050	0.204
$T_C$ ←	0.150	0.204
	0.235	0.130
	0.320	0.095
	0.405	0.075
	0.490	0.062
	0.575	0.053
	0.660	0.046
	0.745	0.041
	0.830	0.037
	0.915	0.033
$T_D$ ←	1.000	0.031
	1.094	0.026
	1.188	0.022
	1.281	0.019
	1.375	0.016
	1.469	0.014
	1.563	0.013
	1.656	0.011
	1.750	0.010
	1.844	0.009
	1.938	0.008
	2.031	0.007
	2.125	0.007
	2.219	0.006
	2.313	0.006
	2.406	0.005
	2.500	0.005
	2.594	0.005
	2.688	0.004
	2.781	0.004
	2.875	0.004
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.003
	3.250	0.003
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.064 g
$F_o$	2.410
$T_c^*$	0.249 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.661
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.138 s
$T_C$	0.414 s
$T_D$	1.854 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.095
$T_B \leftarrow$	0.138	0.230
$T_C \leftarrow$	0.414	0.230
	0.482	0.197
	0.551	0.173
	0.620	0.154
	0.688	0.138
	0.757	0.126
	0.825	0.115
	0.894	0.106
	0.963	0.099
	1.031	0.092
	1.100	0.087
	1.168	0.081
	1.237	0.077
	1.306	0.073
	1.374	0.069
	1.443	0.066
	1.511	0.063
	1.580	0.060
	1.649	0.058
	1.717	0.055
	1.786	0.053
$T_D \leftarrow$	1.854	0.051
	1.957	0.046
	2.059	0.042
	2.161	0.038
	2.263	0.034
	2.365	0.032
	2.467	0.029
	2.570	0.027
	2.672	0.025
	2.774	0.023
	2.876	0.021
	2.978	0.020
	3.080	0.019
	3.183	0.017
	3.285	0.016
	3.387	0.015
	3.489	0.014
	3.591	0.014
	3.693	0.013
	3.796	0.012
	3.898	0.012
	4.000	0.011

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{qv}$	0.022 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0.821
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

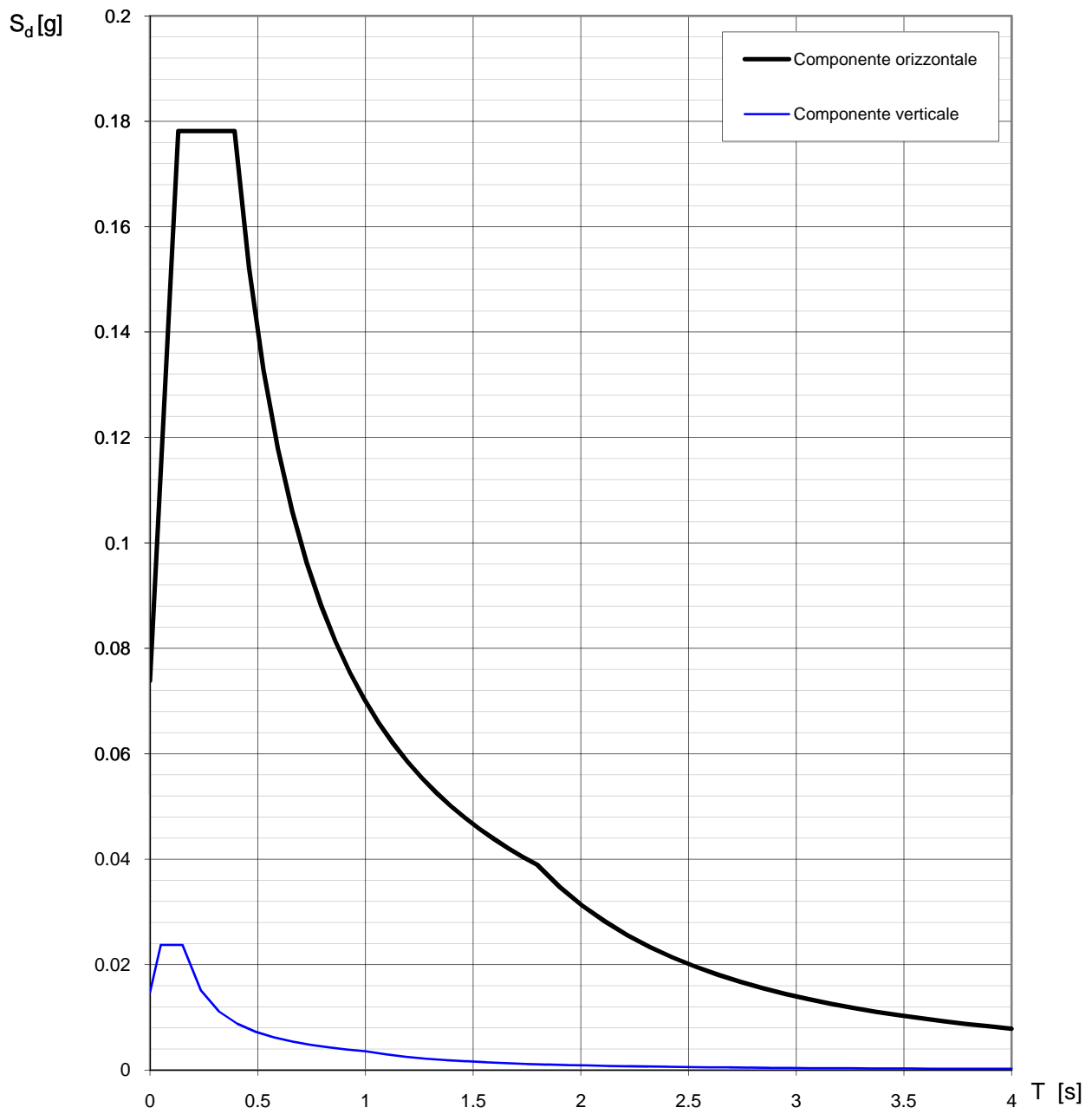
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.022
$T_B \leftarrow$	0.050	0.035
$T_C \leftarrow$	0.150	0.035
	0.235	0.022
	0.320	0.016
	0.405	0.013
	0.490	0.011
	0.575	0.009
	0.660	0.008
	0.745	0.007
	0.830	0.006
	0.915	0.006
$T_D \leftarrow$	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.004
	1.281	0.003
	1.375	0.003
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.002
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_g$	0.049 g
$F_o$	2.412
$T_c^*$	0.230 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.705
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.131 s
$T_C$	0.393 s
$T_D$	1.797 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.074
$T_B \leftarrow$	0.131	0.178
$T_C \leftarrow$	0.393	0.178
	0.459	0.152
	0.526	0.133
	0.593	0.118
	0.660	0.106
	0.727	0.096
	0.794	0.088
	0.861	0.081
	0.928	0.075
	0.994	0.070
	1.061	0.066
	1.128	0.062
	1.195	0.059
	1.262	0.055
	1.329	0.053
	1.396	0.050
	1.463	0.048
	1.529	0.046
	1.596	0.044
	1.663	0.042
	1.730	0.040
$T_D \leftarrow$	1.797	0.039
	1.902	0.035
	2.007	0.031
	2.112	0.028
	2.217	0.026
	2.321	0.023
	2.426	0.021
	2.531	0.020
	2.636	0.018
	2.741	0.017
	2.846	0.016
	2.951	0.014
	3.056	0.013
	3.161	0.013
	3.266	0.012
	3.371	0.011
	3.475	0.010
	3.580	0.010
	3.685	0.009
	3.790	0.009
	3.895	0.008
	4.000	0.008

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_{qv}$	0.015 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0.723
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

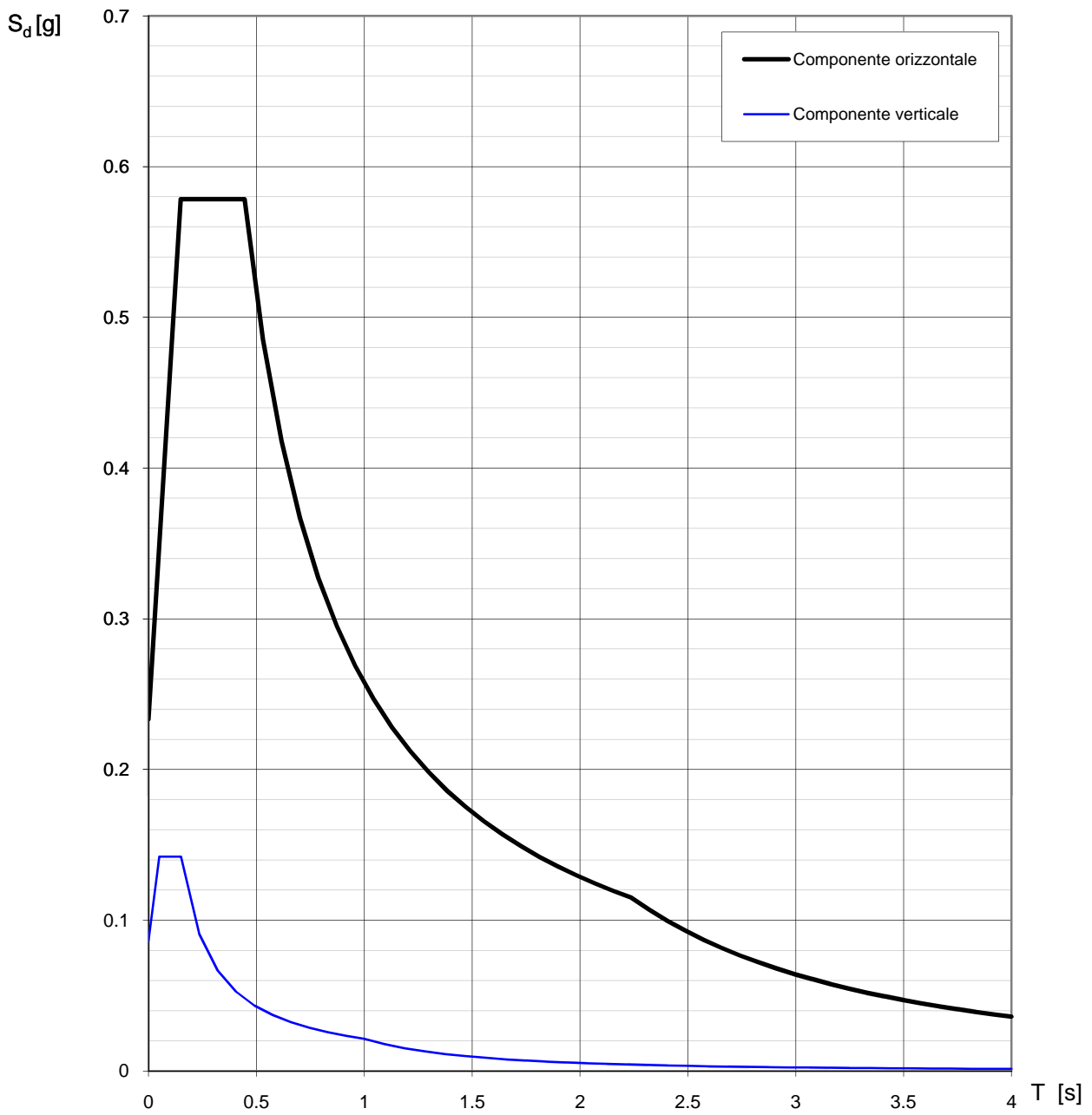
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.015
$T_B \leftarrow$	0.050	0.024
$T_C \leftarrow$	0.150	0.024
	0.235	0.015
	0.320	0.011
	0.405	0.009
	0.490	0.007
	0.575	0.006
	0.660	0.005
	0.745	0.005
	0.830	0.004
	0.915	0.004
$T_D \leftarrow$	1.000	0.004
	1.094	0.003
	1.188	0.003
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.160 g
$F_o$	2.477
$T_c^*$	0.278 s
$S_s$	1.463
$C_c$	1.602
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.463
$\eta$	1.000
$T_B$	0.148 s
$T_C$	0.445 s
$T_D$	2.238 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.233
$T_B \leftarrow$	0.148	0.578
$T_C \leftarrow$	0.445	0.578
	0.531	0.485
	0.616	0.418
	0.701	0.367
	0.787	0.327
	0.872	0.295
	0.958	0.269
	1.043	0.247
	1.128	0.228
	1.214	0.212
	1.299	0.198
	1.384	0.186
	1.470	0.175
	1.555	0.166
	1.641	0.157
	1.726	0.149
	1.811	0.142
	1.897	0.136
	1.982	0.130
	2.068	0.124
	2.153	0.120
$T_D \leftarrow$	2.238	0.115
	2.322	0.107
	2.406	0.100
	2.490	0.093
	2.574	0.087
	2.658	0.082
	2.742	0.077
	2.826	0.072
	2.910	0.068
	2.993	0.064
	3.077	0.061
	3.161	0.058
	3.245	0.055
	3.329	0.052
	3.413	0.049
	3.497	0.047
	3.581	0.045
	3.664	0.043
	3.748	0.041
	3.832	0.039
	3.916	0.038
	4.000	0.036

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell' ...

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0.086 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.336
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

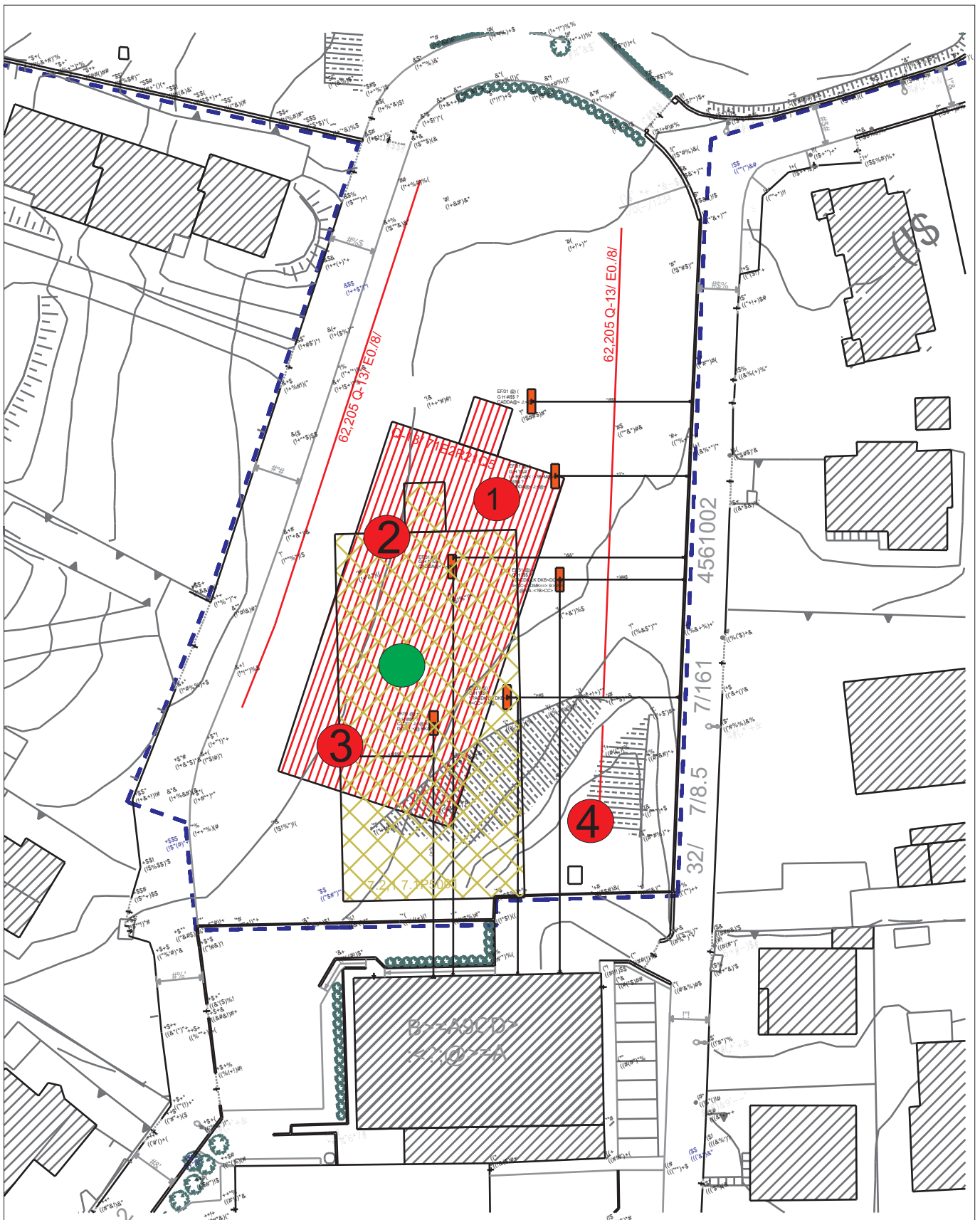
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.086
$T_B \leftarrow$	0.050	0.142
$T_C \leftarrow$	0.150	0.142
	0.235	0.091
	0.320	0.067
	0.405	0.053
	0.490	0.044
	0.575	0.037
	0.660	0.032
	0.745	0.029
	0.830	0.026
	0.915	0.023
$T_D \leftarrow$	1.000	0.021
	1.094	0.018
	1.188	0.015
	1.281	0.013
	1.375	0.011
	1.469	0.010
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.006
	1.938	0.006
	2.031	0.005
	2.125	0.005
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



### All.3

## Ubicazione Indagini geotecniche



Scpt



Sondaggio geognostico

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 1

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	1		1	
0,4	3		4	
0,6	3		4	
0,8	4		6	
1	5		7	
1,2	5		7	
1,4	4		6	
1,6	3		4	
1,8	3		4	
2	3		4	
2,2	4		6	
2,4	4		6	
2,6	4		6	
2,8	4		6	
3	4		6	
3,2	4		6	
3,4	4		6	
3,6	4		6	
3,8	4		6	
4	5		7	
4,2	4		6	
4,4	5		7	
4,6	4		6	
4,8	5		7	
5	6		9	
5,2	6		9	
5,4	5		7	
5,6	4		6	
5,8	6		9	
6	3		4	
6,2	5		7	
6,4	6		9	
6,6	7		10	
6,8	8		12	
7	7		10	
7,2	7		10	
7,4	9		13	
7,6	12		18	
7,8	50		74	

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 2

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	2		3	
0,6	3		4	
0,8	50		74	

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 3

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	1		1	
0,4	3		4	
0,6	5		7	
0,8	5		7	
1	3		4	
1,2	4		6	
1,4	4		6	
1,6	4		6	
1,8	2		3	
2	4		6	
2,2	2		3	
2,4	3		4	
2,6	3		4	
2,8	2		3	
3	2		3	
3,2	3		4	
3,4	4		6	
3,6	6		9	
3,8	6		9	
4	5		7	
4,2	6		9	
4,4	4		6	
4,6	5		7	
4,8	6		9	
5	6		9	
5,2	5		7	
5,4	6		9	
5,6	5		7	
5,8	5		7	
6	6		9	
6,2	6		9	
6,4	7		10	
6,6	7		10	
6,8	7		10	
7	12		18	
7,2	50		74	

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 4

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	2		3	
0,6	3		4	
0,8	2		3	
1	3		4	
1,2	3		4	
1,4	3		4	
1,6	4		6	
1,8	5		7	
2	4		6	
2,2	5		7	
2,4	5		7	
2,6	6		9	
2,8	6		9	
3	9		13	
3,2	8		12	
3,4	6		9	
3,6	6		9	
3,8	5		7	
4	5		7	
4,2	3		4	
4,4	3		4	
4,6	1		1	
4,8	4		6	
5	4		6	
5,2	5		7	
5,4	5		7	
5,6	5		7	
5,8	4		6	
6	3		4	
6,2	4		6	
6,4	5		7	
6,6	4		6	
6,8	6		9	
7	5		7	
7,2	6		9	
7,4	6		9	
7,6	5		7	
7,8	6		9	
8	7		10	
8,2	8		12	
8,4	11		16	
8,6	11		16	
8,8	10		15	
9	11		16	



# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla cantiere:

Prova 5

## Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	2		3	
0,6	5		7	
0,8	4		6	
1	3		4	
1,2	2		3	
1,4	2		3	
1,6	3		4	
1,8	2		3	
2	3		4	
2,2	3		4	
2,4	2		3	
2,6	2		3	
2,8	3		4	
3	2		3	
3,2	2		3	
3,4	3		4	
3,6	3		4	
3,8	2		3	
4	3		4	
4,2	3		4	
4,4	4		6	
4,6	4		6	
4,8	6		9	
5	6		9	
5,2	9		13	
5,4	10		15	
5,6	10		15	
5,8	9		13	
6	10		15	
6,2	8		12	
6,4	11		16	
6,6	11		16	
6,8	11		16	
7	10		15	
7,2	11		16	
7,4	9		13	
7,6	10		15	
7,8	10		15	
8	9		13	
8,2	11		16	
8,4	10		15	
8,6	11		16	
8,8	11		16	
9	10		15	

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla:

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
3,8	5	28,15	Lim. sabbiosi sciolti	0-1	1
7,8	8	34,92	Lim. sabbiosi	0-1	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 7,8

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla:

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
0,4	3	22,42	Lim. sabbiosi sciolti	0-1	1
0,8	39	280,61	Trovante	0-1	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo      Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 0,8

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla:

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
3,2	4	23,55	Lim. sabbiosi sciolti	0-1	1
7,2	8	36,14	Lim. sabbiosi	0-1	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 7,2

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla:

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
4,6	6	31,93	Lim. sabbiosi sciolti	0-1	1
9	9	36,81	Lim. sabbiosi	0-1	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo Profondità della falda (m): 5,0

Peso del maglio (kg): 63	Passo di lettura (cm): 20	Volata del maglio (cm): 75	Profondità di partenza (m): 0,2
Peso delle aste (kg): 6,3	Lunghezza della prova (m): 9	Diametro della punta (cm): 5,08	Fattore di correzione strumentale: 1,48

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Sigla:

## Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Nspt medio equiv.	Resist.dinam. (kg/cmq)	Descrizione litologica	Comport. meccanico	Correzione litologica
4,2	4	21,89	Lim. sabbiosi sciolti	0-1	1
9	10	40,9	Lim. sabbiosi	0-1	1

Comportamento meccanico dello strato: 0 = incoerente - 1 = coesivo      Profondità della falda (m): assente

Peso del maglio (kg): 63

Passo di lettura (cm): 20

Volata del maglio (cm): 75

Profondità di partenza (m): 0,2

Peso delle aste (kg): 6,3

Lunghezza della prova (m): 9

Diametro della punta (cm): 5,08

Fattore di correzione strumentale: 1,48

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Panni 63

Prova 1

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
3,8	5	limi sabbiosi sciolti	109	0,09	24	1,84	38	106				212	36	0,35
7,8	8	limi sabbiosi	148	0,09	26	1,83	36	198				283	57	1,07

Profondità della falda (m): assente



# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Panni 63

Prova 2

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
0,4	3	limi sabbiosi sciolti	64	0,1	22	1,75	51	56				155	21	0,03
0,8	39	Trovante	124	0,95	39	2,04	85	1981				745	277	0,11

Profondità della falda (m): assente

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Panni 63

Prova 3

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
3,2	4	limi sabbiosi sciolti	102	0,08	23	1,63	35	80				185	28	0,26
7,2	8	limi sabbiosi	145	0,1	26	1,65	38	198				283	57	0,85

Profondità della falda (m): assente

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Panni 63

Prova 4

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
4,6	6	limi sabbiosi sciolti	117	0,1	24	1,66	40	134				237	43	0,38
9	9	limi sabbiosi	156	0,09	27	1,65	39	233				304	64	1,12

Profondità della falda (m): 5,0

# Hattusas s.r.l.

Roma, 35-Castelli Calepio (Bg)-035 4425112

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Panni 63

Prova 5

## Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
4,2	4	limi sabbiosi sciolti	107	0,07	23	1,62	33	80				185	28	0,34
9	10	limi sabbiosi	158	0,11	27	1,67	40	270				324	71	1,08

Profondità della falda (m): assente

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

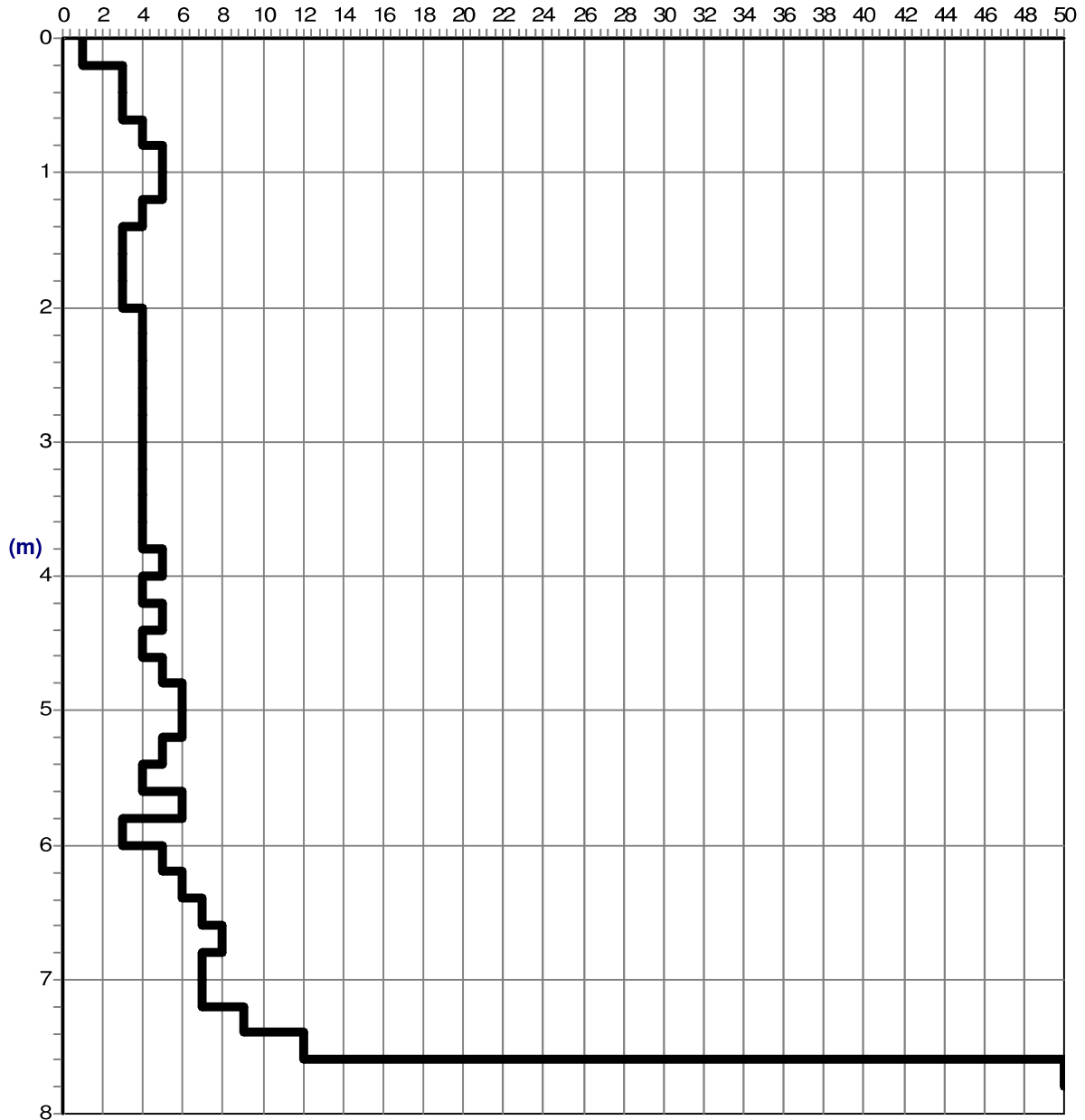
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 1

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

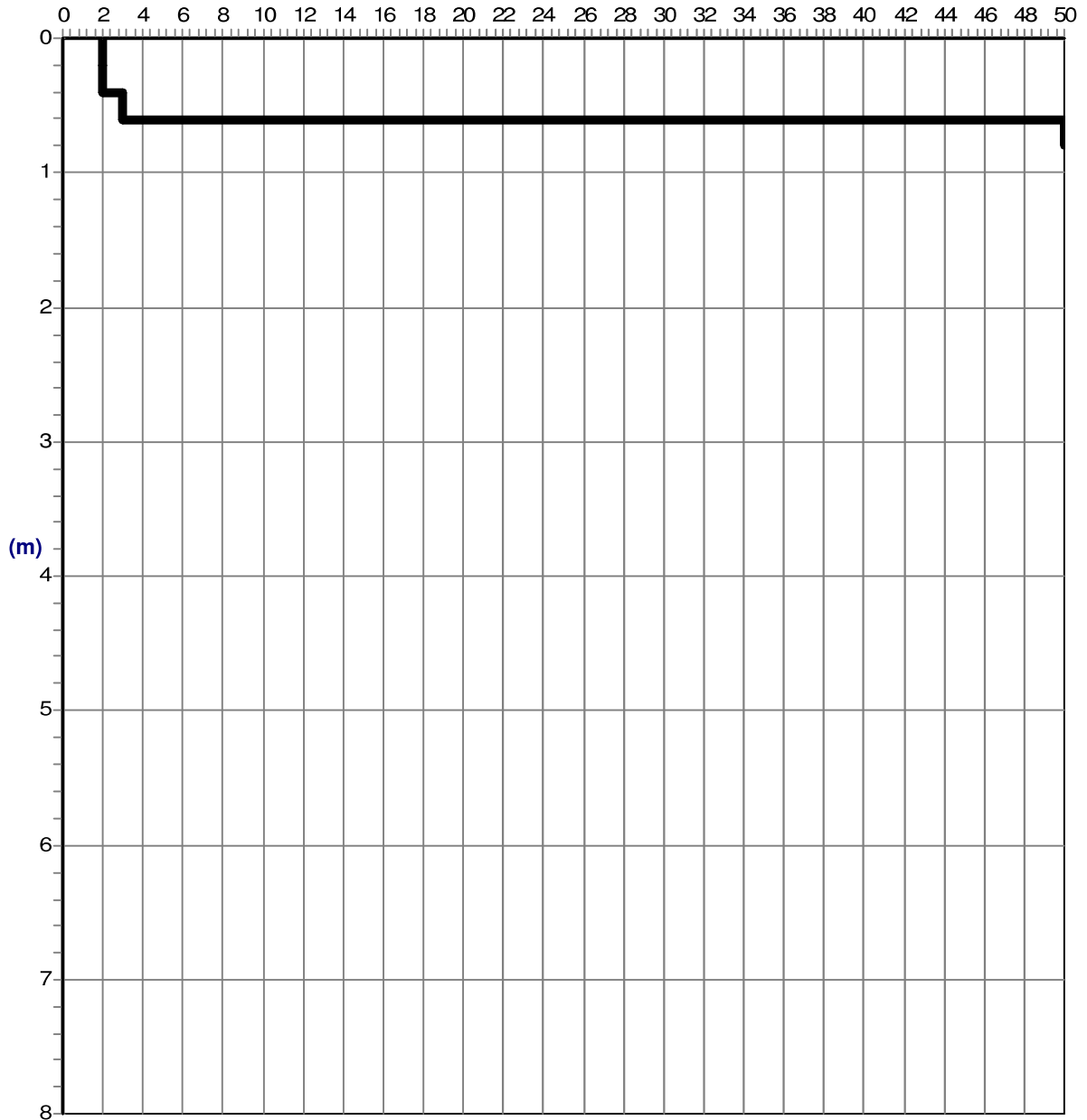
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 2

## Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

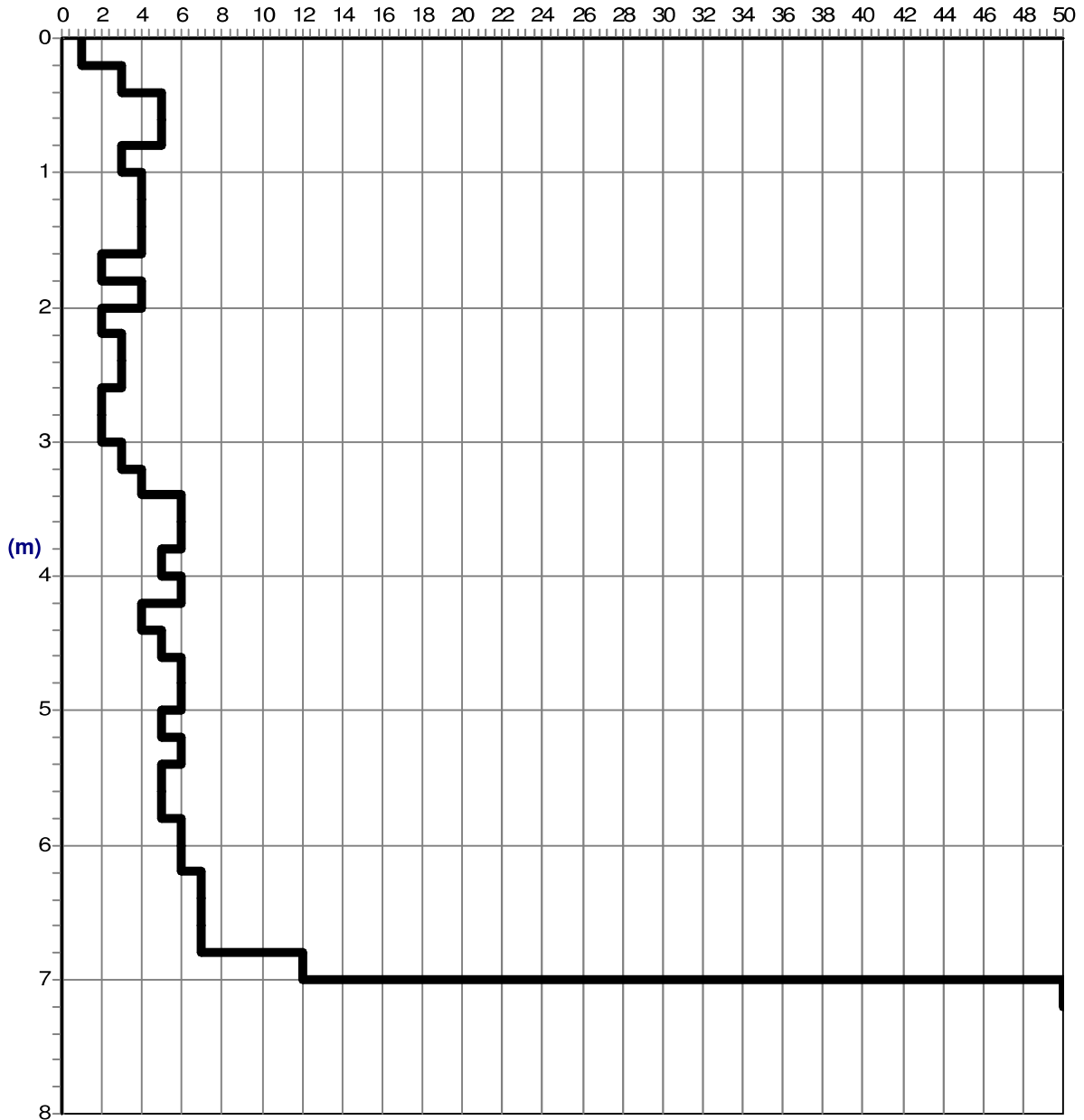
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 3

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta



Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

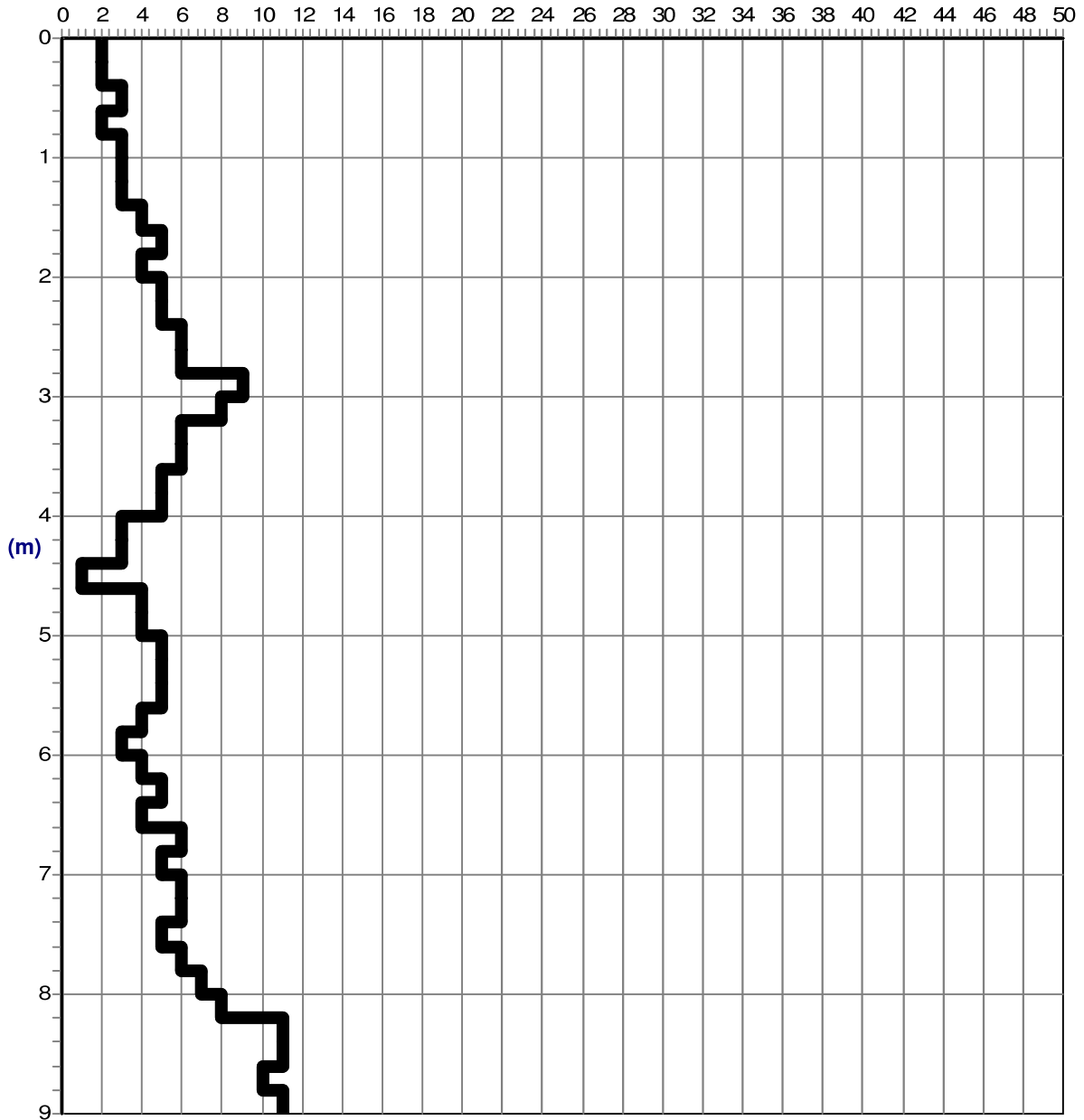
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 4

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): 5,0



Colpi punta

Committente:

Località: Cenate Sopra (Bg)

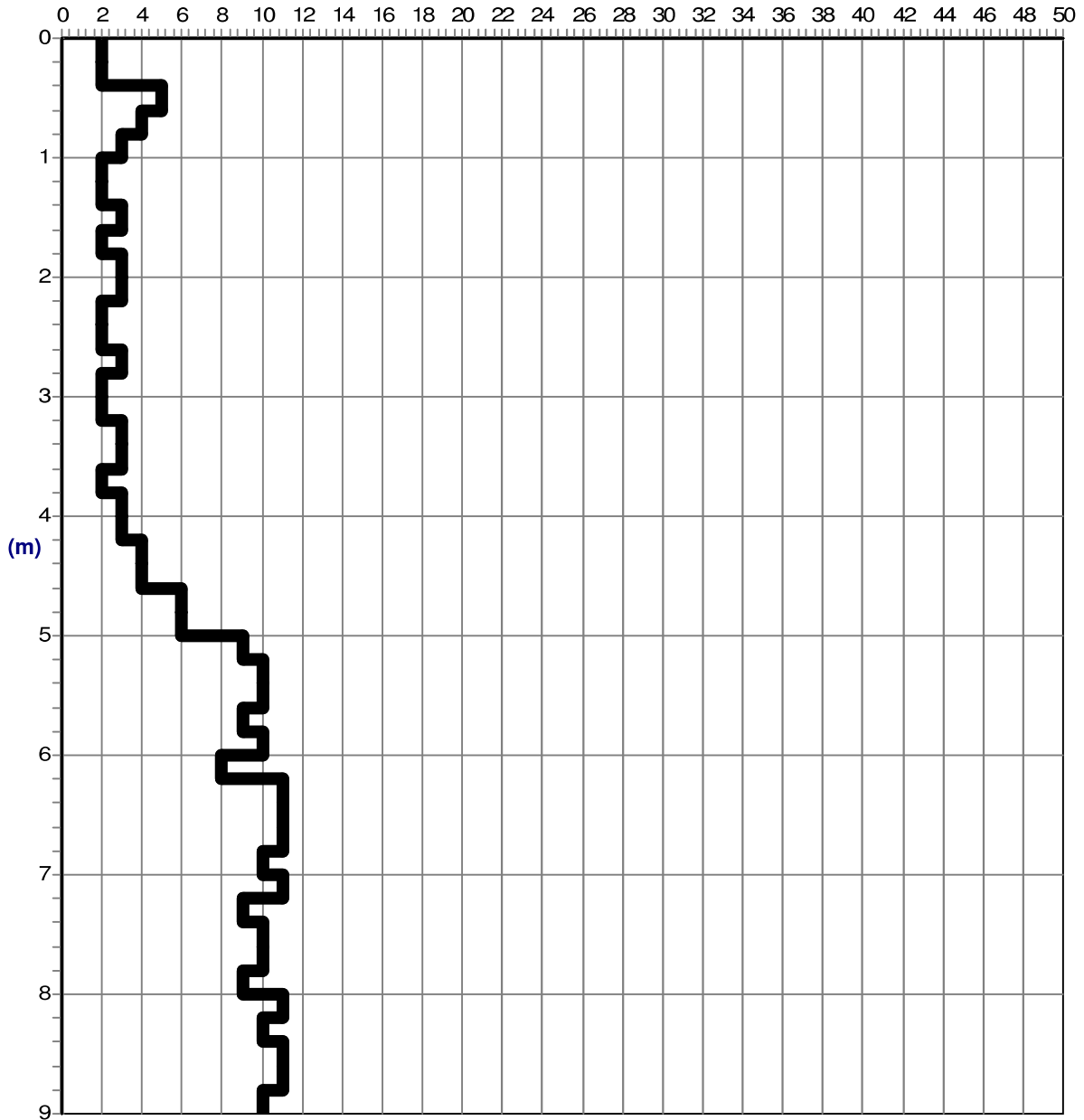
Sigla cantiere:

Attrezzatura: DPHS Penni 63

Prova 5

### Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Assente



Colpi punta